

Jean Carlos Valim de Brito

Faculdade Tecnológica de Assis
jeanvalimbrito@fatec.sp.gov.br

Claudio Fazano Guazeli Filho

Faculdade Tecnológica de Assis
guazeli@gmail.com

Me. Antonio Rafael Pepece Junior

Faculdade Tecnológica de Assis
antonio.pepece@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A evolução tecnológica está impulsionando a indústria tradicional para uma nova era de desenvolvimento, conhecida como Indústria 4.0. Nesse cenário, a Internet das Coisas (IoT) desempenha um papel fundamental, conectando dispositivos físicos à internet e permitindo a troca de informações em tempo real ao longo da cadeia de produção. Isso resulta em benefícios como maior flexibilidade operacional, redução de custos e prazos de entrega mais curtos. No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios como complexidade técnica e questões de segurança de dados. Superar esses desafios requer esforços colaborativos entre governos, setor privado e sociedade, além de investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento. Compreender e adaptar-se às mudanças trazidas pela Indústria 4.0 é essencial para as empresas manterem sua competitividade no mercado global. Esta pesquisa oferece insights valiosos para orientar as empresas na maximização dos benefícios das tecnologias emergentes, destacando a importância da colaboração entre academia, empresas e governos para impulsionar o progresso nesta nova era industrial.

Palavras-chave: Indústria 4.0; IOT; Tecnologia.

ABSTRACT

Technological evolution is redefining traditional industry, propelling it into a new phase of organizational development, known as Industry 4.0 or 4th Industrial Revolution. In this context, the Internet of Things (IoT) plays a central role, connecting physical devices to the internet and allowing the exchange of information in real time throughout the production chain. This provides benefits such as greater operational flexibility, cost reduction and shorter delivery times. However, implementing these technologies faces challenges such as technical complexity and data security issues. Overcoming these challenges requires collaborative efforts between governments, the private sector and society, as well as continuous investments in research and development. Understanding and adapting to the changes brought about by Industry 4.0 is crucial for companies to maintain their competitiveness in the global market. This research offers important insights to guide companies in maximizing the benefits of emerging technologies, highlighting the importance of collaboration between academia, business and governments for progress in this new industrial era.

Keywords: Industry 4.0; IoT; Technology

1 INTRODUÇÃO

A evolução das tecnologias de informação e sua integração nos processos de produção estão redefinindo a indústria tradicional, impulsionando-a para um novo patamar de desenvolvimento organizacional. Com o objetivo de capitalizar os benefícios dessas inovações e fortalecer a competitividade no mercado global, uma transformação de paradigma na fabricação está sendo amplamente discutida em todo o mundo. Termos como Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial são frequentemente empregados para descrever a implementação de dispositivos "inteligentes" capazes de comunicação autônoma ao longo da cadeia de valor (SANTOS, 2018).

A Indústria 4.0, considerada por alguns como a 4ª Revolução Industrial, é uma estratégia de alta tecnologia promovida pelo governo alemão e implementada pela indústria. Seu foco é usar tecnologias avançadas ligadas à internet para tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos. Nessa abordagem, as máquinas empregam otimização, autoconfiguração e até inteligência artificial para executar tarefas complexas, resultando em eficiências de custo superiores e produtos/serviços de melhor qualidade (BITKOM *et al.*,2016).

Ao incorporar sensores no ambiente de produção, os mundos físico e virtual se mesclam, formando os *Cyber Physical Systems* (CPS). Esses sistemas, conectados pela *Internet of Things* (IoT), interagem e analisam dados para prever falhas e adaptar-se às mudanças. As novas estruturas de produção, com dispositivos "inteligentes" conectados à rede, possibilitam a comunicação entre produtos e sistemas de produção. Essas inovações, conhecidas como *Smart Factories*, são fundamentais para atingir a flexibilidade necessária para atender às demandas dos mercados atuais, que incluem expectativas crescentes de produtividade, maior variedade de produtos e redução de tamanhos de lotes (CHENG *et al.*,2015).

O ambiente de manufatura ágil demanda tecnologias que possibilitem o compartilhamento de informações de maneira eficaz e eficiente, assim como a integração do sistema produtivo. Essas capacitações podem ser efetivadas por meio da Internet of Things (IoT), tecnologia considerada a base da Indústria 4.0. A IoT possibilita a conexão entre produtos, máquinas, sistemas e pessoas, promovendo o sensoriamento do sistema produtivo e fornecendo informações em tempo real. Essa interconexão traz benefícios significativos, tais como, maior flexibilidade, redução de prazos de entrega e diminuição de custos (LEGO e MATTOS, 2020).

O objetivo geral deste estudo mostrar e fornecer uma visão da Indústria 4.0, destacando especialmente a importância da Internet das Coisas (IoT). Como objetivos específicos, busca-se, por meio de uma breve revisão da literatura, descrever seus componentes, abordar os principais desafios e analisar como a combinação de tecnologias avançadas, incluindo a IoT, pode gerar novas oportunidades para atender às demandas contemporâneas. Essa inclusão visa

ressaltar a relevância da IoT como um elemento fundamental na evolução e aplicação prática da Indústria 4.0.

Justifica-se este estudo diante da necessidade em compreender e adaptar-se às transformações significativas que a Indústria 4.0 impõe ao cenário industrial global. A análise aprofundada da interseção entre a Indústria 4.0 e a Internet das Coisas (IoT) não apenas oferece uma visão crítica das tecnologias emergentes, mas também lança luz sobre os desafios práticos enfrentados pelas organizações que buscam implementar tais inovações. Além disso, ao destacar a importância da IoT como uma peça-chave nesse contexto, este estudo contribui para a formulação de estratégias eficazes e informadas, orientando as empresas na maximização dos benefícios decorrentes dessa revolução industrial (SANTOS, 2018).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Indústria 4.0

Desde o início da industrialização no século XIX, avanços tecnológicos têm promovido mudanças significativas de paradigmas, conhecidas como "revoluções industriais". A primeira revolução, marcada pelo uso da energia a vapor, rompeu com o paradigma da produção artesanal. A segunda revolução industrial surgiu com a introdução da energia elétrica no final do século XIX. A terceira revolução industrial foi impulsionada pela cibernética e pela generalizada digitalização (PACCHINI et al., 2020).

Nesse contexto, segundo Vinicius (2019), a Indústria 4.0 teve origem como uma iniciativa impulsionada pelo governo alemão, unindo as principais inovações tecnológicas provenientes do setor de tecnologia, universidades e centros de pesquisa. Essas inovações são direcionadas aos processos de manufatura, visando uma transformação na operação das fábricas nos dias de hoje. Vale ressaltar que a Indústria 4.0 transcendeu a fase de conceito teórico, tornando-se uma realidade tangível graças aos avanços tecnológicos ocorridos na última década, especialmente nos campos da tecnologia da informação e engenharia (VINICIUS, 2019).

Além disso, de acordo com Pacchini et al. (2020), a combinação de diversas tecnologias, a Internet e os denominados "objetos inteligentes" (máquinas e produtos) apontam para uma nova revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0. Essa fase apresenta novos paradigmas para a indústria de manufatura, marcando mais uma etapa fundamental na evolução tecnológica ao longo dos anos.

Vinicius (2019) caracteriza essa nova fase por um conjunto de tecnologias fundamentadas nos conceitos e nas interações entre sistemas ciber-físicos, a Internet das Coisas e o Big Data. Essa abordagem busca estabelecer uma "fábrica sem papel", simplificando a visão e as tomadas

de decisões por parte dos operadores da fábrica inteligente. Dessa forma, a Indústria 4.0 evidencia que seria um equívoco pensar que a tecnologia atingiu seu auge na indústria. Esse termo é empregado para descrever a adoção das tecnologias mais avançadas na produção de bens de consumo, incluindo big data, internet das coisas, inteligência artificial, entre outras (VINICIUS, 2019).

2.2 Internet of Things (IoT)

A *Internet of Things* ou Internet das Coisas (IoT) tem sido identificada como uma das tecnologias cruciais para o futuro, capturando a atenção das indústrias. Ela oferece a oportunidade de integrar e comunicar dispositivos, proporcionando uma visão mais precisa e em tempo real do fluxo de produtos e materiais (LEGO e MATTOS, 2020). Os *Sistemas Ciberfísicos* (CPS) compreendem objetos "inteligentes", como máquinas, produtos ou dispositivos, que trocam informações de maneira autônoma, colaborando com o mundo físico ao seu redor. Os produtos "inteligentes", identificados por meio de chips *RFID* (*Radio-Frequency Identification*), fornecem dados sobre sua localização, histórico, status e rotas (SANTOS, 2018).

Segundo Lego e Mattos (2020) a Internet das Coisas (IoT) representa uma rede de objetos físicos equipados com tecnologia incorporada, como sensores ou atuadores, permitindo a comunicação e interação desses objetos com o ambiente externo ou entre seus estados internos. A interconexão de objetos, pessoas e processos viabiliza a captura de dados e eventos, capacitando a empresa a desenvolver entendimento sobre comportamento e utilização. Isso, por sua vez, possibilita ações preventivas ou até mesmo transformações nos processos de negócios.

Na área de negócios, a Internet das Coisas (IoT) oferece diversos benefícios em várias áreas, destacando-se, por exemplo, cidades, comércio, eventos, agricultura, saúde, energia, indústria e transporte. A aceleração contínua das inovações tecnológicas demanda uma eficiência crescente na produção, uma vez que a competitividade aumenta devido às facilidades de conexão além das fronteiras. Entre as vantagens, destaca-se a facilitação do comércio de produtos (DOS SANTOS, 2020).

Os dados provenientes da IoT têm a capacidade de identificar e solucionar questões empresariais, como alterações nas condições de mercado e nos padrões de comportamento dos clientes. Os autores também destacam a integração de ferramentas de análise de negócios aos dispositivos IoT, viabilizando a tomada de decisões em tempo real (LEGO e MATTOS, 2020).

Santos (2018) diz que essas informações permitem que as estações de trabalho identifiquem as etapas de fabricação necessárias para cada produto e se ajustem para realizar tarefas específicas. A Internet das Coisas (IoT) desempenha um papel crucial, conectando esses dispositivos a uma rede de internet e possibilitando o intercâmbio de informações em tempo real.

Com o auxílio de *Big Data* e computação em nuvem, é viável realizar a coleta, armazenamento e análise abrangente de dados provenientes de diversas fontes e clientes. Isso contribui para apoiar a tomada de decisões, otimizar operações, economizar energia e aprimorar o desempenho global.

2.3 O papel da IoT na Indústria 4.0

O Brasil, com seu vasto potencial em recursos, se destaca como um cenário propício para a produção em diversos setores. A necessidade de aprimorar a competitividade através da melhoria da qualidade dos produtos e da redução dos custos de produção torna-se crucial. Essa estratégia visa expandir a variedade de produtos aceitos pelas inspeções de qualidade, resultando em uma maior competitividade global. No entanto, para atingir esse objetivo, é essencial um controle preciso da produção, assegurando que variáveis ambientais permaneçam em valores ideais para elevar a qualidade dos produtos (DOS SANTOS, 2020).

Essa busca pela excelência na produção está alinhada com a visão inovadora da Internet, associada à Indústria 4.0, conhecida como Internet das Coisas (IoT). A IoT está atualmente conectando bilhões de objetos, como sensores, monitores, dispositivos de identificação e máquinas, através de radiofrequência, transcendendo o uso convencional da Internet (PACCHINI et al., 2020). A introdução do termo "Internet das Coisas" (IoT) por Kevin Ashton em 2009, inicialmente focado na comunicação entre objetos do cotidiano através da internet, evoluiu para descrever uma rede interconectada de entidades por meio de diversos sensores. Essa evolução possibilita a localização, identificação e operação dessas entidades pela internet (Ng & Wakenshaw, 2017).

Nesse contexto, Georgakopoulos et al. (2016) ressaltam que a IoT oferece oportunidades significativas para aprimorar a produtividade, qualidade e segurança nas fábricas. O monitoramento em tempo real dos Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) de produção, o gerenciamento inteligente de inventário e a automação de tarefas complexas são algumas das possibilidades que essa tecnologia proporciona. Essas oportunidades não apenas impulsionam a eficiência operacional, mas também contribuem para a redução de custos e o aprimoramento da qualidade dos produtos.

Em paralelo, Dubey e Gunasekaran (2014) destacam que, para a dinâmica da manufatura ágil, é crucial contar com tecnologias que possibilitem o eficaz compartilhamento de informações e a integração eficiente do sistema produtivo. A IoT, considerada a base da Indústria 4.0, desempenha um papel vital nesse cenário. Facilitando a conexão entre produtos, máquinas, sistemas e pessoas, a IoT promove o sensoriamento do sistema produtivo, fornecendo informações em tempo real. Essa integração não apenas aumenta a flexibilidade nas operações,

mas também reduz prazos de entrega e custos, solidificando-se como uma ferramenta fundamental para impulsionar a competitividade e a eficiência no ambiente industrial.

2.3 Desafios na Implementação da IoT

As atuais dificuldades na implementação da automação incluem desafios como a elevada complexidade para aqueles sem especialização na área de tecnologia da informação e automação, o custo associado à mão de obra qualificada e a escassez de materiais relacionados ao tema. Na automação de controle de um processo específico, sensores e atuadores são comumente empregados para atender às demandas de monitoramento e execução (SILVA, 2017).

Essa abordagem busca superar as barreiras existentes, como a complexidade e os custos associados à qualificação de mão de obra especializada, além da limitada disponibilidade de materiais relacionados ao campo da automação (DOS SANTOS, 2020). Os sensores desempenham um papel fundamental na coleta de dados do processo, enquanto os atuadores atuam como acionadores quando é necessário executar determinado procedimento. Isso visa aprimorar a eficiência e a precisão no controle de processos.

Dubey e Gunasekaran (2014) enfatizam que a dinâmica dos negócios tem sido constantemente impactada por mudanças significativas nas últimas décadas, impulsionadas pela rápida evolução tecnológica, alterações nas condições de mercado, transformações nas demandas dos clientes e a transição da competição de mercado local para um cenário global, resultado da crescente globalização. Diante desse panorama, tornou-se imperativo reformular os paradigmas de produção, substituindo o sistema de produção em massa por estratégias de fabricação flexível e ágil. Segundo Gunasekaran (1999, p. 87), "a agilidade aborda novas formas de administrar empresas para enfrentar esses desafios".

Dos Santos (2020) destaca que uma abordagem eficaz para reduzir os custos e aprimorar a qualidade dos produtos consiste na aplicação da Tecnologia da Informação (TI), com ênfase na Internet das Coisas (IoT). Essa integração proporciona benefícios significativos, permitindo um controle mais eficiente e preciso, resultando em produtos de alta qualidade e contribuindo para a competitividade em diversos setores. Essa conexão entre automação, agilidade nos

negócios e tecnologias emergentes evidencia um caminho inovador para enfrentar os desafios contemporâneos e prosperar em um ambiente empresarial dinâmico.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo adota uma abordagem indutiva, permitindo a ampliação de uma teoria existente. Essa abordagem viabiliza a observação de fenômenos específicos, a identificação de regularidades entre eles e a generalização do objeto de investigação. Nessa perspectiva, a abordagem adotada se enquadra como exploratória, visando proporcionar maior familiaridade com o tema e torná-lo evidente no decorrer da pesquisa.

A revisão da literatura desempenha um papel central na sustentação do conteúdo deste estudo, sendo fundamentada em materiais previamente publicados, como livros, artigos e recursos online (ALMEIDA, 2017). A busca por teorias e conceitos-chave relevantes para a pesquisa foi conduzida por meio de fontes como SCIELO e Google Acadêmico, explorando trabalhos de autores renomados, incluindo Santos (2018), Vinicius (2019), BITKOM et al. (2016), entre outros.

Dessa forma, este estudo se apoia em uma base sólida, utilizando a revisão bibliográfica como uma ferramenta crucial na construção do conhecimento. A análise crítica e a síntese de pesquisas existentes proporcionam uma compreensão profunda e fundamentada sobre a segurança em redes de computadores. Essa abordagem reforça a relevância deste trabalho no cenário atual, contribuindo para o avanço do entendimento sobre o tema em questão.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As redes de computadores evoluíram juntamente com o avanço do hardware e do software, originando seus próprios ciclos de inovação. Esta progressão atendeu à crescente demanda por integração, resultando no desenvolvimento de componentes cada vez mais integrados. Inicialmente, essa integração ocorreu dentro das organizações e, posteriormente, expandiu-se para abranger integração externa, migrando de modelos proprietários para uma infraestrutura pública com a internet (Albertin e Albertin, 2017).

A Internet das Coisas (IoT) pode ser caracterizada como uma ampla e global rede onipresente que facilita e possibilita a integração do mundo físico (Santaella, 2013). De acordo com Albertin e Albertin (2017), a IoT é constituída principalmente por uma variedade de hardwares, sejam eles embarcados ou não, e softwares interligados por comunicações digitais, tanto com fio quanto sem fio. É relevante destacar, como já mencionado, que essa rede incorporará várias outras inovações.

À medida que as evoluções e inovações se aceleram, aqueles capazes de compreender todas as forças tecnológicas envolvidas na IoT e mapear suas oportunidades estarão em uma posição privilegiada para se adaptar e transformar. É inegável que a IoT tem o poder de redefinir todo o cenário socioeconômico (ALBERTIN e ALBERTIN, 2017).

Figura 1 – A internet das coisas (IoT)



Fonte: FACCIONI FILHO, Mauro, 2016

A Internet das Coisas (IoT) está profundamente entrelaçada com uma variedade de avanços tecnológicos cruciais, tanto para viabilizá-la quanto para explorar plenamente seu potencial. Esses avanços são vastos e continuarão a surgir, moldando significativamente o ambiente da IoT sob a influência de várias forças, comportamentos e papéis desempenhados por entidades como o governo, o setor privado, a sociedade e a economia em geral.

O governo desempenha diversos papéis fundamentais, atuando como regulador, incentivador e demandante, e é uma parte essencial desse contexto. Por sua vez, o setor privado opera de acordo com suas características e interesses específicos dentro do ambiente da IoT (LEGO e MATTOS, 2020).

Albertin e Albertin (2017) afirmam que a sociedade desempenha um papel crucial, exigindo atenção, preparo, respeito e participação ativa neste ambiente em constante evolução. Enquanto isso, a economia, impulsionada por suas forças dinâmicas, pode tanto facilitar quanto restringir as iniciativas relacionadas à IoT, influenciando diretamente seu desenvolvimento e alcance (FACCIONI FILHO, 2016).

Santaella (2013) ressalta que a IoT não se restringe a uma única tecnologia, mas é um ecossistema complexo composto por uma variedade de tecnologias e topologias integradas. Essas tecnologias operam em diferentes escalas, desde macroestruturas, como a "nuvem", até microestruturas, como a "névoa" (fog). A arquitetura da IoT encapsula esse conceito, onde cada

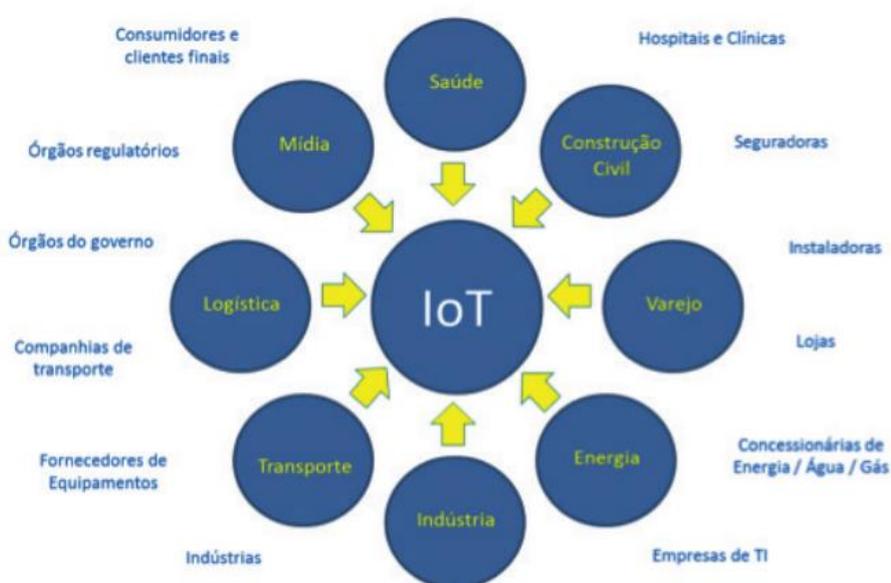
componente, ou "coisa", é dotado de capacidades de processamento e comunicação, tornando-se "inteligente".

O termo "inteligente" tornou-se um adjetivo comum em várias plataformas de mercado impulsionadas pela IoT, como smart grid, smart city, smart building, entre outras. Essa inteligência permeia desde dispositivos de uso diário, como aparelhos e roupas inteligentes (wearables), até sistemas complexos de geolocalização e rastreamento global. Empresas líderes, como Google e Apple, investem pesadamente nesse setor, desenvolvendo desde produtos simples, como óculos e relógios inteligentes, até infraestruturas robustas de IoT (CHENG et al., 2015).

A realidade da IoT já se faz presente no mercado, com os wearables sendo uma parte cotidiana da vida das pessoas. Empresas, tanto grandes quanto pequenas, estão dedicando esforços significativos no desenvolvimento de novos produtos para esse mercado em expansão. A ascensão dessas empresas, muitas das quais se tornaram milionárias, evidencia o potencial lucrativo e disruptivo da IoT (EVANS, 2011).

Faccioni Filho (2016) observa que, para todos os envolvidos, sejam grandes corporações ou desenvolvedores individuais, a IoT apresenta uma série de desafios. Desde questões de segurança e privacidade até a necessidade de inovação constante e adaptação às demandas do mercado, o cenário da IoT é dinâmico e desafiador. No entanto, também oferece oportunidades sem precedentes para transformar a maneira como interagimos com o mundo ao nosso redor.

Figura 2 – Mercado e participantes do ecossistema da IoT



Fonte: FACCIONI FILHO, Mauro, 2016

Portanto, à medida que a Internet das Coisas (IoT) continua a se expandir e integrar-se cada vez mais em nossas vidas e negócios, torna-se imperativo reconhecer e compreender seu impacto abrangente e transformador em diversos aspectos da sociedade e da economia. Desde a revolução na forma como interagimos com dispositivos cotidianos até a otimização de processos industriais complexos, a IoT está redefinindo os limites do possível, moldando o futuro de maneiras inimagináveis e oferecendo oportunidades sem precedentes para melhorar a eficiência, a produtividade e a qualidade de vida (LEGO e MATTOS, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução tecnológica está trazendo mudanças profundas na indústria, e a integração dessas tecnologias está impulsionando a manufatura para um novo patamar de eficiência e flexibilidade. A Indústria 4.0, ou 4ª Revolução Industrial, representa essa transformação, onde sistemas de produção estão se tornando mais flexíveis e colaborativos graças ao uso de tecnologias avançadas, como Internet das Coisas (IoT), Big Data e inteligência artificial.

A IoT desempenha um papel crucial nesse cenário, conectando dispositivos físicos à internet e permitindo a troca de informações em tempo real. Isso possibilita uma série de benefícios, incluindo maior A evolução tecnológica está trazendo mudanças profundas na indústria, e a integração dessas tecnologias está impulsionando a manufatura para um novo patamar de eficiência e flexibilidade. A Indústria 4.0, ou 4ª Revolução Industrial, representa essa transformação, onde sistemas de produção estão se tornando mais flexíveis e colaborativos graças ao uso de tecnologias avançadas, como Internet das Coisas (IoT), Big Data e inteligência artificial.

A conectividade dos dispositivos físicos à internet, como máquinas, produtos e sistemas, desempenha um papel crucial nesse cenário. Essa interconexão possibilita uma troca de informações em tempo real, permitindo uma série de benefícios, incluindo maior flexibilidade operacional, redução de custos e prazos de entrega mais curtos. Além disso, essa conectividade está redefinindo a forma como as empresas interagem com seus produtos e processos, permitindo uma tomada de decisão mais ágil e informada.

No entanto, a implementação dessas tecnologias também apresenta desafios, como a complexidade técnica, custos associados à infraestrutura e questões de segurança e privacidade dos dados. Superar esses desafios exigirá esforços colaborativos entre governos, setor privado e sociedade, além de investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento.

Como esta pesquisa demonstra, compreender e adaptar-se às mudanças trazidas pela Indústria 4.0 é fundamental para as empresas que buscam manter sua competitividade no mercado global. Ao explorar teorias e conceitos avançados, esta pesquisa oferece insights

valiosos que podem orientar as empresas na maximização dos benefícios dessas tecnologias emergentes. A colaboração entre acadêmicos, empresas e governos é essencial para impulsionar o progresso e garantir que a sociedade como um todo se beneficie das oportunidades oferecidas pela Indústria 4.0.

6 REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Alberto Luiz; ALBERTIN, Rosa Maria de Moura. A Internet das Coisas irá muito além das Coisas. 2017.

ALMEIDA, M. B. Noções básicas sobre Metodologia de pesquisa científica. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<https://mba.eci.ufmg.br/downloads/metodologia.pdf>>. Acesso em 03 de março de 2024.

BITKOM; VDMA; ZVI. Implementation strategy industrie 4.0: report on the results of the industrie 4.0 platform. Frankfurt, Alemanha, 2016.

CHENG C.; GUELFIRAT, T.; MESSINGER, C.; SCHMITT, J.; SCHNELTE, M.; WEBER, P. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: European Software Engineering Conference And The Acm Sigsoft Symposium On The Foundations Of Software Engineering, 10., 2015, Bergamo. Proceedings... Nova York: ACM New York, 2015. p.1010–1013.

DOS SANTOS, Izaias Batista et al. Projeto e implementação de um gateway de internet das coisas (IoT) para otimização e monitoramento de processos do agronegócio. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 344-369, 2020.

DUBEY, Rameshwar; GUNASEKARAN, Angappa. Agile manufacturing: framework and its empirical validation. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Out. 2014.

EVANS, Dave. A internet das coisas. **San José: Cisco IBSG**, p. 1-13, 2011.

FACCIONI FILHO, Mauro. Internet das coisas. **Unisul Virtual**, 2016.

GEORGAKOPOULOS, Dimitrios. Internet of Things and Edge Cloud Computing Roadmap for Manufacturing. IEEE Cloud Computer Society, 2016.

GUNASEKARAN, Angappa. Agile manufacturing: A framework for research and development. International Journal of Production Economics, p. 87-105, 1999.

LEGO, Lalesca Lopes; MATTOS, CA de. O papel da internet das coisas (IOT) nas práticas de manufatura ágil: uma análise da interação do modelo conceitual de manufatura ágil com as categorias de aplicativos da IOT. ENEGEP, v. 40, p. 2, 2020.

Ng, I.C L., & Wakenshaw, S.Y.L. (2017) The Internet-of-Things: Review and research directions. International Journal of Research in Marketing, 34(1), 3–21.

PACCHINI, Athos Paulo Tadeu et al. Indústria 4.0: barreiras para implantação na indústria brasileira. Exacta, v. 18, n. 2, p. 278-292, 2020.

SANTAELLA, Lucia et al. Desvelando a Internet das coisas. **Revista GEMInIS**, v. 4, n. 2, p. 19-32, 2013.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SILVA, Francisco Samuel de Sousa. Avaliação de Simuladores para o ensino de IoT em Redes de Computadores. 2017.

VINICIUS, Marcos Amparo et al. INDÚSTRIA 4.0. Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 1, p. 127-147, 2019.