


**BLOCKCHAIN: BENEFÍCIOS E POTENCIAIS APLICAÇÕES EM PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Pericles Rezende Coelho<sup>A</sup>



| ARTICLE INFO  | RESUMO   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b></p> <p><b>Received</b> 03 August 2023</p> <p><b>Accepted</b> 06 November 2023</p>  | <p><b>Objetivo:</b> O objetivo deste estudo é explorar os benefícios e as potenciais aplicações da tecnologia blockchain em processos industriais. Analisar diferentes ferramentas/metodologias/abordagens para a integração do blockchain na indústria e as consequências dessa implementação. Além disso, investigar as implicações dessa adoção, bem como a originalidade e o valor do uso dessa ferramenta no contexto industrial.</p>   |
| <p><b>Palavras-chave:</b></p> <p>Blockchain;<br/>Processos Produtivo;<br/>Industria.</p>  | <p><b>Referencial teórico:</b> O blockchain é uma tecnologia de registro distribuído que tem sido amplamente adotada em diversos setores, incluindo o financeiro e o de saúde. No entanto, seu potencial na indústria é menos explorado. Os principais elementos do referencial teórico incluem: Fundamentos do Blockchain, Benefícios do Blockchain e Potenciais Aplicações Industriais.</p> <p><b>Desenho/Metodologia/Abordagem:</b> Para atingir nossos objetivos, empregaremos uma abordagem qualitativa. Onde serão coletados dados por meio de revisões bibliográficas e estudos de caso. Além de estudar as diversas metodologias de implementação, como blockchains públicos e privados, para determinar suas vantagens e desvantagens em aplicações industriais.</p> <p><b>Constatações:</b> O objetivo deste trabalho é encontrar evidências dos benefícios do blockchain na indústria, como maior eficiência, redução de custos, melhor rastreabilidade e maior segurança de dados. Também discutiremos os desafios encontrados para implementação em processos industriais, como questões de escalabilidade e interoperabilidade, com o objetivo de encontrar insights para aplicação em sistemas de manufatura.</p> |
|   | <p><b>Implicações de pesquisa, práticas e sociais:</b> As conclusões deste estudo devem encorajar novas discussões para a indústria sobre questões tecnológicas, destacando a importância de considerar a adoção do blockchain como parte da estratégia de transformação digital. Além disso, poder contribuir para o desenvolvimento de melhores práticas na implementação de blockchain em processos industriais.</p> <p><b>Originalidade/valor:</b> Este estudo busca encontrar novos insights na literatura, explorando o uso do blockchain e suas diversas aplicações. Além disso, discutir as diferentes abordagens de implementação e analisar os resultados contribuirá para o avanço do conhecimento sobre como o blockchain pode ser melhor aproveitado no contexto industrial, oferecendo uma contribuição original e valiosa para a área de pesquisa e indústria de blockchain.</p> <p>Doi: <a href="https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i11.3921">https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i11.3921</a></p>  |

**BLOCKCHAIN: BENEFITS AND POTENTIAL APPLICATIONS IN INDUSTRIAL PROCESSES**

**ABSTRACT**

**Purpose:** The objective of this study is to explore the benefits and potential applications of blockchain technology in industrial processes. Analyze different tools/methodologies/approaches for integrating blockchain in industry

<sup>A</sup> Mestre em Engenharia Industrial pela Universidade do Minho. Braga, Portugal.

E-mail: [periclescoelho46@gmail.com](mailto:periclescoelho46@gmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-8392-7939>



and the consequences of this implementation. Furthermore, we will investigate the implications of this adoption, as well as the originality and value of using this tool in the industrial context

**Theoretical framework:** Blockchain is a distributed ledger technology that has been widely adopted in several sectors, including finance and healthcare. However, its potential in the industry is less explored. The main elements of the theoretical framework include: Blockchain Fundamentals, Benefits of Blockchain e Potential Industrial Applications.

**Design/Methodology/Approach:** To achieve our objectives, we will employ a qualitative approach. Where data will be collected through literature reviews and case studies. In addition to studying the various implementation methodologies, such as public and private blockchains, to determine their advantages and disadvantages in industrial applications.

**Findings:** The aim of this work is to find evidence of the benefits of blockchain in industry, such as greater efficiency, cost reduction, improved traceability and improved data security. We will also discuss the challenges encountered for implementation in industrial processes, such as scalability and interoperability issues, with the aim of finding insights for application in manufacturing systems.

**Research, Practical & Social implications:** The findings of this study should encourage new discussions for the industry regarding technological issues, highlighting the importance of considering the adoption of blockchain as part of the digital transformation strategy. Furthermore, being able to contribute to the development of best practices in implementing blockchain in industrial processes.

**Originality/Value:** This study seeks to find new insights in the literature, exploring the use of blockchain and its various applications. Furthermore, discussing the different implementation approaches and analyzing the results will contribute to advancing knowledge on how blockchain can be better leveraged in the industrial context, offering an original and valuable contribution to the area of blockchain research and industry

**Keywords:** Blockchain, Production Processes, Industry.

## BLOCKCHAIN: BENEFICIOS Y POTENCIALES APLICACIONES EN PROCESOS INDUSTRIALES

### RESUMEN

**Propósito:** El objetivo de este estudio es explorar los beneficios y aplicaciones potenciales de la tecnología blockchain en procesos industriales. Analizar diferentes herramientas/metodologías/enfoques para integrar blockchain en la industria y las consecuencias de esta implementación. Además, investigaremos las implicaciones de esta adopción, así como la originalidad y valor del uso de esta herramienta en el contexto industrial.

**Marco teórico:** Blockchain es una tecnología de contabilidad distribuida que ha sido ampliamente adoptada en varios sectores, incluidos las finanzas y la atención médica. Sin embargo, su potencial en la industria está menos explorado. Los principales elementos del marco teórico incluyen: Fundamentos de Blockchain, Beneficios de Blockchain y Potenciales Aplicaciones Industriales.

**Diseño/Metodología/Enfoque:** Para lograr nuestros objetivos, emplearemos un enfoque cualitativo. Donde se recopilarán datos a través de revisiones de literatura y estudios de casos. Además de estudiar las diversas metodologías de implementación, como blockchains públicas y privadas, para determinar sus ventajas y desventajas en aplicaciones industriales.

**Hallazgos:** El objetivo de este trabajo es encontrar evidencia de los beneficios de blockchain en la industria, como mayor eficiencia, reducción de costos, mejor trazabilidad y mayor seguridad de los datos. También discutiremos los desafíos encontrados para la implementación en procesos industriales, como los problemas de escalabilidad e interoperabilidad, con el objetivo de encontrar ideas para su aplicación en sistemas de fabricación.

**Implicaciones de investigación, prácticas y sociales:** Los hallazgos de este estudio deberían fomentar nuevos debates para la industria sobre cuestiones tecnológicas, destacando la importancia de considerar la adopción de blockchain como parte de la estrategia de transformación digital. Además, poder contribuir al desarrollo de mejores prácticas en la implementación de blockchain en procesos industriales.

**Originalidad/Valor:** Este estudio busca encontrar nuevos conocimientos en la literatura, explorando el uso de blockchain y sus diversas aplicaciones. Además, discutir los diferentes enfoques de implementación y analizar los resultados contribuirá a avanzar en el conocimiento sobre cómo se puede aprovechar mejor blockchain en el contexto industrial, ofreciendo una contribución original y valiosa al área de la investigación y la industria de blockchain.

**Palabras clave:** Blockchain, Procesos Productivos, Industria.

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, com o advento de novas Revoluções Industriais, o desenvolvimento de máquinas para manufatura de bens promoveu uma transformação drástica em processos industriais. E mais recentemente, com a introdução da digitalização de processos fabris, está havendo uma quebra de paradigmas nunca antes vista. Principalmente, na forma com as empresas estão transformando os seus processos de fabricação. Essas mudanças estão revolucionando o acesso à informação e a forma como as indústrias se comunicam e conduzem suas operações (Carvalho, 2018).

A necessidade do aumento de produtividade, flexibilidade e rapidez nas indústrias, obriga as empresas a incluir em seus processos fabris os últimos progressos das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e das tecnologias de operação (TO). A utilização dessas tecnologias permitem uma integração entre diversas fases do processo produtivo, proporcionando a flexibilidade de um processo e uma maior comunicabilidade entre os níveis de decisão da empresa.(Cruz et al, 2017).

A Indústria 4.0 nasceu com objetivo de quebrar as atuais formas de processos industriais e transformar a fábrica em um sistema autônomo e com pouca intervenção humana. Esse conceito aborda uma grande gama de novos conceitos tecnológicos que realizam a conexão dos processos fabris através da utilização de diversas ferramentas (Oliveira, 2019). O objetivo é lidar de maneira eficiente o elevado volume de informações produzidas, os novos modelos de trabalho, as novas formas de realização das tarefas e as novas estruturas empresariais que estão surgindo em decorrência das transformações tecnológicas (Dietrich et al, 2017).

De acordo com a Oracle (2022), sistemas de TI tradicionais não foram projetados para trabalhar com um grande número de informações da *Big Data* e *Cloud*, por exemplo. O volume, a velocidade e a variedade de dados processados pelas atuais sistemas de redes dificultam a gestão de dados e limitam a capacidade de tomada de decisões das empresas.

Estruturas digitais como *Blockchain* estão alterando drasticamente a gestão da governança eletrônica (e-governança) das indústrias com a utilização de protocolos transacionais mais seguros, rastreáveis e transparentes. Com a utilização de tecnologias e ferramentas de rastreamento para monitorar cada etapa do processo de fabricação e garantir a transparência, eficiência e qualidade em todas as etapas da produção. Desde o fornecimento de matérias-primas até a entrega final do produto ao cliente (Yano et al, 2023).

O uso de *Blockchain* pode representar uma nova forma de colaboração entre as organizações, aumentando a confiança e transparência no relacionamento entre elas. Essa

ferramenta deve significar uma solução ideal para múltiplos processos que envolvam empresas e ou entre departamentos que possuam transações complexas como processamento de pagamentos, gestão de ativos e gestão de promoções comerciais. gerando oportunidades para aplicabilidade da plataforma em caso de dados duplicados ou não confiáveis (Chang; Chen, 2020).

## **METODOLOGIA**

O trabalho inicialmente fará uma revisão literária, com o estudo e análise dos textos do tema proposto. Em seguida, será realizado o referencial teórico que estudará o conceito e a utilização do *Blockchain* em diversos processos, identificando seus conceitos, desafios, oportunidades e perspectivas futuras com objetivo de discutir sobre os principais obstáculos do sistema em relação a sua aplicabilidade industrial e as suas principais questões no desenvolvimento de novos processos fabris.

## **REVISÃO LITERÁRIA**

No referido estudo, foram avaliados textos cientificamente relevantes, encontrados em bibliotecas digitais, como: *Emerald Insight* e Google Acadêmico. Foram analisados apenas os textos que abrangiam os seguintes termos: “*Blockchain*”, “*Blockchain and productive process*”, “*Blockchain and Supply*” .

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

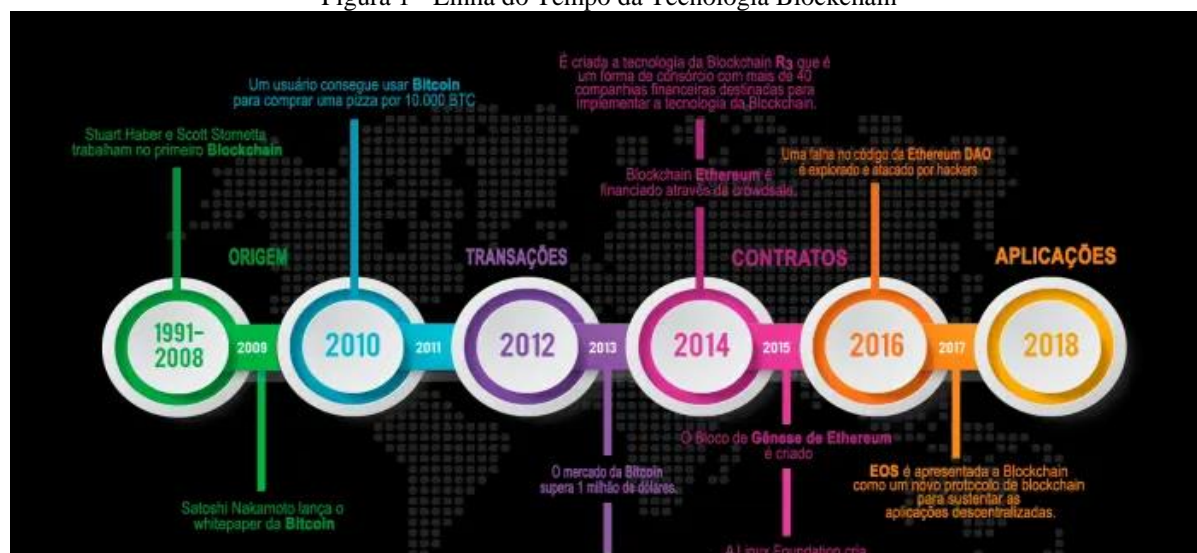
*Blockchain* é uma tecnologia que realiza transações de forma permanente e única, realizada em um conjunto de bloco de dados por meio de uma criptografia que protege as informações existentes e codifica as mensagens em relação a variabilidade do seu tamanho e aos seus dados fixos por meio da execução de protocolos de segurança. Os registros são realizados definitivamente em uma cadeia de blocos, onde os dados guardados são autenticados por usuários da rede que garantem a exatidão dessas informações (Escobar, 2021).

### **Evolução do Blockchain**

Historicamente, os conceitos de *Blockchain* começam a partir de um artigo de 1991 escrito por W. Scott Stornetta e Stuart Haber, denominado "Como registrar um carimbo de data / hora em um documento digital" , onde descrevia um sistema de hierarquia digital chamado "Cadeia de blocos". Neste estudo, Haber e Stornetta descreveram um sistema que

criava carimbos de hora digital e ordenavam os arquivos gravados de forma única e segura. De acordo com eles, essa rede de blocos possuía um conjunto de arquivos digitais que não poderia ser alterado ou manipulado. No entanto, foi somente em 2008 que a História do *Blockchain* começa a ganhar relevância, graças ao trabalho de uma pessoa ou grupo conhecido pelo nome de Satoshi Nakamoto (Escobar,2021).

Figura 1 - Linha do Tempo da Tecnologia Blockchain



Fonte: LAMOUNIER (2018)

De acordo com Lamounier (2018), o desenvolvimento do *Blockchain* se dividiu nas seguintes fases a seguir:

#### Fase 1- Transações - *Blockchain 1.0* (2004-2013)

Foi a partir do artigo escrito por Satoshi Nakamoto em 2008 que surgiu o termo *Blockchain*, neste texto foi descrito o funcionamento de um sistema eletrônico “peer-to-peer” (ponto a ponto) e a criação de uma moeda eletrônica chamada *bitcoin*. Satoshi definia esta tecnologia como um grupos de blocos interconectados a partir da junção de blocos únicos que fazia o transporte de diferentes informações e transações. É importante salientar que *bitcoin* e *blockchain* não são a mesma coisa. *Blockchain* é uma tecnologia que processa as diversas aplicações, sendo o *Bitcoin*, uma delas.

#### Fase 2- Contratos - *Blockchain 2.0* (2013-2015)

A segunda fase do *Blockchain* pode ser considerada efetivamente iniciada a partir da criação da plataforma *Ethereum* idealizada por Vitalik Buterin em 2015. O objetivo foi criar uma nova criptomoeda com funcionalidades adicionais em relação ao *Bitcoin*, e ao mesmo tempo ser uma rede “peer to peer”. A principal propriedade e sua grande vantagem do *Ethereum*



se deve pela sua capacidade de processar o maior número de transações diárias por meio de contratos inteligentes e por aplicativos descentralizados que executam várias funções ao mesmo tempo. Além disso, essa plataforma através de uma comunidade de desenvolvedores, permitiu a criação de um verdadeiro ecossistema com diversas aplicabilidades como Finanças Descentralizadas (DeFi), Ofertas Iniciais de Criptomoedas (ICOs), *Tokens* não fungíveis (NFT) e games do *Metaverso*, como *Decentral And* (MANÁ) e *The Sandbox* (SAND).

### Fase 3- Aplicações - *Blockchain* 3.0 (2018)

Neste período surgiram novos projetos que tinham objetivos de equacionar algumas deficiências encontradas no Bitcoin e Ethereum e introduzir novos instrumentos para aprimorar os mecanismos de funcionamento de *Blockchain*. Entre eles, podemos destacar a NEO, uma plataforma *open source* criada na China, que buscava inovar a infraestrutura, e garantir a segurança e agilidade da tecnologia. Outra aplicação nascida na mesma época, o IOTA, surgiu como um sistema de criptomoedas que explorava as aplicações de Internet das Coisas, permitir transações a taxa zero, introduzir novos processos de verificação exclusivos e encontrar soluções relacionadas à escalabilidade nos processos transacionais. Um outro exemplo é *Moneró Zcas* que foi criado com objetivo tratar de algumas questões sobre a segurança e escalabilidade ligados aos primeiros aplicativos *blockchain*. Como parte da sua arquitetura, essa plataforma possui três blocos que procura garantir um elevado nível de privacidade e segurança em relação às operações realizadas.

Para Lamounier (2018), diversas aplicações foram fundamentais para o desenvolvimento dos projetos em *blockchain*. Uma dessas ferramentas, a *Hyperledger*, foi lançada em 2015 como um projeto da *Umbrella* de *Blockchain* de código aberto pela a *Linux Foundation*, com objetivo de desenvolver colaborativamente os registros de distribuição, apoiar as indústrias em suas transações comerciais mundiais, melhorar o desempenho, e confiabilidade dos atuais sistemas da *blockchain* e de livros distribuídos. Uma outra plataforma, a EOS.IO, foi apresentada em 2017 por uma empresa chamada *block.one* em um artigo que descrevia um novo protocolo *blockchain* em que o funcionamento se daria através de um contrato inteligente (*smart contract*) que estabelecia aplicativos e corporações autônomas descentralizadas. O objetivo era resolver as questões relacionadas à escalabilidade, as altas taxas de transação e as questões relacionadas aos problemas de outras criptomoedas. A EOS, ao contrário de outras aplicações, busca simular características de computadores reais, incluindo CPU e GPU.

## **Tipos de *Blockchain***

Ao permitir a execução de aplicações de forma segura, a *Blockchain* tem proporcionado a integração de diferentes usuários em relação às atividades transacionais da rede, sem necessidade de intermediação e validação por um órgão central. E ao mesmo tempo, que proporciona um aumento no grau de confiança em relação aos negócios na rede, e com isso atraindo novos investidores e empreendedores e o nascimento de novas formas de negócios e mercados (Siemens, 2019).

Para Hoinaski (2021), os tipos de *blockchain* são assim divididos:

### a) *Blockchain* Público

*Blockchain* público é um tipo de sistema que permite que qualquer usuário possa participar na execução de nós na rede sem necessidade de uma permissão para entrar ou sair dele por órgão superior. É importante ressaltar que os membros da rede não se conhecem, o que pode representar um grau de confiabilidade muito baixo. No entanto, pode ser considerado como o tipo com mais transparência, pois a segurança e monitoramento são realizados pelos próprios usuários, não havendo uma classificação ou necessidade de habilitação de usuários. Essencialmente, a tecnologia é um sistema descentralizado, sem um órgão central que faça a edição ou alteração dos protocolos, e ou desligamento da rede. Somado a isso, a existência de um sistema financeiro que recompensa a verificação da informação por meio de tokens a usuários.

### b) *Blockchain* privado

*Blockchain* privado, ao contrário do público, cujas transações são essencialmente abertas ao público, realiza as transações, o acesso à rede, as informações e aos seus protocolos de forma centralizada. O importante é que somente membros da organização que o formulou, recebem a permissão para ter acesso a elas. É o mais indicado para empresas, pois permite a essas entidades o uso da *blockchain* publicamente, mas ao mesmo tempo preserva a segurança de seus dados. Essa forma de protocolo possibilita o controle de entrada e de governança sem perder a estrutura da tecnologia *Blockchain*. Principalmente pelo fato de que todos membros se conhecem, o que possibilita um maior grau de confiabilidade entre os usuários. O resultado é a diminuição do tempo de verificação de cada transação.

### c) *Blockchain* de Consórcio (Federado)

O terceiro tipo de *blockchain* é chamado de consórcio, ou federado. Esse tipo nasceu da necessidade de uma transparência maior, mais descentralizado e com um acesso facilitado do público, ao mesmo tempo que mantém o controle das transações. O gerenciamento da rede

nesse tipo estrutura é exercido por um grupo de entidades, ou organizações, que determina o acesso e privacidade das transações. O que significa que as atividades e o envio das transações são exercidas exclusivamente por membros ou poderão ser disponibilizadas ao público comum de acordo com a necessidade ou decisão da empresa ou consórcio.

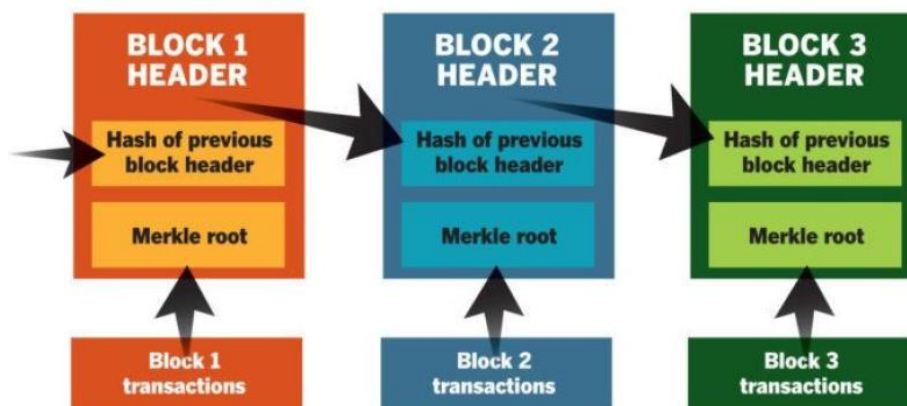
#### d) *Blockchain* semiprivado

O semiprivado segue o conceito do consórcio quanto à maleabilidade das permissões. No entanto, ao contrário do anterior, é exclusiva de uma única entidade ou empresa que gerencia a entrada de membros. Ao contrário do *blockchain* privado, os protocolos são pré determinados, e quando seguidos, permitem a entrada de novos membros. Neste tipo, pode-se dizer que é mais descentralizado que o privado. No entanto, essa configuração, mesmo assim, não possibilita a conversão em *blockchain* público. É o mais empregado por entidades governamentais e em operações *business to business*.

### Estrutura *Blockchain*

Os blocos em uma *blockchain* (Figura 2) são criados por meio de um processo chamado mineração, onde um nó coleta transações validadas e as inclui no bloco. O cabeçalho do bloco deve conter o hash do bloco anterior e uma marca de tempo. Para garantir a segurança e evitar ataques, a Prova de Trabalho (*Proof of Work*) é comumente usada, exigindo que os mineradores encontrem um valor que produza um *hash* menor que um valor alvo (Chang; Chen, 2020).

Figura 2 – Estrutura Blockchain



Fonte: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2023)

Para evitar possíveis ataques ao sistema, já que o mesmo depende de máquinas fazendo cálculos para gerar o bloco, usa-se mais comumente a Prova de Trabalho, que adiciona um número arbitrário, que só será usado uma vez, ao cabeçalho usando o algoritmo SHA256. Se o resultado obtido for menor do que um certo valor alvo, a prova é aceita. Caso contrário, tenta-



se novamente. O valor alvo é redefinido a cada 2016 blocos para aumentar ou diminuir a dificuldade, de modo que seja criado em média um bloco a cada dez minutos. A validação de um novo bloco na *blockchain* inclui verificar o bloco anterior, a marca de tempo, informações adicionais no cabeçalho e o mecanismo de consenso. Todas as transações no novo bloco são verificadas, e qualquer transação falha torna o bloco inválido. Se a validação for bem-sucedida, o nó atualiza a *blockchain*, adicionando o novo bloco no final da cadeia. Cada nó realiza essa validação ao ser notificado sobre um novo bloco, e qualquer violação das regras de consenso resulta na rejeição do bloco pelos outros participantes da rede (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2023)

### **Tecnologia *Blockchain* em Processo Industriais**

O conceito de *blockchain* nasceu a partir do desenvolvimento de uma tecnologia que procurava utilizar técnicas de criptografia e algoritmos para realização de transações em arquivos digitais. Inicialmente direcionadas a transações financeiras, a tecnologia se expandiu a outras aplicações, como a criação de transações ou interfaces de comunicação com utilização de ferramentas como Contratos Inteligentes ou *Smart Contracts*. (DIETRICH et al, 2017).

O desenvolvimento de tecnologias cada vez mais disruptivas tem possibilitado à indústria uma maior utilização de aplicações digitais e automatização de seus processos industriais. (Escobar, 2021). Essas tecnologias têm proporcionado uma nova maneira de pensar da indústria, com a busca de soluções e aumento de produtividade através de meios digitais. Com uma quebra de paradigma em relação a como produzir e a como utilizar as ferramentas tecnológicas para o gerenciamento de dados, fabricação e comercialização de produtos e serviços.(CHANG, CHEN, 2020).

Neste contexto, surgiram vários projetos ligados ao *blockchain* que procuravam encontrar soluções em redes de suprimento, automatização e a processos industriais. É importante destacar que essa tecnologia em ambiente industrial pode levar ao desenvolvimento de outras tecnologias e soluções da Indústria 4.0. Como no desenvolvimento de aplicações em automação industrial, Internet das coisas (IoT) e no armazenamento em nuvem, dentre outras (LI, ZHI et al, 2021).

As principais questões nas empresas quanto à fabricação de seus produtos estão relacionadas, principalmente, ao aumento da quantidade de inconsistências na gestão dos dados. Além de outros problemas como a dificuldade de previsão de demanda, a má gestão de

inventário, a falta de um modelo adequado de auditoria e a ineficiência na fabricação (LAMOUNIER, 2019).

Uma estrutura descentralizada normalmente não é apropriada no âmbito empresarial. No entanto, o *blockchain* pode oferecer às indústrias uma infraestrutura que não permite a adulteração de dados e processos de auditoria que atestam regularmente a qualidade dos produtos em tempo real. Possibilitando, assim, confiabilidade, rapidez e segurança nas operações industriais (MAGALHÃES, 2020).

### **Benefícios do uso de *Blockchain* em processos industriais**

De acordo com ANSWAR (2020), *blockchain* é uma tecnologia de registro distribuído que vem sendo cada vez mais utilizada em diferentes setores industriais. Ele possibilita a criação de um registro compartilhado de transações que é seguro, imutável e transparente. Permitindo a realização de transações sem a necessidade de intermediários, o que pode aumentar a eficiência e reduzir os custos. Entre os principais benefícios para utilização em processo industriais se destacam:

#### a) Auditoria da Cadeia de Suprimentos para Aumentar a Transparência

O gerenciamento da cadeia suprimento é um dos principais componentes do custo de produção de uma indústria. Com a aplicação da tecnologia *blockchain*, é possível a realização de auditorias que autenticam os processos e que realizam acompanhamento em tempo real dos produtos em toda *supply chain*, ao mesmo tempo que garante que os dados estejam livres de adulteração e aumente a transparência das transações.

#### b) Gestão de eficiência nas fábricas

As fábricas já lidam diariamente com muitos problemas de ineficácia em seus processos industriais. Essa questão é fundamental quando se analisa a relação quantidade produzida versus qualidade. O uso de *blockchain* pode auxiliar no bom balanceamento entre os dois elementos, por meio da gestão de dados, permitindo a organização da fabricação de produtos e evitando os erros humanos e a não corrupção dos dados.

#### c) Redução de Barreiras para Fabricantes Menores

Uma das principais vantagens do *blockchain* é seu baixo custo. Na verdade, essa tecnologia devido a essa vantagem competitiva pode ser tornar um divisor de água em relação aos gastos fabris. Pois, pode ajudar a fomentar novas oportunidades no mercado local em outros mercados para que fabricantes de pequeno porte tenham obtenção de lucro, elevando o seu capital, e aumentando o investimento em capital e o crescimento dessas pequenas indústrias.

## d) Redução de falhas sistêmicas

As indústrias estão sempre sofrendo ataques cibernéticos em seus sistemas de dados. O que obriga as empresas a um gerenciamento da segurança das redes de informação das empresas de forma eficiente e atualizada, pois qualquer falha no sistema pode resultar no acesso de criminosos a informações confidenciais.

Outros fatores dificultam a defesa das empresas contra a ataques maliciosos, como o aumento do uso de novas tecnologias de informação, novas formas como as empresas utilizam seus sistemas de rede para automatizar e/ou acompanhar seus processos, e a manutenção de seus protocolos de segurança de seus sistemas de informática.

Uma rede de *blockchain* atua *firewall* contra muitos crimes cibernéticos impede que ataques maliciosos entrem no sistema e até mesmo procura alertar os outros membros sobre a tentativa de invasão, permitindo assim uma maior proteção das informações confidenciais e reduzindo falhas no sistema a longo prazo.

## e) Detecção de falsificação e proveniência do produto

Entre as aplicações mais populares do *blockchain* está a detecção de produtos falsificados. Com o auxílio de dispositivos IoT, é possível realizar o rastreamento em tempo real de todos os produtos enviados do fabricante ao consumidor. O principal benefício se refere à não existência de um terceiro (intermediário) nas transações entre a fábrica e o consumidor, aumentando dessa forma a segurança e confiabilidade dos dados registrados nos produtos fabricados pelas empresas.

## f) Autenticação de dispositivos IoT

É importante ressaltar que as empresas quando usam dispositivos IoT para rastrear seus produtos em determinado ponto de uma cadeia de produção, o risco de ataques cibernéticos é bastante elevado. Pois “*hackers*” podem acessar os dispositivos, desativá-los e corromper os dados apenas com uma conexão à Internet. Isso se deve, principalmente, pelo fato desses “*advices*” não possuírem, atualmente, procedimentos de redes muito seguros para proteção dos dados.

O *Blockchain* através de protocolos de segurança permite que os dispositivos IoT possam utilizar redes descentralizadas para armazenar suas informações. A tecnologia possibilita a proteção dos dados registrados nesses aparelhos, por meio de algoritmos e ferramentas como *Blocksign*, por exemplo. E assim protegendo de forma eficiente ataques de usuários mal intencionados.

## g) Acompanhamento em tempo real do processo de manutenção

Problemas relacionados à manutenção das máquinas têm um efeito devastador nos custos industriais, principalmente pela dificuldade de se calcular o custo face a paralisação de um linha produção, por exemplo. Além disso, como a maioria das empresas ainda utilizam máquinas não avançadas tecnologicamente, a frequência do tempo de inatividade dessas máquinas pode ser bastante elevada, devido a falta de acompanhamento de tempo de uso e manutenção desses equipamentos.

O *blockchain* através do rastreamento de inconsistência de dados e observação do tempo real de utilização das máquinas, resulta em maior previsão de erros e falhas em uma máquina e ou grupo de máquinas, e com isso no menor tempo de manutenção e de paralisação desses equipamentos.

### **A potencialidade da aplicabilidade de *Blockchain* em processo industriais**

O potencial disruptivo da tecnologia *Blockchain* e suas aplicações vão desde de moedas digitais, transferência de moeda estrangeira e até o gerenciamento de identidade. No caso da indústria manufatureira ainda não está claro quais são os impactos que este sistema irá afetar no desenvolvimento de novas aplicações para seus processos industriais. No entanto, o que pode-se dizer é que a maioria dos projetos de pesquisa ainda está focada na própria tecnologia e em aplicações no setor financeiro e na área de energia. Principalmente pelo fato dos custos intermediários desses setores serem mais fáceis de calcular. A tendência, no entanto, é a aceleração no desenvolvimento de outras áreas de manufatura como IoT e cadeia de suprimento, fabricação distribuída e a impressão 3D (DIETERICH et al, 2017)..

O *Blockchain* com seus protocolos de segurança proporciona a unicidade dos registros de todas as transações em aplicações direcionadas a um processo produtivo. Essa vantagem facilita a inclusão de novos membros com operações distribuídas de forma única e definitiva. Somado a isto, o grande potencial no apoio a sistemas de gestão de riscos e a possibilidade de realizar auditoria de dados primários com integração de unidades de produção e seus fornecedores (YANO et al, 2023).

Figura 3 - Overview of blockchain use cases across industries

| Use case   | Examples                  | Description   |
|--|---------------------------|---|
| Supply Chain Management and Digital Product Memory | – IBM and Maersk          | – Tracking of containers during the shipping process  |
|  | – Provenance              | – Recording of all important product information throughout the entire supply chain                           |
|  | – Everledger              | – Registers certifications and transaction history of diamonds on blockchain                                  |
| Internet of Things and Industry 4.0 applications   | – Factom Iris             | – IoT device identification over blockchain   |
|  | – Super Computing Systems | – Sensors that timestamp data on the blockchain to save them from manipulation                                |
|  | – Tile Data Processing    | – Marketplace to allow customers to sell their data from IoT devices  |
|  | – tilepay                 |   |
|  | – IOTA                    | – Cryptocurrency and blockchain protocol especially developed to meet the demands for IoT applications        |
|  | – IBM Watson IoT          | – Platform to save selected IoT data on a private blockchain and share it with all involved business partners |
| 3D printing  | – Genesis of Things       | – Platform to enable 3D printing via smart contracts  |
|  | – Moog Aircraft Group     | – Ensuring safe 3D-printing of aircraft parts via blockchain  |

Fonte: Dieterich et al (2017)

Os casos de aplicações (Figura 3) acima demonstrados apresentam uma grande gama de oportunidades do *Blockchain* para novas soluções tecnológicas e como elas podem atuar de forma colaborativa e descentralizada em processos industriais e como possibilitam a criação de plataformas seguras com transações confiáveis e dinâmicas (DIETRICH ET AL, 2017).

As cadeias de produção devem ser capitalizadas para utilização do *blockchains* nos mais variados tipos de manufatura. Essa fator, quando realizado de forma correta, gera menor discrepância em relação ao fluxo de informações e maior qualidade do produto entregue pelas empresas. O objetivo é que as fábricas estejam sempre atualizadas quanto às novas tecnologias existentes no mundo. (CARVALHO, 2019).

Em setores sensíveis, como o da indústria de alimentos e bebidas, é crucial que as informações sejam altamente confiáveis e passíveis de rastreamento, a fim de cumprir rigorosamente as regulamentações sanitárias e manter a excelência na qualidade de seus processos. Nesse contexto, a adoção de uma infraestrutura baseada em *blockchain* oferece inúmeros benefícios, incluindo a facilitação da globalização, a documentação abrangente da



origem dos produtos, a transparência na distribuição e a manutenção de um altos padrões de qualidade em toda a sua cadeia de suprimentos (SIEMENS, 2019)

## DISCUSSÃO

O fato de não haver hoje em dia muitas aplicações dedicadas à indústria, não significa que elas não possuam impactos únicos em relação a seus potenciais. Na verdade, boa parte desses conceitos muitas vezes ainda estão em fase embrionários, podendo em alguns casos serem transferidos para outros nichos de mercado, como bancos e empresas de energia. (YANO et al, 2023).

Especialistas acreditam que as primeiras aplicações prontas de *blockchain* devem surgir num período máximo de 5 anos e direcionadas provavelmente às áreas de finanças. A principal dificuldade para o desenvolvimento de aplicações para empresas de manufatura se deve em razão, principalmente, de condições sociais e culturais. No entanto, eles concordam que essas questões são solucionáveis e que o *blockchain* será uma tecnologia chave para transformação de grande parcela das indústrias no mundo (DIETERICH ET AL, 2017)

É essencial desenvolver estruturas *blockchain* capazes de gerar novas ferramentas que viabilizem respostas práticas não apenas no âmbito financeiro, mas também na concepção de novos projetos que possam abranger a aplicação da tecnologia em diferentes esferas do desenvolvimento econômico na sociedade (MAGALHÃES, 2020).

A computação em nuvem conjuntamente com outras tecnologias de bancos de dados como *blockchain* habilitam o gerenciamento de dados a partir de registros, filtros, análises e combinações de dados. Além disso, com a utilização de protocolos de consenso possibilitar que a fabricação de um produto tenha transações digitais seguras, rastreáveis e verificáveis por todos os participantes do ciclo de vida do produto (SIEMENS, 2019).

A irreversibilidade das informações é fundamental para controle da qualidade dos dados, esse fator como base do funcionamento gera confiança nas transações e proporciona que ocorram novas aplicações da tecnologia no futuro adiante. Permitindo assim, a participação de um maior número de usuários e de dispositivos de forma mais democrática (Carvalho, 2018)

Uma estrutura tecnológica como *blockchain* por suas próprias características como segurança, com os registros de todas as transações e por ser operacionalmente descentralizada, facilita a inclusão de diversos membros em uma cadeia produtiva. Ao mesmo tempo que apresenta um grande potencial em sistemas com gestão de riscos e de auditoria de dados

primários. É importante destacar uma maior transparência das informações que a tecnologia proporciona e um controle mais eficiente por meio da rastreabilidade de qualquer produto dentro de uma cadeia de suprimentos (YANO ET AL, 2023)

## CONCLUSÃO

Este artigo procurou demonstrar que aplicações de *blockchain* na indústria manufatureira têm desafios muito grandes no desenvolvimento de ferramentas de negócio para solução de produtividade, o que torna necessário uma análise mais profunda dos processos industriais, para que possa ser explorado ainda mais as vantagens da tecnologia *Blockchain*.

A transformação digital das indústrias não é somente uma questão futura. Mas, um processo necessário que quebra paradigmas econômicos e sociais. Assim, a transformação das cadeias produtivas com uma perspectiva tecnológica deve possuir ferramentas efetivas para responder aos principais desafios impostos pela nova sociedade de consumo.

A digitalização de suas cadeias de negócios por meio de plataformas como *Blockchain* possibilita buscar a competitividade em todos os aspectos organizacionais das empresas. E assim, buscar a eficiência e segurança nas transações para melhorar os processos operacionais das fábricas.

O uso de ferramentas digitais oriundas dessa tecnologia ainda está um tanto distante da utilização efetiva pelas indústrias. No entanto, já há um caminho aberto na qual essas empresas possam trilhá-lo. Esse processo necessita de uma transformação cultural e tecnológica das organizações em relação aos seus objetivos.

É fundamental compreender que a aplicação das estruturas *blockchain* vai depender do que uma organização conhece sobre a transformação digital e, principalmente, quais seus propósitos e quais seus objetivos estratégicos que ela objetiva. Além disso, é preciso que a mesma saiba que o desenvolvimento de novas aplicações digitais precisará de um profundo estudo sobre suas unidades produtivas, seus processos e uma verdadeira avaliação de suas cadeias de negócio em relação a utilização dessas plataformas tecnológicas.

As tecnologias *blockchain* possuem uma grande potencialidade para transformar a sociedade, as relações governamentais, econômicas e institucionais, globalmente. Além disso, com suas estruturas eficientes, rastreáveis e transparentes devem estimular as organizações a criar soluções para obter escalabilidade, descentralização e segurança em seus ambientes empresariais, e alcançar o lucro de maneira consistente em seus empreendimentos.

A contribuição do trabalho é estimular a discussão e promover o conhecimento. Pois, as descobertas geradas neste estudo podem suscitar novas discussões sobre o tema e novos entendimentos sobre o que é *blockchain*, seus benefícios e suas potenciais aplicações para desenvolvimento das indústrias em relação a digitalização de seus processos.

## REFERÊNCIAS

ANWAR, Hasib. *Blockchain In Manufacturing: A Guide To Industrial Empowerment*, 2020. Disponível em: <https://101blockchains.com/blockchain-in-manufacturing/>.

CARVALHO, Leonardo Rodrigues. *Tecnologia Blockchain e as suas possíveis aplicações no processo de comunicação científica*, 2018. 95 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biblioteconomia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

ORACLE. *O Que é a Blockchain?*, 2022. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/blockchain/what-is-blockchain/>.

CRUZ, Pedro Luís; WATANUKI, Hugo Martinelli; MORAES, Renato. *Uma Proposta para Avaliação do Nível de Preparo da Indústria à Luz do Paradigma 4.0*. In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Joinville, 2017.

DIETERICH, Vincent et al. *Application of blockchain technology in the manufacturing industry*. Frankfurt School Blockchain Center, Germany, p. 1-23, 2017. Disponível em: <https://philippsandner.medium.com/application-of-blockchain-technology-in-the-manufacturing-industry-d03a8ed3ba5e>

ESCOBAR, Matheus. *Contextualização e Introdução ao Blockchain*, 2019. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pet/sistemas-de-informacao/2021/11/29/contextualizacao-e-introducao-ao-blockchain>.

HOINOSAKI, Fábio. *Tipo de blockchain: Qual o melhor para cadeia de suprimentos?*, 2021. Disponível em: <https://www.ibid.com.br/blog/tipos-de-blockchain-qual-o-melhor-para-a-cadeia-de-suprimentos/>.

LI, Zhi et al. *Industrial Blockchain: A state-of-the-art Survey*. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 70, p. 102124, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584521000107?via%3Dihub>.

LAMOUNIER, Lucas. *O Guia definitivo da Tecnologia Blockchain: uma Revolução para mudar o mundo*, 101 Blockchain, 2018. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/tecnologia-blockchain-guia/101Blockchain>.

YANO, I. H. ., Castro, A. de ., Granelli, M. A. ., & Silva, F. C. da . (2023). Fortalecimento de marca empresarial por meio de práticas sustentáveis, marketing digital e tecnologia Blockchain. *Revista De Gestão E Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 14(1), 802–819. DOI: 10.7769/gesec.v14i1.1550.

MAGALHÃES, Kallita Ester. *Tecnologia Blockchain e o impacto nos modelos de negócios*. Dissertação de Mestrado (Administração). PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE

SÃO PAULO (PUCSP), 2020.

SILVA, F. G. C. et al. Avaliação da técnica de blockchain na rastreabilidade na agroindústria sucroenergética. In: Embrapa Agricultura Digital-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019, Santos. Os desafios da engenharia de produção para uma gestão inovadora da Logística e Operações: anais. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2019.

SIEMENS. A importância da tecnologia Blockchain na indústria, 2019. Disponível em: <https://new.siemens.com/br/pt/empresa/stories/industria/confiando-na-comida.html>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Blockchain, 2018. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2018-1/trabalhos-vf/blockchain/blockchain.html>.