

## Reflexões sobre os Aspectos Sociais da Tecnologia Blockchain na Pandemia do SARS-CoV2

Maurício Moreira Neto<sup>1,3</sup>, Emanuel F. Coutinho<sup>3,4</sup>, Leonardo O. Moreira<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação (MDCC)  
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza, CE – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Universidade Virtual (IUVI)  
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza, CE – Brasil

<sup>3</sup>Grupo de Estudos em Computação em Nuvem (IBITURUNA)  
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza, CE – Brasil

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Computação (PCOMP)  
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Quixadá, CE – Brasil

maumneto@alu.ufc.br, emanuel.coutinho@ufc.br,  
leomoreira@virtual.ufc.br

**Abstract.** *The pandemic generated by the spread of the SARS-CoV2 virus, which causes the disease COVID-19, has caused governments and societies to face a series of new challenges. These challenges made society adapt to the rules of social isolation during the period of contagion. The pandemic also made it to evaluate technologies that could contribute to the solution of several problems caused by COVID-19. Blockchain is a technology that can assist in the various challenges that society is currently facing with the pandemic. Blockchain technology is characterized by decentralization, immutability and data security, which can be used in solutions to face the problems caused by the pandemic. In this work, an exploratory study is carried out on the possibilities of using Blockchain technology to face current problems. Various directions are presented and discussed on how Blockchain can contribute to this pandemic scenario.*

**Resumo.** *A pandemia gerada pela disseminação do vírus SARS-CoV2, causadora da doença COVID-19, fez com que os governos e as sociedades enfrentassem uma série de novos desafios. Estes desafios fizeram com que a sociedade se adapta-se as regras de isolamento social durante o período de contágio. A pandemia também fez com que fossem avaliadas as tecnologias que pudessem contribuir na solução de diversos problemas causadas pela COVID-19. A Blockchain é uma tecnologia que pode auxiliar nos vários desafios que a sociedade esta enfrentando atualmente com a pandemia. A tecnologia Blockchain tem como características a descentralização, imutabilidade e segurança dos dados, podendo ser empregadas nas soluções de enfrentamento dos problemas causados pela pandemia. Neste trabalho é realizado um estudo de caráter exploratório e documental sobre as possibilidades de uso da tecnologia Blockchain no enfrentamento dos atuais problemas. É apresentado e discutido diversos direcionamentos de como a Blockchain pode contribuir nesse cenário de pandemia.*

## 1. Introdução

A pandemia causada pela disseminação do vírus SARS-CoV2 criou uma série de desafios nas mais diversas áreas da sociedade. COVID-19 foi o nome dado pela Organização Mundial da Saúde (OMS)<sup>1</sup> para a doença causada pelo vírus SARS-CoV2 e que tem se espalhado mundialmente por meio do contato com indivíduos infectados. Esta situação forçou os governos de cada país a adotar medidas para diminuir o contágio, fazendo com diversos setores da sociedade se adaptasse às novas regras impostas.

Uma das principais consequências dessas novas regras foi o forte impacto tanto social quanto econômico. A principal medida no combate a disseminação do vírus tem sido o isolamento ou distanciamento social [Wilder-Smith e Freedman 2020]. Essa medida fez com que diversos serviços considerados não essenciais se redefiniram para atender a população de forma a não entrar em conflito com o isolamento social. Nesse contexto, os setores de serviços não essenciais começaram a focar em estratégias digitais como uma saída para não suspenderem totalmente suas atividades [Folha de São Paulo 2020].

No período de pandemia foi possível observar um crescimento expressivo do uso de plataformas de vendas e comunicações digitais com o objetivo de manter os serviços ativos mesmo com o isolamento social [Tilt 2020] [Millenium 2020]. Além de serviços de teor particular, essas plataformas também oferecem serviços as instituições governamentais para coleta e análise de dados. Entretanto, alguns serviços possuem características específicas para que funcionem adequadamente, fazendo com que as várias plataformas comumente utilizadas não sejam produtivas. Tais aplicações necessitam do uso de tecnologias que possam suprir as suas necessidades para fornecer um desempenho aceitável.

A Blockchain é uma tecnologia atual e que está sendo o foco de diversos estudos, pois pode auxiliar no provimento de diversos serviços durante a pandemia. A Blockchain surgiu inicialmente como uma tecnologia que permitiu a criação da primeira criptomoeda: Bitcoin<sup>2</sup> [Nakamoto 2008]. A Blockchain é uma tecnologia de registro distribuído que provê confiabilidade, imutabilidade e segurança nas transações que são validadas [Yaga e Mell 2018]. Com base nisso, os serviços que necessitam de auditabilidade dos dados podem se beneficiar dessa infraestrutura. Além disso, a Blockchain fornece segurança nos dados que são armazenados por serem criptografados.

As características de descentralização e imutabilidade dos dados da Blockchain podem ser efetivas em diversas aplicações, tais como monitoramento e combate às notícias falsas (comumente conhecidas como *Fake News*). Devido a essas características é possível rastrear a quantidade de informações sobre um determinado tema que está sendo disseminado na rede e identificar os responsáveis pela sua disseminação. Além dessa aplicação, existe a possibilidade de usar a tecnologia Blockchain em outros problemas causados pela pandemia.

Este artigo tem o objetivo de realizar um estudo de caráter exploratório e documental sobre as possibilidades do uso da tecnologia Blockchain para solucionar os atuais problemas gerados pela pandemia da SARS-CoV2. Para isso, foi realizada uma breve descrição sobre o vírus SARS-CoV2 e a tecnologia Blockchain. Posteriormente aplicou-

---

<sup>1</sup>WHO - World Health Organization. Disponível em: < <https://www.who.int/> >. Acesso em: 24 de maio de 2020.

<sup>2</sup>Bitcoin foi a primeira criptomoeda criada nos anos de 2008-2009 por Satoshi Nakamoto.

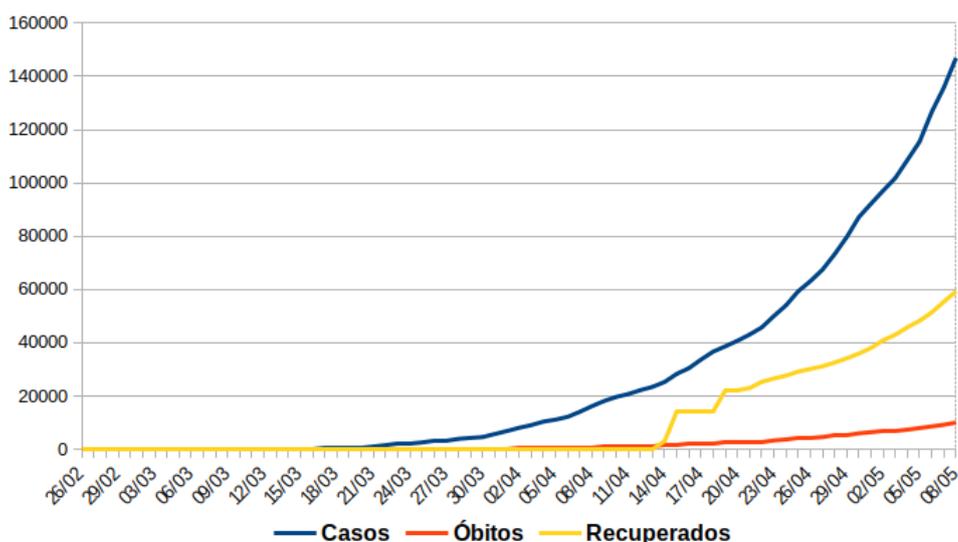
se a metodologia de pesquisa exploratória no presente estudo, o que gerou uma série de informações que relacionam os temas. Por fim, realizou-se discussões a partir das informações encontradas.

O resto do artigo está dividido nas seguintes seções: Seção 2 e 3 apresentam um arcabouço teórico sobre o vírus SARS-CoV2 e a tecnologia Blockchain. Na seção 4 é apresentado a metodologia aplicada para realizar a pesquisa deste trabalho. Seção 5 é apresentado o conjunto de possíveis aplicações da Blockchain no combate à pandemia. A seção 6 é realizado uma discussão com base nas possíveis aplicações apresentadas na seção 5 e, por fim, na seção 7 apresenta-se a conclusão deste trabalho.

## 2. SARS-CoV2

O SARS-CoV2 é um vírus que surgiu na província de Wuhan na China no final do ano de 2019 e se espalhou, rapidamente, por todas províncias chinesas [Li et al. 2020]. O nome oficial deste vírus é SARS-CoV2 e foi adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para sua identificação. Popularmente, o vírus SARS-CoV2 é chamado de o novo coronavírus. Já o nome COVID-19, também adotado pela OMS, é o nome oficial da doença causada pelo vírus SARS-CoV2. O SARS-CoV2 faz parte de uma família de vírus que causam infecções respiratórias agudas e possui um alto grau de disseminação.

Muitas ferramentas atualmente estão divulgando dados sobre a pandemia. Geralmente são informações de casos confirmados, mortes e casos em que o paciente já se recuperou. A Figura 1 utilizou como base os dados da ferramenta *Reports on the COVID-19 Outbreak* [de Vasconcelos et al. 2020] para a geração do gráficos. No Brasil, o número de infectados pela COVID-19 tem crescido cada vez mais. Na Figura 1 é apresentado o número de infectados, recuperados e óbitos pela COVID-19. É possível ver que, a partir do dia 24 de Abril houve um crescimento do número de casos no Brasil.



**Figura 1. Dados sobre a COVID-19 no Brasil [de Vasconcelos et al. 2020]**

Wilder-Smith e Freedman (2020) definem quatro metodologias que podem ser usadas no controle do SARS-CoV2. O isolamento, primeira metodologia, é a separação

de pessoas que possuem doenças contagiosas de indivíduos não infectados, essa metodologia ocorre principalmente em ambientes hospitalares [Wilder-Smith e Freedman 2020]. Já a quarentena, segunda metodologia, é a mais antiga e eficaz no controle de surtos de doenças transmissíveis. A medida de quarentena significa a restrição de circulação de pessoas presumivelmente expostas a uma doença contagiosa, mas que não estão doentes, porque não foram infectadas ou porque ainda estão no período de incubação [Wilder-Smith e Freedman 2020].

O distanciamento social é uma terceira metodologia que visa reduzir as interações entre pessoas em uma comunidade mais ampla, na qual os indivíduos podem ser infecciosos, mas ainda não foram identificados e, portanto, ainda não isolados. O distanciamento social é útil em ambientes onde se acredita que a transmissão comunitária tenha ocorrido, mas onde as ligações entre os casos não são claras e onde restrições impostas apenas a pessoas que se sabe terem sido expostas são consideradas insuficientes para impedir a transmissão posterior [Wilder-Smith e Freedman 2020]. Exemplos de distanciamento social incluem o fechamento de escolas, universidades, cinemas, prédios comerciais, shoppings e qualquer serviço que não seja considerada essencial.

Se medidas adotadas pelo distanciamento social forem consideradas insuficientes, existe uma última metodologia que é a contenção em toda a comunidade. A contenção é uma intervenção aplicada a uma comunidade, cidade ou região inteira, projetada para reduzir as interações pessoais, exceto a interação mínima para garantir suprimentos vitais [Wilder-Smith e Freedman 2020]. É uma contínua expansão do distanciamento social para a quarentena em toda a comunidade, com as principais restrições de movimento de todos. A aplicação de medidas de contenção em toda a comunidade é substancialmente complexa, dado o maior número de pessoas envolvidas.

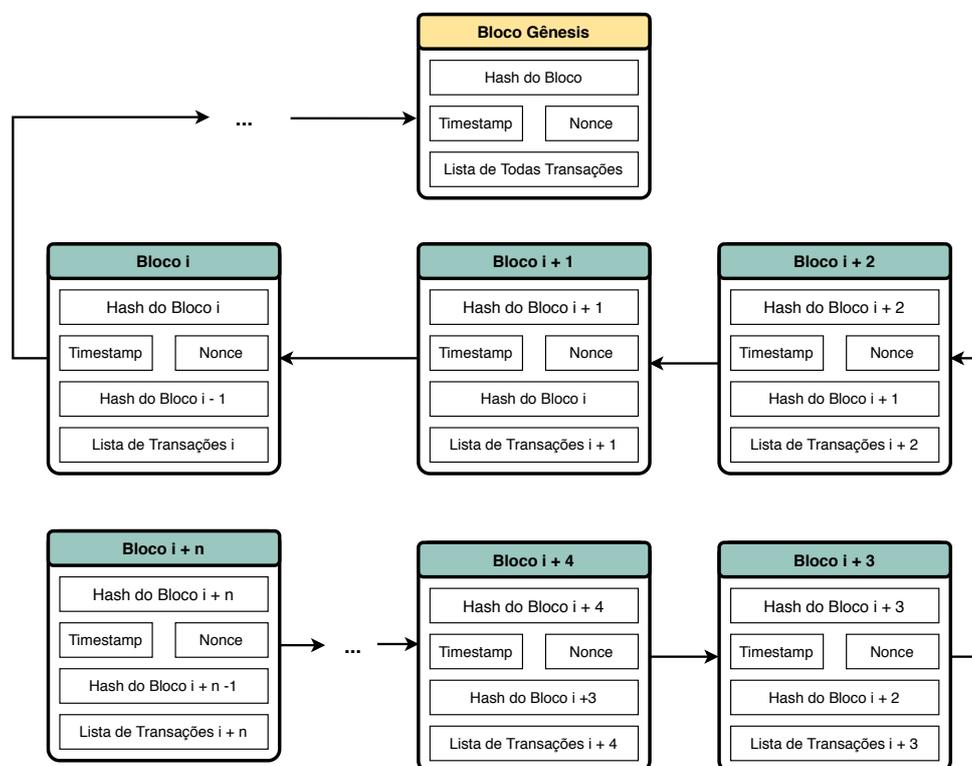
Diante das quatro metodologias supracitadas, pode-se perceber que o cerne é evitar o contato entre pessoas para que doenças contagiosas não sejam propagadas, o que varia é a escala, o método e também os níveis de contenção. No entanto, evitar o contato entre pessoas pode impactar nos aspectos psicológicos da população. Neste sentido, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) estão ajudando a população na comunicação, trabalho, compras etc. Exemplos de TICs utilizadas incluem as redes sociais, aplicativos de mensagens instantâneas, comércio eletrônico e videoconferências. Assim como as TICs, existem outras tecnologias que podem ser exploradas no intuito de ajudar as pessoas, não somente nos aspectos psicológicos, mas também nos aspectos sociais nesta época de pandemia causada pela SARS-CoV2.

### **3. Tecnologia Blockchain**

A Blockchain é uma tecnologia recente e disruptiva que proporcionou a criação das criptomoedas, sendo a Bitcoin a precursora nos anos de 2008-2009 [Nakamoto 2008]. A Blockchain é definida como um registro distribuído baseado em redes Ponta a Ponta (do inglês, *Peer-to-Peer*, P2P) para armazenamentos de transações. Esta tecnologia distribuída proporciona confiabilidade, imutabilidade e segurança em transações na rede em larga escala [Yaga e Mell 2018].

Uma das principais características dessa tecnologia é a ausência da terceira parte confiável, não necessitando de um elemento isolado ou nó computacional central que seria responsável por validar as transações que ocorrem na rede [Greve et al. 2018]. Esta carac-

terística diminui a chance de ataque a rede, pois os elementos centrais são os principais pontos de um possível ataque. A Blockchain é uma tecnologia de alta disponibilidade, pois o sistema estará disponível mesmo que alguns dos nós computacionais não estejam ativos [Yaga e Mell 2018].



**Figura 2. Exemplo de blocos que fazem parte da Blockchain.**

A estrutura de dados da Blockchain pode ser visualizada na Figura 2. A Blockchain é composta por um conjunto de blocos conectados por meio de ponteiros criptografados chamados *hash* até o bloco gênese, que é o primeiro bloco da estrutura [Vance e Vance 2019]. Além da *hash*, os blocos também possuem um carimbo de data/hora (comumente conhecido como *timestamp*), as transações geradas e um número aleatório chamado *nonce* usado para verificar a *hash*. A arquitetura distribuída da Blockchain foi criada para minimizar o efeito de ataques, pois fornece resiliência operacional por não ter o ponto central. A Blockchain também utiliza diversas formas de criptografia em diferentes pontos, o que gera proteção em camadas [Vance e Vance 2019].

#### 4. Metodologia

A metodologia aplicada nesse artigo é constituído pela união de pesquisa bibliográfica e documental. Para um melhor entendimento, primeiramente é exposto a definição dos dois tipos de pesquisa:

- Pesquisa Bibliográfica: é realizada por meio de livros e artigos científicos que analisam as diversas posições acerca de um problema [Gil 2002]. Este tipo de pesquisa abrange trabalhos de cunho exploratório. A vantagem deste tipo de pesquisa é o fato de permitir ao investigador a cobertura de fatores que permeiam o

fenômeno estudado [Gil 2002]. Esta vantagem é interessante principalmente para pesquisas que requerem dados dispersos, como o caso do presente trabalho.

- Pesquisa Documental: é relativamente semelhante a pesquisa bibliográfica, porém, com a divergência na natureza das fontes analisadas. Na pesquisa documental é possível analisar materiais que não receberam tratamento analítico ou que ainda podem ser reelaborados [Gil 2002]. A pesquisa documental basicamente segue os mesmos passos da pesquisa bibliográfica. Os materiais analisados podem ser de instituições privadas, arquivos públicos, etc. As vantagens deste tipo de pesquisa é ter fontes ricas e estáveis de dados e baixo custo de tempo.

Além de explicitar os conceitos de pesquisa bibliográfica e documental, é importante apresentar a definição de pesquisa exploratória pois, o presente trabalho possui também características de pesquisas exploratórias. Segundo Carlos Gil (2002), as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado [Gil 2002].

A metodologia aplicada neste trabalho é caracterizada pelos seguintes passos: primeiro é realizado uma busca sobre os temas do presente trabalho nas bases de digitais de artigos. As bases de dados utilizadas foram a *IEEEExplore Digital Library*<sup>3</sup>, *ACM Digital Library*<sup>4</sup> e Google Acadêmico<sup>5</sup>. Também foram realizadas buscas de informações em jornais digitais e bases governamentais, pois as informações sobre pandemia da SARS-CoV2 são recentes, ou seja, existe uma escassez de artigos científicos sobre esse tema. O conteúdo coletado foi analisado para extrair as informações necessárias para fundamentar as possibilidades de aplicações da Blockchain no combate dos problemas gerados pela pandemia.

## 5. Aplicação da Blockchain no Combate à Pandemia

A Blockchain pode ser utilizada em diversos domínios de aplicação e nas mais variadas situações. Neste trabalho foram selecionados apenas algumas situações onde considera-se interessante o uso da Blockchain diante o momento de pandemia. As seguintes subseções descrevem trabalhos relacionados de uma área específica e todas com a utilização de Blockchain para um fim específico.

### 5.1. Rastreabilidade de Materiais Médicos

Um dos principais problemas enfrentados tanto pelos governos quanto pelas indústrias fornecedoras de insumos médicos é a rastreabilidade desse material. O trabalho de [Kumar e Tripathi 2019] abordou o tema da segurança de medicamentos usando Blockchain por meio de código QR (Do Inglês, *Quick Response Code*) criptografada. Neste trabalho é discutido a dificuldade do processo de rastreabilidade dos ingredientes farmacêuticos corretos e ativos durante a fabricação do medicamento. Logo, a não detecção

<sup>3</sup>IEEEExplore Digital Library. Disponível em: < <https://ieeexplore.ieee.org/> >. Acesso em: 24 de maio de 2020.

<sup>4</sup>ACM Digital Library. Disponível em: < <https://dl.acm.org/> >. Acesso em: 24 de maio de 2020.

<sup>5</sup>Google Acadêmico. Disponível em: < <https://scholar.google.com> >. Acesso em: 24 de maio de 2020.

desses medicamentos que não contém os ingredientes ativos podem fazer com que os pacientes tenham danos, podendo levar até ao óbito. A Blockchain possui recursos para fornecer a rastreabilidade completa desses medicamentos, desde o fabricante até o consumidores finais. Além disso, é possível utilizar a Blockchain para identificar os medicamentos falsificados [Kumar e Tripathi 2019].

No trabalho de [Bodkhe et al. 2020] foi proposto uma revisão sistemática de diversas soluções que envolvem Blockchain em setores na indústria 4.0. Foram propostos vários desafios da área médica em que é possível aplicar o uso desta tecnologia, sendo uma delas a rastreabilidade de medicamentos. Foi apontado no trabalho de [Bodkhe et al. 2020] que um dos principais obstáculos na farmacologia é a falsificação de remédios, o que pode levar ao uso inadequado e ter como consequência graves danos ao usuário. É discutido nesse trabalho que o uso da tecnologia Blockchain pode auxiliar no combate deste problema, uma vez que todas as operações realizadas estarão contidas na rede de blocos que permite ser rastreada [Bodkhe et al. 2020].

Já o trabalho de [Sinclair et al. 2019] também realizou um estudo sobre a aplicação da Blockchain para atender aos requisitos de segurança na cadeia de suprimentos farmacêuticos. Foi utilizado a ferramenta *Hyperledger Composer* para construir redes de negócios de Blockchain, modelar as regras de controle dos dados e acesso a cadeia de suprimentos medicamentos [Sinclair et al. 2019]. Foi concluído pelos experimentos realizados que a solução pode oferecer uma oportunidade de prototipagem para verificação em conformidade com os requisitos farmacêuticos.

## 5.2. Rastreabilidade de Vacinas

A tecnologia Blockchain fornece a capacidade de rastrear as transações que foram realizadas, com isso, é possível auditar os dados que foram inseridas na rede. A rastreabilidade dos insumos médicos é um desafio na indústria farmacêutica, principalmente, com relação a vacinas. Blockchain também pode prover serviços para a rastreabilidade de medicamentos, como vacinas, registrando todos os dados envolvidos desde sua fabricação e transporte, incluindo a obtenção de vacinas de fabricantes, instalações de armazenamento, distribuição e até uso [Duy et al. 2018].

Uma vacina é uma produção biológica relacionada à vida das pessoas, sendo a supervisão de sua produção uma tarefa difícil [Hu et al. 2019]. Os registros de produção de vacinas são completamente controlados pela empresa, que só envia registros de produção às agência de revisão quando precisam vender as vacinas. Para resolver as deficiências do gerenciamento centralizado tradicional, o trabalho de [Hu et al. 2019] propôs um método de supervisão para a produção de vacinas com base em Blockchain de nível duplo.

O primeiro nível são dados privados da empresa de produção de vacinas, incluindo registros de produção e a *hash* correspondente. O segundo nível são os dados públicos, incluindo informações sobre a *hash* e a vacina nos registros de produção. Assim, a empresa de vacinas envia os registros de produção em tempo hábil, sem problemas de privacidade, e realiza a supervisão eficiente da produção de vacinas.

### 5.3. Combate à Notícias Falsas (*Fake News*)

As “*Fake News*” são notícias falsas amplamente definidas como artigos de notícias que contêm informações errôneas ou criadas com a intenção de enganar os leitores [Shu et al. 2017]. Existem diversos problemas de pesquisa e desafios para combater a propagação de notícias falsas, tanto em aspectos sociais quanto técnicos [Shae e Tsai 2019].

O trabalho de [Shae e Tsai 2019] propôs uma plataforma Blockchain de Inteligência Artificial para combater a propagação de notícias falsas. A ideia é explorar intervenções da sociedade com tecnologias para incentivar e recompensar fontes de notícias como uma maneira de valorizar e promover a verdade para a sociedade. Neste trabalho foi descrito as etapas para a criação do banco de dados de fatos, geração do gráfico da cadeia de suprimentos da Blockchain, e desenvolveram mecanismos de classificação de notícias falsas de *crowdsourcing* baseado em Blockchain. Também foi analisado o estado de notícias falsas a partir dos aspectos sociais, fornecendo questões de pesquisa e desafios técnicos que são necessárias pesquisas interdisciplinares adicionais para entender melhor o fenômeno de propagação de notícias falsas.

As notícias falsas nas principais plataformas de mídia social têm consequências reais no sentimento dos cidadãos [Tee e Murugesan 2018]. O problema é que a detecção e prevenção de notícias falsas nas mídias sociais apresenta desafios únicos que exigem novos algoritmos. No trabalho de [Tee e Murugesan 2018] foi proposto a utilização da Blockchain com Inteligência Artificial em uma plataforma de mídia social para evitar a propagação de notícias falsas.

O objetivo do trabalho foi fornecer uma revisão sobre a implementação da Blockchain nas mídias sociais, para criar confiança do público em notícias verídicas e impedir a disseminação de notícias falsas pelas mídias sociais. Atualmente, milhões de notícias são trocadas diariamente entre as pessoas [Balouchestani et al. 2019]. O modo de transmissão de notícias mudou com o surgimento da Internet, fazendo-a mais rápida e eficaz. No entanto, este fato também causou diversos problemas. No trabalho de [Balouchestani et al. 2019] foi apresentado um novo método para compartilhar, analisar e detectar novas *fake news* usando Blockchain, chamado SANUB. O SANUB fornece recursos como publicar notícias de forma anônima, avaliação, validações, detecção de notícias falsas e comprovação de propriedade das notícias. Os resultados de sua análise demonstram que o SANUB superou alguns métodos existentes de detecção de *fake news*.

Já o trabalho de [Saad et al. 2019] propôs um novo sistema de Blockchain que lida com alguns desafios provocadas pelas *fake news* e limita a disseminação de notícias falsas pela rede. Para isso, o fluxo de trabalho das informações nas redes sociais foi analisado e um sistema de detecção construído, podendo ser estendido além das redes sociais para outras plataformas online. No protótipo desenvolvido assumiu-se que um usuário na rede social iria produzir as notícias falsas. Como os usuários não teriam acesso de gravação a Blockchain, não poderiam participar da finalização da transação ou da tomada de decisão. Assim, o modelo permanece imparcial em relação ao número de nós adversários em uma rede social.

#### 5.4. Auditabilidade dos Dados da Pandemia

A rastreabilidade e integridade são grandes desafios para a cadeia de suprimentos, sendo cada vez mais complexas atualmente [Malik et al. 2019]. Embora a Blockchain possua o potencial de enfrentar esses desafios, fornecendo uma auditoria à prova de violações dos eventos e dados da cadeia de suprimentos, ela não resolve o problema de confiança associado aos próprios dados. Nesse contexto, os sistemas de reputação podem colaborar na resolução deste problema de confiança.

Porém, os sistemas de reputação atuais não são adequados para os aplicativos da cadeia de suprimentos baseados em Blockchain, pois são baseados em observações limitadas e na falta de granularidade e automação. O trabalho de [Malik et al. 2019] propôs o TrustChain, uma estrutura de gerenciamento de confiança em três camadas que usa uma Blockchain para rastrear interações entre os participantes da cadeia de suprimentos e atribuir dinamicamente pontuações de confiança e reputação com base nessas interações.

Aplicações que exigem um rigoroso controle de acesso, como consulta a registros médicos, geralmente exigem auditorias de consultas [Suzuki e Murai 2017]. Normalmente se utiliza o histórico (*log*) do sistema para auditar. No entanto, o *log* não fornece meios estritos de auditoria, pois pode ser adulterado por invasores, ou qualquer um com permissão de escrita.

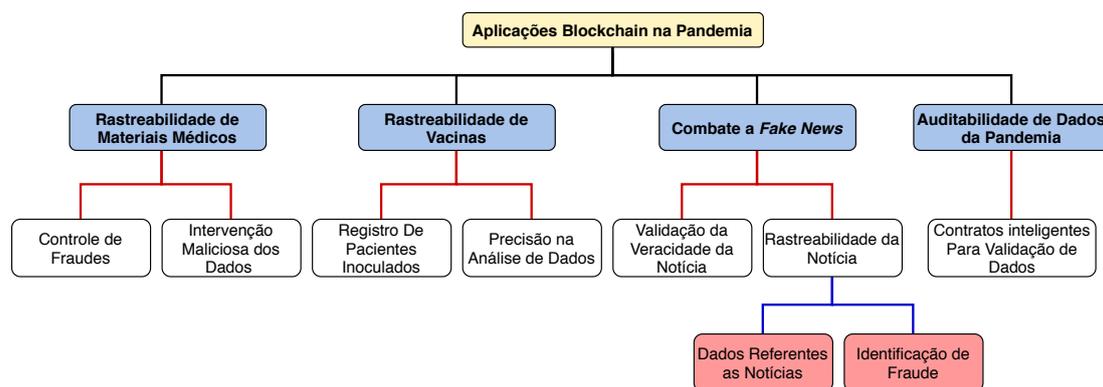
Suzuki e Murai (2017) propuseram um esquema usando Blockchain como um canal de solicitação e resposta para um sistema cliente-servidor, para registrar a solicitação do cliente e a resposta do servidor de maneira audível. Foi implementado um sistema de prova de conceito em cima de uma plataforma de teste Blockchain. Ao usar uma Blockchain como um canal de resposta à solicitação do cliente-servidor, a sequência de solicitação e resposta pode ser verificada por qualquer pessoa que tenha acesso a Blockchain, fornecendo uma maneira de auditar recursos estritamente controlados [Suzuki e Murai 2017].

Antipova (2018) apresentou a utilização de Blockchain para auditoria governamental conduzida por auditores governamentais no setor público. A abordagem permite considerar processos de auditoria em lados variados, uma vez que os processos controlados são estudados de todos os lados inter-relacionados e afiliados, levando em consideração o fator tempo [Antipova 2018]. Concluiu-se que o uso diário de Blockchain e tecnologias digitais é uma boa maneira de evitar qualquer tipo de fraude com dinheiro do orçamento.

Ingle et al. (2019) utilizaram o *Hyperledger Fabric* para resolver problemas de auditoria e conformidade no gerenciamento de serviços, envolvendo várias partes nos negócios [Ingle et al. 2019]. A solução é capaz de criar licenças para um tipo diferente de serviço, que utilizaria licenças criadas por seus provedores. O sistema proposto também sugere maneiras de integrar aos sistemas atuais de gerenciamento de serviços e também garante a conformidade com as regras de toda a organização participante.

## 6. Discussões

As subseções a seguir exploram um pouco os assuntos discutidos na seção anterior com o ponto de vista de uma possível solução para algum problema que ocorre nesse período de pandemia.



**Figura 3. Diagrama das Possíveis Aplicações de Blockchain no Combate à Pandemia.**

A Figura 3 resume bem as áreas e subáreas identificadas nesta pesquisa, com o direcionamento para ações de combate contra a pandemia. Destacamos que as possibilidades de aplicação são numerosas, e o que está citado na Figura 3 são apenas os achados neste trabalho. Com uma pesquisa mais profunda, os resultados seriam ainda maiores e com mais oportunidades de pesquisa e desafios.

Ao observar pela Figura 3, é possível identificar que cada tema identificado neste trabalho possui pelo menos uma aplicação que pode ser desenvolvida. Em alguns casos, como na rastreabilidade de notícias, é identificável ainda mais de duas possíveis aplicações.

### 6.1. Rastreabilidade de Materiais Médicos

A rastreabilidade dos materiais médicos é essencial para as indústrias farmacêuticas e órgãos governamentais, uma vez que o desvio desses materiais é um crime relativamente recorrente [Bodkhe et al. 2020]. A Blockchain é capaz de criar uma infraestrutura para armazenar os dados de rastreio dos materiais, desde a sua produção até a sua venda pelo consumidor final. Os dados da Blockchain são imutáveis, o que assegura contra uma possível fraude ou intervenção maliciosa nos dados. Outra característica interessante para esse tipo de aplicação, é a capacidade da Blockchain auditar os dados caso haja necessidade.

É possível associar outras tecnologias a Blockchain para criar uma aplicação que contemple todas as necessidades desse tópico. Um exemplo disso é uma possível criação de uma aplicação que utilize banco de dados relacionais para dados restritos a empresa (ex.: fabricante, transportadora etc.) e a Blockchain para os demais dados que não são restritos a uma empresa particular.

### 6.2. Rastreabilidade de Vacinas

Apesar da vacina ser considerada como um material médico, sua logística é diferenciada das demais. Desde as tarefas iniciais de testes, produção, distribuição, vendas, aplicação e efeitos colaterais relatados, todos esses elementos podem ser de alguma forma registrados em uma Blockchain. Uma aplicação *web*, por exemplo que acesse uma Blockchain com registros das vacinas pode ser amplamente utilizada em clínicas, hospitais, pelo serviço público e privado, dentre outros usuários que vendem ou provêm o serviço. Ao considerar

apenas a rastreabilidade da aplicação da vacina, já se torna uma aplicação com foco no paciente, ou seja, a pessoa que recebeu a vacina. Assim se consegue rastrear de maneira segura quem aplicou, a vacina, o lote, informações do paciente, reações etc.

Outro característica interessante da rastreabilidade da aplicação, seria a criação de um histórico das vacinas aplicadas em cada paciente usando a Blockchain. Esta aplicação tornaria dispensável a responsabilidade do paciente de manter um registro físico (no caso, o cartão de vacinas) que pode ser facilmente perdido ou avariado. Com isso, seria possível analisar com precisão a quantidade de indivíduos que foram vacinados contra outras doenças que podem produzir os mesmos sintomas da COVID-19, como é o caso da H1-N1 e assim agilizar o procedimento de avaliação do médico.

### **6.3. Combate à Notícias Falsas (*Fake News*)**

Em relação a *fake news*, a utilização de Blockchain colaboraria, por exemplo, com a maneira na qual as notícias são validadas. Uma notícia pode ser verdadeira ou falsa, e supondo que as pessoas (ou nós) possam indicar sua veracidade, a Blockchain poderia armazenar a notícia em si e seus metadados para complementar a validade da informação. A notícia possui uma data da emissão, fontes, conteúdo etc. Os dados podem estar armazenados na Blockchain, como também, as informações de quem as validou. Como a Blockchain é imutável, é possível registrar se uma notícia é verdadeira ou falsa, conforme a validação elementos da rede.

Outro benefício da Blockchain seria a rastreabilidade das notícias, ou seja, de quem as postou e de quem as propagou. Essa informação adicionada à Blockchain pode possibilitar a identificação de potenciais disseminadores de informações falsas. Logo, além de caracterizar uma notícia como *fake news*, também seria possível verificar seu rastro e fontes. E em tempos de pandemia, onde a ocorrência de notícias falsas é alta [Correio Brasileiro 2020], uma estratégia para a validação de notícias utilizando Blockchain colaboraria para a identificação de fraudes em notícias, combate a divergências, validação de fontes e evitaria a disseminação de *fake news* provocando problemas ainda maiores na atualidade.

### **6.4. Auditabilidade dos Dados da Pandemia**

Um dos principais desafios enfrentados nessa pandemia tem sido a capacidade de avaliar e analisar os dados que advém de diversos estados e municípios. Principalmente quando os dados podem vir incompletos ou, no pior dos casos, errados. Neste situação, a Blockchain pode ser capaz de armazenar os dados provenientes de diversos locais e validá-los por meio de contratos inteligentes. Uma vez que os dados estão na infraestrutura, qualquer inconsistência que os dados possam apresentar podem ser auditados e averiguados.

## **7. Conclusão**

Este artigo discutiu alguns trabalhos que aplicaram a tecnologia Blockchain nos domínios dos seguintes temas: Rastreabilidade de Materiais Médicos, Rastreabilidade de Vacinas, Combate à *Fake News* e Auditabilidade dos Dados da Pandemia. Especificamente foi discutido como Blockchain pode colaborar como uma ação de combate à pandemia, com alguns exemplos de oportunidades de pesquisas. Foi averiguado que a Blockchain é uma tecnologia que pode impactar positivamente no combate à pandemia nos temas abordados.

A Figura 3 é uma das grandes contribuições, pois resume para os quatro temas discutidos neste trabalho, as áreas e subáreas potenciais de pesquisa, diretamente aplicáveis a Blockchain. Todas as áreas apresentadas tem a possibilidade de gerar aplicações que podem ser expandidas com várias funcionalidades, agregando valores aos sistemas já existentes e consolidando dados provenientes das mais diversas áreas e tecnologias.

Como possíveis trabalhos futuros, o aprofundamento em cada um dos temas discutidos pode ser uma opção para entender melhor como Blockchain pode colaborar como uma tecnologia de combate ao COVID-19. Projetar aplicações para os temas discutidos e avaliar os protótipos também são oportunidades de trabalhos futuros.

## Referências

- Antipova, T. (2018). Using blockchain technology for government auditing. In *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–6.
- Balouchestani, A., Mahdavi, M., Hallaj, Y., e Javdani, D. (2019). Sanub: A new method for sharing and analyzing news using blockchain. In *2019 16th International ISC (Iranian Society of Cryptology) Conference on Information Security and Cryptology (ISCISC)*, pages 139–143.
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., e Alazab, M. (2020). Blockchain for industry 4.0: A comprehensive review. *IEEE Access*, pages 1–1.
- Correio Braziliense (2020). Pandemia de fake news-estudo lista principais boatos sobre covid-19. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/mundo/2020/05/05/internamundo,851477/pandemia-de-fake-news-estudo-lista-principais-boatos-sobre-covid-19.shtml>. Acesso em: 05 de maio de 2020.
- de Vasconcelos, D. R., de Souza, C. P., e Filho, R. N. C. (2020). Reports on the covid-19 outbreak. Disponível em: <https://sistemas.quixada.ufc.br/covid/>. Acesso em: 09 de maio de 2020.
- Duy, P. T., Hien, D. T. T., Hien, D. H., e Pham, V.-H. (2018). A survey on opportunities and challenges of blockchain technology adoption for revolutionary innovation. In *Proceedings of the Ninth International Symposium on Information and Communication Technology, SoICT 2018*, page 200–207, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Folha de São Paulo (2020). Pandemia força mudança no comércio online brasileiro. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/04/pandemia-forca-mudanca-no-comercio-online-brasileiro.shtml>. Acesso em: 24 de maio de 2020.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas, 4a. edition.
- Greve, F., Sampaio, L., Abijaude, J., Coutinho, A., Ítalo Valcy, e Queiroz, S. (2018). *Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda*, chapter 5, pages 1–52. Sociedade Brasileira de Computação (SBC).
- Hu, X., Peng, S., Long, C., Jiang, H., e Wei, L. (2019). vguard: A spatiotemporal efficiency supervision method for vaccine production based on double-level blockchain.

- In *2019 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)*, pages 1037–1042.
- Ingle, C., Samudre, A., Bhavsar, P., e Vidap, P. S. (2019). Audit and compliance in service management using blockchain. In *2019 IEEE 16th India Council International Conference (INDICON)*, pages 1–4.
- Kumar, R. e Tripathi, R. (2019). Traceability of counterfeit medicine supply chain through blockchain. In *2019 11th International Conference on Communication Systems Networks (COMSNETS)*, pages 568–570.
- Li, R., Pei, S., Chen, B., Song, Y., Zhang, T., Yang, W., e Shaman, J. (2020). Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2). *Science*.
- Malik, S., Dedeoglu, V., Kanhere, S. S., e Jurdak, R. (2019). Trustchain: Trust management in blockchain and iot supported supply chains. In *2019 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)*, pages 184–193.
- Millenium, I. (2020). Isolamento muda rotina de trabalho e aumenta procura por serviços digitais. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/isolamento-muda-rotina-de-trabalho-aumenta-procura-por-servicos-digitais-24321016>. Acesso em: 24 de maio de 2020.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.
- Saad, M., Ahmad, A., e Mohaisen, A. (2019). Fighting fake news propagation with blockchains. In *2019 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS)*, pages 1–4.
- Shae, Z. e Tsai, J. (2019). Ai blockchain platform for trusting news. In *2019 IEEE 39th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, pages 1610–1619.
- Shu, K., Sliva, A., Wang, S., Tang, J., e Liu, H. (2017). Fake news detection on social media: A data mining perspective. *SIGKDD Explor. Newsl.*, 19(1):22–36.
- Sinclair, D., Shahriar, H., e Zhang, C. (2019). Security requirement prototyping with hyperledger composer for drug supply chain: A blockchain application. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Cryptography, Security and Privacy, ICCSP '19*, page 158–163, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Suzuki, S. e Murai, J. (2017). Blockchain as an audit-able communication channel. In *2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, volume 2, pages 516–522.
- Tee, W. J. e Murugesan, R. K. (2018). Trust network, blockchain and evolution in social media to build trust and prevent fake news. In *2018 Fourth International Conference on Advances in Computing, Communication Automation (ICACCA)*, pages 1–6.
- Tilt (2020). Covid-19 aumenta demanda por serviços digitais e vida hiperconectada. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/efe/2020/03/12/covid-19-aumenta-demanda-por-servicos-digitais-e-vida-hiperconectada.htm>. Acesso em: 24 de maio de 2020.

- Vance, T. R. e Vance, A. (2019). Cybersecurity in the blockchain era : A survey on examining critical infrastructure protection with blockchain-based technology. In *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S T)*, pages 107–112.
- Wilder-Smith, A. e Freedman, D. O. (2020). Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak. *Journal of Travel Medicine*, 27(2). taaa020.
- Yaga, D. e Mell, P. (2018). *NISTIR 8202: Blockchain Technology Overview*, chapter 1, pages 1–68. National Institute of Standards and Technology.