

BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO DURANTE A PANDEMIA

BENEFITS AND CHALLENGES OF INDUSTRY 4.0 AND THE IMPACT DURING THE PANDEMIC

Thaian Curcio de Almeida¹
José Antônio Bento de Andrade²

RESUMO: A indústria 4.0 refere-se a uma nova fase da Revolução Industrial que se concentra fortemente na interconectividade, automação, aprendizado de máquina e dados em tempo real. A Indústria 4.0 combina produção física e operações com tecnologia digital inteligente, aprendizado de máquina e *big data* para criar um ecossistema mais holístico e melhor conectado para empresas que se concentram na manufatura e no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Embora cada empresa e organização que opera hoje seja diferente, todas elas enfrentam um desafio comum: a necessidade de conexão e acesso a insights em tempo real entre processos, parceiros, produtos e pessoas. Dessa forma, percebe-se a importância da implantação da Indústria 4.0 nas organizações. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema abordado, discutindo acerca do que é a Indústria 4.0, trazendo os benefícios e desafios na implantação desta, além de abordar o impacto da Covid-19 na aceleração da Quarta Revolução Industrial. Todo setor está em processo de ser afetado - se não transformado - pela Quarta Revolução Industrial e o ritmo da mudança continua a acelerar à medida que a sua escala se expande. Seguindo os passos da terceira revolução, definida pela ascensão da tecnologia e da produção automatizada, a Quarta Revolução reflete as fronteiras entre humanos e máquinas, do qual afetará os principais fundamentos da sociedade: crescimento econômico, educação, sistemas financeiros, geossecurança, comércio global, saúde, pobreza e muito mais.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Quarta Revolução Industrial. Pandemia. Covid-19.

ABSTRACT: Industry 4.0 refers to a new phase of the Industrial Revolution that focuses heavily on interconnectivity, automation, machine learning and real-time data. Industry 4.0 combines physical production and operations with intelligent digital technology, machine learning and big data to create a more holistic and better connected ecosystem for companies that focus on manufacturing and supply chain management. While every company and organization operating today is different, they all face a common challenge: the need to connect and access real-time insights across processes, partners, products and people. In this way, the importance of implementing Industry 4.0 in organizations is perceived. The objective of this work was to carry out a literature review on the topic addressed, discussing what Industry 4.0 is, bringing the benefits and challenges in its implementation, in addition to addressing the impact of Covid-19 in the acceleration of the Fourth Industrial Revolution. Every industry is in the process of being affected - if not transformed - by the Fourth Industrial Revolution and the pace of change continues to accelerate as its scale expands. Following in the footsteps of the third revolution, defined by the rise of technology and automated production, the Fourth Revolution reflects the boundaries between humans and machines, which will affect the main foundations of society: economic growth, education, financial systems, geosecurity, global trade, health, poverty and more.

Keywords: Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution. Pandemic. Covid-19.

¹Graduando em engenharia elétrica pela Universidade de Vassouras. Vassouras, RJ- Brasil.

² Orientador da Universidade de Vassouras. Vassouras, RJ- Brasil.

INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 refere-se aos sistemas de produção “inteligentes” e conectados que são projetados para detectar, prever e interagir com o mundo físico, de modo a tomar decisões que suportam a produção em tempo real. Na fabricação, pode aumentar a produtividade, a eficiência energética e a sustentabilidade. Aumenta a produtividade reduzindo o tempo de inatividade e os custos de manutenção (SIRIMANNE, 2022).

Esse termo recebeu muita atenção da mídia nos últimos anos, mas o conceito permanece abstrato para muitos empreendedores. A Indústria 4.0 tem o potencial de aumentar significativamente a produtividade, reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos. A principal aplicação da Indústria 4.0 é monitorar e controlar as máquinas e equipamentos em tempo real, colocando sensores em todas as etapas do processo de produção.

A indústria 4.0 é a mais recente evolução da manufatura. Nos últimos 250 anos, várias revoluções industriais transformaram como os fabricantes produzem bens. Assim como as revoluções de mecanização, eletrificação, automação e globalização que a precederam, esta “Quarta Revolução Industrial” promete ter um impacto notável na forma como as mercadorias são fabricadas e vendidas (CARDOSO, 2016).

Desenvolvimentos recentes na tecnologia tornaram as tecnologias digitais mais acessíveis, fáceis de usar e robustas do que nunca. Isso facilitou e barato para empresas de todos os tamanhos investir na tecnologia.

Essencialmente, a tecnologia permite que seja verificada a produção em todas as etapas do processo, melhorando assim a qualidade. Também ajuda a reduzir e até eliminar o tempo de inatividade, porque os dados do equipamento informam quando a máquina precisa de manutenção ou quando está prestes a quebrar (RIGHETTO, 2020).

Os benefícios da indústria 4.0 incluem maior lucratividade, eficiência e produtividade, combinados com mais flexibilidade, melhor compartilhamento de conhecimento e melhor tomada de decisão. Além disso, as fábricas inteligentes da indústria 4.0 também podem se beneficiar da sustentabilidade aprimorada e de uma melhor experiência geral do cliente. A quarta revolução industrial representa o passo mais recente e avançado na história da manufatura, da indústria 1.0 à indústria 4.0 (MATOS, 2018).

Em 2020, a digitalização industrial enfrentou o seu maior teste até hoje. Confrontadas com a maior crise econômica e de saúde da história recente (a Pandemia da Covid-19),

empresas de todos os setores foram forçadas a tomar medidas extraordinárias para proteger o seu pessoal e manter as suas operações. Enquanto alguns lutavam para manter as operações em funcionamento diante da escassez de trabalhadores ou matérias-primas, outros lutavam para acompanhar o aumento repentino da demanda.

A indústria 4.0 estava a ganhar força antes da COVID-19, ajudando as empresas a transformar as suas operações, desde eficiência de produção até personalização de produtos, com melhorias na velocidade de lançamento no mercado, eficácia do serviço e criação de novos modelos de negócios. À medida que as empresas pensam em restaurar as operações e construir a força para lidar com futuras crises, o uso de tecnologias digitais será uma prioridade para muitos.

Neste trabalho é apresentada uma revisão bibliográfica sobre esse tema, buscando-se um paralelo sobre os desafios e oportunidades da Indústria 4.0 no Brasil em meio à crise causada pela pandemia de Covid-19. Baseados nestes fundamentos, esta pesquisa visa identificar os impactos da Covid-19 na transição para a Quarta Revolução Industrial, analisar como as tecnologias da Indústria 4.0 foram utilizadas para sobressair as adversidades geradas pelo Covid-19 e quais as mudanças foram geradas a partir dessa nova sistemática, seja na indústria, economia ou sociedade.

Evolução da Indústria de 1.0 a 4.0

A fabricação evolui desde 1800 e existem quatro revoluções industriais distintas que o mundo experimentou ou continua a experimentar hoje. A Figura 01 ilustra a cronologia das Revoluções Industriais.

Figura 01: Cronologia das Revoluções Industriais



Fonte: PwC (2020) apud Niyama (2020)

A Primeira Revolução Industrial aconteceu entre o final de 1700 e início de 1800. Durante esse período, a manufatura evoluiu do foco no trabalho manual realizado por pessoas e auxiliado por animais de trabalho para uma forma mais otimizada de trabalho realizado por pessoas através do uso de motores a água e a vapor e outros tipos de máquinas-ferramenta (SAKURAI; ZUCHI, 2018).

A Segunda Revolução Industrial já no início do século XX, o mundo entrou numa segunda revolução industrial com a introdução do aço e uso de eletricidade nas fábricas. A introdução da eletricidade permitiu que os fabricantes aumentassem a eficiência e ajudou a tornar as máquinas da fábrica mais móveis. Foi nessa fase que conceitos de produção em massa como a linha de montagem foram introduzidos como forma de aumentar a produtividade (ROTHSTEIN, 2008)

A Terceira Revolução Industrial, a partir do final da década de 1950, começou lentamente a emergir, à medida que os fabricantes começaram a incorporar mais tecnologia eletrônica – e eventualmente computadorizada – nas suas fábricas. Durante este período, os fabricantes começaram a experimentar uma mudança que colocou menos ênfase na tecnologia analógica e mecânica e mais na tecnologia digital e *software* de automação (ROTHSTEIN, 2008).

A Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0 leva a ênfase na tecnologia digital das últimas décadas para um nível totalmente novo com a ajuda da interconectividade por meio da Internet das Coisas (IoT), acesso a dados em tempo real e a introdução de sistemas ciber-físicos. A Indústria 4.0 oferece uma abordagem mais abrangente, interligada e holística à fabricação. Ele conecta o físico ao digital e permite uma melhor colaboração e acesso entre departamentos, parceiros, fornecedores, produtos e pessoas. A Indústria 4.0 permite que os empresários controlem e compreendam melhor todos os aspectos da sua operação e permitam-lhes aproveitar dados instantâneos para aumentar a produtividade, melhorar os processos e impulsionar o crescimento (CARDOSO, 2016).

Conceito e características da Indústria 4.0

De acordo com Rodrigues et al. (2022), a Indústria 4.0 é a Quarta Revolução Industrial que engloba a transformação digital em curso das indústrias e máquinas. Refere-se à automação das práticas tradicionais de fabricação, com a ajuda de tecnologias digitais como Inteligência Artificial e Internet das Coisas (IoT). Embora o conceito Indústria 4.0 tenha

vido introduzido por cientistas alemães para melhorar a produtividade da indústria manufatureira alemã, foi revisitado por Klaus Schwab, em 2016, no Fórum Econômico Mundial.

A ideia por trás da Indústria 4.0 é a comunicação máquina a máquina, com a ajuda de sistemas integrados que se conectam em rede e sistemas de *software* inteligentes que permitem novas formas de monitoramento, além de otimizar o desempenho. Alimentada por tecnologias como Big Data e Internet das Coisas Industrial (IIoT), a Indústria 4.0 oferece imenso potencial para aumentar a eficiência operacional e impulsionar o crescimento das organizações (RODRIGUES et al., 2022).

Segundo ELIENESIO (2018), a Indústria 4.0 possui diversas características importantes, como a seguir:

- **Agilidade:** a adoção de tecnologias digitais, abrindo caminho para a Indústria 4.0, oferece a agilidade necessária ao setor de manufatura e produção, permitindo que ele reaja rapidamente às demandas flutuantes. Aspectos como os sistemas de manutenção preditiva têm se mostrado uma ferramenta muito útil na melhoria da eficiência e produtividade do setor manufatureiro;
- **Descentralização:** o processo de apoio à decisão descentralizado para fabricação inteligente é um fator fundamental que impulsiona o conceito de Fábricas Inteligentes. Tecnologias como sensores sem fio e algoritmos avançados de aprendizado de máquina acoplados a sistemas de computação em nuvem permitem que a organização na totalidade esteja mais ciente do que está a acontecer dentro dos sistemas de negócios e das plantas de produção, criando oportunidades para tomar melhores decisões.
- **Eficiência:** essencialmente, o objetivo da Indústria 4.0 é tornar os equipamentos de fabricação mais eficientes em termos de produção e manutenção. É alcançado por: reduzir as paradas de produção; otimização do uso de ativos; reduzir os custos de manutenção devido ao melhor uso dos recursos; menor tempo de inatividade do equipamento; manutenção mais rápida; redução do desperdício de matéria-prima; menores custos operacionais; melhorar o processo existente
- **Documentação:** uma das vantagens significativas é a documentação de todos os processos e decisões, ajudando a evitar qualquer confusão. Isso permite uma tomada

de decisão mais rápida e tranquila, além de ajudar a traçar os passos, para identificar o caminho percorrido pela organização no passado.

Dessa forma, a indústria 4.0 refere-se a uma nova fase da Revolução Industrial que se concentra fortemente na interconectividade, automação, aprendizado de máquina e dados em tempo real. A Indústria 4.0, que engloba IIoT (Internet Industrial das Coisas) e manufatura inteligente, combina produção física e operações com tecnologia digital inteligente, aprendizado de máquina e big data para criar um ecossistema mais holístico e melhor conectado para empresas que se concentram na manufatura e no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Embora cada empresa e organização que opera hoje difira, todas elas enfrentam um desafio comum: a necessidade de conexão e acesso a insights em tempo real entre processos, parceiros, produtos e pessoas.

A Indústria 4.0 não se trata apenas de investir em novas tecnologias e ferramentas para melhorar a eficiência da fabricação – trata-se de revolucionar a maneira como toda a sua empresa opera e cresce.

Benefícios da implementação da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 abrange todo o ciclo de vida do produto e a cadeia de suprimentos – projeto, vendas, estoque, programação, qualidade, engenharia e atendimento ao cliente e em campo. Todos compartilham visões informadas, atualizadas e relevantes de processos de produção e negócios – e análises muito mais ricas e oportunas (NETO, 2021).

Para se manter competitivo, é necessário ter os sistemas e processos implementados para permitir que forneça o mesmo nível de serviço (ou melhor) aos clientes. Isso o torna mais atraente para a força de trabalho mais jovem. As empresas que investem em tecnologias modernas e inovadoras da Indústria 4.0 estão melhor posicionadas para atrair e reter novos trabalhadores (POÇAS, 2015).

Isso torna a equipe mais forte e mais colaborativa. As empresas que investem em soluções da Indústria 4.0 podem aumentar a eficiência, aumentar a colaboração entre departamentos, permitir análises preditivas e prescritivas e permitir que pessoas, incluindo operadores, gerentes e executivos, aproveitem de forma mais completa dados e inteligência em tempo real para tomar melhores decisões enquanto gerenciam o seu dia responsabilidades do dia a dia (POÇAS, 2015).

A indústria 4.0 permite que se resolva problemas potenciais antes que eles se tornem grandes problemas. Análise preditiva, dados em tempo real, maquinário conectado à Internet e automação podem ajudar a ser mais proativo quando se trata de abordar e resolver possíveis problemas de manutenção e gerenciamento da cadeia de suprimentos (RIGHETTO, 2020).

E por fim, a redução de custos, aumento dos lucros e crescimento da organização. A tecnologia da Indústria 4.0 ajuda a gerir e otimizar todos os aspectos dos processos de fabricação e cadeia de suprimentos. Fornece acesso aos dados e insights em tempo real do que precisa para tomar decisões mais inteligentes e rápidas sobre os negócios, o que pode aumentar a eficiência e a lucratividade de toda a operação.

Desafios da implementação da Indústria 4.0

No que diz respeito aos desafios, quanto a considerar se deve ou não investir na Indústria 4.0, tem que considerar alguns dos desafios potenciais associados à incorporação de novas tecnologias e processos na organização, tais como (MATOS, 2018):

- Segurança dos dados de negócios e informações de clientes: à medida que a ameaça de *hackers* cibernéticos continua a se intensificar a cada ano, muitas empresas estão preocupadas com que investir em tecnologia baseada em nuvem e mover dados de trás das suas próprias paredes deixará os seus negócios e dados vulneráveis a invasores;
- Suporte da equipe: embora a implementação de uma nova tecnologia e um novo modelo de negócios possa ser difícil para algumas pessoas aceitarem e adotarem, pode-se obter suporte da equipe definindo claramente as expectativas com antecedência, declarando o propósito e os benefícios de investir na tecnologia da Indústria 4.0 e sendo aberto e transparente com a equipe durante todo o processo de implementação;
- Recursos e equipe para implementar e gerenciar essa tecnologia: quando investe em tecnologia baseada em nuvem, não precisa depender tanto da equipe de TI para gerenciar e manter sistemas. Em vez disso, se beneficia de atualizações e manutenções regulares realizadas pelo provedor de serviços;

- Saber como aproveitar os dados para tomar decisões mais informadas: é possível fornecer o conhecimento, o treinamento e a documentação de que precisa para entender como usar os dados para mudar, melhorar e expandir os negócios.

O impacto da Covid-19 na Indústria 4.0

Se havia dúvidas persistentes sobre a necessidade da transformação digital para a longevidade dos negócios, o coronavírus as silenciou. Num mundo sem contato, a grande maioria das interações com clientes e funcionários ocorreu virtualmente. Com raras exceções, operar digitalmente foi a única maneira de permanecer nos negócios por meio de desligamentos obrigatórios e atividades restritas.

Esse mandato digital não é novo, ele foi simplesmente colocado em foco nítido. Antes da pandemia, uma mudança de paradigma em direção à digitalização e servitização da economia já estava em andamento. Os eventos ocasionados com a pandemia aceleraram o paradigma, como evidenciado pela mudança acentuada nos gastos em direção aos negócios digitais (NETO, 2021).

Na pesquisa realizada pela KPMG, na Figura 2, é possível observar que 53% dos entrevistados responderam que vão investir em tecnologias visando a digitalização dos processos, número consideravelmente menor se comparado com o resto do mundo (67%), mostrando certa diferenciação nas estratégias entre o Brasil e o resto do mundo no que diz respeito à digitalização (NIYAMA, 2020).

Figura 02: Pesquisa prioridades estratégicas.



Fonte: KPMG (2020) apud Niyama (2020)

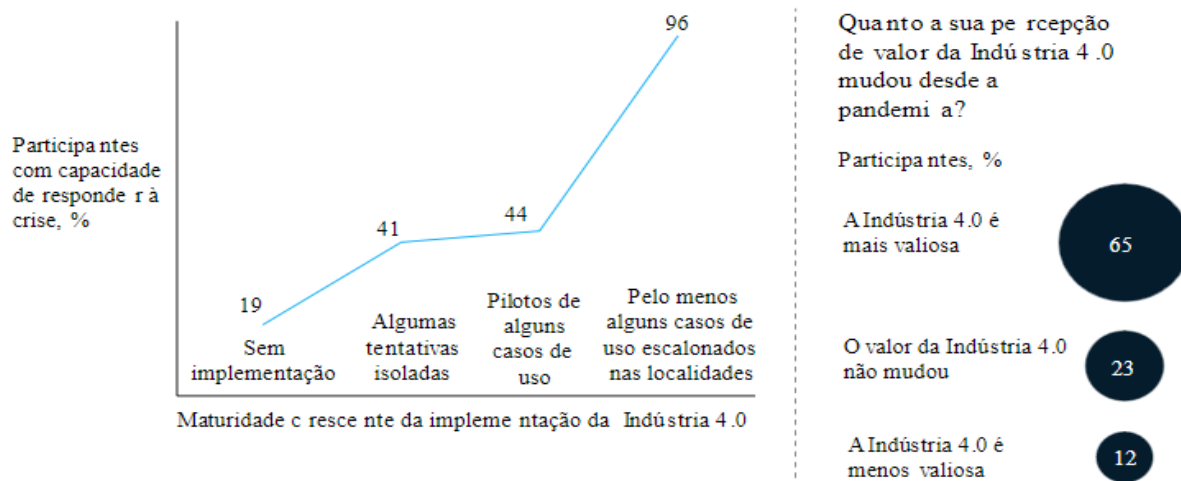
E isso é apenas o começo, pois a pandemia é uma verificação da realidade para as empresas que relutam em adotar a transformação digital e na pandemia encontraram-se

despreparadas. Além do estresse de funcionários potencialmente comprometidos com a saúde, uma queda repentina e dramática na demanda e total incerteza econômica, muitas empresas lutaram para migrar as suas operações e força de trabalho para um ambiente virtual (NETO, 2021).

Por outro lado, as empresas que não apenas desenvolveram estratégias digitais, mas as executaram antes da pandemia, durante a crise, estavam em condições de superar os seus concorrentes menos ágeis. Isso não significa subestimar os desafios relacionados ao COVID-19 que eles enfrentaram, independentemente do seu nível de maturidade digital. Tornar-se digital por si só não é uma panaceia para tudo o que aflige as empresas no atual ambiente econômico. Eles, no entanto, têm muito mais ferramentas à sua disposição não apenas para enfrentar a tempestade, mas para sair do outro lado mais forte por ela (SANTOS, 2022).

As empresas que haviam adotado casos de uso da Indústria 4.0 antes da COVID-19 viram-se mais bem posicionadas para responder à crise, como observado na Figura 03. Cerca de 65% dos participantes responderam estarem mais otimistas quanto às projeções para as tecnologias digitais do que 1 ano atrás (AGRAWAL et al., 2021).

Figura 03: As empresas com implementação de Indústria 4.0 mais madura afirmam ter uma maior capacidade de responder à crise.



Fonte: Agrawal et al. (2021)

Mesmo antes da COVID-19, as tecnologias da Indústria 4.0 estavam a começar a ter um grande impacto na transformação dos fabricantes em todo o mundo. Durante o cenário de pandemia, soluções como IoT, IA, análise e automação assumiram um novo grau de

importância. A pandemia acelerou o impulso das organizações para a transformação digital (SANTOS, 2022).

A crise do coronavírus desencadeou uma nova discussão sobre globalização versus localização. Durante a crise, ficou claro que as empresas que conseguiram tomar decisões país a país tiveram uma vantagem em termos de flexibilidade de produção, bem como da perspectiva da demanda. Além disso, a recente escalada nas tensões comerciais China-EUA e a Guerra da Rússia e Ucrânia destacaram novamente a vulnerabilidade das cadeias de suprimentos. Isso e a experiência da pandemia colocaram os holofotes de volta nos ajustes da cadeia de suprimentos, considerando quantos países foram forçados a anunciar bloqueios com tempo limitado para obter suprimentos de bens essenciais (ERNST, 2022).

Portanto, acredita-se que empresas e governos considerarão cada vez mais transferir parte da produção para mais perto de casa ou dos seus clientes após a crise. Isso representa uma mudança de paradigma na fabricação do foco de custo nas últimas décadas, que favoreceu os centros de fabricação concentrados.

Nesse sentido, o setor manufatureiro poderá se tornar ainda mais digital nos próximos anos. Espera-se um foco crescente em dispositivos conectados e o seu uso da Internet das Coisas Industrial (IIoT). Alguns centros de manufatura importantes nos mercados asiáticos, incluindo China, Coreia do Sul e Japão, mantiveram a produção ininterrupta, apesar da disponibilidade limitada de mão de obra, graças ao uso de sensores e IIoT para monitorar a produção (GIMENEZ; SANTOS, 2019).

Com o investimento em 5G, a adoção da IIoT deve continuar a aumentar. O COVID-19 tornou as vantagens das tecnologias da Indústria 4.0 mais tangíveis do que nunca. Mas a adoção não está a acelerar no mesmo ritmo para todos. Certas soluções digitais tiveram uma adoção rápida e abrangente na indústria como resultado da pandemia. Os fabricantes mais bem posicionados para avançar após a crise são aqueles que já haviam construído a sua infraestrutura da Indústria 4.0 antes da crise (GIMENEZ; SANTOS, 2019).

Contudo, o mundo se tornará mais digital. As medidas de bloqueio forçaram muitas empresas a mudar fundamentalmente a maneira como compram e vendem bens e serviços, o que está a acelerar as taxas de adoção digital.

Os benefícios obtidos no uso das tecnologias digitais mostram que, independentemente do porte ou do setor analisado, estão relacionados com as tecnologias

mais adotadas pela indústria, ou seja, as que têm foco em processo produtivo conforme Figura 04 (CNI, 2022).

Figura 04: Benefícios obtidos ao adotar tecnologias digitais



Fonte: CNI (2022)

Segundo a CNI (2022), 7 a cada 10 empresas (72%) apontaram o Aumento da produtividade como um dos cinco principais benefícios obtidos pela empresa com o uso de tecnologias digitais, tornando esse benefício o mais assinalado. Empatados em segundo lugar, a Melhora da qualidade dos produtos ou serviços e a Redução de custos operacionais, foram assinalados por cerca de 6 a cada 10 empresas (60%).

A crise gera engenhosidade, e boas ideias colocadas em prática podem impulsionar qualquer negócio a um desempenho de destaque. As organizações que se apoiam nos seus louros digitais existentes podem ser superadas por aquelas que investem na adaptação dos seus recursos digitais para o futuro pós-coronavírus – um futuro que parece muito diferente do mundo pré-pandemia. Embora possa parecer contra-intuitivo, a crise é o momento ideal para dobrar a transformação digital. Em vez de colocar os planos de transformação digital em espera, as organizações precisam fazer tudo (RODRIGUES et al., 2022).

Embora a transformação digital seja frequentemente vista como um grande investimento inicial em resultados de longo prazo, não precisa ser. Alguns dos projetos de transformação mais bem-sucedidos começam com pilotos de baixo custo e recursos

limitados que são ampliados assim que os problemas são resolvidos e os resultados são comprovados. Feita da maneira certa, a transformação digital pode ser autossustentável, com cada melhoria incremental pagando a próxima etapa da jornada.

Resultados Esperados e Discussões

Em suma, a Indústria 4.0 está ganhando popularidade devido às rápidas melhorias feitas nos recursos de computação cibernética nas últimas décadas. A lacuna entre o mundo virtual e o real foi reduzida por tecnologias avançadas como Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e outras, de modo a criar uma plataforma interoperável entre Tecnologia da Informação (TI) e operações físicas reais. A Indústria 4.0 já está a influenciar setores como manufatura, gestão da cadeia de suprimentos, construção, transporte, etc. e deve impactar todos os aspectos do dia a dia das pessoas. É realmente considerada uma tecnologia disruptiva (SANTOS, 2022).

Tendo em vista que hoje, a comunicação em tempo real máquina-máquina é possível além das interações homem-máquina anteriores. As técnicas de visualização e simulação tiveram um salto com o aumento do poder de processamento dos chips. Vários produtos complexos, personalizáveis e modulares podem ser projetados e comunicados diretamente às máquinas.

Assim, os sistemas embarcados, fábricas e trabalhadores se conectam pela IoT para trabalharem juntos num ambiente ciberfísico. Como parte da Indústria 4.0, os robôs, quando apoiados por IA e IoT, são mais flexíveis e podem tomar decisões num ambiente de fábrica. Tem-se os Cobots, ou seja, Robôs Colaborativos participando intrinsecamente das atividades humanas, e o seu papel agora é mais do que máquinas autônomas realizando tarefas repetitivas (LUIZ, 2021).

Na Indústria 4.0, vários sistemas ciberfísicos operam juntos e tomam decisões corretivas por conta própria para aumentar a produtividade. Um alerta oportuno para intervenção humana é gerado informando a causa prevista e a provável manutenção necessária para garantir a disponibilidade ininterrupta da máquina. A lógica do processamento distribuído para tarefas regulares com uma tomada de decisão centralizada usando uma estrutura de análise é amplamente utilizada. As informações do sensor inteligente que emanam dos sistemas ciberfísicos são processadas nos servidores em nuvem.

Nos servidores em nuvem, a análise de IA composta por modelos matemáticos executa algoritmos preditivos para melhorar a produtividade e auxilia na orientação do processo de fabricação. A implementação da Indústria 4.0 requer não apenas uma integração horizontal de fábrica a fábrica, mas uma integração vertical para conectar as hierarquias de uma linha de produção. Geralmente, a inteligência da fábrica inteligente é alcançada com a convergência de tecnologias de processamento de informações como parte de um ecossistema digital (RIGHETTO, 2020).

Todo setor está em processo de ser afetado - se não transformado - pela Quarta Revolução Industrial e o ritmo da mudança continua a acelerar à medida que a sua escala se expande. Seguindo os passos da terceira revolução, definida pela ascensão da tecnologia e da produção automatizada, a Quarta Revolução reflete as fronteiras entre humanos e máquinas, do qual afetará os próprios fundamentos da sociedade: crescimento econômico, educação, sistemas financeiros, geossecurança, comércio global, saúde, pobreza e muito mais.

CONCLUSÃO

Observa-se que o objetivo deste trabalho é alcançado por meio da revisão bibliográfica sobre o tema abordado, discutindo acerca do que é a Indústria 4.0, trazendo os benefícios e desafios na implantação desta, além de abordar o impacto da Covid-19 na aceleração da Quarta Revolução Industrial.

As organizações que adotam soluções digitais têm maior resiliência diante da adversidade e uma vantagem sobre a concorrência que permitirá que elas se recuperem mais rapidamente e passem da defesa para a busca do crescimento.

Com melhor qualidade, custos mais baixos e capacidade de trabalhar bem para a satisfação do cliente, a Indústria 4.0 coloca produtores e fabricantes no caminho de serem os fornecedores mais favorecidos pelos clientes. Além disso, abre abordagens para atender a oportunidades de negócios maiores, oferecer itens ajustados/personalizados e, posteriormente, com margens mais altas.

A adição de tecnologias mais novas também pode levar as vantagens a um nível mais alto. Aqueles que realmente podem usar inteligência artificial e aprendizado de máquina para ver padrões e ajudar a antecipar problemas futuros também podem mantê-los afastados.

Os fabricantes que adotarem a abordagem de produção inteligente descentralizada da Indústria 4.0 serão, definitivamente, os que poderão competir com lucratividade mesmo nos mercados globais mais exigentes.

Conclui-se que a transformação digital foi mais necessária durante esta crise, não menos. Mas isso não significa que será o mesmo que era antes da pandemia. Os recursos — tanto em termos de talento quanto de dinheiro — serão provavelmente limitados. As iniciativas digitais podem precisar ser redefinidas com base na relevância no ambiente atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAWAL, M.; DUTTA, S.; KELLY, R.; MILLÁN, I. COVID-19: Um ponto de inflexão para a Indústria 4.0. 2021. McKinsey & Company. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/covid-19-an-inflection-point-for-industry-40/pt-BR>. Acesso em 16 nov. 2022.

CARDOSO, M. O. Indústria 4.0: a quarta revolução industrial. 2016. 43 f. Monografia (Curso de Especialização em Automação Industrial), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba/PR, 2016.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Indústria 4.0 cinco anos depois. Sondagem especial - Ano 21, n. 83 (Abril 2022). Brasília: CNI, 2022.

ELIENESIO, M. L. B. Panorama da indústria 4.0 no Brasil: principais tecnologias utilizadas e os desafios para sua implementação. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza/CE, 2018.

ERNST, J. Potências ocidentais correram para acabar com sua dependência excessiva da China como principal fornecedor desde o início da pandemia da Covid-19. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/eua-e-aliados-devem-combater-praticas-comerciais-desleais-da-china-diz-yellen/> Acesso em: 29 out. 2022.

GIMENEZ, D. M.; SANTOS, A. L. Indústria 4.0, manufatura avançada e seus impactos sobre o trabalho. Texto para Discussão. Unicamp. IE, Campinas, n. 371, nov. 2019.

LUIZ, J. V. R. Suporte potencial das tecnologias da indústria 4.0 às atividades de PCP da teoria das restrições: uma abordagem multicritério. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Bauru/SP, 2021.

MATOS, J. S. A indústria 4.0 na economia brasileira: Seus benefícios, impactos e desafios. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia/MG, 2020.

NETO, V. O. P. Indústria 4.0 – os desafios e oportunidades no Brasil em meio à pandemia de COVID-19. Monografia. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto/MG, 2021.

NIYAMA, A. Supply Chain 4.0: A nova tendência das indústrias no Brasil e no mundo. 2020. ILOS. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/supply-chain-4-o-a-nova-tendencia-das-industrias-no-brasil-e-no-mundo/>. Acesso em 16 nov. 2022.

RIGHETTO, S. B. Manutenção Preditiva 4.0: Conceito, Arquitetura e Estratégias de Implementação. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2020.

RODRIGUES, L. C.; QUEIROGA, A. P. G.; MILHOSSI, J. F. Indústria 4.0 e a transformação digital. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.2, p. 14093-14101 feb., 2022.

ROTHSTEIN, A. F. As transformações no mundo do trabalho no limiar do século XXI nos países do G7. Monografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2008.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018.

SANTOS, M. C. M. Indústria 4.0: Impactos disruptivos causados na indústria, economia e sociedade durante o Período Pandêmico da COVID-19. Monografia. Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Ouro Preto/MG, 2022.

SIRIMANNE, S. N. What is 'Industry 4.0' and what will it mean for developing countries? 2022. In UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development. Disponível em: <https://unctad.org/news/blog-what-industry-40-and-what-will-it-mean-developing-countries>. Acesso em 02 Set. 2022.