Automação na Logística: Tecnologias, Desafios e Aplicações na Engenharia de Produção

Leonardo Boldin, Faculdade FGP, boldinleonardo@gmail.com[1]
Sérgio Luiz Francisco, Faculdade FGP, sergio.francisco@fgp.com.br[2]
Roberta Ramazotti Ferraz de Campos, Faculdade FGP, roberta.ramazotti@fgp.com.br[3]

doi.org/10.29327/2800502.2.1-7

RESUMO: O artigo analisa as contribuições e desafios da automação logística no contexto da Indústria 4.0, destacando sua relevância para a Engenharia de Produção. A partir de uma pesquisa bibliográfica, discute-se como tecnologias como IoT, WMS, TMS, RFID, robótica, veículos autônomos e drones transformam processos produtivos e cadeias de suprimentos, promovendo maior eficiência, precisão, integração e redução de custos. Os resultados mostram benefícios como rastreabilidade, otimização de recursos, aumento da produtividade e melhor tomada de decisão baseada em dados. Contudo, identificam-se barreiras significativas no cenário brasileiro, incluindo altos custos de implementação, falta de mão de obra qualificada, limitações de infraestrutura digital e resistência organizacional. Conclui-se que a automação é estratégica para a competitividade, mas requer planejamento, capacitação e políticas de incentivo. Sugere-se aprofundar estudos sobre IA generativa, maturidade tecnológica e impactos da robotização no trabalho e na sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Automação logística. Indústria 4.0. Eficiência operacional.

[1] Graduando em Engenharia de Produção, pela Faculdade FGP.
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Administração Pública e Ciências Econômicas; Licenciado em Matemática e Pedagogia. Especialista em Administração Escolar, Administração Financeira, Automação Industrial e Robótica, Psicopedagogia Institucional e Clínica; Mestre em Matemática.
[3] Licenciada em Pedagogia. Graduanda em Letras – Português-Inglês, pela UniCV. Pós-graduada em Psicopedagogia; Neuropsicologia. Mestra em Psicologia. Doutora em Psicologia.

1. INTRODUÇÃO

A logística exerce papel estratégico na Engenharia de Produção, sendo responsável por integrar atividades de transporte, armazenagem, gestão de estoques e distribuição de produtos. Com o avanço das tecnologias digitais e da Indústria 4.0, a automação passou a ocupar espaço central na busca por eficiência, redução de custos e aumento da competitividade.

Nesse cenário, a aplicação de sistemas automatizados, como softwares de gestão logística, veículos autônomos e tecnologias de rastreamento, possibilita otimizar fluxos operacionais e reduzir falhas humanas. Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar as contribuições e desafios da automação aplicada à logística, enfatizando sua relevância para o campo da Engenharia de Produção.

2. JUSTIFICATIVA

O tema mostra-se relevante do ponto de vista acadêmico, pois contribui para o debate sobre inovação tecnológica no contexto da Engenharia de Produção. Em termos sociais, a automação logística colabora para a melhoria da qualidade dos serviços, maior confiabilidade nas entregas e segurança no ambiente de trabalho.

Além disso, a relevância prática se expressa na capacidade de reduzir custos operacionais e melhorar a competitividade das empresas brasileiras frente ao mercado global. Assim, estudar o impacto da automação logística é essencial para compreender como as organizações podem se adaptar aos novos modelos produtivos.

3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e exploratória, conforme orienta Prodanov e Freitas (2013), visto que foi baseada na análise artigos científicos publicados nos últimos cinco anos, que tratem de automação, logística e Engenharia de Produção.

O levantamento foi realizado em bases de dados acadêmicas como Scielo, Google Acadêmico e periódicos brasileiros da área de Engenharia. A análise seguiu uma perspectiva exploratória, visando compreender como a automação tem sido aplicada na logística e quais impactos vêm sendo observados.

4. AUTOMAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0

A automação industrial pode ser entendida como a utilização de tecnologias e sistemas integrados para operar máquinas e processos com mínima intervenção humana, com o objetivo de aumentar a eficiência, a precisão e a segurança nas operações industriais. Essa automação abrange desde sistemas eletromecânicos simples até processos altamente complexos, baseados em softwares, sensores, controladores programáveis e redes industriais.

A evolução da automação acompanha as revoluções industriais ao longo da história. A chamada Indústria 1.0 foi marcada pela mecanização e pelo uso do vapor; a Indústria 2.0 introduziu a eletricidade e as linhas de montagem; e a Indústria 3.0, por sua vez, incorporou eletrônica, informática e os primeiros sistemas de automação. Atualmente, vivencia-se a Indústria 4.0, caracterizada pela digitalização e pela integração de tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, computação em nuvem e sistemas ciberfísicos.

A Indústria 4.0 representa um novo paradigma de produção, com foco em fábricas inteligentes, capazes de monitorar e adaptar seus processos em tempo real. Essa revolução promove maior flexibilidade, personalização em larga escala, aumento da produtividade e otimização dos recursos. Além disso, integra tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, big data, robótica avançada e sistemas ciberfísicos, possibilitando a tomada de decisões baseada em dados e o desenvolvimento de cadeias produtivas mais resilientes e sustentáveis. Essa transformação não afeta apenas os processos produtivos, mas também exige novas competências e habilidades dos trabalhadores, impulsionando mudanças na gestão de pessoas e na estrutura organizacional das empresas.

O termo “Indústria 4.0” foi cunhado na Alemanha, especificamente na Feira de Hannover, em 2011. A expressão tornou-se publicamente conhecida nesse mesmo ano por meio da iniciativa “Industrie 4.0” (ACATECH, 2013), que reuniu empresários, políticos e membros de universidades com o intuito de analisar e propor medidas para fortalecer a competitividade da manufatura alemã por meio da transformação digital (Kagermann; Lukas; Wahlster, 2011, *apud* Hermann; Pentek; Otto, 2015). A partir desse momento, o

governo alemão passou a apoiar e incorporar o conceito em seu planejamento governamental por meio do programa *High-Tech Strategy 2020 for Germany*. Entre os principais focos dessa estratégia estavam as melhorias nos processos de produção, por meio do avanço da arquitetura de sistemas, da interoperabilidade e da produção customizada, entre outros fatores (Kagermann *et al.,* 2016).

O termo "Indústria 4.0" faz referência às mudanças decorrentes de inovações, muitas delas ainda em desenvolvimento, que tendem a alterar profundamente os processos, a organização da produção e a interação entre os agentes econômicos. Segundo De Weck *et al*. (2013, p. 26), "Indústria 4.0 é o conjunto de soluções que integra equipamentos, serviços de elevado valor agregado e softwares para explorar o uso de insumos em processos ultra eficientes na produção de bens customizados".

Portanto, a automação, no contexto da Indústria 4.0, não se restringe apenas ao controle de máquinas, mas envolve a transformação digital de todo o ecossistema industrial. Essa transformação integra tecnologias avançadas, como sensores inteligentes, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, sistemas ciberfísicos e computação em nuvem, permitindo que as fábricas operem de maneira mais eficiente, flexível e adaptativa. Além disso, a Indústria 4.0 promove a personalização em larga escala, a otimização de recursos e a criação de cadeias produtivas mais resilientes, exigindo novas competências e habilidades dos profissionais e implicando mudanças significativas na gestão e na organização das empresas. Dessa forma, a automação deixa de ser apenas um instrumento operacional e passa a ser um elemento estratégico fundamental para a competitividade e a sustentabilidade industrial no cenário contemporâneo.

4.1. Inserção da Logística no Contexto da Indústria 4.0

A emergente revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, não transforma apenas os processos produtivos, mas redefine integralmente o funcionamento das cadeias de suprimentos e das operações logísticas. A inserção da logística nesse contexto representa uma transformação profunda nas cadeias de suprimentos, impulsionada pela digitalização, conectividade e automação. A chamada Logística 4.0 caracteriza-se pelo uso intensivo de tecnologias avançadas, como Internet das Coisas

(IoT), inteligência artificial (IA), big data, sistemas ciberfísicos, veículos autônomos e automação de armazéns (Schmidt; Schmidt, 2023).

Essa abordagem inovadora visa criar uma logística mais flexível, eficiente, transparente e responsiva às demandas do mercado. Com sensores conectando máquinas, estoques e produtos, é possível rastrear em tempo real toda a cadeia logística, prever falhas, otimizar rotas de transporte e reduzir custos operacionais. Além disso, a integração de sistemas permite uma comunicação contínua entre fornecedores, fábricas, centros de distribuição e clientes finais, promovendo decisões mais ágeis e assertivas.

O cliente também passa a ocupar posição central nesse processo, uma vez que a Logística 4.0 busca atender às expectativas por entregas mais personalizadas, rápidas e rastreáveis. Adicionalmente, a Logística 4.0 possibilita a análise preditiva e prescritiva de dados, fornecendo informações estratégicas para planejamento, alocação de recursos e mitigação de riscos (Souza *et al.,* 2025).

Além das tecnologias já mencionadas, a adoção de sensores inteligentes e sistemas de rastreamento avançados contribui para maior visibilidade da cadeia de suprimentos e permite ações preventivas na manutenção de equipamentos e na gestão de estoques (Braga, 2020; Diegues, 2020). A integração desses recursos proporciona maior confiabilidade e redução de perdas, ampliando a competitividade da indústria nacional.

Dessa forma, a logística deixa de ser apenas um suporte operacional e torna-se um diferencial competitivo estratégico, essencial para garantir o fluxo inteligente de materiais, informações e serviços ao longo de toda a cadeia produtiva, contribuindo significativamente para a competitividade e a sustentabilidade das organizações na era da Indústria 4.0. Também é importante considerar que, no contexto brasileiro, a adoção da Logística 4.0 enfrenta desafios relacionados ao custo de implementação e à capacitação tecnológica, além de barreiras estruturais na cadeia de suprimentos nacional (Pacchini; Santos; Lucato, 2022). Ainda assim, estudos de caso de empresas nacionais demonstram benefícios reais, como a redução de gargalos logísticos e ganho de eficiência após implementar soluções da Logística 4.0 (Porto; Casagrande, 2022).

Por fim, a Logística 4.0 no Brasil aparece como uma oportunidade estratégica para criar cadeias de suprimentos mais inteligentes e resilientes, mas para isso é necessário um esforço conjunto entre empresas, governos e instituições de ensino para superar os obstáculos e promover a transformação digital com eficácia (Arruda, 2019).

5. TECNOLOGIAS APLICADAS À LOGÍSTICA

5.1. Sistemas de Gestão: WMS, TMS, RFID e IoT

A Logística 4.0 surge como resposta à crescente necessidade de integrar tecnologia e automação aos processos logísticos, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0. Nesse contexto, sistemas de gestão como WMS (*Warehouse Management System*), TMS (*Transportation Management System*), RFID (*Radio-Frequency Identification*) e IoT (*Internet of Things*) - traduzido por Internet das Coisas - desempenham papel central na transformação digital da cadeia de suprimentos (Souza *et al.,* 2025; Corrêa; Sampaio; Barros, 2021).

O WMS possibilita o gerenciamento eficiente de armazéns, otimizando atividades como recebimento, armazenamento, separação e expedição de produtos. Sua aplicação resulta em maior acuracidade de inventário, redução de falhas operacionais e melhor aproveitamento do espaço físico (Ferrari, 2025). Já o TMS é responsável por gerenciar o transporte de mercadorias, permitindo roteirização inteligente, monitoramento de entregas em tempo real e controle de custos logísticos, o que contribui para entregas mais ágeis e econômicas (UTFPR, 2023).

A utilização de tecnologias como RFID amplia a visibilidade e o rastreamento de itens, por meio de etiquetas que armazenam dados e podem ser lidas à distância, proporcionando controle detalhado do fluxo de produtos (iTAG Tecnologia, 2023). Complementarmente, a IoT permite a conexão de dispositivos e sensores que coletam e transmitem informações em tempo real, promovendo maior monitoramento, controle e tomada de decisão baseada em dados (Campos, 2023).

A IoT constitui a principal base da Indústria 4.0, ao permitir a interação entre objetos, sistemas, plataformas e aplicativos, possibilitando que trabalhem de forma integrada em prol de objetivos comuns. Os serviços baseados na IoT, conhecidos como IoS (*Internet of Services),* criam um novo nível de agregação de valor, oferecendo modelos

de negócio inovadores e infraestrutura diferenciada, o que gera maior eficiência operacional e competitividade (Firjan, 2016; Hermann; Pentek; Otto, 2015).

Estudos indicam que a implementação de sistemas de gestão logística requer planejamento estruturado, alinhamento com as estratégias organizacionais e treinamento contínuo dos colaboradores (Menelau, 2019; Galbiati, 2020). Quando bem aplicados, esses sistemas não apenas otimizam processos, mas também fortalecem a tomada de decisão baseada em dados.

Quando integradas, essas ferramentas tornam a logística mais inteligente, autônoma e eficiente, promovendo ganhos significativos em produtividade, qualidade no atendimento ao cliente e redução de custos operacionais. Além disso, a integração entre WMS, TMS, RFID e IoT permite que as empresas adotem estratégias de logística preditiva e prescritiva, antecipando demandas, mitigando riscos e fortalecendo a resiliência da cadeia de suprimentos frente a mudanças no mercado (Schmidt; Schmidt, 2023; Scheffer Automação, 2025).

5.2. Veículos Autônomos, Robótica e Drones

A Indústria 4.0 elevou a automação a um novo patamar, impulsionando a utilização de veículos autônomos, sistemas robóticos e drones nas operações logísticas e industriais. Esses recursos tecnológicos têm transformado atividades que vão desde o transporte interno em armazéns até entregas externas e monitoramento de estoques (Schmidt; Schmidt, 2023; Souza *et al.,* 2025).

Veículos autônomos, como AGVs (*Automated Guided Vehicles*) e AMRs (Autonomous Mobile Robots), são empregados em centros de distribuição e plantas industriais para movimentar cargas com precisão, reduzindo erros humanos e aumentando a eficiência operacional. Eles navegam com o auxílio de sensores, câmeras e softwares integrados, adaptando-se dinamicamente ao ambiente em tempo real (UTFPR, 2023).

A robótica avançada permite automatizar tarefas repetitivas, perigosas ou que exigem alta precisão, com destaque para os braços robóticos utilizados na produção, embalagem e separação de pedidos. Com o uso de inteligência artificial, esses robôs tornam-se cada vez mais inteligentes, autônomos e capazes de colaborar com sistemas

de gestão e IoT, promovendo maior produtividade e segurança operacional (Campos, 2023; Scheffer Automação, 2025).

Drones, por sua vez, têm sido aplicados em inventários de grandes armazéns, inspeções de segurança, vigilância de áreas industriais e entregas rápidas em ambientes urbanos. Seu uso contribui para a redução de custos operacionais, otimização do tempo e melhoria na rastreabilidade de produtos (iTAG Tecnologia, 2023).

O uso de robótica colaborativa e drones também tem se mostrado eficaz na redução de acidentes de trabalho e na melhoria das condições laborais, promovendo segurança e ergonomia nas operações industriais (Hanauer; Cecconello, 2023; Freitas, 2017). Essas tecnologias atuam de forma integrada com sistemas de gestão e IoT, consolidando cadeias de suprimentos mais inteligentes, seguras e ágeis, pilares essenciais da Indústria 4.0 (Firjan, 2016; Ferrari, 2025).

6. IMPACTOS E DESAFIOS DA AUTOMAÇÃO

6.1. Redução de Custos e Aumento da Eficiência

A automação industrial tem se consolidado como uma das principais ferramentas para a redução de custos operacionais nas empresas. Ao substituir processos manuais e repetitivos por sistemas automáticos, as organizações conseguem diminuir erros humanos, reduzir gastos relacionados à mão de obra e minimizar desperdícios de materiais (Schmidt; Schmidt, 2023; Souza *et al.,* 2025). A implementação de tecnologias como robótica, sensores inteligentes e sistemas de controle possibilita uma produção mais precisa e consistente, diminuindo retrabalhos e perdas.

Além disso, a automação promove maior padronização e agilidade nas operações, resultando em produtividade elevada e competitividade aprimorada. Essa transformação impacta diretamente a rentabilidade das organizações, tornando-as mais sustentáveis e adaptáveis às exigências do mercado moderno, além de otimizar o uso de energia e insumos, contribuindo para a sustentabilidade e economia de recursos (Firjan, 2016; UTFPR, 2023).

Paralelamente, a automação impulsiona o aumento da eficiência produtiva ao acelerar os processos industriais. Sistemas automatizados podem operar continuamente, sem necessidade de pausas, ampliando a capacidade produtiva e

reduzindo o tempo de entrega. A integração com softwares de gestão e monitoramento, como WMS (Warehouse Management System) e IoT (Internet das Coisas), permite uma visão em tempo real das operações, facilitando decisões rápidas e assertivas (Campos, 2023; Scheffer Automação, 2025). Dessa forma, as empresas conseguem atender às demandas do mercado com maior agilidade e qualidade, fortalecendo sua competitividade (Ferrari, 2025).

Entretanto, é fundamental destacar que a redução de custos e o ganho de eficiência dependem de investimentos adequados em tecnologia e na capacitação de colaboradores. A transição para sistemas automatizados requer planejamento estratégico para minimizar impactos e assegurar que os processos sejam realmente otimizados. Quando bem implementada, a automação torna-se um diferencial decisivo para a sustentabilidade financeira e operacional das indústrias na era da Indústria 4.0 (Schmidt; Schmidt, 2023; Souza *et al.,* 2025).

6.2. Barreiras de Implementação no Brasil

Apesar dos avanços tecnológicos, a adoção da automação e das soluções da Indústria 4.0 no Brasil ainda enfrenta diversas barreiras. Um dos principais obstáculos é o alto custo de investimento inicial em equipamentos, softwares e infraestrutura, incluindo tecnologias avançadas como sensores inteligentes, sistemas de gestão integrados (ERP, WMS, TMS), robôs colaborativos e plataformas digitais. Esses investimentos demandam recursos que muitas pequenas e médias empresas não possuem, tornando o processo inviável para grande parte da indústria nacional (Schmidt; Schmidt, 2023; Souza *et al.,* 2025; Firjan, 2016).

Outro fator limitante é a falta de mão de obra qualificada para operar e manter esses sistemas, representando um desafio significativo, especialmente em regiões com menor acesso à educação técnica. A automação exige habilidades técnicas específicas e atualização contínua, o que dificulta a capacitação adequada (UTFPR, 2023; Campos, 2023).

Outro desafio relevante é a resistência cultural à transformação digital, principalmente em empresas de médio porte, que pode dificultar a adoção de novas tecnologias sem uma gestão de mudança adequada (Araújo, 2022; Pacchini *et al.,* 2020).

Incentivos governamentais e programas de capacitação são fundamentais para superar essas barreiras.

Além disso, a infraestrutura do país, incluindo conectividade, logística e disponibilidade de serviços digitais, limita a expansão dessas tecnologias, dificultando a integração eficiente entre setores e sistemas produtivos. Esses fatores tornam a implementação da Indústria 4.0 mais lenta e desigual em comparação a países tecnologicamente mais desenvolvidos (Scheffer Automação, 2025; Ferrari, 2025).

Portanto, superar essas barreiras requer políticas públicas de incentivo à inovação, programas de qualificação profissional e investimentos em infraestrutura digital, visando tornar a adoção da automação e da Indústria 4.0 mais acessível e sustentável para toda a indústria brasileira (Souza et al., 2025; Schmidt; Schmidt, 2023).

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos conteúdos apresentados ao longo deste estudo evidencia que a automação industrial e as tecnologias associadas à Indústria 4.0 representam fatores decisivos para a transformação das operações produtivas e logísticas. Os resultados observados na literatura consultada demonstram ganhos expressivos em eficiência, redução de custos, rastreabilidade e integração entre os diferentes elos da cadeia de suprimentos.

No campo industrial, os avanços tecnológicos — como sensores inteligentes, sistemas ciberfísicos, robótica e inteligência artificial — possibilitam maior controle dos processos, diminuição de falhas, padronização das atividades e aumento da produtividade. Estudos como os da Firjan (2016) e de Hermann, Pentek e Otto (2015) indicam que a digitalização é capaz de elevar substancialmente o desempenho industrial ao permitir o monitoramento contínuo e a tomada de decisões baseada em dados em tempo real.

Na área logística, os sistemas de gestão WMS, TMS e RFID, aliados ao uso de IoT, drones, AGVs e AMRs, reforçam a importância da automação como ferramenta estratégica para garantir velocidade, precisão e confiabilidade nas operações. A literatura nacional (Lima et al., 2022; Bertaglia, 2020; Vivaldini, 2020) corrobora que a Logística 4.0 promove maior visibilidade dos fluxos, otimização de rotas, melhor utilização dos

recursos e aumento do nível de serviço ao cliente. Esses resultados são diretamente ligados à capacidade de integrar informações entre fornecedores, indústria, centros de distribuição e consumidores, criando um ambiente mais responsivo e inteligente.

Contudo, também foram identificados desafios significativos na realidade brasileira. O alto custo de aquisição de tecnologias, a limitação da infraestrutura digital e a escassez de profissionais qualificados são barreiras amplamente discutidas na literatura (Oliveira *et al.,* 2020; Firjan, 2016). Essa conjuntura evidencia que, embora os benefícios da automação sejam amplamente reconhecidos, sua implementação não ocorre de maneira uniforme no país, especialmente entre pequenas e médias empresas.

Assim, os resultados debatidos indicam que a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 representa uma oportunidade para elevar a competitividade da indústria brasileira, mas requer planejamento estratégico, investimentos contínuos e políticas que incentivem inovação e capacitação profissional. A discussão reforça que a tecnologia, por si só, não é suficiente: ela precisa estar alinhada à gestão, à cultura organizacional e à estrutura operacional de cada empresa.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que a automação e as tecnologias da Indústria 4.0 desempenham papel decisivo na modernização dos processos produtivos e logísticos, promovendo maior eficiência, integração e precisão operacional. Tecnologias como IoT, robótica, veículos autônomos, sistemas ciberfísicos e plataformas de gestão (WMS, TMS e RFID) potencializam o desempenho organizacional ao reduzir custos, minimizar falhas, ampliar a produtividade e melhorar a tomada de decisão.

No contexto brasileiro, entretanto, a adoção dessas soluções encontra barreiras relevantes, como altos custos de investimento, escassez de mão de obra qualificada e limitações de infraestrutura digital. Esses desafios reforçam a necessidade de estratégias de longo prazo, capacitação profissional e incentivo à inovação para ampliar a competitividade industrial.

Conclui-se que a automação deve ser abordada de forma integrada à gestão, cultura organizacional e desenvolvimento humano, constituindo um elemento estratégico para sustentar a competitividade das empresas. A Indústria 4.0 não

representa apenas uma evolução tecnológica, mas uma mudança estrutural que redefine a produção, a logística e as relações de trabalho.

Como sugestões de pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos sobre o impacto da IA generativa na automação industrial, a maturidade tecnológica de pequenas e médias empresas no Brasil, os efeitos da robotização no mercado de trabalho, e a relação entre automação, sustentabilidade e governança digital. Pesquisas comparativas entre setores também podem ampliar a compreensão sobre níveis de adoção e boas práticas.

7. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. P. Marx e a indústria 4.0: trabalho, tecnologia e valor na era digital. *Revista Katálysis*, v. 25, n. 1, p. 1-13, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rk/a/kQHYDzr9wpjWSMWjhpQGnWd/. Acesso em: 12 out. 2025.

ARRUDA, F. Logística 4.0 no Brasil: oportunidades e desafios. *Revista Brasileira de Logística*, v. 10, n. 2, p. 45-60, 2019. Disponível em: https://www.revistas.ufrj.br/rbl/article/view/34567.

BRAGA, R. F. Engenharia de Produção na Logística: um case da automação no processo de armazenagem e distribuição do Depósito de Fardamento da Marinha no Rio de Janeiro. *Revista Projectus*, v. 11, n. 2, p. 1-15, 2020. Disponível em: https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/projectus/article/view/881.

CAMPOS, C. IoT aplicada no setor de logística. *Indústria 4.0 (portal brasileiro)*, 2023. Disponível em: https://www.industria40.ind.br/artigo/24325-iot-aplicada-setor-logistica.

CORRÊA, S.; SAMPAIO, L.; BARROS, P. Logística 4.0: uma análise bibliométrica da produção científica nas bases. *Anais*, 2021. Disponível em: https://admpg.com.br/2021/anais/arquivos/08212021_220850_6121a9f62f607.pdf.

DIEGUES, A. C. Política Industrial e Indústria 4.0: a retomada do debate em tempos de pandemia. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 19, n. 1, p. 1-14, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbi/a/fQ9hVwmpfFjjSLksKnzpd3x/.

FERRARI, F. M. Tecnologias de rastreamento na logística brasileira: aplicações reais e direcionamento estratégico. *Administradores.com.br*, 2025. Disponível em: https://www.administradores.com.br/artigos/tecnologias-de-rastreamento-na-logistica-brasileira-aplicacoes-reais-e-direcionamento-estrategico.

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Internet of Services: agregação de valor e modelos de negócio na Indústria 4.0. 2016. Disponível em: https://www.firjan.com.br/portal.

FREITAS, L. D. Logística de uma montadora automobilística (CKD). *Revista Produção Online*, v. 17, n. 4, p. 1-15, 2017. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2738.

FREITAS, M. M. B. C.; FRAGA, M. A. F.; SOUZA, G. P. L. de. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. *Caderno PAIC*, v. 17, n. 1, p. 237–261, 2016. Disponível em: https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/214.

GALBIATI, D. C. M. Logística 4.0 e a vantagem competitiva: uma revisão de literatura. *Revista Exacta*, v. 18, n. 2, p. 1-15, 2020. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/10605.

HANAUER, A.; CECCONELLO, I. Sensoriamento para automatização em processo industrial de tratamento térmico. *Revista Produção Online*, v. 23, n. 2, p. 1-15, 2023. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4846.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for Industrie 4.0 scenarios. *Procedia CIRP*, v. 17, p. 18–23, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711500006X.

ITAG TECNOLOGIA. Logística 4.0: a revolução das etiquetas inteligentes na cadeia de suprimentos. 2023. Disponível em: https://itagtecnologia.com.br/logistica-4-0-a-revolucao-das-etiquetas-inteligentes-na-cadeia-de-suprimentos/.

LIMA, F. R. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbi/a/x6jdz4t869KnNFWRdgqVyws/.

MENELAU, S. Mapeamento da produção científica da Indústria 4.0 no Brasil, Rússia, Índia e China. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cebape/a/gd6dRP3ZWQfc5TRJB3xCkMt/.

PACCHINI, A. P. T.; SANTOS, J. C. D. S.; LOGIUDICE, R.; LUCATO, W. C. Indústria 4.0: barreiras para implantação na indústria brasileira. *Revista Exacta*, v. 18, n. 2, p. 278-292, 2020. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/10605.

PORTO, J. V. R.; CASAGRANDE, D. J. Implantação da Logística 4.0 na cadeia de suprimentos de uma empresa. *Revista Interface Tecnológica*, v. 19, n. 2, p. 995-1006, 2022. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1525.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do Trabalho Científico [recurso eletrônico]: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.* 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf.

ROMIO, A. M. Modelos de maturidade para avaliar o desenvolvimento de PMEs no contexto da Indústria 4.0. *Revista de Administração e Inovação*, v. 21, n. 1, p. 1-15, 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/read/a/PDBBmspQNRKVJs7nYDQdgRw/.

SAMPAIO, P. A. Desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo para automação do apontamento de produção. *Revista Produção Online*, v. 26, n. 1, p. 1-15, 2025. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/5446.

SANTANA, H. L.; ASSUMPÇÃO, M. R. P.; DE OLIVEIRA, M. C. Uma perspectiva colaborativa da cadeia de suprimentos para apoiar a Indústria 4.0. *Revista Produção Online*, v. 19, n. 2, p. 694–721, 2019. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3460.

SANTOS, L. A. dos; QUEIROZ, M. E. O. de; SABINO, M. F. de O.; FÉLIX, M. V. A logística 4.0 aplicada nas indústrias: desafios de implantação e redução de custos logísticos. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Logística), ETEC Padre Carlos Leôncio da Silva, Lorena, 2022. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/10387.

SCHMIDT, P.; SCHMIDT, A. P. Logística 4.0. *Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios*, Porto Alegre, n. espec. 1, p. 49-66, nov. 2023. Disponível em: https://www.saofranciscodeassis.edu.br/ojs/index.php/RGSN/article/view/44.

SCHEFFER AUTOMACÃO E LOGÍSTICA. O impacto da Indústria 4.0 na cadeia logística: integração de dados, IoT e sistemas inteligentes. 2025. Disponível em: https://schefferlogistica.com.br/o-impacto-da-industria-4-0-na-cadeia-logistica-integracao-de-dados-iot-e-sistemas-inteligentes/.

SILVA, A. F. da. Implementação do software Manufacturing Execution System (MES) na indústria moveleira brasileira. *Revista Produção Online*, v. 24, n. 2, p. 1-15, 2024. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/5252.

SILVA, A. J. da; RODRÍGUEZ, E. Y. A.; TRAMARICO, C. L.; MARINS, F. A. S. Revisão de processos na logística interna em uma empresa do segmento automotivo. *Revista Produção Online*, v. 24, n. 1, p. 1-15, 2023. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4968.

SOUZA, H. J. dos S.; ROSA, J. L.; CARDOZO, N. L.; SOUZA, N. B. P.; SERVARE JÚNIOR, M. W. J. Logística 4.0 e cadeia de suprimentos na engenharia de produção: avanços tecnológicos e desafios na era digital. *Brazilian Journal of Production Engineering*, v. 11, n. 3, p. 181-190, 2025. Disponível em: https://ojs3.ufes.br/bjpe/article/view/48533.

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Impacto das tecnologias digitais (Indústria 4.0) nas organizações logísticas e de suprimento. Dissertação/tese, 2023. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34063/1/organizacoesimpactadastecnologias.pdf.

VANDERLEI, M. L. Implantação de controle baseado no sistema de execução da manufatura (MES). *Revista Produção Online*, v. 5, n. 2, p. 1-15, 2009. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/download/380/567/1431.

VERZEGNASSI, E. Logística 4.0: benefícios e desafios. Trabalho de Graduação, FATEC Americana, 2021. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/10786.