
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O IMPACTO DA AUTOMAÇÃO NA PRODUTIVIDADE INDUSTRIAL.

George Soares Lima Júnior¹, André Pedro Fernandes Neto²

Resumo: A automatização, integrando sistemas de informação eletrônicos, mecânicos e tecnológicos, é fundamental para aumentar a eficiência produtiva e garantir a competitividade da indústria. Por meio dela e do uso de algoritmos avançados, as empresas podem melhorar processos, reduzir erros e aumentar a velocidade de produção. A automatização e virtualização de processos aumentam a produtividade e permitem tomadas de decisão mais rápidas e proativas. Os sistemas de automatização industrial são especialmente benéficos para empresas que desejam permanecer competitivas em um mercado acirrado. Este artigo desenvolve, explora e analisa bibliograficamente as ações por meio dessa tecnologia que impactam a produtividade industrial, seus desafios e formas de implementação.

Palavras-chave: Automação industrial; produtividade; otimização de processos; competitividade.

1. INTRODUÇÃO

As revoluções industriais, ao longo da história, sempre impulsionaram o processo de automação. A primeira revolução, teve início por volta de 1780, durou quase 200 anos e marcou a introdução dos motores a vapor, principalmente utilizadas na produção têxtil, que ocasionaram mudanças tecnológicas em três esferas, na troca das habilidades humanas por máquinas, no domínio da energia perante a força humana e animal, na melhoria dos métodos de transformação das matérias primas [1].

A segunda revolução, teve seu início por volta de 1870, mas só teve mudanças significativas nas primeiras décadas do século XX, seus principais impactos foram o processo de linha de produção contínua, com o aparecimento do Fordismo, houve uma evolução e expansão no processo de industrialização amplamente estimulada pela revolução anterior, e pelo pensamento capitalista, as principais mudanças relevantes foram a descoberta da eletricidade, mudança do uso do ferro para o aço nos processos industriais, avanços na comunicação, gerando grandes benefícios na economia, criação de motores, materiais, processos de fabricação e equipamentos novos [1].

A terceira revolução industrial, no final de 1960, ficou conhecida por apresentar o primeiro controlador lógico programável (CLP), tornando possível a programação digital de sistemas de automação, utilizava a lógica de relés, os primeiros controladores lógicos programáveis, e o sistemas digitais de controles distribuídos (SDCD), sendo possível realizar o controle de sistemas [2]. A quarta revolução industrial ou indústria 4.0, se caracteriza pela integração e digitalização de processos produtivos, uso de tecnologias avançadas, como internet das coisas (IOT), inteligência artificial (IA), uso de *Big Data*, robótica avançada, entre outras tecnologias. A indústria 4.0 ainda e seus conceitos ainda estão em desenvolvimento, e que existe uma intensa ligação entre implantação de estratégias nacionais relacionados a indústria 4.0, ressaltando que a automação requer a descentralização e a individualização da produção, a criação de redes de unidades de produção, automação de pedidos, planejamento de materiais [3].

Nas indústrias, sistemas controlados por computadores podem operar e controlar sistemas de produção, para compreender melhor é necessário uma visão abrangente sobre as tecnologias industriais, ressaltando, que a automação não se limita apenas a produção em massa, mas sim, a outros aspectos da indústria, como isso inclui controle de qualidade, logística, manutenção de equipamentos, melhorando a eficiência e qualidade em tarefas repetitivas, dando mais liberdade aos funcionários para se concentrarem em tarefas complexas e criativas, mudando a natureza do trabalho e criando a necessidade de intensa atualização [4].

1.1. Objetivo geral

Analisar o impacto da automação na produtividade industrial do ponto de vista exploratório, com base em estudos de casos, pesquisas acadêmicas e revisão bibliográfica.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar e analisar estudos que avaliam a relação entre a implementação de tecnologias de automação e o aumento da produtividade nas indústrias.
- Examinar pesquisas que discutem os desafios e barreiras para a implementação da automação na indústria e como eles afetam a produtividade.
- Avaliar estudos que explorem o futuro da automação industrial e suas implicações potenciais para a produtividade industrial.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Metodologia de pesquisa

O presente artigo é classificado como revisão sistemática de literatura, os dados para esta pesquisa foram coletados de três fontes acadêmicas : a biblioteca eletrônica SciELO, o Google Acadêmico e o ERIC (*Educational Resources Information Center*), foram utilizadas várias fontes, como livros, artigos científicos, normas, relatórios e documentos governamentais relacionados ao tema proposto, seguindo métodos e técnicas de análise criteriosas, desde a concepção do problema, passando por diversas fases: coleta de dados sobre automação industrial, engenharia de produção, perspectivas futuras da indústria, indústria 4.0, entre outros.

Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados para garantir a relevância e a qualidade dos estudos incluídos na pesquisa. Os critérios de inclusão abrangem o tipo de estudo, a data de publicação que abrange um período de tempo, começando em janeiro de 1985 e terminando em janeiro de 2024, e o tópico de pesquisa dos temas selecionados. Os critérios de exclusão eliminam estudos não acadêmicos, estudos de baixa qualidade, estudos irrelevantes e estudos fora do tempo analisado. Esses critérios ajudaram a garantir que a revisão da literatura fosse abrangente, relevante e de alta qualidade. No entanto, é importante notar que os critérios de inclusão e exclusão específicos devem ser adaptados para se adequar ao escopo e aos objetivos da pesquisa individual. No total foram analisadas 35 obras, onde 30 foram aprovadas nos critérios de inclusão, dentre elas 18 artigos, 8 livros, 1 documento governamental, 1 relatório, 1 norma, 1 artigo de revista e 1 artigo de conferência, 5 obras foram excluídas devido inadequação a linha do tempo de análise.

Dentre os diversos estudos de caso analisados durante a pesquisa, um em particular se destacou: o trabalho de Ravazi et al., (2014)., intitulado: “Estudo de caso: aplicação da automação e do estudo do trabalho visando a padronização do processo e o aumento da produtividade”, publicado em 2014. Este estudo foi destacado devido à sua abordagem prática e aplicada da automação industrial, focando na padronização do processo e no aumento da produtividade. A relevância deste estudo reside na sua contribuição direta para a compreensão de como a automação pode ser efetivamente implementada para melhorar a eficiência e a produtividade na indústria. Além disso, o estudo oferece insights valiosos sobre as estratégias de implementação e os desafios enfrentados, tornando-o uma referência importante para a pesquisa. [30].

O quadro abaixo, (Quadro 1) categoriza o material utilizado no desenvolvimento do presente artigo conforme os critérios adotados e os tipos de materiais acadêmicos usados como fonte de revisão. A revisão de literatura sistemática é um processo fundamental da pesquisa acadêmica, sendo um tipo de investigação científica que busca responder a perguntas da pesquisa, utilizando métodos sistemáticos e explícitos para recuperar, selecionar e avaliar os resultados de estudos relevantes. Segundo Galvão e Ricarte (2019/2020, p. 63), "realizar uma revisão sistemática de literatura vai além da atividade usual de fazer uma revisão de literatura como parte de um trabalho de pesquisa acadêmica", enfatizando a importância do uso do método para construção e disseminação do conhecimento nas mais diversas áreas.[5].

Quadro 1. Critérios de inclusão na revisão bibliográfica.

Obra e ano	Autor	Tema	Tipo de obra	Inclusão / Exclusão
As revoluções industriais: uma abordagem conceitual (2023)	Pasquini, N. C.	Revoluções Industriais	Artigo	Incluído devido tema e ano.
A automação e sua evolução (2023)	Lima, f. S	Automação Industrial	Artigo	Incluído devido tema, ano e relevância

Obra e ano	Autor	Tema	Tipo de obra	Inclusão / Exclusão
Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica (2023)	Lima, f. R.; gomes, r.	Industria 4.0	Artigo	Incluído devido tema, ano e relevância
Automação Industrial na Prática (2023)	Lamb, f.	Automação Industrial	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação (2019/2020)	Galvão, m. C. B. Ricarte, i. L. M.	Revisão Sistemática da Literatura	Artigo Científico	Incluído devido tema
Automação Industrial: Estratégias para Otimização da Produção (2006)	Araújo, e. A.	Automação Industrial	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
Automação e Flexibilidade na Linha de Produção (2014)	Moreira, j. M.	Automação Industrial	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
Desafios da Automação Industrial: Integração de Sistemas e Atualização Tecnológica (2010)	Capp, l.	Automação Industrial	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
Implicações da Automação na Força de Trabalho (2021)	Silva, r.	Automação Industrial	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
Automação e Criação de Empregos em Setores Relacionados à Tecnologia (2018)	MARQUES et al.	Automação Industrial	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
Uma rápida análise sobre automação industrial (2003)	Araújo júnior, a. P. Chagas, c. V.; fernandes, r. G.	Automação Industrial	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Mecanização, Automação e Automação – Uma Revisão Conceitual e Crítica (2023)	Luz, g. B. Da, & kuiawinski, d. L.	Automação Industrial	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
What Is Total Quality Control? The Japanese Way (1985)	Ishikawa, k.	Controle de Qualidade Total	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
IATF 16949: (2016)	Iatf	Norma Automotiva	Norma	Incluído devido tema, ano e relevância
Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution (2003)	Stamatis, d. H.	Análise de Modo e Efeito de Falha	Livro	Incluído devido tema, ano e relevância
The Utilization of Quality KPIs in the Pharmaceutical Industry (2021)	Torkko, m.; katajavuori, n.; linna, a.; juppo, a. M.	Indústria Farmacêutica	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
What Really Makes Toyota's Production System Resilient (2022)	Shih, w. C.	Sistema de Produção da Toyota	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Toyota's production efficiency improvement management: best practice for productivity evaluation and operation improvement (2023)	Nguyen, d. M.	Eficiência de Produção da Toyota	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Toyota Motor Corporation - Statistics & Facts (2023)	Statista	Estatísticas e Fatos da Toyota	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Toyota worldwide vehicle production (2023)	Statista	Produção Mundial de Veículos da Toyota	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Lean Manufacturing no Agronegócio: Uma análise (2023)	Calarge, f. A.; satolo, e. G.; pereira, f. H.; diaz, e. C.	Lean Manufacturing no Agronegócio	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Filosofia e Ferramentas Lean – Conhecer (2023)	Toniazzo, t.	Filosofia e Ferramentas Lean	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Lean Six Sigma: Uma Metodologia de Gestão para Otimizar de Processos (2011)	Maciel, m. C. F.; silva, w. B.	Lean Six Sigma	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
O que é o Six Sigma e Metodologia DMAIC (2020)	Engquimicasantoss p	Six Sigma e Metodologia DMAIC	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Automação Industrial: Desafios e Perspectivas (2023)	Neves, c. Et al.	Automação Industrial	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Desafios da Automação Industrial no Brasil (2023)	Cni	Automação Industrial no Brasil	Relatório	Incluído devido tema, ano e relevância
Número de empresas ativas no setor de automação industrial no Brasil (2023)	Brasil. Ministério da ciência,	Automação Industrial no Brasil	Relatório	Incluído devido tema, ano e relevância

Obra e ano	Autor	Tema	Tipo de obra	Inclusão / Exclusão
	tecnologia e inovação			
Relatório sobre a densidade de robôs por 10 mil trabalhadores em diferentes países (2023)	Organização mundial do trabalho	Robótica	Relatório	Incluído devido tema, ano e relevância
A evolução das indústrias, os benefícios da automação e as perspectivas do mercado da robótica no Brasil e no mundo (2024)	Fenerick, jessica aparecida; volante, carlos rodrigo	Automação e Robótica	Artigo Científico	Incluído devido tema, ano e relevância
Estudo de caso: aplicação da automação e do estudo do trabalho visando a padronização do processo e o aumento da produtividade (2014)	Ravazi, r. F.; cardoso, f. M. S.; contrera, r.; vale, v. H. R.	Automação Industrial	Estudo de caso	Incluído devido tema, ano e relevância
The Principles of Scientific Management (1911)	Taylor, f. W.	Gestão Científica	Livro	Excluído devido ano
My Life and Work (1922)	Ford, h.	Produção em Massa	Livro	Excluído devido ano
The Human Side of Enterprise (1960)	Mcgregor, D.	Teoria X e Y	Livro	Excluído devido ano
The Functions of the Executive (1938)	Barnard, c.	Funções Executivas	Livro	Excluído devido ano
Management: Tasks, Responsibilities, Practices (1973)	Drucker, p.	Práticas de Gestão	Livro	Excluído devido ano

Fonte: Autoria própria

2.2. Automação industrial

2.2.1. Automação Industrial como ferramenta de produtividade

A automação industrial é o uso da tecnologia para controlar e tornar autônoma a execução de tarefas, funções e mecanismos com o objetivo de otimizar a cadeia produtiva. A evolução da automação começou com o controle manual, passando pelo uso da máquina para executar o controle manual, até os modernos controladores que utilizam conceitos de inteligência artificial. Araújo (2006) e Moreira (2014) destacam em suas obras que a automação industrial é uma estratégia-chave para otimizar a produção, resultando em melhorias substanciais na produção, reduzindo custos e aumentando a eficiência [6] [7].

A flexibilidade da automação é uma vantagem significativa, pois as empresas podem reconfigurar processos e ajustar a produção de acordo com flutuações na demanda. No entanto, existem desafios associados à integração de sistemas e à atualização constante da tecnologia.

As observações de Capp (2017) sobre a integração de sistemas e a atualização de tecnologia como obstáculos na implementação da automação sugerem que a transição para sistemas automatizados pode ser complexa e exigir investimentos significativos em infraestrutura e treinamento. A integração de diferentes sistemas existentes em uma operação pode ser desafiadora devido a diferenças de compatibilidade e interoperabilidade entre tecnologias. Além disso, a necessidade de atualizar tecnologias para garantir compatibilidade e eficiência pode representar um custo adicional e exigir recursos especializados para gerenciar a transição. Esses desafios podem tornar a implementação da automação um processo demorado e caro para algumas organizações.

Por outro lado, as observações de Silva (2019) destacam uma preocupação com a substituição de empregos pela automação, especialmente em áreas onde as tarefas são predominantemente de baixa qualificação. A automação tem o potencial de realizar tarefas repetitivas e previsíveis de forma mais eficiente do que os seres humanos, o que pode levar à redução da demanda por trabalhadores nessas funções específicas. Essa substituição de empregos pode ter impactos significativos nas comunidades e economias locais, especialmente se não forem implementadas políticas adequadas de reciclagem de mão de obra ou programas de requalificação para os trabalhadores afetados. Portanto, é importante considerar não apenas os benefícios potenciais da automação, como aumento da eficiência e redução de erros, mas também seus possíveis impactos sociais e econômicos.

No entanto, Marques et al. (2018) observaram que a automação gerou demanda por novas habilidades e criou empregos em setores relacionados à tecnologia [8] [9][10]. Existem diferentes níveis de automação, dependendo do seu grau de complexidade dos sistemas e controladores usados no processo, podemos categorizá-la:

- Controle Manual: Este é o nível mais básico de automação, onde as tarefas são realizadas manualmente com o esforço humano.
- Controle Automático: Neste nível, as tarefas são realizadas por sistemas em malha fechada. Este controle evoluiu do controlador proporcional, integral e derivativo (PID) convencional para os modernos controladores que utilizam conceitos de inteligência artificial.

-
- Automação Industrial: Este tipo de automação envolve a manipulação de vários processos na indústria por meios mecânicos e automáticos, substituindo o trabalho humano por diversos equipamentos [11].

A automação industrial é uma área de estudo que se concentra na aplicação de várias formas de tecnologia para otimizar processos industriais. Existem quatro tipos principais de automação industrial, cada um com suas próprias características e aplicações. Luz e Kuiawinski, (2020) [12].

- Automação fixa: A automação fixa é caracterizada por equipamentos ou procedimentos que têm uma configuração específica para uma tarefa específica. Uma vez que a configuração é estabelecida, ela não pode ser alterada sem uma reconfiguração significativa do equipamento. A automação fixa é comumente usada em operações de fabricação que têm uma alta taxa de produção e um longo ciclo de vida do produto.
- Automação programável: A automação programável é projetada para mudanças rápidas na configuração do sistema para que diferentes produtos possam ser produzidos em sequência. Isso é feito através da programação do equipamento para realizar diferentes operações. A automação programável é comumente usada em operações de fabricação que têm uma baixa taxa de produção e um curto ciclo de vida do produto.
- Automação flexível: A automação flexível é uma extensão da automação programável. Ela é projetada para produzir uma variedade de produtos com uma configuração mínima entre as mudanças de produto. A automação flexível é comumente usada em operações de fabricação que têm uma taxa de produção média e um ciclo de vida de produto médio.
- Automação integrada: Na automação integrada, todos os processos, do design ao despacho e até mesmo o próprio manuseio dos equipamentos, são operados por robôs de forma integrada. Com esse sistema, é possível adaptar a automação de acordo com os requisitos dos clientes e, desta forma, otimizar todas as operações, permitindo mais eficiência, produtividade e competitividade [12].

2.2.2. Produtividade e qualidade na indústria

A qualidade e a produtividade são elementos integrais das estratégias operacionais das corporações, seu papel ocorre em nível macro e micro podendo ser complementares. A qualidade está relacionada à adequação do produto ou serviço ao uso pretendido, tornando indispensável às empresas, a gestão da qualidade principalmente no que diz respeito a cadeia de suprimentos e ambiente empresarial. Trabalhos de alta qualidade significam melhores resultados e melhores produtos. Quanto maior a qualidade do trabalho, menos retrabalhos são necessários, e maior é a produtividade geral.

Na indústria, utiliza-se técnicas como *Lean Manufacturing* e *Six Sigma* para melhorar tanto a qualidade quanto a produtividade. A automação também desempenha um papel crucial na melhoria da produtividade e da qualidade. Entre as ferramentas de qualidade mais comumente usadas na indústria, destacam-se as Sete Ferramentas Básicas da Qualidade e as Cinco Ferramentas Principais da Qualidade. As Sete Ferramentas Básicas da Qualidade, destacadas por Ishikawa, Kaoru, professor de engenharia da Universidade de Tóquio e pioneiro dos “círculos de qualidade”, são essenciais para o controle e aprimoramento da qualidade. As ferramentas incluem:

- Diagrama de causa e efeito (conhecido como diagrama de *Ishikawa* ou diagrama de espinha de peixe): Auxilia na identificação de várias causas possíveis para um efeito ou problema, classificando ideias em categorias úteis.
- Folha de verificação: Uma forma estruturada e preparada para coletar e analisar dados; uma ferramenta genérica que pode ser adaptada para uma ampla variedade de propósitos.
- Gráfico de controle: Gráfico utilizado para estudar como um processo muda ao longo do tempo.
- Histograma: O gráfico mais comumente usados para mostrar distribuições de frequência, ou seja, com que frequência cada valor diferente em um conjunto de dados ocorre.
- Gráfico de Pareto: Um gráfico de barras que mostra quais fatores são mais significativos.
- Diagrama de dispersão: Gráficos pares de dados numéricos, uma variável em cada eixo, para procurar uma relação.
- Estratificação: Uma técnica que separa os dados coletados de uma variedade de fontes para que os padrões possam ser vistos (Ishikawa, 1985) [13].

De acordo com materiais analisados na literatura acadêmica, pode-se classificar as cinco ferramentas principais da qualidade, são um conjunto de métodos sequenciais que formam a base de um sistema de gestão da qualidade, baseado no padrão da norma *International Automotive Task Force* (IATF) 16949, que define os requisitos de um sistema de gestão da qualidade para organizações na indústria automotiva [14]. Elas incluem:

- APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto): O APQP é uma estrutura de procedimentos e técnicas usadas para desenvolver produtos, especialmente na indústria automotiva e de manufatura [15].
- PPAP (Processo de Aprovação da Parte do Produto): O PPAP é um padrão da indústria automotiva que ajuda a garantir que os fornecedores possam atender aos requisitos de fabricação e qualidade durante a produção em série [15].
- FMEA (Análise do Modo e Efeitos das Falhas): O FMEA é uma abordagem sistemática para identificar onde e como um produto ou processo pode falhar, avaliar os riscos associados a essas falhas e priorizar as ações que devem ser tomadas para mitigar esses riscos [15].
- MSA (Análise do Sistema de Medição): O MSA é uma metodologia usada para avaliar a adequação dos sistemas de medição. Ele examina as propriedades dos dados coletados, incluindo a variação, precisão e estabilidade ao longo do tempo [15].
- CEP (Controle Estatístico do Processo): O CEP é uma técnica usada para monitorar, controlar e melhorar os processos por meio de análises estatísticas [15].

Os indicadores de qualidade são usados para medir e monitorar o desempenho da empresa. Alguns dos indicadores mais importantes incluem o indicador de eficiência, que permite detectar o desperdício de recursos, reduzindo assim a produtividade, e o indicador de segurança/qualidade, que é crítico para prevenir danos à saúde ou integridade física dos clientes [16].

2.3. Principais modelos de automação industrial

Os sistemas de produção *Lean*, são modelos que visam melhorar a eficiência e a eficácia dos processos de produção. Eles se concentram na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua, com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir custos e melhorar a qualidade. A automação industrial *Lean* incorpora várias técnicas e metodologias que foram desenvolvidas ao longo do tempo para atender a esses objetivos, abaixo encontram-se alguns dos principais modelos que exemplificam essa abordagem:

2.3.1. Sistema de Produção Toyota (TPS)

O *Sistema de Produção Toyota* (TPS) é uma filosofia de fabricação que revolucionou a maneira de produzir, seu impacto foi significativo na indústria automobilística e na indústria em geral. O TPS é às vezes referido como “*Just-In-Time*” (JIT) porque cada item é produzido exatamente quando necessário. Essa metodologia ajuda a melhorar a eficiência, reduzir o desperdício e aumentar a satisfação do cliente.

Um estudo conduzido pela *Harvard Business Review*, ressalta a resiliência do *Sistema de Produção Toyota* (TPS) em meio a interrupções na cadeia de suprimentos. A pesquisa observou que a Toyota conseguiu superar muitos de seus concorrentes que enfrentaram desafios semelhantes. Isso foi atribuído à eficácia do TPS e à sua capacidade de se adaptar a circunstâncias em constante mudança.

O estudo destacou que o TPS permitiu à Toyota reagisse de maneira eficaz às mudanças nas condições do mercado, ajustando suas operações para minimizar o impacto das interrupções da cadeia de suprimentos. Isso incluiu a implementação de estratégias para gerenciar e mitigar os riscos associados a tais interrupções, como o desenvolvimento de planos de contingência e a diversificação de sua cadeia de suprimentos. Além disso, a Toyota foi capaz de utilizar sua forte cultura organizacional e sistemas de gestão eficazes para facilitar a comunicação e a coordenação entre diferentes partes da organização, permitindo uma resposta rápida e eficaz às mudanças nas condições do mercado [17].

Além disso, um estudo publicado na *Emerald Insight*, destacou o sistema de gerenciamento de eficiência de produção da Toyota (PEFF), que tem sido extremamente eficaz no desenvolvimento da capacidade de gerenciamento para conduzir o gerenciamento diário no chão de fábrica. O estudo mostrou que o PEFF pode ser aplicado com sucesso em outros fabricantes de uma maneira flexível para alcançar os objetivos de melhoria [18]. Em termos de estatísticas, a Toyota tem se saído bem em comparação com seus concorrentes do setor. Em 2022, a Toyota era o principal fabricante de veículos motorizados do mundo com base nas vendas globais, superando o Grupo Volkswagen em 2020. A produção mundial de veículos da Toyota aumentou 6,57% para cerca de 8,69

milhões de unidades no ano fiscal encerrado em 31 de março de 2023 [19][20]. Os estudos e dados analisados destacam o impacto positivo do Sistema de Produção Toyota na eficiência, redução de custos e satisfação do cliente, podemos citar as ferramentas principais do TPS:

- *Just-In-Time (JIT)*: O JIT é um sistema de produção que se concentra em produzir apenas o que é necessário, quando é necessário e na quantidade necessária.
- *Jidoka (Autonomação)*: *Jidoka*, também conhecido como “Autonomação”, refere-se à capacidade de uma máquina parar automaticamente em caso de anormalidade. Isso evita a produção de produtos defeituosos.
- *Kaizen (Melhoria Contínua)*: *Kaizen* é uma prática que se concentra na melhoria contínua de todos os aspectos da organização, desde os processos de fabricação até a gestão.
- *Heijunka (Nivelamento da Produção)*: *Heijunka* é uma técnica usada para nivelar a produção, minimizando flutuações na demanda e na produção.
- *Kanban (Sistema de Puxar)*: *Kanban* é um sistema de sinalização que usa cartões (ou “*kanbans*”) para representar o fluxo de trabalho e regular a produção.
- *Muda (Eliminação de Desperdícios)*: *Muda* refere-se à eliminação de desperdícios em todas as formas, incluindo tempo, recursos e esforço.
- *5S*: 5S é uma metodologia para organizar o local de trabalho. Os 5S são *Seiri* (Classificação), *Seiton* (Ordem), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Padronização) e *Shitsuke* (Disciplina).

A figura 1, demonstra uma ferramenta visual comum usada para descrever o Sistema de Negócios *Lean* e os cinco pontos focais para sua implementação.

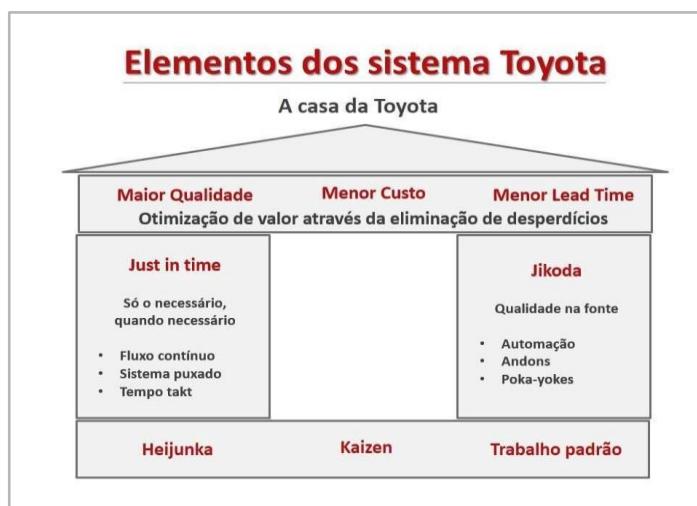


Figura 1. Descrição do sistema *Lean*.

Fonte: carro.viva rumah.com.

2.3.2. Lean Automation

A *Lean Automation* é uma abordagem que combina conceitos da produção enxuta (*Lean Manufacturing*) com a automação. A produção enxuta combina elementos de gestão focada na redução dos sete tipos de “desperdícios” (superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos) na fabricação de produtos.

Segundo Calarge et al. (2022), a *Lean Automation* pode trazer vários benefícios para as empresas. Entre eles estão a eliminação do desperdício, a integração com a Internet das Coisas (IoT), a gestão de custos, a segurança aprimorada e a precisão aprimorada. A implementação da *Lean Automation* requer uma mudança de pensamento: em vez de melhorar a produtividade do processo individual, o foco deve estar em melhorar continuamente o valor que os clientes obtêm dos produtos [21].

Para Toniazzi (2016) um dos princípios principais da *Lean Automation* é o conceito de “separação”, que serve para separar os itens necessários e descartar aqueles que não são úteis à estação de trabalho. Isso está alinhado com o objetivo geral de eliminar o desperdício e melhorar a eficiência [22].

Os três pilares fundamentais para alcançar o objetivo da *Lean Automation*: pessoas, fluxo contínuo e tecnologia. Antes de implementar, é importante identificar os principais processos da empresa e definir quais deles podem ser

alvo de um projeto de melhoria e automação, a análise do fluxo de valor ajuda a identificar oportunidades de automação e ganhar velocidade. No entanto, é importante notar que não se deve automatizar tudo de uma vez. Uma automação precisa ser validada para entender se ela gera o resultado desejado, caso contrário, passa a ser um desperdício de recursos.

2.3.3. Lean Six Sigma

O *Lean Six Sigma*, método de gestão que amalgama os princípios do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma*, constitui uma abordagem abrangente para aprimorar a eficiência e a eficácia dos processos empresariais. Enquanto o *Lean Manufacturing* prioriza a otimização do fluxo de processos e o aumento da velocidade por meio da eliminação de desperdícios, o *Six Sigma*, cuja origem remonta à Motorola no final dos anos 1970, direciona-se à satisfação do cliente, à redução de custos e à melhoria da qualidade mediante a minimização de defeitos, ou seja, a redução da variação, valendo-se de ferramentas estatísticas. A fusão dessas duas metodologias permite a agilidade inerente ao *Lean*, junto com a análise analítica precisa do *Six Sigma*. Esse sincretismo culmina na entrega de produtos e serviços com custo reduzido, dentro dos prazos estabelecidos e com a qualidade almejada pelos clientes.

Em "*Lean Six Sigma: Uma Metodologia de Gestão para Otimizar Processos*", os autores exploram a integração dessas técnicas. O estudo destaca diversas ferramentas utilizadas no *Lean Six Sigma*, como o mapa de processo, análise de tempo de ciclo, FMEA (Análise de Modo e Efeito de Falha), FTA (Análise de Árvore de Falhas), *Brainstorm*, Análise de Causa Raiz, matriz de priorização e teste de hipóteses. Ademais, discorre sobre os diferentes níveis do *Six Sigma*, cada um representando um patamar de qualidade e eficiência. Cada nível Sigma expressa uma taxa de defeito específica em um processo, sendo o 1 Sigma o nível mais baixo, associado a uma elevada quantidade de defeitos, e o 6 Sigma o nível mais elevado, caracterizado pela mínima ocorrência de defeitos. Essas ferramentas facilitam a aplicação de uma estratégia interativa. O método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) representa uma abordagem cíclica de resolução de problemas que impulsiona o *Lean Six Sigma*, constituindo uma metodologia estruturada composta por cinco etapas principais.

No estágio de "Definir", são identificados o problema a ser solucionado, sua relevância financeira, a meta do projeto, a equipe responsável e o cronograma. Na fase de "Medir", dados pertinentes ao problema são coletados. Na etapa de "Analisar", os dados são analisados para identificar as causas raízes do problema. Posteriormente, na fase de "Melhorar", soluções são implementadas para sanar as causas identificadas. Por fim, no estágio de "Controlar", o processo é monitorado para assegurar a sustentabilidade das melhorias implementadas a longo prazo.

A metodologia DMAIC é empregada quando as causas fundamentais dos problemas ou fatores de desempenho de um processo são desconhecidas. Ela oferece uma estrutura para a resolução de problemas, com foco na melhoria contínua dos processos empresariais. Além disso, o DMAIC possibilita uma análise técnica e precisa do problema em sua totalidade, evitando conclusões precipitadas e permitindo a abordagem direta da causa raiz.

A implementação do modelo resulta em ganhos significativos para as empresas. Em uma das organizações analisadas na obra "*O que é o Six Sigma e Metodologia DMAIC*", por exemplo, foi obtido um ganho médio de US\$898 milhões/ano em um período de dois anos, com redução de 68% nos níveis de defeitos e de 30% nos custos de produção, ressaltando a importância e a eficácia, das ferramentas e técnicas discutidas [24].

2.4. Desafios e barreiras para implementação

A implementação da automação industrial enfrenta uma série de desafios e barreiras, que variam desde questões técnicas até questões socioeconômicas. Segundo Neves et al. (2023), a automação tem evoluído constantemente ao longo dos anos, desde os primeiros sistemas baseados em controle automático até os sistemas atuais baseados em microeletrônica. No entanto, com o avanço da tecnologia e a necessidade crescente de informação em todos os campos, os sistemas de automação modernos passaram de simples automações de processos e equipamentos para automação de negócios, lidando com grandes quantidades de informação relevante. Questões como confiabilidade e segurança são fundamentais nesse sentido e constituem um dos muitos desafios enfrentados pela automação moderna [25].

No contexto brasileiro, a automação industrial não é algo recente nas indústrias, no entanto nem sempre é tratada como prioridade. A estagnação da automação industrial no país é um dos principais desafios, sendo vários os fatores pelos quais a automação industrial está parada, sem melhorias e atualizações. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), os maiores obstáculos para a implementação de soluções e tecnologias de automação industrial são, em primeiro lugar, a falta de capital/recursos, seguido de alto custo e dificuldade de crédito. Em terceiro lugar, está a falta de mão de obra qualificada. Além disso, a integração de sistemas, segurança da

informação, qualificação dos colaboradores e manutenção e suporte são alguns dos desafios mais comuns da automação industrial [26].

A automação industrial é uma tendência global, com um número crescente de empresas adotando tecnologias de automação para melhorar a eficiência e a produtividade. No entanto, a taxa de adoção varia significativamente de país para país. No Brasil, existem 2.985 empresas ativas no setor de automação industrial. No entanto, o país se encontra na 39ª posição entre as 44 nações que mais usam a tecnologia, com dez robôs para cada 10 mil trabalhadores brasileiros, enquanto a média global é de 74 autômatos por 10 mil operários, segundo dados do ministério da ciência, tecnologia e inovação [27].

Em contraste, a Europa tem uma densidade maior, de 99 máquinas para cada 10 mil trabalhadores, enquanto nas Américas o número está em 84 e, na Ásia, em 633. A China é um dos países que registra os maiores níveis de crescimento em automação industrial, mas em nenhum outro lugar há tantos robôs quanto na Coreia do Sul. Um relatório do Fórum Econômico Mundial, prevê que, até 2025, a automação e a divisão do trabalho entre humanos e máquinas fecharão 85 milhões de empregos no mundo em empresas de médio e grande porte em 15 setores e 26 economias, incluindo o Brasil. Por outro lado, 97 milhões de empregos devem surgir nas áreas como cuidados com saúde, tecnologias da quarta revolução industrial, dados e inteligência artificial, criação de conteúdo, novas funções em engenharia, computação em nuvem e desenvolvimento de produtos. O gráfico abaixo (figura 2) ilustra visualmente a densidade de trabalhadores no mundo [28].

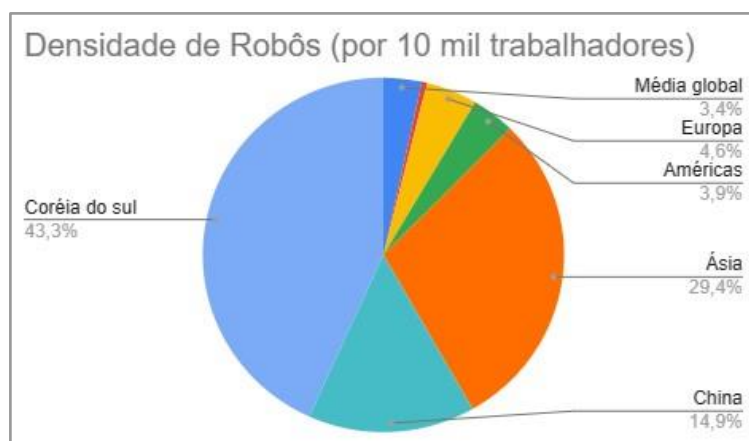


Figura 2. Densidade de robô por trabalhador.

Fonte: (Autoria própria)

Esses dados destacam a importância da automação industrial no cenário global e a necessidade de as empresas e os países continuarem a investir em tecnologias de automação para se manterem competitivos.

2.5. Automação Industrial: Uma Perspectiva Global e Nacional

No Brasil, a automação industrial é aplicada em diversas áreas. Segundo um estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI):

- Automação Digital sem Sensores: Utilizada por 11% das indústrias consultadas, essa abordagem emprega sistemas para controle da produção.
- Automação com Sensores: Adotada por 27% das indústrias brasileiras, essa técnica envolve o uso de sensores para monitoramento e controle.
- Supervisórios e Plataforma MES: Cerca de 7% das fábricas utilizam sistemas de supervisão e plataformas MES (*Manufacturing Execution Systems*).
- Automação com Sensores para Identificação e Flexibilidade: Essa categoria é empregada por 8% das indústrias, permitindo a identificação de produtos e a criação de linhas flexíveis.
- Sistemas Integrados de Engenharia: Aproximadamente 19% das indústrias utilizam sistemas integrados para manufatura e desenvolvimento de produtos.
- Aumento da Produtividade e Redução de Custos: Cerca de 54% das empresas entrevistadas pela CNI buscam reduzir custos operacionais, enquanto 50% têm como meta aumentar a produtividade.

-
- Setores em Crescimento: Setores como petróleo, mineração, celulose, açúcar, etanol e biodiesel têm impulsionado o crescimento da automação no Brasil.
 - Índice Global de Inovação: O Brasil ocupa a 69ª colocação, indicando que há oportunidades para maior conhecimento e investimento em automação.
 - Indústria 4.0: O avanço da Indústria 4.0 no Brasil está ligado à compreensão dos benefícios da automação e ao aumento dos investimentos. [26].

No cenário global, a automação industrial está acelerando em grande parte do mundo desenvolvido. Em 2020, o Índice de Automação da Indústria registrou um crescimento, atingindo a marca de 0,305, apontando um crescimento de 2% em relação à 2019. Além disso, um estudo revela que 69% dos postos de trabalho do setor industrial no mundo podem ser automatizados. A concentração é grande, principalmente no setor de eletrônicos, manufatura, e automobilístico [29].

2.6. Perspectivas futuras sobre automação industrial

A Indústria 4.0, está mudando a produção em todo o mundo. Esta revolução se concentra na digitalização e interconexão de produtos, cadeias de valor e modelos de negócios. Podemos citar como perspectivas futuras diversas tecnologias que ainda estão em desenvolvimento e aprimoramento, dentre elas, a (ML) é a sigla para *Machine Learning*, que em português significa Aprendizado de Máquina. O *Machine Learning* é um subconjunto da Inteligência Artificial (IA) que se concentra na construção de sistemas que aprendem e melhoram o desempenho com base nos dados que consomem.

Outra tecnologia que podemos destacar, com o aumento da conectividade, o risco de ataques cibernéticos também aumenta. Portanto, a segurança cibernética é uma consideração importante na automação industrial, o desenvolvimento de mecanismos de controle e proteção de dados, no contexto produtivo, nanotecnologia é outra área que está começando a desempenhar um papel significativo na automação industrial.

A capacidade de manipular materiais em escalas nanométricas está permitindo o desenvolvimento de novos materiais e componentes que podem melhorar a eficiência e a funcionalidade dos sistemas de automação. Por exemplo, os nano sensores podem ser usados para monitorar condições em tempo real em ambientes de produção, fornecendo dados que podem ser usados para otimizar os processos. Além disso, a nanotecnologia também está sendo explorada no desenvolvimento de novos tipos de atuadores e motores que podem ser usados em sistemas de automação.

A robótica colaborativa é uma tendência emergente na qual os robôs, conhecidos como *cobots*, trabalham lado a lado com os humanos em um ambiente de trabalho compartilhado. Eles são geralmente usados em aplicações onde a precisão é fundamental e podem trabalhar ininterruptamente ao lado de humanos.

Manufatura Aditiva, também conhecida como impressão 3D, está revolucionando a produção, permitindo a criação rápida de protótipos e a fabricação de peças personalizadas. Isso pode levar a melhorias na eficiência da produção e na personalização do produto, outra área de destaque é a simulação e modelagem que estão sendo cada vez mais usadas para otimizar os processos de produção. Isso permite que as empresas testem várias configurações e otimizem seus processos antes de implementá-los no mundo real, ganhando mais precisão.

À medida que a sustentabilidade se torna cada vez mais importante, a automação industrial desempenha um papel crucial na redução do impacto ambiental da produção. Isso pode incluir tudo, desde a redução do desperdício de materiais até a otimização do uso de energia.

2.7. Análise de estudo de caso automação x produtividade

Neste trabalho, a ênfase será dada à exploração do impacto substancial da automação na produtividade industrial. Como ilustração, o foco será direcionado para um estudo de caso específico: “Aplicação da automação e do estudo do trabalho visando a padronização do processo e o aumento da produtividade”, conduzido em uma indústria de lavadoras de alta pressão na Região de Marília/SP. Este estudo de caso se destaca pela aplicação pragmática da automação com o intuito de incrementar a produtividade. A introdução de um dispositivo pneumático para montar mangueiras em uma linha de submontagem evidenciou a eficácia da automação na ampliação da produtividade e na otimização dos processos de produção [30].

Ao longo deste trabalho, será realizada uma análise da metodologia e dos resultados deste estudo de caso, ressaltando como a automação foi capaz de transformar um processo de produção e eliminar uma restrição anteriormente existente na cadeia produtiva. Esta análise contribuirá para enriquecer nossa compreensão do impacto da automação na produtividade industrial.

A implementação do estudo de caso resultou em um retorno significativo em termos de tempos de montagem, qualidade e produtividade. As melhorias foram evidenciadas através do uso do estudo de tempos e métodos, cálculo da produtividade e, finalmente, o resultado do investimento. O estudo forneceu informações sobre o tempo padrão e a quantidade de peças que seria possível montar por hora. Notavelmente, a produção da mangueira J-6000 aumentou em 25%, enquanto a mangueira J-6200 / J-6800 viu um aumento impressionante de 98%.

A análise comparativa revelou melhorias significativas em termos de “tempo antigo x atual”, “produção antiga x atual”, “produtividade antiga x atual” e “custo antigo x atual”. Especificamente, a mangueira J-6000 reduziu o tempo de montagem em 20%, aumentou as peças por hora em 25%, obteve um ganho de produtividade de 25% e reduziu o custo de montagem em 13%. As mangueiras J-6200 e J-6800, por outro lado, reduziram o tempo de montagem em 49%, aumentaram as peças por hora em 98%, obtiveram um ganho de produtividade de 98% e reduziram o custo de montagem em 47% [30].

Conclui-se que todo conjunto de montagem, seja em fase de projeto ou em status de produção, deve ser analisado para desenvolver uma maneira mais eficiente de realizar a operação. A automação oferece diversos benefícios, auxiliando no crescimento da empresa. Esta análise reforça a importância da inovação contínua e da busca por eficiência na produção industrial.

2.8. Discussão

Neste estudo, foi explorado a automação industrial e suas implicações na produtividade industrial. Foram discutidos os diferentes níveis de automação, desde o controle manual até a automação industrial, e foi destacado a importância da qualidade e produtividade como elementos fundamentais das estratégias operacionais das corporações. Também se examinou os principais modelos de automação industrial, incluindo o *Sistema de Produção Toyota* (TPS), *Lean Automation* e *Lean Six Sigma*.

No entanto, a implementação da automação industrial apresenta desafios significativos, como a necessidade de investimento substancial, a falta de mão de obra qualificada e a necessidade de lidar com questões de segurança e privacidade. Por fim, foram discutidas as perspectivas futuras da automação industrial no contexto da Indústria 4.0, que se concentra na digitalização e interconexão de produtos, cadeias de valor e modelos de negócios.

3. CONCLUSÕES

A automação industrial tem o potencial de transformar a indústria, mas também apresenta desafios significativos. À medida que a tecnologia continua a evoluir, é provável que vejamos ainda mais inovações e desenvolvimentos nesta área. As empresas que desejam implementar a automação industrial devem considerar cuidadosamente esses desafios e estar preparadas para investir em formação e requalificação da força de trabalho, bem como implementar medidas de segurança robustas. A pesquisa futura nesta área é essencial para continuar a avançar nosso conhecimento e compreensão da automação industrial. Além disso, é importante considerar o impacto da automação industrial na sociedade em geral.

A automação tem o potencial de mudar a natureza do trabalho, criando novos empregos enquanto elimina outros. Isso pode ter implicações significativas para a força de trabalho e para a economia em geral. Portanto, é crucial que as políticas públicas e as estratégias de negócios levem em consideração esses impactos ao planejar a implementação da automação industrial, por fim, a automação industrial também tem o potencial de contribuir para a sustentabilidade ambiental ao melhorar a eficiência e reduzir o desperdício, a automação pode ajudar a minimizar o impacto ambiental da produção industrial.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] PASQUINI, N. C. **As revoluções industriais: uma abordagem conceitual**. Disponível em: <https://www.revistacientifica.com.br>. Acesso em: 31 out. 2023.
- [2] LIMA, F. S. **A automação e sua evolução**. Disponível em: <https://www.revistacientifica.com.br>. Acesso em: 31 out. 2023.
- [3] LIMA, F. R.; GOMES, R. **Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbi/a/x6jdz4t869KnNFWRdgqVyws/?format=pdf>. Acesso em: 31 out. 2023.
- [4] LAMB, F. **Automação Industrial na Prática**. 1. ed. São Paulo: Editora AMGH, 2023.
- [5] GALVÃO, M. C. B. RICARTE, I. L. M. **Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação**. Logeion: Filosofia da Informação, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, set.2019/fev. 2020.
- [6] ARAÚJO, E. A. **Automação Industrial: Estratégias para Otimização da Produção**. São Paulo: Editora: Baraúna SE Ltda, 2006.
- [7] MOREIRA, J. M. **Automação e Flexibilidade na Linha de Produção**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2014.

-
- [8] CAPP, L. **Desafios da Automação Industrial: Integração de Sistemas e Atualização Tecnológica**. Curitiba: Editora Pearson Universidades, 2010.
- [9] SILVA, R. **Implicações da Automação na Força de Trabalho**. Porto Alegre: Editora JH Mizuno, 2021.
- [10] MARQUES et al. **Automação e Criação de Empregos em Setores Relacionados à Tecnologia**. Lisboa: Editora SciELO Brasil, 2018.
- [11] ARAÚJO JÚNIOR, A. P. CHAGAS, C. V.; FERNANDES, R. G. **Uma rápida análise sobre automação industrial**. Natal: DCA-CT-UFRN, 2003.
- [12] LUZ, G. B. da, & KUIAWINSKI, D. L. **Mecanização, Automação e Automação – Uma Revisão Conceitual e Crítica**. Anais do SIMPEP, 1-15. Disponível em: https://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1210.pdf. Acesso em: 03 nov. 2023.
- [13] ISHIKAWA, K. **What Is Total Quality Control? The Japanese Way**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1985.
- [14] IATF. **IATF 16949:2016**. International Automotive Task Force, 2016.
- [15] STAMATIS, D. H. **Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution**. ASQ Quality Press, 2003.
- [16] TORKKO, M.; KATAJAVUORI, N.; LINNA, A.; JUPPO, A. M. **The Utilization of Quality KPIs in the Pharmaceutical Industry**, 2021.
- [17] SHIH, W. C. **What Really Makes Toyota's Production System Resilient**. Harvard Business Review, 15 nov. 2022.
- [18] NGUYEN, D. M. **Toyota's production efficiency improvement management: best practice for productivity evaluation and operation improvement**. Journal of Advances in Management Research, 2023. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JAMR-02-2022-0042/full/html>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- [19] STATISTA. **Toyota Motor Corporation - Statistics & Facts**. Disponível em: <https://www.statista.com/topics/1893/toyota/>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- [20] STATISTA. **Toyota worldwide vehicle production**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/267272/worldwide-vehicle-production-of-toyota/>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- [21] CALARGE, F. A.; SATOLO, E. G.; PEREIRA, F. H.; DIAZ, E. C. **Lean Manufacturing no Agronegócio: Uma análise**. UNINOVE. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/21400>. Acesso em: 02 nov. 2023.
- [22] TONIAZZO, T. **Filosofia e Ferramentas Lean - Conhecer**. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2020C/filosofia.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2023.
- [23] MACIEL, M. C. F.; SILVA, W. B. **Lean Six Sigma: Uma Metodologia de Gestão para Otimizar de Processos**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_135_861_18265.pdf. Acesso em: 06 nov. 2023.
- [24] ENGQUIMICASANTOSSP. **O que é o Six Sigma e Metodologia DMAIC**. 2020. Disponível em: <https://www.engquimicasantosp.com.br/2020/02/o-que-e-o-six-sigma-e-metodologia-dmaic.html>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- [25] NEVES, C. et al. **Automação Industrial: Desafios e Perspectivas**. Revista de Tecnologia da UFAM, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2023.
- [26] CNI. **Desafios da Automação Industrial no Brasil**. Brasília: CNI, 2023.
- [27] BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Número de empresas ativas no setor de automação industrial no Brasil**. Brasília, DF, 2023.
- [28] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TRABALHO. **Relatório sobre a densidade de robôs por 10 mil trabalhadores em diferentes países**. Genebra, 2023.
- [29] FENERICK, Jessica Aparecida; VOLANTE, Carlos Rodrigo. **A evolução das indústrias, os benefícios da automação e as perspectivas do mercado da robótica no Brasil e no mundo**. Interface Tecnológica, Taquaritinga, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2024. Disponível em: Acesso em: 05 jan. 2024.
- [30] RAVAZI, R. F.; CARDOSO, F. M. S.; CONTRERA, R.; VALE, V. H. R. **Estudo de caso: aplicação da automação e do estudo do trabalho visando a padronização do processo e o aumento da produtividade**. Marília/SP, 2014.
-