

AUTOMATIZAÇÃO INDUSTRIAL: IMPACTOS NA INDÚSTRIA E SOCIEDADE

ENGENHARIA MECÂNICA – UNISOCIESC/ CAMPUS JOINVILLE

Roberto, Eduardo Schmitt
Fagundes, Leandro Ferrari
Fernandes, Matheus

RESUMO

Este trabalho explora a influência da automatização industrial na economia e na tecnologia contemporânea, destacando seu impacto em diversos setores da indústria. A automatização vai além da substituição da mão de obra humana, oferecendo oportunidades para melhorar a eficiência dos processos, elevar a qualidade dos produtos e impulsionar a competitividade das empresas globalmente. Casos reais de empresas que adotaram a automatização são apresentados, evidenciando como essa abordagem aumenta a produtividade, melhora a segurança no local de trabalho e reduz erros de produção. A automatização não deve ser vista como uma ameaça aos empregos, mas como uma forma de melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores, permitindo que se concentrem em tarefas mais desafiadoras e gratificantes. Além disso, a automatização impulsiona a inovação tecnológica, aumenta a eficiência das empresas e contribui para o desenvolvimento econômico. Entretanto, é fundamental abordar questões éticas e sociais relacionadas à automatização, garantindo sua utilização responsável e segura. A conclusão destaca a importância de abraçar a automatização industrial como uma oportunidade para impulsionar o progresso econômico, melhorar a qualidade dos produtos e criar empregos em novas áreas. A automatização é uma ferramenta poderosa que, quando usada com sabedoria, pode levar a avanços significativos na indústria e na sociedade como um todo.

Palavras-chave: Automatização Industrial, Eficiência, Competitividade, Inovação, Avanços.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial manifesta-se de maneiras distintas em diversos países, refletindo-se através de sucessivas revoluções nas técnicas de produção, conhecidas como revoluções industriais. Estas revoluções não apenas impulsionaram o crescimento da renda, produtos, serviços e avanços sociais, mas também acarretaram diversos desafios ao setor produtivo.

A Indústria 4.0 representa uma nova fase da revolução industrial, prometendo impulsionar o crescimento e o desenvolvimento econômico. Essa etapa busca integrar diversas tecnologias que facilitam a automação e digitalização de processos, proporcionando um controle mais refinado sobre os mecanismos de manufatura. Esta

revolução visa criar fábricas inteligentes capazes de contribuir para modelos produtivos mais eficientes, autônomos e adaptáveis dentro das indústrias (BRETTEL et al., 2014).

O surgimento da Indústria 4.0 originou-se de um projeto estratégico do governo alemão, que reconheceu os benefícios das novas tecnologias no setor manufatureiro. Apresentada pela primeira vez na feira de Hannover em 2011, a Indústria 4.0 foi posteriormente recomendada para implementação em diversos setores industriais alemães. Em abril de 2013, na mesma feira que deu início ao projeto, foi apresentado um projeto final, consolidando a ideia de um setor produtivo contendo máquinas, sistemas cibernéticos e redes inteligentes para promover maior autonomia e eficiência produtiva (BÜRKNER et al., 2016).

Este artigo explora a Indústria 4.0 e seus benefícios e desafios específicos para a indústria brasileira. Ele destaca os impactos que podem estimular o desenvolvimento econômico do país, ao mesmo tempo em que identifica os desafios para uma adoção mais ampla no setor produtivo brasileiro. O contexto justifica-se pelo atual estágio em que o setor industrial brasileiro enfrenta períodos de baixa produtividade e pouca competitividade internacional. Além disso, o artigo aborda a necessidade de superar problemas estruturais e conjunturais na economia, que têm impacto negativo no processo de inovação e na implementação de novas tecnologias.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Contextualização

No contexto do desenvolvimento e crescimento industrial, dois conceitos fundamentais para compreender as transformações nesse setor são a tecnologia e a técnica. A tecnologia abrange um conjunto de teorias sobre os meios de produção, enquanto a técnica refere-se à aplicação prática dessas teorias. Ambos os conceitos desempenham papéis essenciais na produção de novos produtos e em diversas etapas das atividades produtivas. No âmbito dessas atividades, a invenção e a inovação desempenham um papel crucial, impulsionando o progresso tecnológico. A invenção representa o conhecimento de novas técnicas, enquanto a inovação é a aplicação dessas técnicas nas atividades de produção (TIGRE, 2006).

A discussão conceitual sobre os tipos de inovação teve início com o manual de Frascati, que desenvolveu conceitos e definições para P&D. Posteriormente, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) elaborou o Manual Oslo, servindo como base para a pesquisa industrial sobre inovação tecnológica no Brasil (PINTEC), conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), conforme observado por TIGRE (2006). Esses manuais facilitam a comparação por meio da coleta de dados mensurados sobre P&D com bases estatísticas internacionais. Com base nesses conceitos, as empresas são consideradas inovadoras quando incorporam qualquer novidade em suas atividades de produção de bens ou serviços.

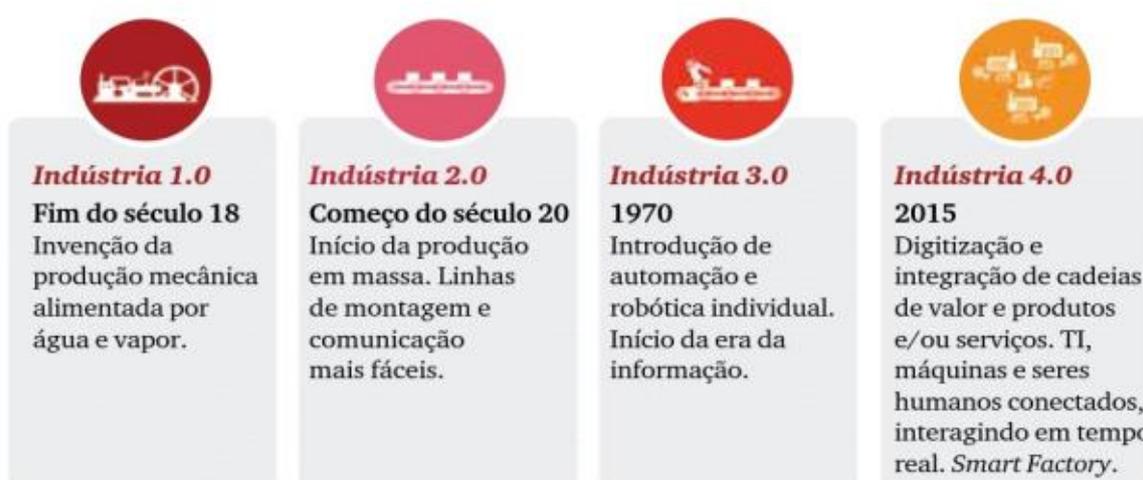
A definição de um novo paradigma tecnológico ocorre quando um setor específico, ou um grupo de setores, passa por modificações em sua estrutura produtiva devido a tecnologias emergentes ou já existentes. Essas mudanças implicam em uma reorganização nas relações dentro da indústria e com o mercado ao qual estão inseridas (TIGRE, 2006). Tais transformações estão relacionadas não apenas à modificação da estrutura técnica, mas também a mudanças socioeconômicas, impactando diretamente toda a atividade econômica.

Os padrões de mecanização têm elevado a produtividade a níveis nunca antes vistos, revolucionando o padrão tecnológico e as relações entre a produção e as técnicas empregadas (GOMES, 2016).

A figura 1 a seguir ilustra os diversos períodos e as transformações nos padrões de produção e tecnologias que ocorreram ao longo das revoluções industriais. Na Indústria 1.0, a grande mudança foi a incorporação da mecanização da produção, usando máquinas a vapor. Essa nova tecnologia foi significativa, provocando alterações tanto no sistema produtivo quanto no mercado de trabalho. Em seguida, a Indústria 2.0 marcou o início da produção e consumo em massa, caracterizada por processos produtivos mais mecanizados, linhas de montagem, e avanços nos meios de comunicação e distribuição. Essa fase também promoveu mudanças na produção e no uso de energia e matérias-primas, com o desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas, como o uso de energia elétrica, combustíveis fósseis (principalmente o petróleo), produção de aço, entre outros insumos. Na década de 1970, a Indústria 3.0 introduziu a automação e a robótica individual em conjunto com a Tecnologia da

Informação (TI), possibilitando conectividade global e reduzindo espaço e tempo. A Indústria 4.0 contribui para que as novas fábricas se tornem mais complexas e inteligentes, sendo automatizadas. Nesta fase, as novas tecnologias permitem uma maior interconexão entre seres humanos e máquinas, promovendo uma dinâmica mais interativa na produção. Essas etapas produtivas tendem a ser mais rápidas e eficientes, resultando em redução de custos e otimização da produção.

Figura 1 - Evolução e mudanças nos padrões tecnológicos com as Revoluções Industriais



Fonte: PwC Brasil (2016).

A Revolução da Indústria 4.0 está centrada na promoção de produtos e processos mais inteligentes nos setores industriais, demandando um desenvolvimento ágil no processo futuro de fabricação. Esse modelo não apenas contribui para a flexibilidade dos meios de produção, mas também envolve complexamente a produção por meio da aplicação de novas tecnologias, facilitando a difusão e lançamento de novos produtos no mercado. A integração torna-se uma ferramenta crucial para impulsionar a produtividade das novas indústrias inteligentes (BRETTEL et al., 2014).

Uma das estratégias para impulsionar a economia é através de inovações no sistema produtivo, especialmente aquelas voltadas para os setores econômicos. Esse mecanismo representa uma ferramenta fundamental para que uma indústria atinja elevados índices de produtividade. A competitividade, conforme observado por KUPFER (1996), está intrinsecamente ligada à capacidade dos modelos inovadores de um país alcançarem níveis elevados de produtividade.

A inovação tecnológica não apenas pode melhorar os índices de competitividade a nível nacional, mas também internacional. Nesse contexto global, influenciado por fatores geopolíticos e econômicos, a inovação encontra limitações para determinar o sucesso produtivo em uma indústria específica. No entanto, graças aos diversos mecanismos de coleta de dados e indicadores, é possível correlacionar o sucesso na competição internacional com o processo de desenvolvimento de inovações nos setores industriais. Assim, o investimento no potencial inovador de uma indústria resulta em benefícios e desenvolvimento econômico (TIGRE, 2006). Muitos países em desenvolvimento estão concentrando esforços em mecanismos que fomentam a inovação em seus mercados nacionais, tornando-se mais produtivos e dinâmicos no cenário internacional.

As indústrias adotam uma abordagem específica para elementos-chave da competitividade industrial, utilizando estratégias como diversificação produtiva, otimização na gestão e organização da produção, entre outras táticas, para aumentar sua competitividade e conquistar nichos de mercado (MARINO, 2006). A troca de informações destaca-se como um novo modelo de lógica organizacional, evidenciando a tendência de interatividade entre Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

2.2 Indústria 4.0 Seus Benefícios, Consequências E Desafios

A Indústria 4.0 surge como uma oportunidade para otimizar a utilização de recursos produtivos por meio de tecnologia e automação. Este novo paradigma tecnológico consiste em incorporar as inovações do mundo digital, virtual e conectado, estabelecendo grandes redes de comunicação global com sensores avançados em máquinas e equipamentos tecnológicos. A interação dinâmica entre máquinas e humanos, aliada à comunicação virtual entre essas partes produtivas, promete melhorar significativamente os ganhos produtivos em escala global, como discutido anteriormente. A Indústria 4.0 visa proporcionar uma base para maior agilidade e eficiência na produção e distribuição de mercadorias.

A digitalização dos processos industriais oferece perspectivas de aumentos substanciais nos ganhos de produtividade industrial. A estrutura de produção tem o potencial de transformar a manufatura em equipamentos automatizados, resultando em uma fabricação mais integrada nas linhas de produção da empresa. Na Alemanha,

há a perspectiva de que a Indústria 4.0 possa reduzir os custos produtivos entre 5% e 8% no total da manufatura (RÜBMANN et al., 2015).

A nova estrutura produtiva avança para um sistema de abastecimento complexo que conecta fornecedores, produtores e consumidores finais. Essa interconexão ocorre por meio de um sistema mais dinâmico e proativo (COELHO, 2016). Essas empresas tendem a articular e dinamizar as etapas de inovação e criação de novos modelos de negócios, como discutido anteriormente.

A evolução do processo de desenvolvimento e crescimento econômico ao longo dos séculos, desde a Indústria 1.0 até os dias atuais, foi influenciada pelo progresso técnico e inovações na dinâmica da concorrência industrial (SILVA, 2015). Na Indústria 4.0, espera-se que a comunicação via internet proporcione uma conexão dinâmica entre seres humanos e máquinas, conhecida como cyber-physical systems (CPS). Isso transformaria os produtos manufaturados em produtos muito mais eficientes, com a Alemanha apresentando um aumento de 2,5% na participação do PIB e gerando cerca de sete milhões de empregos (BRETTEL et al., 2014). O desenvolvimento de novos sensores, serviços de análise de dados, computação em nuvem e a utilização da Internet of Things (IoT) são a base para um modelo de inteligência e automação de máquinas e sistemas (OCDE, 2017a). Esse novo processo de produção industrial tornaria-se mais inteligente, interligando diversas tecnologias para aumentar a eficiência produtiva, o abastecimento de matérias-primas e a competitividade, como discutido anteriormente (DAVENPORT e KUDYBA, 2017).

O modelo de competição capitalista tende à adoção de técnicas que tornam os processos empresariais mais ágeis e flexíveis às condições de mercado. Em um cenário cada vez mais competitivo e interconectado, a Indústria 4.0 utiliza conexões rápidas e versáteis que colaboram para aumentar a competitividade empresarial. Através dessa tecnologia de conexão em grandes redes virtuais, é possível interconectar funções e integrar processos de big data com a comunicação machine to machine (M2M). Essa etapa tende a aumentar a capacidade de flexibilização das empresas, transformando-as em mecanismos de aprendizagem constante conectados aos mais diversos dispositivos (OCDE, 2017a).

Os desenvolvimentos de sistemas inteligentes contribuem para estruturas produtivas mais automatizadas e a robotização de cadeias, fruto da Manufatura

Avançada. Essa interconexão de dispositivos, aliada a sistemas de integração M2M, aumentaria os mecanismos de CPS (SILVA, 2015). Tais sistemas permitiriam que a tecnologia proporcionasse interatividade de sistemas cibernéticos conectados via IoT, com o reforço do Big Data para potencializar e melhorar a produtividade de estruturas automatizadas e/ou robotizadas dentro de um modo produtivo inteligente.

Para a aplicação dinâmica dessas tecnologias na produção industrial, é crucial um grande fluxo de investimentos em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Como já discutido, a integração de vários agentes é fundamental para viabilizar o processo de inovação em uma economia industrializada. Para estimular adequadamente esse processo, as empresas precisam investir no desenvolvimento de mecanismos produtivos mais eficientes, integrando-os em diversos sistemas, como o Sistema de Informação (SI), utilizado para auxiliar os processos de automação de máquinas e equipamentos (RÜBMANN, et al., 2015).

À medida que avançamos na aplicação de tecnologias atuais e novas voltadas para a produção industrial, destacam-se os sistemas computacionais de alta capacidade e qualidade no processamento de dados. Esses princípios estão totalmente integrados e interconectados em grandes redes com IoT, Big Data e CPS. Com base nisso, a estrutura de produção tende a promover a independência da atuação humana, abrindo espaço para o processo de robotização e automação industrial por meio de Inteligência Artificial (AI) (COELHO, 2016).

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo baseou-se em uma abordagem descritiva, alinhada com o interesse de fornecer uma análise detalhada e compreensiva sobre o desenvolvimento da indústria, culminando na era da Indústria 4.0. A escolha desse enfoque permitiu uma investigação aprofundada dos fenômenos em questão, destacando as mudanças significativas na automação industrial decorrentes dessa inovação tecnológica.

A pesquisa bibliográfica foi o pilar fundamental para a construção deste trabalho, utilizando diversas fontes como livros, dissertações, artigos acadêmicos e teses. O acesso a plataformas renomadas, como Google Acadêmico, IEEE e Scielo, proporcionou uma ampla gama de fontes confiáveis para fundamentar as análises e

discussões. A seleção criteriosa dessas fontes assegurou a qualidade e atualidade das informações, sustentando a robustez da pesquisa.

Com o intuito de manter a relevância e atualidade dos dados, as obras consultadas foram limitadas a um período de 10 anos. Essa escolha temporal proporcionou um equilíbrio entre a obtenção de informações recentes e a construção de uma base sólida de conhecimento sobre a evolução da indústria e os desdobramentos da Indústria 4.0 na automação industrial.

A metodologia empregada foi categorizada como uma revisão bibliográfica, visto que buscou analisar criticamente dados previamente organizados. Essa estratégia permitiu a síntese de informações provenientes de diversas fontes, proporcionando uma visão abrangente do panorama evolutivo da indústria e seus desafios e oportunidades na era da Indústria 4.0.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A Revolução Industrial, que teve início na Inglaterra no final do século XVIII, foi um catalisador para o desenvolvimento da automatização industrial. As fábricas passaram a utilizar máquinas movidas a vapor e motores a vapor para substituir o trabalho humano em tarefas repetitivas e demoradas, como a tecelagem. Essa mudança representou um avanço significativo na produção em massa e na redução dos custos de fabricação.

Além da Revolução Industrial, um dos marcos mais notáveis no desenvolvimento da automatização industrial foi a introdução das ideias de Henry Ford e o surgimento da produção em massa. No início do século XX, a Ford Motor Company revolucionou a indústria automobilística com a implementação de linhas de montagem que utilizavam a automação para fabricar carros em larga escala.

Ford adotou um sistema de produção conhecido como "Fordismo", que se baseava na divisão do trabalho e na padronização das tarefas. Surgiu então a famosa frase "Qualquer cliente pode ter um carro pintado de qualquer cor contanto que seja preto." (FORD, 2000, p.72, tradução nossa) que ilustra a ênfase na produção em série, que permitia uma produção mais rápida e econômica. As inovações de Ford incluíam o uso de esteiras transportadoras para movimentar os carros em construção, bem como máquinas especializadas para tarefas específicas.

Com a introdução da linha de montagem automatizada, o tempo necessário para montar um veículo foi drasticamente reduzido. Antes da implementação do Fordismo, a Ford estava produzindo cerca de 1.700 carros Modelo A no seu primeiro ano de operação (1903). Após a introdução do Fordismo e da produção em massa com o Modelo T, a produção atingiu aproximadamente 170.000 unidades em 1913 e mais de 1,8 milhão em 1924. Atingindo um aumento de 105,81% na sua produção.

$$\text{Aumento percentual} = [(1,800,000 - 1,700) / 1,700] * 100 \approx 105,817\%$$

Henry Ford, desempenhou um papel significativo na promoção da automatização industrial e, ao fazê-lo, criou inúmeras oportunidades para outras empresas e a economia como um todo. Essas oportunidades continuaram a surgir e nos dias atuais, conseguimos presenciar empresas como a Tesla utilizando da automatização industrial e seus benefícios cada vez mais para alavancar seus números no cenário econômico.

A automação industrial permite que a Tesla aumente a eficiência da produção. Máquinas automatizadas podem operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, sem fadiga, o que resulta em maior produtividade e redução de tempo de ciclo. Em questão de qualidade de seus produtos, a Tesla apresenta bons resultados com um sistema de produção mais preciso e consistente do que o trabalho manual, o que leva a produtos de maior qualidade e menos erros de produção. Em 2020, a Tesla produziu aproximadamente 509.737 veículos e reportando um lucro líquido de cerca de 721 milhões de dólares. (Relatório anual de resultados da Tesla em 2020).

À medida que avançamos na análise da automatização industrial, é importante observar que não são apenas as gigantes como a Tesla que se beneficiam dessas inovações. Fabricantes de menor porte também estão aproveitando as vantagens da automatização para se manterem competitivos e eficientes em mercados cada vez mais dinâmicos.

Fábricas de menor porte, muitas vezes, têm a capacidade de se adaptar rapidamente às inovações da automatização industrial, devido à sua estrutura mais flexível e à menor escala de produção. Elas estão encontrando maneiras de implementar a automação em várias etapas de seus processos de produção para otimizar a eficiência, reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos.

Mudando para as indústrias plásticas, que em 2018 era o 4º setor que mais empregava no Brasil (SIMPERJ, Publicado em 29 de October de 2018), a utilização

de robôs industriais, sistemas de alimentação automatizados, esteiras, controle de processos e automação PLC, armazenamento de dados, controle de dosagem e misturas, controle de qualidade etc. tem sido cada vez mais presente dentro das fábricas brasileiras. Com a automação cada vez mais presente, as empresas de maneira natural vão se adequando as novas maneiras de produzir com eficiência e qualidade.

Como é o caso de uma empresa que atua no ramo de plástico e que produz diversas conexões e em grandes quantidades para suprir a demanda do mercado que atua. Uma das conexões que essa empresa fornece é o Joelho 90° Soldável Bucha Latão 25 x ½ (Fig. 2) que faz parte da linha sistema predial de água fria e segue as diretrizes da NBR 5648, para realizar a produção dessa peça com mais velocidade, eficiência e segurança a empresa adotou o uso de robôs para aumentar os índices de produtividade da máquina ao produzir esse produto.

Figura 2 - Joelho 90° Soldável Bucha Latão 25 x ½



Fonte: Autores, 2023.

Para entender como a escolha do robô na produção dessa peça é impactante, iremos explicar como funciona, de forma resumida, a produção de uma peça que acopla a bucha de latão (Fig. 3). As explicações serão divididas em 2 exemplos, com o primeiro exemplo descrevendo como funciona a produção da peça e os parâmetros retirados da injetora sem a utilização do robô e no segundo exemplo será descrito como funciona a produção da peça e os parâmetros retirados da injetora com a utilização do robô.

Figura 3 – Bucha De Latão



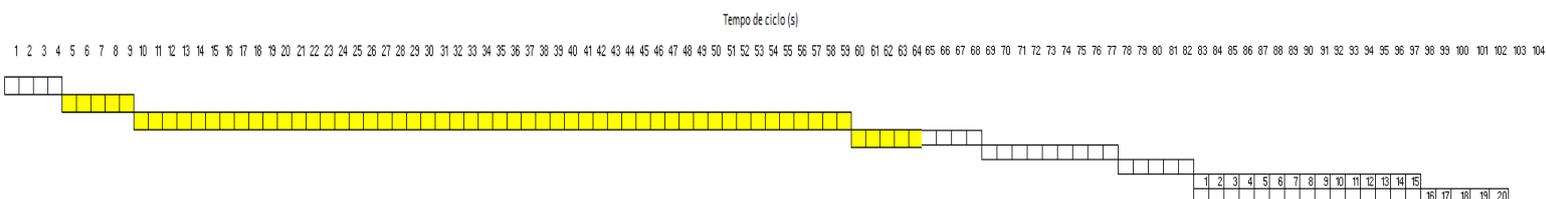
Fonte: Autores, 2023.

Exemplo 1: Operador separa as buchas de latão para rosquear nos pinos machos do molde de injeção, quando o molde abre, o operador abre a porta de segurança e entra no meio do molde para rosquear cada bucha de latão em cada pino do molde, após rosquear as amostras nos pinos machos de forma manual o operador deve fechar a porta de segurança e dar o comando para a injeção ocorrer e o processo seguir o fluxo padrão.

Os parâmetros de tempo para ocorrer a produção de 8 Joelho 90° Soldável Bucha Latão 25 x ½ utilizando o operador são os seguintes:

Produção com operador

DESCRIÇÃO DO PROCESSO	Tempo(s)
ABRE MOLDE/DESROSQUEIA/EXTRAI	4
ENTRA OPERADOR	5
OPERADOR ROSQUEIA	50
SAI OPERADOR	5
FECHA MOLDE	4
INJECAO	9
RECALQUE	5
DOSAGEM	15
RESFRIAMENTO	20
SOMA	102

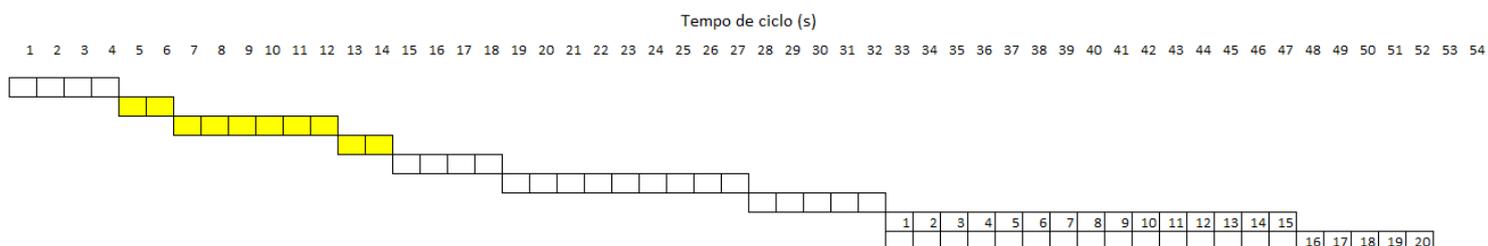


Exemplo 2: Com o sistema totalmente automatizado, o robô coleta as buchas de latão sozinho e aguarda o molde abrir, assim que o molde abre, o robô rosqueia todas as buchas de latão em todos os pinos ao mesmo tempo com suas garras, a porta de segurança permanece fechada e não precisa abrir ao utilizar o robô, após o robô sair de dentro do molde o sistema do robô aciona o comando da máquina para iniciar o processo de injeção e produzir a peça.

Os parâmetros de tempo para ocorrer a produção de 8 Joelho 90° Soldável Bucha Latão 25 x ½ utilizando o robô são os seguintes:

Produção com braço robotico

DESCRIÇÃO DO PROCESSO	Tempo(s)
ABRE MOLDE/DESROSQUEIA/EXTRAI	4
ENTRA ROBO	2
ROSQUEIA	6
SAI ROBO	2
FECHA MOLDE	4
INJECAO	9
RECALQUE	5
DOSAGEM	15
RESFRIAMENTO	20
SOMA	52



Com a utilização do robô para produzir, a empresa elevou rapidamente sua eficiência, segurança e produtividade dentro da sua fábrica. O aumento de produção

de peças por hora foi notável, além de diminuir os erros de peças injetadas sem a bucha de latão devido a uma falha operacional e a diminuição do risco de acidentes, pois o operador não precisa entrar no meio do molde para rosquear as peças nos pinos machos do molde, o robô faz essa função de forma mais eficiente e sem colocar a vida do operador em risco.

Abaixo no gráfico 1 é possível observar o comparativo de produção de peça por hora entre a utilização do operador contra o robô.

Gráfico 1 – Comparativo De Peça



Fonte: Autores, 2023.

Com esse levantamento de dados realizado nessa empresa, notou-se que a produtividade de peças produzidas por hora aumentou em 98,04% com a utilização do robô. Os ganhos de produção são altos, junto com a segurança dos funcionários e a diminuição de refugo é indiscutível que esse sistema de automatização utilizado na linha de injetoras é um sucesso.

Nessa ocasião, o robô substituiu a mão de obra de um auxiliar de produção, ocasionado em uma redução no quadro de funcionários do setor de injeção. O que leva a automação industrial, muitas vezes ser vista como uma ameaça à mão de obra humana, mas não deve ser encarada como uma vilã que rouba empregos.

Ela permite que as tarefas repetitivas e monótonas sejam assumidas por máquinas, enquanto os trabalhadores humanos podem se concentrar em atividades que exigem criatividade, tomada de decisões, habilidades interpessoais e conhecimento especializado. Isso leva a uma maior satisfação no trabalho, já que os funcionários podem desempenhar funções mais desafiadoras e gratificantes.

Além disso, a automação pode criar novas oportunidades de emprego, uma vez que a manutenção e o desenvolvimento de sistemas automatizados exigem profissionais qualificados. A indústria precisa de engenheiros, técnicos de manutenção, programadores e especialistas em robótica para projetar, operar e otimizar sistemas automatizados. Isso impulsiona a demanda por profissionais que possuam conhecimentos técnicos.

E com a melhora da produtividade e a competitividade das empresas, isso leva a um aumento na demanda por produtos, o que, por sua vez, pode criar mais empregos em outras áreas, como vendas, marketing e logística.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados obtidos evidencia a influência positiva da automatização industrial na eficiência, produtividade e competitividade das empresas. O estudo abordou a trajetória histórica, desde a Revolução Industrial até a atualidade, destacando marcos como o Fordismo e a produção em massa, para, finalmente, chegar à era da Indústria 4.0.

Ao longo do tempo, a automação desempenhou um papel crucial na evolução da produção industrial em massa. A introdução de linhas de montagem automatizadas, notavelmente implementadas pela Ford, representou um salto significativo na produção, reduzindo drasticamente o tempo necessário para fabricar produtos, como exemplificado pelo aumento de 105,81% na produção de carros Modelo T em 1924 comparado ao ano de 1913.

As oportunidades criadas por visionários como Henry Ford perduram até os dias atuais, com empresas como a Tesla demonstrando como a automação industrial contribui para eficiência e lucratividade. A capacidade de operação contínua, sem fadiga, aliada à precisão e consistência superiores, destaca a relevância contínua da automação para as modernas cadeias de produção.

Não apenas as grandes corporações se beneficiam da automação. Empresas menores, devido à sua estrutura mais flexível, podem adaptar-se rapidamente às inovações na automação. Isso possibilita a otimização de processos, a redução de custos e a melhoria da qualidade dos produtos, mantendo-as competitivas em mercados dinâmicos.

No contexto brasileiro, especificamente na indústria de plásticos, a automação tem sido cada vez mais incorporada. A utilização de robôs industriais, sistemas

automatizados e controle de processos contribui para a eficiência e qualidade na produção. Empresas desse setor têm adotado estratégias inovadoras para manterem-se competitivas.

Um estudo de caso em uma empresa de plásticos revelou ganhos substanciais com a adoção de robôs na produção de conexões. A comparação entre um processo manual e um processo automatizado demonstrou uma redução significativa no tempo de produção, resultando em um aumento notável da eficiência.

A automação industrial não apenas elevou a eficiência na produção, mas também contribuiu para a segurança dos trabalhadores. A eliminação de tarefas repetitivas e de risco, como o rosqueamento manual de peças, reduziu consideravelmente os acidentes, evidenciando a dualidade de benefícios proporcionada pela automação.

A análise comparativa entre a produção manual e automatizada revelou um aumento expressivo de 98,04% na produtividade com a utilização de robôs. Os ganhos, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, reforçam a eficácia da automação na indústria.

A automação industrial não deve ser encarada como uma ameaça ao emprego humano, mas sim como um impulsionador da competitividade. Ao permitir que máquinas assumam tarefas repetitivas, os trabalhadores humanos podem se dedicar a atividades mais desafiadoras e gratificantes.

A implementação e manutenção de sistemas automatizados criam demanda por profissionais qualificados, como engenheiros, técnicos de manutenção e programadores. Isso reflete uma mudança no perfil de empregabilidade, com ênfase em habilidades técnicas especializadas.

A automação não apenas beneficia as empresas individualmente, mas também contribui para o crescimento econômico global. O aumento da produtividade impulsiona a demanda por produtos, gerando oportunidades em setores correlatos, como vendas, marketing e logística.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automatização industrial é um tópico de extrema importância no cenário econômico e tecnológico atual. Este trabalho explorou os principais aspectos da automatização, destacando sua influência em diversos setores da indústria. Ao analisar as implicações da automatização, fica evidente que ela não se limita a

substituir a mão de obra humana, mas também oferece oportunidades significativas para melhorar a eficiência dos processos, aumentar a qualidade dos produtos e impulsionar a competitividade das empresas no mercado global.

A pesquisa apresentou casos reais de empresas que adotaram a automatização industrial, demonstrando como essa abordagem pode aumentar a produtividade, melhorar a segurança no local de trabalho e reduzir erros de produção. Além disso, foi observado que a automatização não deve ser vista como uma ameaça aos empregos, mas como uma forma de melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores, permitindo que eles se concentrem em tarefas mais desafiadoras e gratificantes.

Em um cenário mais amplo, a automatização industrial é fundamental para impulsionar a inovação tecnológica, aumentar a eficiência das empresas e contribuir para o desenvolvimento econômico. No entanto, é importante abordar questões éticas e sociais relacionadas à automatização, garantindo a segurança e a responsabilidade no uso dessas tecnologias.

Portanto, a conclusão deste trabalho destaca a importância de abraçar a automatização industrial como uma oportunidade para impulsionar o progresso econômico, melhorar a qualidade dos produtos e criar empregos em novas áreas. No entanto, a implementação da automatização deve ser realizada de forma responsável, levando em consideração as implicações éticas e sociais, e garantindo que os benefícios sejam compartilhados de forma justa. A automatização é uma ferramenta poderosa que, quando usada com sabedoria, pode levar a avanços significativos na indústria e na sociedade como um todo.

O presente estudo proporcionou uma imersão na trajetória histórica da automação industrial, desde os primórdios da Revolução Industrial até os dias contemporâneos da Indústria 4.0. Os resultados obtidos refletem a contínua e crescente importância da automatização para a eficiência, produtividade e competitividade nas empresas, permeando diversos setores e escalas de produção.

A análise histórica e os estudos de caso contemporâneos revelam que a automação industrial tem um impacto significativo na produção em escala. Desde a produção massiva de automóveis até a fabricação precisa de peças plásticas, a automatização tem se mostrado crucial para atingir metas produtivas.

REFERÊNCIAS

BRETTEL, H., et al. (2014). **How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective.** International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 8(1), 37-44.

KUPFER, D. (1996). **Inovação e Competição na Indústria Brasileira.** Rio de Janeiro: Editora Campus.

MARINO, L. C. (2006). **A Competitividade na Indústria Brasileira.** Rio de Janeiro: Editora FGV.

TIGRE, P. B. (2006). **Gestão da Inovação: a Economia da Tecnologia do Brasil.** Elsevier.

BRETTEL, H., et al. (2014). **How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective.** International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 8(1), 37-44.

COELHO, D. S. (2016). **Indústria 4.0 e o Futuro da Produção: um Estudo sobre a Quarta Revolução Industrial.** Editora Atlas.

DAVENPORT, T. H., KUDYBA, S. (2017). **The Use of Big Data in Tax.** Journal of Tax Administration, 3(2), 101-112.

OCDE. (2017a). **Digitalisation, Jobs and Skills: Reducing the Risk of Disparities.** OECD Skills Studies. OECD Publishing.

RÜBMANN, M., et al. (2015). **Industry 4.0—The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.** Boston Consulting Group.

SILVA, F. F. (2015). **Indústria 4.0: Conceitos, Tecnologias e Desafios.** Elsevier.