

UM ESTUDO NA SMSAN DE CURITIBA PARA O USO DE BLOCKCHAINS PARA A RASTREABILIDADE ALIMENTAR

A STUDY AT SMSAN IN CURITIBA ON THE USE OF BLOCKCHAINS FOR FOOD TRACEABILITY

Deborah França¹
Kaio Rodrigo Brukmuller da Silveira²
Simone Roque³

RESUMO

O objetivo deste artigo visa analisar a adoção de *blockchain* na gestão de cadeia de produção alimentos na SMSAN Curitiba. Para atingir o presente objetivo, utilizou-se o estudo de caso como método de pesquisa. O qual permitiu que os dados analisados demonstrassem que o uso da tecnologia *blockchain* pode ser muito vantajosa, uma vez que ela salva todas as transações que ocorreram, desde o começo da cadeia, juntamente com um registro temporal correspondente em sua estrutura, permitindo tanto a rastreabilidade *forward*, da origem de um produto para o produto final, quanto a rastreabilidade *backward*, do produto final para a origem. Esses registros são imutáveis e ficam disponíveis para todos os participantes da cadeia oferecendo assim a transparência de todos os eventos que ocorrem durante o processo produtivo. A implementação desse modelo de rastreio e auditabilidade dentro do “cinturão verde” de produção da RMC, torna-se inviável financeiramente e tecnologicamente ao quadro que temos hoje baseado na utilização de muito material de controle físico, como os cadernos de campo, e outros controles nas mãos de transportadoras e varejistas que não estão em sistemas, o que leva a dificuldade de agregar informações. A padronização de rotulagem, a fiscalização dos órgãos competentes para com os produtores e a busca de inovação por estes para otimizar as suas informações seriam grandes passos na busca por inovação e controle de produtos.

Palavras-chave: rastreabilidade; *blockchain*; SMSAN.

ABSTRACT

The objective of this article aims to analyze the adoption of *blockchain* in food production chain management at SMSAN Curitiba. To achieve this objective, the case study was used as a research method. Which allowed the analyzed data to demonstrate that the use of *blockchain* technology can be very advantageous, since it saves all transactions that have occurred, since the beginning of the chain, together with a corresponding temporal record in its structure, allowing both traceability forward, from the origin of a product to the final product, and backward traceability, from the final product to the origin. These records are immutable and are available to all participants in the chain, thus offering transparency of all events that occur during the production process. The implementation of this tracking and auditability model within the RMC production “green belt” becomes financially and technologically unfeasible given the situation we have today, based on the use of a lot of physical control material, such as field notebooks, and other controls. in the hands of carriers and retailers who are not in systems, which makes it difficult to aggregate information. The standardization of labeling, the supervision of the competent bodies towards producers and the search for innovation by them to optimize their information would be great steps in the search for innovation and product control.

Keywords: traceability; *blockchains*; SMSAN.

1 INTRODUÇÃO

Considerando que atualmente os consumidores estão mais conscientes, informados e por demandarem consumo de produtos mais seguros, exigindo assim, mudanças de paradigmas no mercado para garantir a segurança de alimentos de precisão. Com isso, o mercado necessita de ferramentas para suporte ao gerenciamento na melhoria da qualidade da produção.

Pesquisadores observaram que o sistema de rastreabilidade tem sido cada vez mais implantado nas indústrias de alimentos, com intuito de colaborar com a disponibilização de informações demandadas pelos consumidores. (PIZZUTI *et. al.*, 2014).

Diante de tais fatos, o *blockchain* é uma tecnologia atual, sendo uma solução inovadora na rastreabilidade e recall de alimentos e pode ser utilizada por todos os elos da cadeia de produção de alimento, o objetivo deste estudo com base na estrutura e funcionamento dessa tecnologia visa analisar a adoção de *blockchain* na gestão de cadeia de produção alimentos no âmbito geral.

A introdução da tecnologia *blockchain* já teve impactos generalizados no setor financeiro. À medida que a tecnologia amadurece, ela parece pronta para enfrentar os desafios que a indústria de alimentos enfrenta há muito tempo, como: recalls devido à contaminação, falsificação e atendimento às novas tendências de consumo. Anteriormente, os desafios de coletar e transferir dados para o *blockchain* em ambientes industriais ameaçavam sua viabilidade. No entanto, com a popularização da computação em nuvem e o custo decrescente da Internet das Coisas (IoT), agora é possível gerar, gerenciar e comunicar dados de forma eficaz. Combinadas, a tecnologia *blockchain*, a Internet das Coisas (IoT), e os ERPs integrados (*Enterprise Resource Planning* é um sistema de gestão que permite acesso fácil, integrado e confiável aos dados de uma empresa), existe a capacidade de gerar benefícios imediatos e revolucionar as cadeias de suprimentos de alimentos e bebidas.

A população global deverá atingir 8,5 bilhões em 2030, 9,7 bilhões em 2050 e 10,9 bilhões em 2100, de acordo com a projeção de variante média. O aumento populacional crescente e latente exige uma maior oferta de alimentos para atender as necessidades humanas (UNITED NATIONS, 2019).

A Food and Agriculture Organization (FAO), alertou que, se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 o mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015). Diante desta expectativa de demanda mundial por alimento, a FAO aponta que o Brasil será o maior exportador de alimentos do mundo até 2050 (MACEDO *et. al.*, 2017).

Há uma crescente desconfiança em todo o mundo nos sistemas regulatórios e indústrias, por causa de recalls, escândalos e suspeitas em produtos de grandes empresas. Esses incidentes refletem negativamente em todos os atores das cadeias, como consumidores, instituições responsáveis, produtores, indústrias e redes varejistas (ANGUS, 2018).

2 REVISÃO DE LITERATURA

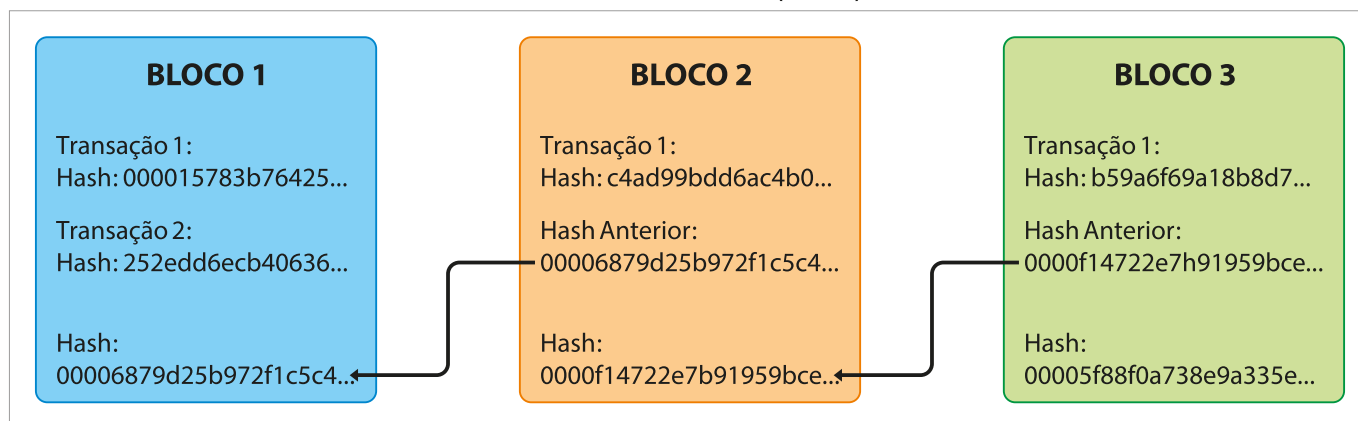
Nos próximos parágrafos faremos uma explanação sobre a cadeia *blockchain* e usabilidade bem como explicações técnicas de funcionamento, e a revisão de alguns artigos que tratam do tema abordado e obtiveram sucesso em seus estudos.

2.1 BLOCKCHAIN

Na origem da *blockchain*, está o protocolo do Bitcoin, proposto por Satoshi Nakamoto que entrou em operação em 2009. Nakamoto introduziu a tecnologia *blockchain* como mecanismo para garantir confiabilidade às cooperações, irretratabilidade, auditabilidade, e imutabilidade a fim de prover segurança a transações eletrônicas sem a presença de intermediários ou terceiros. Essa inovação trouxe uma forma de trazer confiança e segurança no processo entre os participantes envolvidos na cadeia ou na rede (NAKAMOTO, 2016).

O *blockchain* armazena periodicamente informações de transações em lotes, chamados blocos. Esses blocos, conforme exemplificado na Figura 1, recebem uma impressão digital chamada *hash* - um código matemático único - e são interligados em um conjunto em ordem cronológica, formando uma linha contínua de blocos - uma corrente (daí o termo "*chain*"). Se alguém tentar fazer alguma mudança em um dos blocos passados, ele não é reescrito. Mas pode ser enviada uma nova transação, que será analisada e incluída em um novo bloco de informações.

FIGURA 1: EXEMPLO DE UM REGISTRO COMPARTILHADO - (HASH) DA BLOCKCHAIN



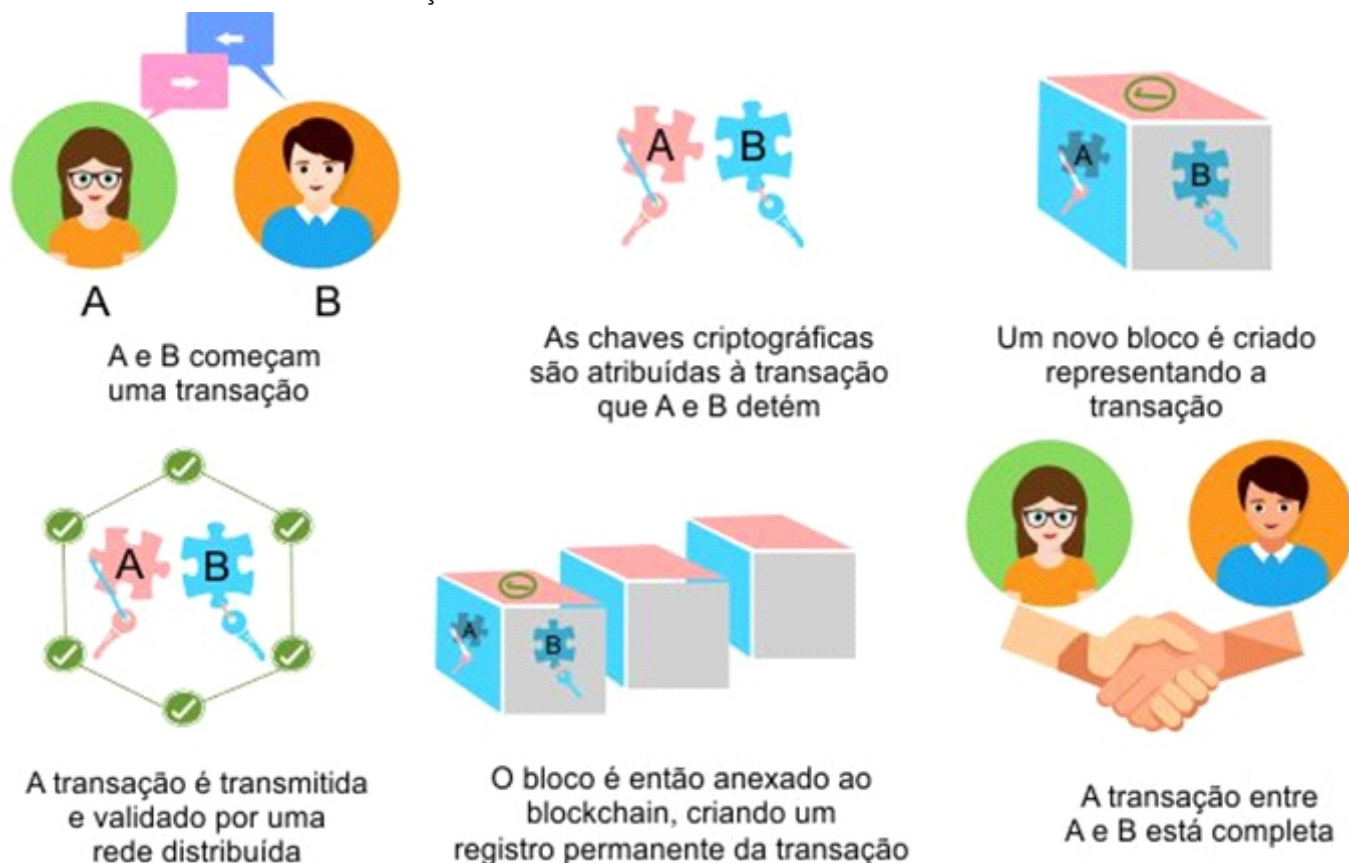
Fonte: Os autores, 2023.

Na evolução da tecnologia *blockchain*, são destacadas quatro etapas: a *Blockchain 1.0* envolve as primeiras implementações das criptomoedas, que permite transações financeiras baseadas em tecnologia de contabilidade distribuída, e um ecossistema de pagamento de digital, sendo o Bitcoin lançamento nesse segmento em 2008.

A *Blockchain 2.0* inicia-se com a era dos contratos inteligentes em 2013, que são programas de computador independentes que executam automaticamente condições predefinidas. *Blockchain 3.0* refere-se o seu uso dos Dapps, que é uma forma abreviada de aplicativo descentralizado, evitando infraestrutura centralizada. E a era do *Blockchain 4.0* que está tornando o *Blockchain 3.0* utilizável no uso comercial da vida real. Surgindo assim a adoção e aplicação da tecnologia *blockchain* em diversas áreas além da financeira (BASHIR, 2018).

O governo tem investido dinheiro e esforços em *blockchain*, pela tecnologia permitir uma rede segura e rastreável que permite/ promove maior controle sobre transações, entre outras aplicações. A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação, abriu esse ano um edital para investimento de até R\$ 60 milhões em startups que desenvolvem soluções para a tecnologia *blockchain* e outras tecnologias (INVESTING.COM, 2019).

No ano 2018 os investimentos mundiais em soluções por meio de *blockchain* foram US\$ 2,1 bilhões e esses gastos estão aumentando de uma forma abrupta, sendo a previsão até 2021 que chegará a US\$ 9,2 bilhões (COMPUTEWORLD, 2018). Segundo o artigo "*Blockchain for Agriculture and Food*:"

FIGURA 2: MODELO DE TRANSAÇÕES UTILIZANDO A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*. HYPERLINK

Fonte: <http://evolvi.com.br/tecnologia-que-mudara-contabilidade/>, 2018.

Findings from the Pilot Project" (*Blockchain para Agricultura e Alimentação: Resultados do Projeto Piloto*) de (BRewsterEWSTER, C. *et al.* col., 2017), que investiga os resultados de um projeto piloto de aplicação da tecnologia *blockchain* na agricultura e na indústria alimentícia. O estudo aborda a utilização dessa tecnologia emergente como ferramenta para melhorar a rastreabilidade alimentar e a gestão da cadeia de suprimentos agrícolas. No projeto piloto, o *blockchain* foi implementado para registrar e rastrear informações em todas as etapas da cadeia produtiva de alimentos, desde a produção até o consumo. Os pesquisadores examinaram os benefícios e desafios da aplicação do *blockchain* nesse contexto, bem como a sua capacidade de aumentar a transparência e a segurança na cadeia de suprimentos.

Os resultados dos estudos demonstraram que o uso do *blockchain* trouxe maior confiança e rastreabilidade aos alimentos, permitindo que os consumidores e as partes interessadas acompanhassem o histórico completo dos produtos, desde o momento do plantio até a chegada ao mercado. Além disso, a tecnologia *blockchain* foi capaz de identificar e resolver problemas de forma mais rápida e eficiente, facilitando a tomada de decisões informadas em caso de emergências ou crises na segurança alimentar. No entanto, o artigo também destaca alguns desafios encontrados durante a implementação, como questões relacionadas à interoperabilidade entre os diferentes sistemas de registro e a necessidade de engajamento e colaboração de todos os participantes da cadeia produtiva para garantir o sucesso e a adoção contínua da tecnologia *blockchain*. Em suma, o artigo "*Blockchain for Agriculture and Food: Findings from the Pilot Project*", (BREWSTER *et al.*, 2017), destaca o potencial promissor do *blockchain* como uma solução para melhorar a rastreabilidade alimentar e a gestão da cadeia de suprimentos agrícolas, ao mesmo tempo em que destaca a importância da cooperação e da resolução de desafios técnicos e operacionais para maximizar os benefícios dessa tecnologia inovadora no setor agroalimentar.

Outro artigo que fala sobre o tema é: "*Blockchain Applications in the Food Sector: A Comprehensive Review*" (Aplicações de *Blockchain* no Setor de Alimentos: Uma Revisão Abrangente),

(TUBIC *et al.*, 2017), este artigo é uma revisão abrangente que examina diversas aplicações do *blockchain* no setor de alimentos. A revisão analisa como a tecnologia *blockchain* está sendo adotada para enfrentar os desafios específicos enfrentados pela indústria alimentícia, incluindo a melhoria da rastreabilidade, segurança, transparência e eficiência na cadeia de suprimentos.

Os pesquisadores exploram várias formas pelas quais o *blockchain* tem sido implementado na indústria alimentícia, desde o registro das informações sobre a origem dos alimentos e as práticas de produção até a distribuição e comercialização. Através de contratos inteligentes e registros distribuídos, a tecnologia *blockchain* oferece a capacidade de rastrear a procedência de cada lote de alimentos, permitindo maior transparência para os consumidores e partes interessadas. Além da rastreabilidade, o artigo destaca outras aplicações do *blockchain* no setor alimentício, como a garantia da autenticidade de produtos, a gestão de recalls de alimentos de forma mais rápida e precisa, e a proteção contra fraudes na cadeia de suprimentos.

Os resultados, feita por Tubic *et al.*, 2017, da revisão indicam que o uso do *blockchain* no setor de alimentos pode trazer benefícios significativos, como aprimorar a segurança alimentar, minimizar desperdícios, reduzir o tempo de resposta em situações de crises e aumentar a confiança dos consumidores nos alimentos que consomem. No entanto, os autores também ressaltam desafios a serem superados, como a necessidade de padronização de protocolos e a questão da escalabilidade, especialmente em cadeias de suprimentos complexas e de grande escala.

2.2 CASOS DE SUCESSO

Um exemplo de caso de sucesso são as empresas Nestlé, Unilever e Tyson Foods que se juntaram a um projeto da IBM, em 2017 para melhorar a segurança na cadeia de suprimentos, aplicando o *blockchain* para rastrear milhares de pequenas operações na produção e distribuição da comida - ajudando a identificar a fonte de contaminação de um lote de produtos (JORNAL O ESTADÃO, 2017).

O grupo Carrefour tem investido no seu programa de rastreamento de alimentos in natura com o uso da tecnologia *blockchain*. Em entrevista, o diretor de Sustentabilidade da companhia no Brasil, Lúcio Vicente (CHINAGLIA, R. 2021), afirmou que a companhia vai expandir o programa de monitoramento de origem dos alimentos vendidos pela companhia. Até agora, carne suína e laranja eram os únicos produtos in natura rastreados pelo grupo com o uso da tecnologia criada com o surgimento do bitcoin, agora, novos produtos devem ser rastreados pela companhia com a tecnologia *blockchain*, é possível rastrear cada etapa da produção e todo o percurso percorrido pelo produto, desde a criação do animal em áreas rurais, ou da lavoura, até a venda nas prateleiras dos supermercados. Vicente (CHINAGLIA, R. 2021) explicou que os produtos ganham uma identificação dentro do *blockchain*, que garante a confidencialidade dos dados. O consumidor tem acesso a essas informações ao escanear um QR code presente nas embalagens.

No caso do rastreamento da carne bovina, Vicente explicou que todos os frigoríficos fornecedores assinam um documento se comprometendo a investir em rastreabilidade e sustentabilidade dos produtos. Ou seja, o fornecedor de carne bovina passa a ser obrigado a investir na cadeia produtiva para poder avançar nos processos e caso o fornecedor não cumpra alguns dos passos, Vicente diz que pode haver uma suspensão da compra relacionada àquele fornecedor ou, ainda, a suspensão do mesmo, que passa a não poder mais vender a carne para o Carrefour. Ainda Vicente (CHINAGLIA, 2021), isso "garante maior visibilidade para o público em geral e também "atende às maiores pressões por parte dos investidores, no sentido de garantir uma cadeia socioambiental sustentável". (CHINAGLIA, 2021).

O Walmart China, subsidiária da gigante americana de varejo, lançou sua 'Plataforma *Blockchain* de Rastreabilidade' por meio de uma parceria com a VeChain, detentora da criptomoeda VET. De acordo com o comunicado de imprensa, também fazem parte do projeto as empresas China Chain-Store & Franchise Association (CCFA), PwC e Inner Mongolia Kerchin. Segundo a nota, a nova plataforma já possui 23 linhas de produtos testadas. O objetivo do Walmart China, porém, é rastrear todos os produtos de carne in natura, pois eles são responsáveis por 50% de suas vendas totais na categoria. No caso do Walmart China, ao analisar os produtos com um smartphone, os clientes vão poder acessar informações detalhadas, como a origem e a rota dos produtos até o supermercado, bem como relatórios de inspeção. (RIGGS, W. 2019).

“Acreditamos que a Plataforma *Blockchain* de Rastreabilidade do Walmart será um excelente exemplo da tecnologia *blockchain* aplicada ao setor de varejo, ajudando a melhorar a segurança alimentar e fornecendo uma forte garantia para construir a confiança do consumidor”, disse Elton Yeung, líder em estratégia e inovação na PwC. Kevin Feng, executivo chefe de operações da VeChain, também comentou: “A VeChain trabalhará com o Walmart China para atender às normas do governo, utilizando tecnologia para promover a rastreabilidade de alimentos frescos e fornecer soluções inovadoras para a plataforma de rastreabilidade por meio de tecnologia digital, de modo a gerar mais transparência, segurança e melhor experiência de consumo”. (RIGGS, W. 2019).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este é um estudo qualitativo descritivo sobre a atual forma de rastreio alimentar as possibilidades de implementação de uma cadeia *blockchain*. Pelo fator de que a SMSAN não é atualmente responsável pelo rastreio e/ou legislação vigente (uma vez que esta fica a cargo da Secretaria do Estado de Saúde- PR) torna-se hoje difícil a aplicação rigorosa ou a alteração de legislação no âmbito municipal para a implementação deste tipo de rastreio. Analisamos o modelo atual e legislação vigente, assim como é feito o processo de rastreio e apresentamos propostas de modificação no percurso para que possa ser implementado com base nos estudos de casos e artigos apresentados.

A rastreabilidade vegetal é um conjunto de procedimentos que permite detectar a origem e acompanhar a movimentação de um produto ao longo da cadeia produtiva, mediante elementos informativos e documentais registrados. Ou seja, identificar qual é o produto, de onde ele veio e como foi produzido. A cadeia produtiva de produtos vegetais frescos abrange todo o fluxo, da origem ao consumo de produtos vegetais, desde a produção primária, armazenagem, consolidação de lotes, embalagem, transporte, distribuição, fornecimento, comercialização, exportação e importação. No campo, os produtores devem manter seus registros na forma de caderno de campo, por exemplo, com informações básicas como data de utilização de insumos e fertilizantes, dosagem de aplicação, recomendação técnica ou receituário agrônomo emitido por profissional competente, dados da colheita e identificação do comprador.

3.1 A RASTREABILIDADE ALIMENTAR HOJE

Em visita feita a Gerencia de Desenvolvimento Agroalimentar da SMSAN - Secretaria Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional, fomos informados de como funciona o rastreio alimentar hoje, como são coletados os dados no campo e como são repassados os dados no decorrer do transporte e manuseio, além da legislação vigente.

A Resolução SESA 748/2014 foi uma norma regulatória emitida pela Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). Ela estabelece critérios e procedimentos para a implementação da rastreabilidade de vegetais frescos no estado do Paraná, com o objetivo de garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos agrícolas.

O principal objetivo da Resolução SESA 748/2014 é estabelecer diretrizes para a rastreabilidade vegetal, permitindo o acompanhamento do histórico e da origem dos vegetais, desde a produção até o consumo, por meio de registros e identificação, através de etiquetas, adequada dos produtos.

A norma prevê que os produtores de vegetais frescos deveriam adotar sistemas de rastreabilidade que permitissem a rastreamento dos produtos ao longo de toda a cadeia produtiva. Isso inclui a identificação das unidades produtivas, registro das atividades agrícolas, informações sobre insumos utilizados, práticas de cultivo e datas de colheita.

Além disso, a Resolução SESA 748/2014 também estabelece a necessidade de etiquetar os produtos vegetais com informações essenciais, como nome do produtor, número do lote, data de colheita e outras informações relevantes para rastreabilidade.

Ao exigir a rastreabilidade vegetal, a Resolução visa facilitar a identificação rápida e precisa da origem de eventuais problemas relacionados à segurança ou qualidade dos alimentos, permitindo a tomada de medidas corretivas eficazes para proteger a saúde dos consumidores.

Porém o acúmulo de informações físicas (etiquetas) nas caixas podem acabar confundindo ou se perdendo ao longo do percurso do alimento.

Além da Resolução SESA 748/14 o Caderno de Campo e os receituários são mecanismos que devem existir para que as informações sobre o alimento sejam corretamente armazenadas.

O caderno de campo e os receituários agrônômicos guardam as informações dos tratamentos realizados na lavoura e devem ser arquivados por 18 meses após o tempo de validade ou de expedição dos alimentos frescos. Já as notas fiscais de compra de insumos e notas fiscais de venda dos alimentos deverão continuar arquivadas por cinco anos, à disposição das autoridades competentes.

4. DESCRIÇÃO DE ANÁLISE DE DADOS

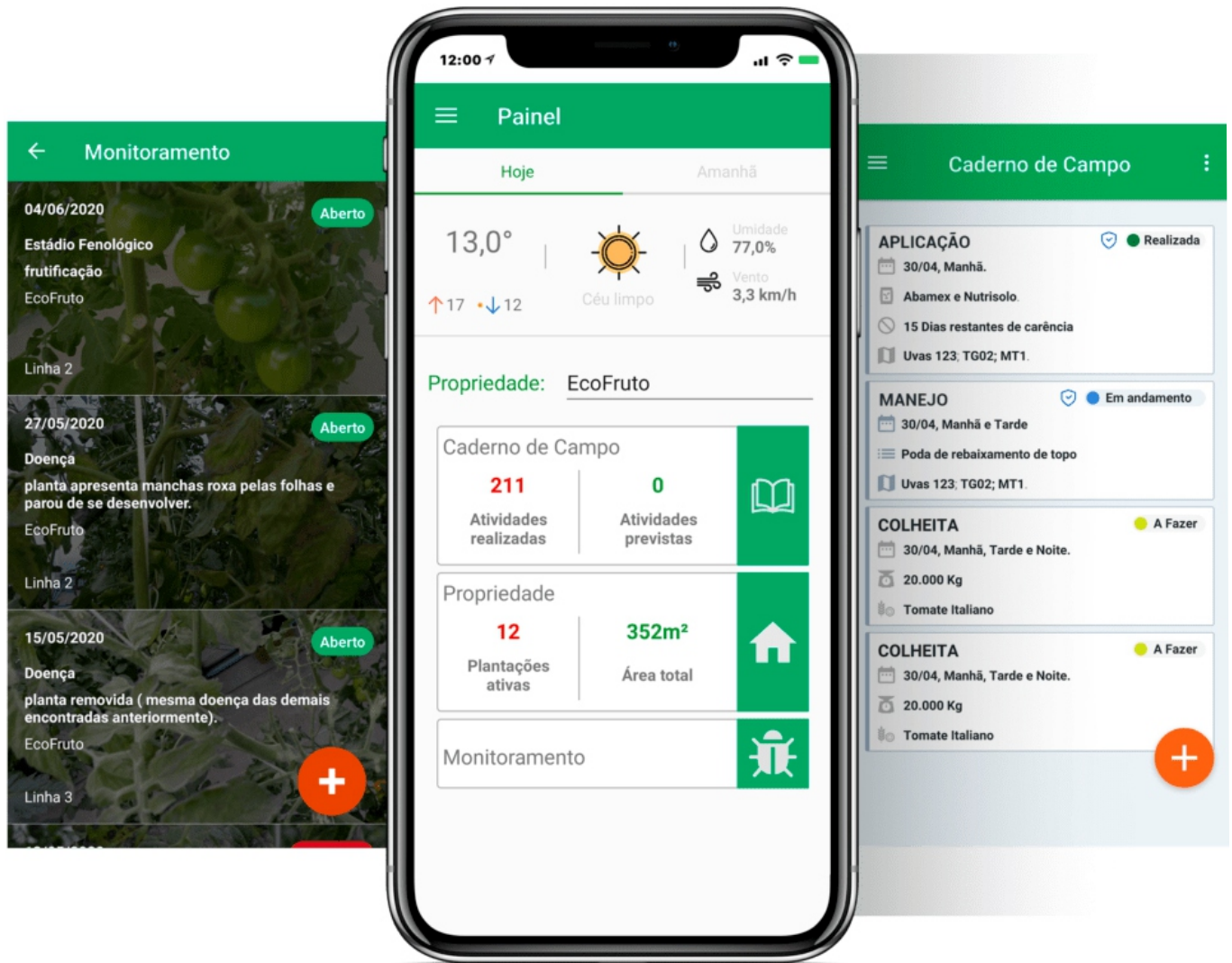
Com base nos estudos de casos e artigos foram feitos levantamentos nos setores da SMSAN para avaliar os procedimentos de rastreio utilizados hoje em dia e a possibilidade de implementação de melhorias.

4.1 PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO

Pesquisas realizadas entre os meses de abril e junho de 2020 pela Embrapa, Sebrae e o Inpe apontam que 8 de cada 10 agricultores fazem uso de, pelo menos, uma ferramenta digital para auxiliar na sua produção. A aderência total às tecnologias é só uma questão de tempo e o Caderno de Campo Digital é o primeiro passo para quem deseja iniciar a jornada tecnológica. Esta ferramenta auxilia produtor rural, técnico, gestor de cooperativa ou agroindústria a otimizar o desempenho produtivo dos cultivos e a otimizar seu tempo, um dos bens mais preciosos que existem.

De posse de um caderno de campo digital, ilustrado pela Figura 3, otimizando os trabalhos na lavoura e buscando atender a resolução SESA nº 748/2014 (Secretaria de Saúde) que regulamenta a rotulagem de frutas, verduras e legumes vendidos in natura, a granel ou embalados, que podemos pensar nos próximos passos com relação a sistemas.

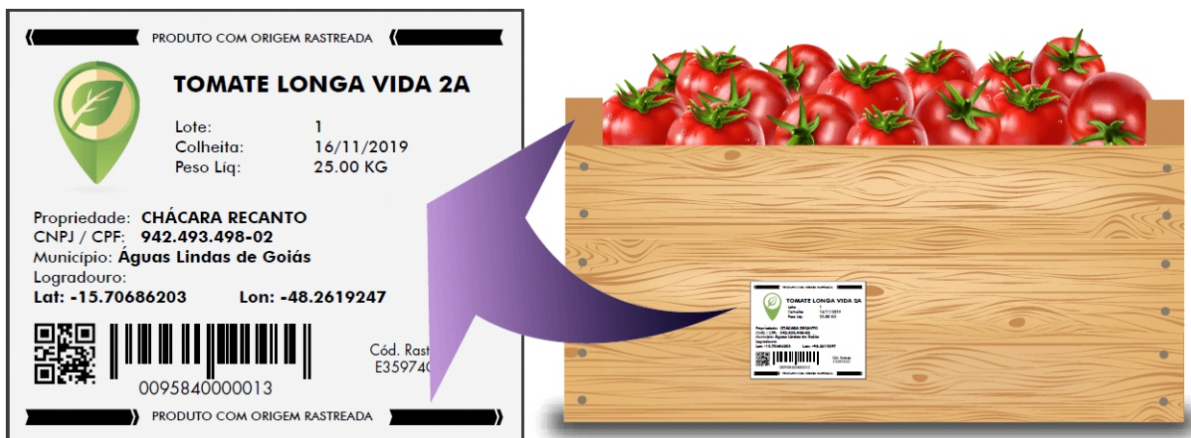
FIGURA 3: MODELO DE CADERNO DE CAMPO DIGITAL



Fonte: <https://elysios.com.br/caderno-de-campo-digital-demetra/>, 2023.

Fazendo uso de um caderno digital de campo o produtor poderá exportar os dados de sua colheita pela etiqueta da caixa produto contendo um QR Code (Figura 4), esse código será colhido pela transportadora ou cooperativa abastecendo assim o ERP da próxima mão que irá estar de posse daqueles produtos.

FIGURA 4: CAIXOTE COM PRODUTOS DEVIDAMENTE ETIQUETADO PORTANDO INFORMAÇÕES EXIGIDAS PELA LEGISLAÇÃO VIGENTE PORTANDO AINDA CÓDIGO DE BARRAS E QR CODE.



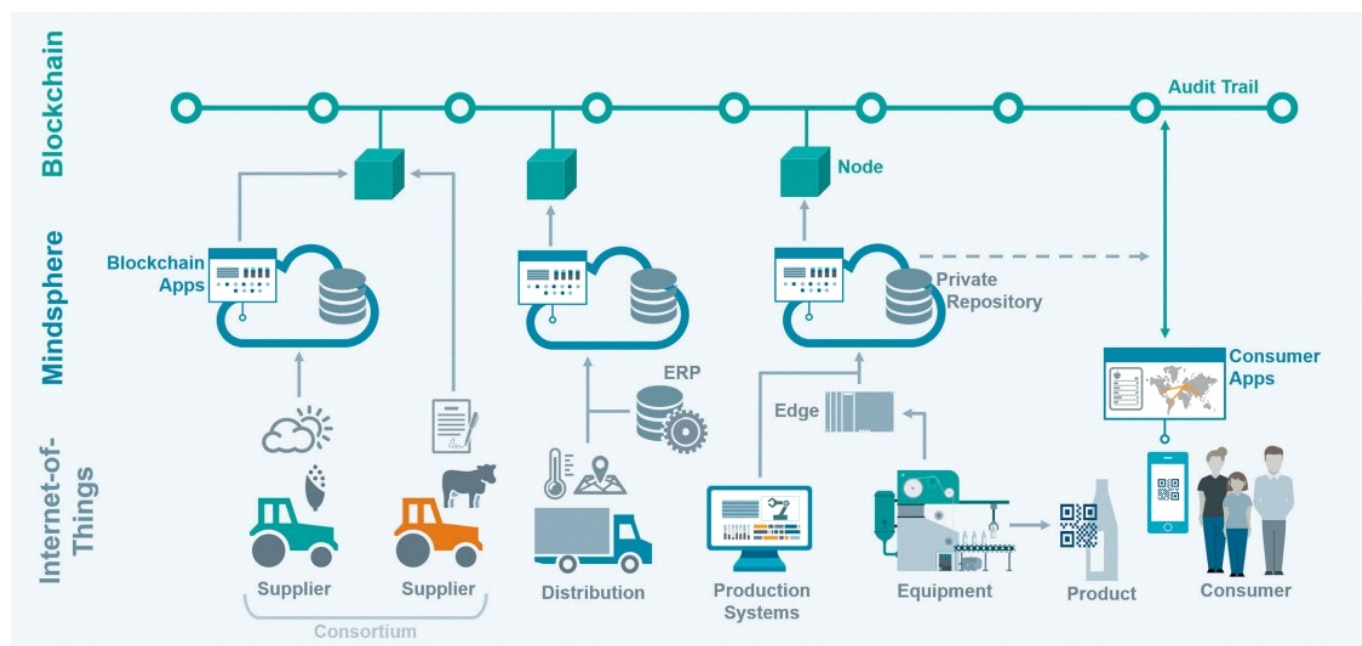
Fonte: Os autores, 2023.

Um exemplo de ERP que diz atender todos os passos do trajeto do produto foi desenvolvido pelo Instituto CNA, o Sistema **Agri Trace Rastreabilidade Vegetal** **é um modelo de sistema que auxilia** os produtores de frutas e hortaliças a atenderem as regras definidas pela Instrução Normativa Conjunta ANVISA/SDA-MAPA nº 02 de 07 de fevereiro de 2018. Dentro deste ERP temos os módulos para: produtor, sindicatos, cooperativas, associações, atacadistas e varejistas.

Integrando sistemas e cadeias, é possível ter no produto final não só a origem como acesso ao caderno do produtor com dados da colheita, aplicações de defensivos agrícolas, tipo de preparação do solo, sistemas de irrigação e outras informações da lavoura, informações da transportadora, cooperativa, armazenagem e demais mãos por onde o produto passou.

A proposta de um sistema de rastreabilidade operando com a tecnologia *blockchain* é permitir que participantes da cadeia de suprimentos possam inserir informações na rede de maneira identificada e abertamente auditável, gerando confiança adicional ao processo de rastreabilidade. Seguindo a linha de pensamento da auditabilidade da informação, para um alimento seguro, a *blockchain* aplicada à rastreabilidade é excelente para todos os elos da cadeia produtiva e, principalmente, para o consumidor que está mais ativo na busca de informações sobre a origem dos alimentos que consome conforme pode ser visualizado pela Figura 5.

FIGURA 5: MODELO DE FLUXOGRAMA DE DADOS ATRELANDO SISTEMAS DE INTERNET DAS COISAS (IOT) **FIGURA 5:** E ERPS UTILIZANDO *BLOCKCHAINS*



Fonte: Os autores, 2023.

4.2 REQUISITOS PARA IMPLEMENTAÇÃO

A implantação do *blockchain* em uma cadeia de rastreio de alimentos vegetais é um processo que requer planejamento, investimento e cooperação entre os diferentes participantes da cadeia produtiva e estão são os principais passos e requisitos para implementar o *blockchain* em uma cadeia de rastreio de alimentos vegetais:

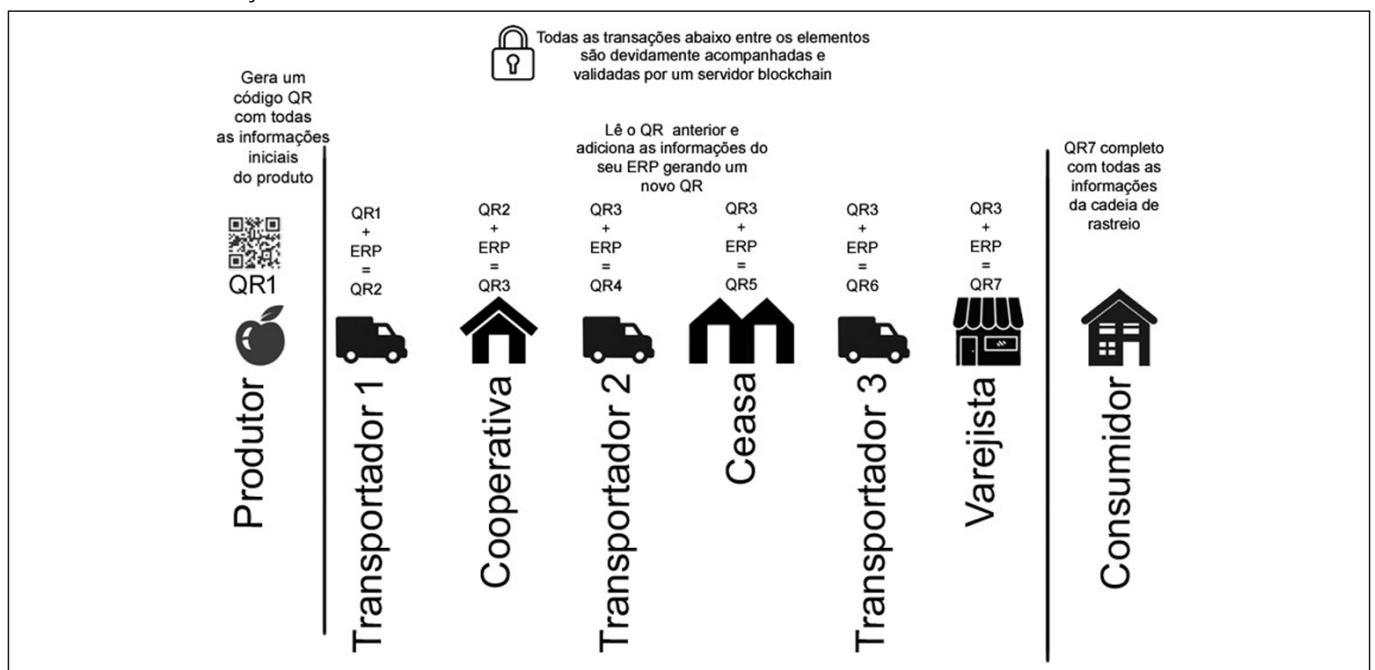
1. Identificar os participantes da cadeia: Identifique todos os participantes envolvidos na cadeia produtiva de alimentos vegetais, como produtores, processadores, distribuidores, varejistas e outros intermediários.

2. Definir os dados a serem registrados: Determine quais informações devem ser registradas em cada etapa da cadeia, como dados sobre o cultivo, uso de insumos agrícolas, datas de colheita, práticas de processamento, transporte, armazenamento e distribuição.
3. Escolher uma plataforma **blockchain**: Existem várias plataformas *blockchain* disponíveis, como Ethereum, Hyperledger e outras. Deve-se escolher aquela que melhor se adapta às necessidades da cadeia de rastreio de alimentos vegetais em termos de escalabilidade, segurança e recursos técnicos.
4. Desenvolver contratos inteligentes: Os contratos inteligentes são programas autônomos que podem ser executados automaticamente quando certas condições são atendidas. Eles ajudam a automatizar e validar as transações no *blockchain*. Desenvolver contratos inteligentes para registrar e validar as informações relevantes em cada etapa da cadeia.
5. Implementar identificação e rastreabilidade: Cada lote de alimentos vegetais deve ser identificado com um código único que permita sua rastreabilidade no *blockchain*. Isso pode ser feito através de etiquetas RFID, códigos QR ou outros métodos de identificação.

Treinar os participantes: Todos os participantes da cadeia devem ser treinados para usar o sistema de rastreio baseado em *blockchain*. Isso inclui treinamento sobre como registrar informações corretamente, acessar o *blockchain* e interpretar os dados.

6. Garantir a interoperabilidade: Certificar-se de que os sistemas dos diferentes participantes da cadeia possam se comunicar e interagir de forma adequada com o *blockchain*, gerar e absorver as informações necessárias.
7. Realizar testes e pilotos: Antes de implementar completamente o *blockchain* em toda a cadeia, é necessário realizar testes e pilotos para identificar e corrigir possíveis problemas e garantir a eficácia do sistema.
8. Monitorar e auditar regularmente: Manter a vigilância constante sobre o sistema de rastreio baseado em *blockchain*, monitorando as transações e realizando auditorias para garantir sua integridade e precisão.

FIGURA 6: MODELO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES UTILIZANDO UMA CADEIA DE BLOCKCHAIN ATRELADO A GERAÇÃO DE QR CODES.



Fonte: Pesquisa EBIA - Avaliação de Segurança Alimentar e Nutricional (2023).

O produtor gera o primeiro QR code onde possui as informações básicas do produto e do caderno de campo, o próximo elo da cadeia que no caso será a transportadora irá ler as informações do QR1 ao seu próprio ERP e adicionar as suas próprias (como data do transporte, motorista, veículo, rota e demais) gerando um segundo QR Code, por cada elo da cadeia em que o produto passar irá efetuar este procedimento, no final teremos um QR com todas as informações do produto disponível para o consumidor, conforme ilustrado na Figura 6.

Usando o *blockchain*, as empresas de alimentos podem rastrear surtos de forma muito mais rápida para fontes específicas. Isso poderia ajudar a aumentar a segurança do consumidor, limitando as perdas financeiras, já que apenas os produtos diretamente afetados precisariam ser recuperados. As empresas de alimentos podem anexar tags de IoT conectadas a remessas, com cada remessa atribuindo um número de identificação exclusivo via QR Code. Esses IDs serão vinculados às origens dos produtos, dados de processamento, temperaturas de armazenamento, datas de vencimento e outras informações. Em cada estágio da cadeia de suprimentos, os funcionários podem simplesmente “fazer o check-in” do produto usando seu número de identificação na etiqueta, e o *blockchain* rastreará o produto com segurança ao longo do tempo nos pontos de verificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve o objetivo de analisar os estudos de casos desenvolvidos e aplicados do *blockchain* para rastreabilidade de alimentos, verificou se que o uso da tecnologia pode ser muito vantajosa quando a intenção da aplicação é oferecer a transparência para uma cadeia produtiva, uma vez que ela salva todas as transações que ocorreram, desde o começo da cadeia, juntamente com um registro temporal correspondente em sua estrutura, permitindo tanto a rastreabilidade *forward*, da origem de um produto para o produto final, quanto a rastreabilidade *backward*, do produto final para a origem.

Esses registros são imutáveis e ficam disponíveis para todos os participantes da cadeia oferecendo assim a transparência de todos os eventos que ocorrem durante o processo produtivo de qualquer produto.

Como trabalhos futuros pode-se citar a automação do processo de mapeamento através da implementação de softwares auxiliares e a aplicação dos modelos desenvolvidos em casos práticos em conjunto com sistemas de internet das coisas (IoT).

Para atingir o objetivo foi realizada uma revisão de literatura e feito um estudo da aplicação na SMSAN do município de Curitiba e constatou se que torna-se inviável financeiramente e tecnologicamente implementar esse modelo de rastreio e auditabilidade dentro do “cinturão verde” de produção da RMC, o quadro que temos hoje é baseado na utilização de muito material de controle físico, como os cadernos de campo, e outros controles nas mãos de transportadoras e varejistas que não estão em sistemas, o que leva a dificuldade de agregar informações.

A padronização de rotulagem, a fiscalização dos órgãos competentes para com os produtores e a busca de inovação por estes para otimizar as suas informações seriam grandes passos na busca por inovação e controle de produtos.

REFERÊNCIAS

ANGUS, A. **Conheça as 10 Tendências de Consumo Globais Para 2018**. London: Euromonitor International, 2018. Disponível em: <https://portal.apexbrasil.com.br/noticia/EUROMONITOR-APRESENTA-AS-10-TENDENCIAS-DE-CONSUMO-PARA-2018/>. Acessado em: 27/09/2023.

BASHIR, I. **Mastering Blockchain: Distributed ledgers, decentralization and smart contracts explained**. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2018. 656 p.

BREWSTER, C.; DIEPEN, V. F.; GE, L.; GRAUMANS, C.; KLAASE, B.; SPEK, J.; SMEENK, A.; TOP, J.; WILDT, M.R. **Blockchain for Agriculture and Food: Findings from the Pilot Project, (Blockchain para Agricultura e Alimentação: Resultados do Projeto Piloto)**. Wageningen Economic Research, 2017. Disponível em: <https://research.wur.nl/en/publications/blockchain-for-agriculture-and-food-findings-from-the-pilot-stud>. Acessado:27/09/2023.

CHINAGLIA R.; **Carrefour expande uso de blockchain para rastreamento de alimentos in natura**. 14 jul, 2021. Disponível em: <https://cointelegraph.com.br/news/carrefour-expands-blockchain-use-for-fresh-food-tracking>. Acessado:27/09/2023.

COMPUTEWORLD. **BlockchainBlockchain privado e público: entenda as principais diferenças**. 2018. Disponível em: <https://computerworld.com.br/2018/03/01/blockchainblockchain-privado-e-publicoentenda-principais-diferencas/>. Acessado:27/09/2023.

INVESTING.COM. **Governo financia startups voltadas para a tecnologia blockchain**. 2019. Disponível em: <https://br.investing.com/news/technology-news/governo-financiastartups-voltadas-para-a-tecnologia-blockchain-666777>. Acessado: 27/09/2023.

JORNAL O ESTADÃO. **IBM e Nestlé querem usar blockchain para evitar comida estragada**. Guarulhos. 22 ago. 2017a. Notícias e Inovação. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/inovacao,ibm-e-nestle-querem-usar-blockchain-paraevitar-comida-estragada,70001946041>. Acessado: 27/09/2023.

MACEDO, E. F. S.; NISHIZAKI JR., N. **A importância do planejamento logístico com foco no crescimento da demanda da cadeia produtiva de alimentos até 2050**. Revista Fatec Zona Sul, São Paulo, v. 3. n. 3, p. 31-45, abr. 2017. Edição especial. Disponível em: <https://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/90>. Acessado: 27/09/2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. FAO: **Se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água**. 21 jan. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/68525-fao-se-o-atual-ritmo-de-consumo-continuar-em-2050-mundo-precisar%C3%A1-de-60-mais-alimentos-e-40#:~:text=FAO%3A%20Se%20o%20atual%20ritmo,As%20Na%C3%A7%C3%B5es%20Unidas%20no%20Brasil>. Acessado: 27/09/2023.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. 2016. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acessado: 27/09/2023.

PIZZUTI, T.; MIRABELLI, G.; SANZ-BOBI, M.A.; GOMÉZ-GONZALÉZ, F. Food Track & Trace ontology for helping the food traceability control. **Journal of Food Engineering**, London, v.120, n. 1, p. 13-30, jan. 2014.

RIGGS, W. **Walmart vai rastrear alimentos via blockchain na China**. 25 jun, 2019. Disponível em: <https://portaldobitcoin.uol.com.br/walmart-vai-rastrear-alimentos-via-blockchain-na-china/>. Acessado: 27/09/2023.

TUBIC, B.; MILOSAVLJEVIC, M.; JOVANOVIĆ, M. M. **BlockchainBlockchain Applications in the Food Sector: A Comprehensive Review**, (Aplicações de BlockchainBlockchain no Setor de Alimentos: Uma Revisão Abrangente), 2017.

UNITED NATIONS, **Department of Economic and Social Affairs, Population Division**. 2019. Highlights (ST/ESA/SER.A/423). Disponível em: https://population.un.org/wpp/publications/files/wpp2019_highlights.pdf. Acessado: 27/09/2023.