

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO CARLOS**  
**MATHEUS TRONI MENEZES**

**O USO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN OF THINGS NA CADEIA PRODUTIVA**  
**DO CAFÉ**

**São Carlos**

**2022**

**MATHEUS TRONI MENEZES**

**O USO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN OF THINGS NA CADEIA PRODUTIVA  
DO CAFÉ**

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Empresarial, pelo Curso de Tecnologia em Gestão Empresarial da Faculdade de Tecnologia de São Carlos do Centro Paula Souza.

Orientador(a): Prof. Dr. Alfredo Colenci Neto

São Carlos

2022

# O USO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN OF THINGS NA CADEIA PRODUTIVA DO CAFÉ<sup>1</sup>

Matheus Troni Menezes<sup>2</sup>

Prof. Dr. Alfredo Colenci Neto<sup>3</sup>

**Resumo:** As cadeias produtivas atuais possuem desafios relacionados a não integração de dados gerados entre seus participantes que impactam significativamente seus negócios. No processo produtivo do café essa falta de integração é marcante. Esse desafio pode ser amenizados com uso da aplicação da Internet das Coisas (IoT) para coleta de dados automatizadas e com o uso da tecnologia Blockchain para rastreabilidade e transparência dos dados entre os elementos da cadeia, de maneira imutável e segura. Para a junção do uso de IoT e Blockchain se dá o nome de Blockchain of Things (BCoT). Entre os elementos da cadeia, entende-se o fornecedor de insumos, o produtor do café, as cooperativas, as beneficiadoras, os centros de distribuição, empresas certificadoras, as fábricas de café, as transportadoras, os varejistas e o consumidor final. Nessa cadeia, que movimentam milhões de dólares no mundo todo anualmente, tem-se ganhos significativos com a aplicação dessas tecnologias. Desta forma, este trabalho, apresenta um estudo acerca de projetos reais que se utilizam do conceito de IoT para coleta de dados aplicados a cadeia produtiva do café apresentando suas características e funcionamento e apontando como esses projetos poderiam, dentro de uma arquitetura envolvendo Blockchain, garantir entre outros benefícios a certificação do café, indicadores de sustentabilidade e autenticidade do produto. Trata-se de uma pesquisa qualitativa. A metodologia utilizada foi um levantamento bibliográfico ao estado da arte sobre os temas, blockchain, internet das coisas e cadeia produtiva do café, além da realização de estudos de aplicações reais envolvendo IoT.

**Palavras-chave:** Blockchain; Cadeia de Suprimentos do Café; Internet das Coisas; Blockchain of Things (BCoT).

**Abstract:** The current supply chains have challenges related to non-integration of data, generated between their participants that significantly impact their business. In the coffee production process, this lack of integration is remarkable. This challenge can be mitigated by the use of the Internet of Things (IoT) application for automated data collection, and with the use of Blockchain technology for traceability and transparency of data between the elements of the chain, in an immutable and secure way. The combination of the use of IoT and Blockchain is called Blockchain of Things (BCoT). Among the elements of the chain, it is understood the supplier of inputs, the coffee producer, cooperatives, processing companies,

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no Sengi 2021, IV Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação

<sup>2</sup> Graduando no Curso de Tecnologia em Gestão Empresarial da Faculdade de Tecnologia de São Carlos - FATEC. E-mail: [matheustroni@gmail.com](mailto:matheustroni@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (EESC/USP). Docente e pesquisador na Faculdade de Tecnologia de São Carlos e coordenador regional da Agência de Inovação - Inova Paula Souza. E-mail: [alfredo.colenci@fatec.sp.gov.br](mailto:alfredo.colenci@fatec.sp.gov.br)

distribution centers, certifying companies, coffee factories, transporters, retailers and the final consumer. In this chain, which moves millions of dollars worldwide annually, there are significant gains from the application of these technologies. In this way, this work presents a study about real projects that use the IoT concept to collect data applied to the coffee production chain, presenting its characteristics and functioning and pointing out how these projects could, within an architecture involving Blockchain, guarantee among other benefits, coffee certification, sustainability indicators and product authenticity. This is a qualitative research. The methodology used was a bibliographic survey of the state of the art on the themes, blockchain, internet of things and the coffee supply chain, in addition to carrying out studies of real applications involving IoT.

**Keywords:** Blockchain; Coffee Supply Chain; Internet of Things; Blockchain of Things.

## 1 INTRODUÇÃO

As cadeias produtivas, de maneira geral, possuem desafios que impactam significativamente os seus negócios. Muitos desses desafios se dão devido a inexistência de integração entre os atores que compõem a cadeia, gerando, entre outros fatores, o não compartilhamento de dados de uso comum e como consequência a falta de garantia no cumprimento de indicadores de sustentabilidade, dificuldade ou inexistência de garantia na certificação de origem do produto, falta de rastreabilidade das matérias primas ou insumos utilizados na produção, a falsificação de produtos, a contaminação dos produtos, a não coleta e armazenamento de todos os dados importantes ao negócio, além de questões sociais como, por exemplo, a garantia de não exploração de mão de obra no processo.

Esses desafios podem ser amenizados com o uso da tecnologia Blockchain para rastreabilidade e transparência dos dados entre os elementos da cadeia, de maneira imutável e segura e através da aplicação de projetos de Internet das Coisas (IoT) para coleta de dados automatizados.

Entende-se Blockchain como sendo uma tecnologia de banco de dados distribuída, que é construída em forma de uma lista não alterável de transações rotuladas por tempo que são encapsuladas e criptografadas em blocos de informações encadeados NAKAMOTO (2008).

A tecnologia Blockchain, com seus atributos de descentralização, transparência e imutabilidade, tem revolucionado várias indústrias e, mais recentemente, foi proposta para o gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM), conforme apontado por QUEIROZ (2019) e TREIBLMAIER (2018).

A aplicação da blockchain isoladamente não irá erradicar a possibilidade de inserção de dados errôneos, porém se as informações forem inseridas corretamente, a blockchain irá

garantir que não sejam alteradas ou perdidas. Neste ponto, se faz importante a Internet das Coisas, por ser uma tecnologia que coleta automaticamente os dados. Como os valores de qualidade e transação são registrados sempre que o café caminha pelo processo, é possível rastrear o café desde sua origem na fazenda e obter todo o histórico dos dados.

Para a junção do uso de IoT e Blockchain se dá o nome de Blockchain of Things (BCoT). Este tópico tem sido investigado por pesquisadores a algum tempo, conforme destaca LIN (2018), THIRUCHELVAM (2018) e TIAN (2016). Nessa linha, CRISTIDIS (2016) destaca que devido a estrutura descentralizada, as blockchains estão se tornando cada vez mais um tópico muito atraente para pesquisadores e desenvolvedores.

Todavia, trata-se de um assunto recente, de difícil entendimento pelas organizações e que necessita da investigação de projetos reais que foram aplicados de maneira geral ou em segmentos específicos.

Como foco do trabalho, foi utilizada a cadeia produtiva do café, para a investigação de projetos reais de IoT que, atuando em uma estrutura de blockchain podem garantir a rastreabilidade do histórico do produto. Desta forma, investigou-se projetos reais em diferentes atores envolvidos na cadeia do café. Utilizou-se esta cadeia devido ao conhecimento prévio dos autores do projeto no setor e pelas parcerias já estabelecidas com empresas que facilitam a busca por informações.

Este artigo foi dividido em seis partes, incluindo esta breve introdução, seguida pela segunda parte na qual apresentou-se os procedimentos metodológicos. A terceira parte consistiu a fundamentação teórica, envolvendo os conceitos de blockchain e IoT. A quarta parte apresentou e caracterizou os estudos de caso dos projetos mapeados. Por último, na quinta parte descreveu-se os resultados e considerações finais.

## **2 DESENVOLVIMENTO / FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O levantamento teórico apresentado destaca três aspectos relevantes para o trabalho. O primeiro deles versa sobre o processo produtivo de café, com destaque para seus atores e desafios. O segundo refere-se à tecnologia blockchain, com a demonstração das bases e do funcionamento de tal tecnologia. O terceiro descreve a tecnologia de Internet das coisas e suas aplicações no contexto deste trabalho e como a blockchain e IoT podem ser utilizadas como instrumento tecnológico de rastreabilidade do café.

## 2.1 Cadeia Produtiva do Café

De forma geral, uma cadeia produtiva é entendida como o conjunto de atividades econômicas que se articulam progressivamente desde o início da elaboração de um produto. Isso inclui produtores, fornecedores de insumos e serviços, indústrias de processamento e transformação, agentes de distribuição e comercialização, além dos consumidores finais que atuam em atividades no contexto de um produto específico KONDO (2007).

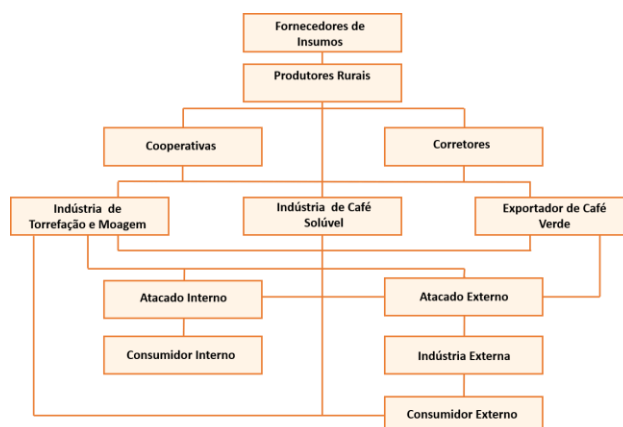
A cadeia produtiva do café representa um importante segmento pelos empregos que gera e o montante financeiro que movimenta anualmente no mundo todo. Segundo a Organização Internacional do Café (OIC), a produção global no ano-safra 2020/21 irá totalizar 171,896 milhões de sacas de 60 quilos. OIC (2020).

Este setor, atualmente apresenta desafios, principalmente na integração de dados entre os elementos da cadeia produtiva garantindo cumprimentos de sustentabilidade, garantia na certificação do café, dúvidas quanto a classificação do café, com a falsificação de produtos, a contaminação, além de questões sociais como a exploração de mão de obra barata, entre outros.

Mesmo sabendo que o sucesso do agronegócio está fortemente associado ao grau de articulação de seus diferentes atores e ao resultado da eficiência de seus mecanismos de coordenação em responder às imposições do mercado, ainda são poucas as aplicações no sentido de se integrar esses elementos de maneira sistemática e formal. As cadeias de suprimento atuais, não somente a do café, são parte integrante do problema, devido à falta de transparência entre as etapas, não tendo integração dos dados gerados por cada participante.

A cadeia produtiva do café possui diferentes atores, entre eles: Fornecedores de insumos para a produção agrícola; Produtores rurais; Cooperativas; Corretores; Transportadoras, Indústria de Torragem e Moagem; Indústria de solúvel; Exportadores de café verde; Atacado interno e Atacado externo; Consumidor interno; Indústria externa e Consumidor externo. Conforme esquematizado na Figura 2.

**Figura 2** – Atores e fluxo da cadeia produtiva do café



Fonte: próprio autor.

Destaca-se ainda que o café é considerado a segunda maior commodity comercializada do mundo, com uma participação de mercado superior a US \$ 100 bilhões. Como as demandas mundiais continuam aumentando devido às crescentes demandas diárias dos consumidores, sua cadeia de suprimentos ainda enfrenta desafios conforme destacado por SAMPER (2017):

- Desafio da localização: agricultores que estão em áreas remotas, o que dificulta a manutenção da sustentabilidade da produção para milhões de cafeicultores;
- Desafios sociais: envelhecimento das comunidades de agricultores, migração de jovens agricultores para as cidades, exploração da mão de obra, bem como a pobreza dos agricultores. Desafios econômicos: incluem recursos caros, baixa produtividade, envelhecimento das plantas, falta de informações de mercado, acesso direto ao mercado;
- Desafios ambientais: incluem a erosão e degradação do solo, mudanças nas condições climáticas, entre outros fatores.
- Desafios de tempo e custo: a cadeia de suprimentos do café atual é complexa, cara e demorada. Leva dias para realizar o pagamento entre fabricantes e fornecedores, ou entre clientes e fornecedores. Além disso, os contratos devem ser gerenciados por advogados e banqueiros que demandam de tempo e dinheiro;
- Desafio de rastreabilidade: as transações de café não podem ser rastreadas até fornecedores, o que dificulta a eliminação dos defeitos;

- Desafio de atrito: muitos intermediários e várias comunicações com terceiros no meio;
- Desafio de transparência: os processos tradicionais da cadeia de suprimentos do café incluem compras, fabricação, armazenamento e distribuição. Compreende diversos relacionamentos, como fornecedores, subcontratados e clientes. Além disso, possui uma função de associação interna que utiliza seus sistemas para rastrear produtos de café e manter seus serviços;
- Muitos desses desafios podem ser assessorados com o uso adequado de algumas tecnologia, principalmente voltadas a integração de dados gerados na cadeia produtiva que é o caso da blockchain e da internet das coisas, apresentadas a seguir.

## **2.2 Blockchain**

A tecnologia blockchain, com seus atributos de descentralização, transparência e imutabilidade, foi apresentada para revolucionar várias indústrias e, mais recentemente, foi proposta para o gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM).

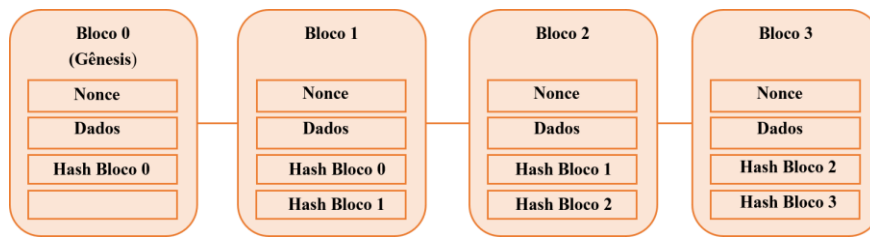
Entende-se a blockchain como uma tecnologia de banco de dados distribuída, que é construída em forma de uma lista não adulterável de transações rotuladas por tempo que são encapsuladas e criptografadas em blocos de informações encadeados NAKAMOTO (2008).

TIAN (2016), define a blockchain como sendo essencialmente uma estrutura de dados distribuída, também chamada de livro razão, em que todas as transações confirmadas são armazenadas por conjuntos de dados em unidades chamadas blocos. Cada bloco referencia o bloco anterior na sequência cronológica formando assim uma cadeia, por isso o nome blockchain. Sua estrutura permite que diferentes organismos realizem transações entre si em uma rede de computadores na qual não existe a validação por uma instituição central. Isso se deve à combinação de uma rede do tipo peer-to-peer, juntamente com mecanismos de consenso, criptografia e mecanismos de mercado.

A Figura 3 exemplifica um registro compartilhado em uma cadeia de blocos.



**Figura 3** - Exemplo de um registro compartilhado.



Fonte: Próprio Autor

APPELBAUM (2017) explica que a Blockchain fornece um meio para muitos participantes diferentes, independentemente da localização, registrar suas transações em um livro digital compartilhado em conjunto que existe como cópias vinculadas e sincronizadas em seus respectivos computadores. Todas as transações são marcadas em intervalos diferentes e vinculadas ao evento anterior por meio de um hash criptográfico. Em vez de manter registros separados com base em recibos e comprovantes, os participantes podem inserir suas transações diretamente no livro razão compartilhada. Esta entrada, uma vez confirmada por um consenso dos participantes, é então criptograficamente bloqueada e impossível de alterar. A Tabela 1, a seguir, ilustra os conceitos chave da blockchain:

**Tabela 1:** Os conceitos chave da blockchain.



Fonte: adaptado de GUPTA (2020)

A tecnologia Blockchain não é apenas um sistema de informação em uma única empresa para um conjunto de transações, mas é uma infraestrutura para comunidades de negócios. À medida que mais indivíduos e organizações ingressam em uma rede blockchain, uma grande comunidade de partes interessadas justifica sua aplicação. A Figura 4 ilustra uma rede blockchain com os participantes em um processo de café podendo gravar e consumir dados de maneira compartilhada.

**Figura 4:** Novo Ecosistema de negócios baseado em Blockchain.



**Fonte:** próprio autor.

Iniciativas do uso de Blockchain na cadeia de suprimentos do café podem ser encontradas em projetos da Starbucks relatado em BRYMAN (2018) e o projeto da Bex365 descrito em HACKETT (2017).

## 2.2 Internet das Coisas

Um conceito que está muito ligado a Blockchain é a Internet das Coisas, que possibilita que os dados gerados pelas partes integrantes da cadeia sejam automaticamente coletados, seja através de identificação por rádio frequência (RFID), beacons, sistemas autônomos, GPS (Global Position System), entre outros dispositivos. O termo Internet das Coisas, do inglês Internet of Things (IoT) foi definido em 1999 por Kevin Ashton, cofundador do Auto-ID Center do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ashton (2009) afirmou que a ideia original da IoT previa a conexão de todos os objetos físicos à Internet, com capacidade de capturar informações por meio de tecnologias de sensoriamento – as quais os permitiriam observar, identificar e compreender o mundo independentemente das pessoas e suas limitações de tempo, atenção e precisão. A proposta da IoT viabiliza soluções em diferentes cenários de negócios como aplicações na área de saúde, transporte, monitoramento de tráfego, agronegócios, automação residencial, predial, industrial, entre outras ASHTON (2013). O objetivo principal da tecnologia é maximizar os benefícios dos dados, em termos de utilidade prática, bem como ganhos monetários pela análise e utilização no processo de

tomada de decisão, coletados por vários sensores ou atuadores embutidos em diferentes objetos físicos, incluindo máquinas. Segundo COLENCI NETO (2017), uma rede de IoT é designada em um modelo de referência por camadas bem definidas, onde os dispositivos como tags RFID, sensores, Beacons, interagem através da camada de comunicação utilizando-se de redes como ZigBee, LoRa, Bluetooth enviam dados para uma plataforma IoT referenciada como middleware-IoT que irá distribuir esses dados para as aplicações específicas em uma camada superior. O conceito de IoT se popularizou muito desde sua criação e existem vários dispositivos IoT disponíveis no mercado. Segundo CISCO (2011) no ano de 2020 a previsão era de 50 bilhões de dispositivos conectados no mundo. Os exemplos incluem: brinquedos inteligentes, vestíveis (relógios inteligentes, óculos etc.), aparelhos inteligentes (TVs inteligentes, alto-falantes inteligentes, lâmpadas inteligentes), medidores inteligentes como termostatos, sistemas de segurança comercial e tecnologias de cidade inteligente (como as usadas para monitorar o tráfego e as condições meteorológicas).

## **2.2 Internet das Coisas e Blockchain (BCoT)**

Para MIRAZ (2020), tanto a Blockchain quanto a Internet das Coisas (IoT) são os dois principais constituintes emergentes disruptivos da era contemporânea da tecnologia habilitada para a Internet. MALVIYA (2016), defende que a tecnologia Blockchain pode ser usada no rastreamento de bilhões de dispositivos conectados, permite o processamento de transações e a coordenação entre dispositivos, permite significativas economias para fabricantes da indústria de IoT. De acordo com CHRISTIDIS (2016) a BCoT pode facilitar o compartilhamento de serviços e recursos que levam à criação de um mercado de serviços entre dispositivos e permite ainda automatizar de forma criptograficamente verificável vários fluxos de trabalho demorados existentes, como é o caso da indústria cafeeira.

## **3 MATERIAL(IS) E MÉTODOS**

O procedimento de pesquisa adotado neste trabalho teve início com uma revisão bibliográfica, ao estado da arte, de modo a se estabelecer um referencial teórico básico sobre o tema. Os artigos científicos utilizados foram localizados por meio de um levantamento bibliográfico em bases de dados de relevância internacional. Na pesquisa, foram utilizadas as

palavras-chave: “blockchain” ou “blockchain of things”, “internet das coisas” e “cadeia produtiva do café”.

Também foram realizados estudos de caso investigativos, realizado com empresas e instituições que desenvolveram projetos de IoT aplicados ao processo produtivo do café.

Sendo assim, foi desenvolvida uma pesquisa de natureza básica, com objetivo exploratório e descritivo, uma vez que descreve projetos de maneira imparcial, sem interferências de quem está pesquisando. Quanto a abordagem, trata-se de um projeto qualitativo, ou seja, quando o pesquisador busca explorar com profundidade um fenômeno social complexo, não através de números, mas sim, do envolvimento direto com os indivíduos pesquisados e suas experiências pessoais captando estas experiências na linguagem dos próprios indivíduos. (SAMPIERI et.al. 2006).

Quanto ao objetivo da pesquisa que foi realizar estudos de aplicações reais com propósito de entender a realidade de um projeto, a pesquisa se caracterizou como Descritiva. A Figura 1 apresenta de forma gráfica a classificação metodológica.

**Figura 1** – Esquema metodológico da pesquisa.

Classificação Metodológica								
NATUREZA	Básica	Aplicada						
OBJETIVOS	Exploratória	Explicativa	Descritiva	Normativa				
ABORDAGEM	Qualitativa	Quantitativa	Combinada					
PROCEDIMENTOS	Bibliográfica	Documental	Experimental	Estudo de caso	Levantamento	Expost-facto	Pesquisa-ação	Participante

**Fonte:** próprio autor.

## 4 RESULTADOS

Esta seção apresenta uma série de aplicações reais encontradas que se utilizam a tecnologia de internet das coisas na cadeia produtiva do café:

**CoffeeClass:** A solução tecnológica, denominada CoffeeClass, interpreta padrões em imagens ampliadas do café torrado e moído, através de técnicas de reflectância e fluorescência, evidenciando os compostos ligados à qualidade global da bebida. Trata-se de um sistema de visão computacional e inteligência artificial que, acoplado a microscópios digitais portáteis, é capaz de reconhecer padrões característicos do café torrado e moído, quantificá-los e correlacioná-los com as classes ordinais da qualidade global (não recomendável, tradicional, superior ou gourmet). Hoje, essa classificação ainda é realizada

por especialistas em análise sensorial. Os algoritmos de inteligência artificial operam automaticamente para melhorar o desempenho das aferições à medida que novas amostras de café são apresentadas ao sistema.

O CoffeeClass é dedicado à análise da qualidade global do café torrado e moído. Por ser uma solução tecnológica de operação simples e de custo acessível, pode ser utilizada em diversas etapas do processo de qualificação e certificação do café torrado e moído, auxiliando toda a cadeia de valor do produto. Dentre os potenciais públicos, estão: produtores, cooperativas, torrefadores, exportadores, revendedores e consumidores finais.

Este projeto desenvolvido pela Embrapa Instrumentação está em fase de prototipação conforme destacado em EMBRAPA (2018).

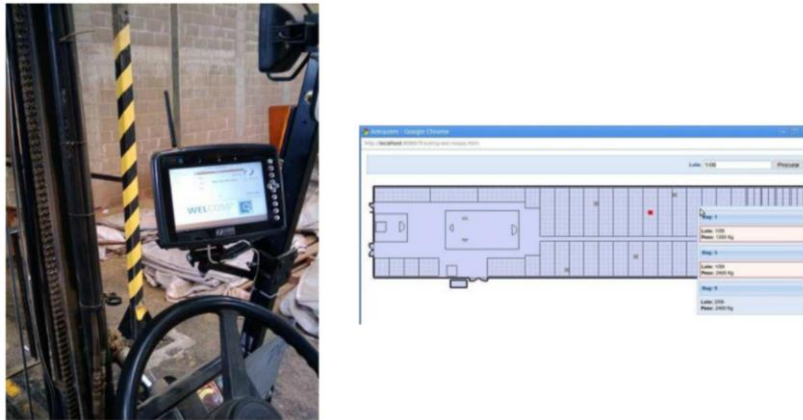
**Figura 5:** Microscópios IoT aferindo a qualidade do café.



**Fonte:** Embrapa (2018).

**WelCoss:** A solução WelCoss utiliza da tecnologia RFID UHF para rastreabilidade de big bags de café dentro de armazém de cooperativas. O sistema Web controla a movimentação de cada Big Bag que possuem uma tag RFID e que possibilita a sua leitura através de leitor RFID específico colocado na empilhadeira. Utiliza-se na solução o padrão de codificação EPC (Código Eletrônico de Produto), que permite a identificação do fornecedor de café, código de produto (SKU) e número de série do item (Big-Bag). No projeto, foram também instaladas tags em cada área do armazém para localização dos Big-Bags. O processo de localização se inicia quando o operador da empilhadeira recebe informação através de dispositivo visual localizado na própria empilhadeira sobre a posição a ser armazenada ou retirada. Na passagem da empilhadeira para armazenamento e retirada de Bags o leitor da empilhadeira identifica o local específico e informa, de forma online ao sistema, as coordenadas. As balanças foram automatizadas para se integrar com o sistema, informando o peso de cada Bag, via rede sem fio. Figura 6: imagens do sistema RFID para rastreabilidade de bags de café.

**Figura 6:** imagens do sistema RFID para rastreabilidade de bags de café.



**Fonte:** RFID Journal (2012).

Conforme aponta RFID JOURNAL (2012), destacam-se os seguintes benefícios da solução: Aceleração das transações em processos; Melhora na visibilidade de café com visibilidade gráfica em tempo real; Habilidade de processos automatizados (recebimento, pesagem, armazenamento e rebenefício); Identificação e rastreamento de bags de forma precisa; Melhora na coleta e na acurácia dos dados; Melhora na comunicação entre departamentos; Identificação de diferença de peso entre café apontado e café efetivamente recebido; Unificação do sistema, eliminando planilhas existentes com anotações;

**AliveTech:** AliveTech é uma plataforma wearable embarcada em uma camiseta inteligente, confortável e lavável, que pode ser utilizada por longos períodos sem preocupações com desgaste ou suor. Utilizando-se de sensores têxtil, são responsáveis por monitorar os sinais biológicos do usuário, como temperatura, eletrocardiograma (ECG), Detecção de frequência respiratória por meio dos movimentos do tórax, acelerômetro e GPS.

Como aplicação, pode-se destacar o uso deste vestível tecnológico por colaboradores na lavoura de café ou em outro ponto do processo, na qual os dados coletados podem servir de indicadores diversos. Como exemplo, gerando indicadores de sustentabilidade, respondendo se o colaborador ficou exposto a altas temperaturas fora do padrão recomendado ou a incidência de raios solares, se o colaborador extrapolou o horário de trabalho normal, indicadores de produtividade, mostrando quais foram os colaboradores que trabalharam na extração do produto em determinado período.

**Detecção de pragas:** Sistemas de reconhecimento de imagens com uso de drones e VANT's a um software de inteligência artificial para identificar quais regiões da lavoura estão

sendo atacadas por pragas ou sofrendo com algum tipo de doença tem sido largamente utilizados na cultura cafeeira. As principais pragas do café são: Broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), Bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella*), Ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis*) e cigarrinhas. A empresa iAgro, desenvolveu uma tecnologia IoT para monitora as pragas por meio de equipamentos inteligentes, instalados e distribuídos estrategicamente no campo. Os dispositivos fazem a atração das espécies para seu interior e, com o uso de visão computacional e técnicas de inteligência artificial, as espécies são classificadas e os dados enviados a nuvem. Com a utilização de sensores microclimáticos, instalados no equipamento, é possível coletar dados climáticos e comparar com o comportamento das espécies. A solução é capaz de prever a ocorrência de novos focos de infestação para as áreas onde estão instalados.

**Figura 7:** sistema Iot de detecção de pragas.



**Fonte:** Iagro.tech

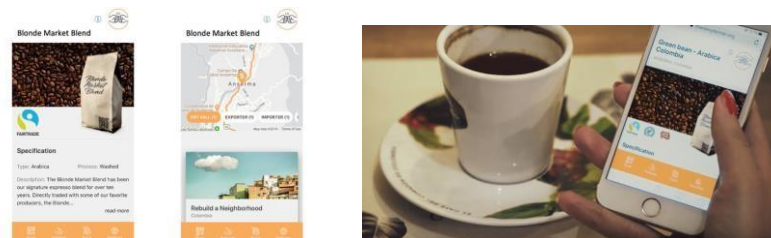
**Estação Meteorológica Inteligente:** Com a popularização dos microntroladores, microprocessadores, sensores e atuadores de diferentes finalidades, presencia-se a criação de diversos projetos de IoT para sensoriamento. Na lavoura agrícola é possível encontrar diversos projetos de estações meteorológicas como é o caso da empresa Plugfield e AgroSmart. Os dados coletados pela estação meteorológica são transmitidos por Wi-Fi ou GSM (Global System for Mobile), em tempo real, para a plataforma online, e podem ser acessados através do computador, tablet e smartphone. Através de sensores instalados no módulo de monitoramento permite medir índices pluviométricos, temperatura e umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, radiação solar e índice UV, entre outras variáveis. A energia de que precisa é gerada através de um pequeno painel solar. Além disso,

possui capacidade de armazenar os dados de até 6 meses. O módulo de GPS existente no equipamento possibilita saber com precisão e automaticamente o local onde os dados climáticos foram coletados.

**Thank my Farmer:** Trata-se de é um aplicativo desenvolvido em colaboração entre IBM e Farmer Connect que se utiliza da tecnologia Blockchain para rastrear toda a produção de café e interligar aos consumidores e produtores que trabalham com grãos. Conforme apresentado neste trabalho, atualmente a cadeia produtiva do café não possui uma conexão direta, pois o grão passa por diversos atuantes do mercado, como cooperativas, exportadores, distribuidores e varejitas até chegar na xícara do consumidor final, cada um com seu próprio sistema que não conversam entre si.

Através da aplicação Thank My Farmer, os consumidores possuem a possibilidade de traçar todo o caminho, do grão comprado até o cafeicultor, tendo acesso à diversas informações sobre o café e toda sua cadeia envolvida. O aplicativo segue uma tendência na qual as empresas se humanizam para se conectar de forma única e particular com o cliente final, permitindo que este tenha um papel ativo e sustentável.

**Figura 8:** Consumidor obtendo informações do café.



**Fonte:** [www.thankmyfarmer.com/img](http://www.thankmyfarmer.com/img)

## 5 DISCUSSÃO

Como resultado da investigação, verificou-se que os projetos relacionados a IoT no agronegócio e aplicados na cadeia do café, no mundo todo são diversos e este trabalho teve como escopo, contribuir para o aprofundamento do tema. Foram apresentados seis projetos reais, selecionados pela facilidade de acesso as informações, como forma de validar o



princípio que projetos de IoT existentes agregam valor a cadeia produtiva. Destaca-se que em todas as etapas do processo produtivo, existe pelo menos a evidência de um projeto envolvendo IoT. Sendo assim, para cada elemento da cadeia tem-se um número grande de dados gerados. Pelos casos apresentados, entende-se que são, de fato, projetos isolados, que tratam de desafios comuns ao mercado atual e que atualmente não possuem formas de se integrar os dados coletados de forma a compartilhar as informações de rastreabilidade do produto, com exceção do projeto Thank my Farmer que possui o propósito do compartilhamento de dados. Cada participante desse complexo sistema rastreia apenas seu pequeno segmento da jornada e cada um usa seu próprio sistema para registrar dados. Isso significa que as informações sobre o produto estão fragmentadas. Como ponto favorável tem-se o fato de serem projetos reais e com resultados positivos aos envolvidos. Do lado tecnológico, pode-se constatar que todos os projetos possuem protocolos de comunicação padrão de IoT que poderiam ser facilmente integrados a uma rede blockchain através de API's (Application Programming Interface).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A grande e complexa cadeia de suprimentos global dificulta a rastreabilidade do café. Depois de cultivado, o grão é movimentado por diferentes pontos, como cooperativas, exportadores, expedidores, importadores, torrefadores, distribuidores e varejistas antes de finalmente chegar ao consumidor. Cada participante desse sistema rastreia apenas seu pequeno segmento da jornada e cada um usa seu próprio sistema para registrar dados. Isso significa que as informações sobre o produto estão fragmentadas. A tecnologia Blockchain consegue reunir os participantes da cadeia de suprimentos de café, simplificando a troca e o rastreamento de informações e permitindo que o setor trabalhe em conjunto com mais confiança. Todavia, somente a blockchain não irá erradicar esse problema, mas se as informações forem inseridas corretamente, elas não poderão ser alteradas, obscurecidas ou perdidas. Neste ponto, se destaca a tecnologia da Internet das Coisas, por ser uma geradora automática dos dados. Como os valores de qualidade e transação são registrados sempre que o café muda de ator durante o processo, é possível rastrear o café desde a fazenda e visualizar todo o histórico de transações. É evidente que o tema Blockchain of Things (BCoT) ao criar uma fusão de tecnologias blockchain e IoT, é capaz de trazer uma mudança de paradigma na forma como essas tecnologias estão sendo usadas atualmente. Ambas as tecnologias podem de

fato se beneficiar uma da outra de maneira recíproca, como apresentado neste trabalho. Destaca-se que, atualmente, existem diversos projetos de IoT utilizados durante o processo de produção do café e que apresentam bons resultados. Todavia, tratam-se de projetos isolados com propósitos específicos. Pode-se afirmar que esses projetos, diante da existência de uma plataforma de Blockchain voltada ao propósito de integrar esses atores da cadeia, poderão em um futuro próximo, trazer os benefícios esperados de uma cadeia integrada. Desta forma, em continuidade a este projeto, está sendo criado uma proposta de uma arquitetura genérica de BCoT para a cadeia do café.

## REFERÊNCIAS

APPELBAUM, Deniz; NEHMER, R. Designing and auditing accounting systems based on blockchain and distributed ledger principles. Feliciano School of Business, p. 1-19, 2017.

ASHTON, Kevin et al. That 'internet of things' thing. RFID journal, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009. BRYMAN, H. " Starbucks Launching Pilot Program for Blockchain In Its Supply Chain," 2018. <https://dailycoffeenews.com/2018/03/22/starbucks-launching-pilot-program-for-blockchain-in-its-supply-chain/>

BRODY P. and PURESWARAN, V. "Device democracy: Saving the future of the Internet of Things," IBM Institute for Business Value, Tech. Rep., Sep. 2014. [Online]. Available: <http://www935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/internetofthings/>

CHRISTIDIS, K., & DEVETSIKIOTIS, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. Ieee Access, 4, 2292-2303.

CISCO. Internet of Things, 2011. Disponível em: . Acesso em: 15 mar. 2021.

COLENCI NETO, A. et al. Internet das Coisas na Manufatura Avançada: Caso da Produção de Mudanças de Cana de Açúcar. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville, SC, Brasil. 2017.

EMBRAPA. CoffeeClass - Sistema inteligente para aferição da qualidade global no café torrado e moído. 2018  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1100507/1/PflyercoffeeClass.pdf>. acesso em: 05 jan. 2021. GUPTA, Manav. Blockchain for dummies. 3rd IBM Limited Edition. 2020

HACKETT, R. "How This Startup Plans to Use Blockchain to Revolutionize the Coffee Supply Chain,"

FORTUNE. 2017. <http://fortune.com/2017/10/24/blockchain-coffee-bext360/> HORIUCHI, Felipe Seiti. Rastreabilidade de um modelo de cadeia produtiva agrícola generalizado em uma rede blockchain. Universidade Estadual de Londrina. 2018. IOC - International Coffee Organization. Processamento no campo. London, 2021. Disponível em:

<http://www.ico.org/documents/cy2020-21/ed-2358p-overview-cdr-2020.pdf> . Acesso em: 15 de mar de 2021.

JAHANBIN, Pouyan; WINGREEN, S. C.; SHARMA, R. S. Blockchain and IoT integration for trust improvement in agricultural supply chain. In: 27th European Conference on Information Systems ECIS. AIS, Stockholm. 2019.

MALVIYA, Hitesh. How Blockchain will defend IOT. Available at SSRN 2883711, 2016.

MIRAZ, Mahdi H. Blockchain of things (BCoT): The fusion of blockchain and IoT technologies. In: Advanced Applications of Blockchain Technology. Springer, Singapore, 2020. p. 141-159.

NAKAMOTO, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Accessed 14th April 2016.

KAMATH, Reshma. Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM. The Journal of the British Blockchain Association, v. 1, n. 1, p. 3712, 2018.

KONDO, Andreia Akemi. Gerenciamento de rastreabilidade em cadeias produtivas agropecuarias. 2007. 79f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação, Campinas, SP. Disponível em: . Acesso em: 10 dez. 2020.

QUEIROZ, Maciel M.; TELLES, Renato; BONILLA, Silvia H. Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. Supply Chain Management: An International Journal, 2019.

RFID JOURNAL. Brazilian Coffee Coop Brews Up a Hearty ROI. 2012. <https://www.rfidjournal.com/brazilian-coffee-coop-brews-up-a-hearty-roi>. acesso em: 01 fev. 2021.

SAMPER, Luis F.; QUIÑONES-RUIZ, Xiomara F. Towards a balanced sustainability vision for the coffee industry. Resources, v. 6, n. 2, p. 17, 2017.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C.F.; LÚCIO, P.B. (2006). Metodologia da Pesquisa. SP: McGrawhill.

SANTOS, Luana Mendes et al. ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (ExGR) APLICADO A IMAGENS RGB OBTIDAS POR UAV PARA DETECÇÃO DE DOENÇA EM CAFEEIROS. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2019.

THIRUCHELVAM, Vinesh et al. Blockchain-based technology in the coffee supply chain trade: case of Burundi coffee. Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC), v. 10, n. 3-2, p. 121-125, 2018.

TIAN, Feng. An information system for food safety monitoring in supply chains based on HACCP, blockchain and internet of things. 2018. Tese de Doutorado. WU Vienna University of Economics and Business.

TREIBLMAIER, Horst. The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action. Supply Chain Management: An International Journal, 2018.