



Thaiane Cristina Nunes Viana

***Blockchain: as possibilidades
do uso desta tecnologia para a
cadeia de alimentos orgânicos***

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Sustentabilidade pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Conservação e Sustentabilidade, do Departamento de Geografia e Meio Ambiente da PUC-Rio.

Orientador: Dr. Alexandro Solórzano
Coorientadora: Mariela Figueredo Simões de Jesus

Rio de Janeiro
Setembro de 2022



Thaiane Cristina Nunes Viana

***Blockchain: as possibilidades
do uso desta tecnologia para a
cadeia de alimentos orgânicos***

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Sustentabilidade pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Conservação e Sustentabilidade, do Departamento de Geografia e Meio Ambiente da PUC-Rio.

Dr. Alexandro Solórzano

Orientador

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro /PUC-Rio

Prof. MSc Mariela Figueredo Simões de

Jesus

Coorientadora

IIS (Instituto Internacional para Sustentabilidade)

Dr. Rogério Ribeiro de Oliveira

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro /PUC-Rio

Dra. Verônica Maioli Azevedo

WWF-Brasil (World Wide Fund for Nature)

Rio de Janeiro, 1 de setembro de 2022

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Thaiane Cristina Nunes Viana

Graduou-se em Direito na Universidade Estácio de Sá (UNESA) em 2011. Realizou Pós-graduação em Direito do Consumidor e Responsabilidade Civil na AVM Faculdade Integrada e Conveniada a Universidade Candido Mendes em 2014 e Pós-graduação em Meio Ambiente e Sustentabilidade pela Fundação Getulio Vargas em 2020. Cursa Mestrado em Ciência da Sustentabilidade na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO).

É membro da Comissão OAB Vai à Escola. Possui habilitação para lecionar na Educação Infantil e no Ensino Fundamental I.

Foi coautora na produção da Cartilha Direito à Educação – Orientações sob a perspectiva inclusiva (OAB-RJ).

Ficha Catalográfica

Viana, Thaiane Cristina Nunes

Blockchain: as possibilidades do uso desta tecnologia para a cadeia de alimentos orgânicos / Thaiane Cristina Nunes Viana; orientador: Alexandro Solórzano; coorientadora: Mariela F. S. de Jesus. – 2022. 62 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia e Meio Ambiente, 2022.

Inclui bibliografia

1. Geografia e Meio Ambiente – Teses. 2. Blockchain. 3. Rastreabilidade. 4. Agricultura orgânica. 5. Sustentabilidade. 6. Tecnologias. I. Solórzano, Alexandro A. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Geografia e Meio Ambiente. III. Título.

CDD: 910

Para meu pai Paulo Roberto e
minha mãe e colega de turma
Katia Nunes.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

A Deus, pela oportunidade de realizar esse Mestrado.

Aos meus pais, pela educação e amor incondicional.

À minha amiga e professora, Meiry Miyamoto, pelo carinho e motivação.

Aos professores da PUC-Rio pela oportunidade de aprender sobre a Ciência da Sustentabilidade, de forma didática, ética e responsável.

À minha coorientadora Mariela Figueredo Simões de Jesus pela dedicação constante com a minha evolução e crescimento ao longo do curso, colaborando de forma significativa para a realização deste trabalho.

À minha amiga Luzia Schimidt pela atenção e generosidade durante todo o percurso deste Mestrado.

Aos colegas de turma que com a suas formações e experiências diversas, enriqueceram meus estudos e contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

A todos os amigos e familiares pelo apoio neste momento tão importante da minha vida.

Aos produtores orgânicos do Grupo Brejal, responsáveis pela abertura dos horizontes e mudanças nos rumos da minha trajetória profissional.

Aos colaboradores da produção do vídeo Pedro Rosa, Carlos Cordeiro, Bruno Simões e Bruno Veiga.

Ao meu orientador Alexandro Solórzano e aos professores que participaram da Comissão examinadora.

Resumo

Viana, Thaiane Cristina Nunes; Solórzano, Alexandro A. (Orientador); Simões-Jesus, Mariela Figueredo (Coorientadora). ***Blockchain: as possibilidades do uso desta tecnologia para a cadeia de alimentos orgânicos***. Rio de Janeiro, 2022. 62p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Em virtude do desenvolvimento do agronegócio no setor econômico, o Brasil é um dos países com o maior consumo de agrotóxicos desde 2008. O risco de problemas de saúde de curto, médio e longo prazo, a depender do componente químico utilizado e do tempo de exposição ao produto, é enorme e segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), esses produtos químicos causam 70 mil intoxicações agudas e crônicas anualmente, inclusive evoluindo para óbito, em países em desenvolvimento. Ressalta-se, portanto, a importância da aplicação de técnicas e métodos que contribuam para uma modalidade de agricultura sustentável que respeite aspectos sociais, ambientais e econômicos no processo da modernização e desenvolvimento da agricultura. A inovadora tecnologia *blockchain*, conhecida também como “protocolo de confiança”, resulta em esperança para produtores e consumidores orgânicos, diante de diversos problemas relacionados à demanda por maior clareza e informação sobre o cultivo do alimento, a rastreabilidade do produto, a procedência do selo orgânico, dentre outros desafios. Desta forma, o presente trabalho teve como foco principal o desenvolvimento de um vídeo direcionado aos produtores orgânicos, demonstrandoos benefícios do sistema *blockchain* para a cadeia de produção de orgânicos, evidenciando a potencialidade dessa tecnologia na agricultura orgânica, a fim de oferecer aos produtores orgânicos e aos consumidores, um nível notável de conhecimento sobre a cadeia de produção e fornecimento do produto, favorecendo a inovação e o bem-estar social e econômico, inclusive em assuntos relacionados ao combate as mudanças climáticas.

Palavras-chave

Blockchain; Rastreabilidade; Agricultura Orgânica; Sustentabilidade; Tecnologias.

Abstract

Viana, Thaiane Cristina Nunes; Solórzano, Alexandro A. (Advisor). Simões-Jesus, Mariela Figueredo (Co-advisor). **Blockchain: the possibilities of using this technology for the organic food chain**. Rio de Janeiro, 2022. 62p. Master's Thesis – Department of Geography and Environment, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

Due to the development of agribusiness in the economic sector, Brazil is one of the countries with the highest consumption of pesticides since 2008. The risk of short, medium and long-term health problems, depending on the chemical component used and the time of exposure to the product, is enormous and according to the International Labor Organization (ILO), these chemicals cause 70,000 acute intoxications and chronic diseases annually, including progressing to death, in developing countries. Therefore, the importance of applying techniques and methods that contribute to a sustainable agriculture modality that respects social, environmental and economic aspects in the process of modernization and development of agriculture is highlighted. The innovative blockchain technology, also known as the “trust protocol”, brings hope for organic producers and consumers, in the face of several problems related to the demand for greater clarity and information about food cultivation, product traceability, the origin of the organic seal, among other challenges. In this way, the present work focused on the development of a video aimed at organic producers, demonstrating the benefits of the blockchain system for the organic production chain, highlighting the potential of this technology in organic agriculture, in order to offer organic producers and consumers, a remarkable level of knowledge about the production and supply chain of the product, favoring innovation and social and economic well-being, including in matters related to combating climate change.

Keywords

Blockchain; Traceability; Organic Agriculture; Sustainability; Technologies.

Sumário

1. Introdução	13
2. Metodologia	18
3. Revisão Bibliográfica	23
3.1.A origem da tecnologia <i>blockchain</i>	23
3.1.1. O sistema <i>blockchain</i>	25
3.1.2. <i>Blockchain</i> : benefícios para a sustentabilidade	26
3.2. Agricultura familiar no Brasil	29
3.2.1. A agricultura orgânica	32
3.2.2. Os desafios encontrados para o consumo de alimentos orgânicos	34
3.3. <i>Blockchain</i> na agricultura: o avanço da tecnologia no meio rural	40
3.3.1. <i>Cases</i> de uso da tecnologia <i>blockchain</i> na agricultura	42
3.3.2. Exemplos de startups que utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> como solução de modelo de negócios na agricultura	45
4. Resultados e discussão sobre o vídeo e as orientações apresentadas	48
5. Considerações Finais	50
6. Rerefências Bibliográficas	52

Lista de Figuras

Figura 1 - Ilustração dos benefícios da tecnologia <i>blockchain</i> através do produtor orgânico e o seu cliente	27
Figura 2 - O processo de atualização do Ethereum	28
Figura 3 - Distribuição percentual de produtores nos estabelecimentos de agricultura familiar, segundo as idades	31
Figura 4 - Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)	39

Lista de Tabelas

Tabela1 - Implementações da tecnologia *blockchain* na cadeia de abastecimento agroalimentar 43

Abreviaturas e Siglas

Agenda 2030 - Conjunto de programas, ações e diretrizes que norteiam os trabalhos da ONU e dos seus 193 países-membros em prol do desenvolvimento sustentável

Agro 4.0 - Agricultura Digital ou Agricultura 4.0

Agtechs – Empresas que promovem soluções inovadoras no agronegócio através de novas tecnologias aplicadas no campo

Big data – Grandes volumes de dados

Blockchain – Correntes de Blocos

Brasil - Constituição da República Federativa do Brasil

BTC – Moeda Digital Descentralizada

CIC Centro de Inovação do Cacau

Cloud computing – Computação em nuvem

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

Coopercentrosul- Cooperativa de Pequenos Produtores de Cacau, Mandioca e Banana do Centro da Região Cacaueira

Coopesba- Cooperativa de Serviços Sustentáveis da Bahia

Coopfesba- Cooperativa da Agricultura Familiar e Economia Solidária da Bacia do Rio Salgado e Adjacências

Cop26 - 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

Covid-19 ou sars-cov-2 - Novo Coronavírus

CRFB/88 - Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

Dapps- Aplicativos Descentralizados

Embrapa- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESA - Agência Espacial Europeia

ETH – Ethereum

Eth2 – Ethereum 2.0

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

Fida - Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agrícola

GP BREJAL – Grupo de Produtos Orgânicos do Brejal

GPS - General Problem Solver

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Hash- Impressão Digital criada a partir de uma operação matemática, gerando um código com letras e números, a partir de um arquivo ou mensagem.

IA - Inteligência Artificial

IIS – Instituto Internacional para Sustentabilidade

Inca - Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva

Inspere – Instituto de Ensino e Pesquisa

IOT - Internet das Coisas

Ipam - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Mapbiomas – Iniciativa do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima - SEEG/OC

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

Organis - Associação de Produção dos Orgânicos

Peer-to-peer - Ponto a ponto
PIB - Produto Interno Bruto
Pnapo - Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
Pnuma- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POS – Proof-of-Stake
POW – Proof-of-Work
PSA - Pagamento por Serviços Ambientais
QR CODE – Versão do Código de Barras Estilizado
Sisan - Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
Sofi – Relatório “O Estado da Insegurança Alimentar e Nutrição no Mundo”
SPG - Sistemas Participativos de Garantias
Superávit– Resultado Positivo a contar da Diferença entre a Receita e a Despesa do Governo
EU - União Europeia
UNCCD – United Nations Convention to Combat Desertification
UNCTAD - Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
Unicef- Fundo das Nações Unidas para a Infância
WEF – World Economic Forum
WFP - Programa Mundial de Alimentos das Nações Unidas
WWF – World Wildlife Fund

A necessidade é a mãe da inovação.

Platão

1. Introdução

A agricultura é notoriamente reconhecida como parte significativa da solução para problemas climáticos, visto que a implementação de práticas agrícolas com bases ecológicas pode ser de grande contribuição para o sequestro de carbono no solo, produção de alimentos mais saudáveis e proteção à biodiversidade (IPCC, 2019).

A agricultura orgânica se configura como processo produtivo comprometido com a organicidade e sanidade da produção de alimentos, em prol da garantia da saúde dos seres humanos e respeito ao meio ambiente. Esse sistema produtivo pode ser otimizado com a implementação de tecnologias apropriadas à realidade local do solo, do clima, da topografia, da água e da biodiversidade em cada contexto social, visando o fomento de sistemas de produção, transformação, distribuição e consumo de alimentos (Meirelles, 2011).

Existem atualmente muitos conceitos sobre a modernização da agricultura. Alguns autores entendem apenas as mudanças na base técnica, já outros consideram todo o processo de produção. Os autores que consideram a base técnica acreditam no uso intensivo de maquinários e equipamentos, na utilização de insumos e nas técnicas que possibilitam um maior rendimento na produção. Trata-se da modernização como sinônimo de mecanização e tecnificação, da lavoura e da pecuária (Felippe, 2020). Já com relação ao processo de produção, a palavra modernização abrange todo o processo de modificações que ocorrem nas relações sociais de produção (Teixera, 2005).

A modernização na agricultura orgânica, além de promover benefícios no cultivo de alimentos saudáveis, ainda fomenta a estruturação de uma rede de produtores, oportuniza a comunicação, a geração de emprego e a interação entre os diversos atores sociais, alcançando dimensões políticas, culturais, sociais e ambientais.

Neste sentido, vale ressaltar que a relação entre sociedade e tecnologia é dinâmica e não determinística (Souza, 2019), ou seja, a inovação e a tecnologia cooperam para a solução de problemas modernos em uma nova era digital, que necessita de soluções para diversos fatores complexos dentro de um cenário interativo em pleno movimento.

Nesse contexto, a tecnologia *blockchain*¹ se apresenta como um inovador sistema de registro e distribuição de informações que funciona como um grande livro de registros públicos digitais, onde a descentralização² ocorre como medida de segurança (Aranha, 2021). Esta tecnologia habitualmente utilizada como uma forma segura para transferir *bitcoins*³ de uma pessoa para outra, permite essa descentralização, pois os próprios usuários realizam transações entre si, autonomamente, a partir de uma rede interligada a um programa de computador que valida as operações, garantindo assim a autoverificação das transações entre os usuários do sistema.

Com o avanço da tecnologia, suas funções foram diversificadas e, atualmente, o *blockchain* possui grande potencial de uso na agricultura, como por exemplo, no contexto das mudanças climáticas e no alcance de uma economia global mais sustentável (PNUMA, 2020; Wassenaar et al., 2021).

Na agricultura, esta tecnologia disruptiva tem sido implementada de forma eficiente, visando solucionar desafios relacionados à rastreabilidade e à transparência de toda a cadeia produtiva da agricultura familiar. Diante disto, fomenta diálogos e dinâmicas relevantes entre os produtores do conhecimento (cientistas e acadêmicos), os tomadores de decisão, os produtores orgânicos, os consumidores e os demais atores que exercem influência neste cenário de produção e consumo de alimentos orgânicos. Assim, a tecnologia promove o aumento das informações para diferentes públicos, além da disseminação das informações de uma forma mais estratégica, desempenhando um papel fundamental nas mudanças culturais, políticas e comportamentais ao longo da cadeia produtiva (Latawiec et al., 2020).

Segundo Aranha (2021), a tecnologia *blockchain*, conhecida também como “protocolo de confiança”, empodera as multidões para além do mundo das finanças, corroborando com a ideia de conexão apresentada por Latawiec (2020).

Diversas iniciativas, incluindo a tecnologia *blockchain*, já estão sendo utilizadas no Brasil e em outros países para promover uma agricultura mais sustentável através de uma produção mais limpa e verde que respeite as demandas

¹termo livre que significa “corrente de blocos”.

²Compreende-se por descentralização, o processo de distribuição e dispersão do poder de uma autoridade central.

³moeda digital que não precisa de terceiros para funcionar.

atuais e vindouras. Um exemplo disso, é a venda de alimentos orgânicos diretamente aos consumidores com a ajuda dos contratos inteligentes⁴.

Outro exemplo da potencialidade da tecnologia *blockchain*, surge em favor da certificação socioambiental, visto que os pilares deste sistema se assemelham à lógica do SPG (Sistemas Participativos de Garantia)⁵ (Foster, Cardome, 2018). Ademais, a tecnologia *blockchain* é um sistema em rede que proporciona transparência, segurança e pode socializar todos os dados através da participação ativa dos membros do sistema, permitindo que pequenos produtores sejam valorizados por seus produtos e se tornem agentes ativos na complexa cadeia de produção e consumo de orgânicos. Além disso, os consumidores terão a oportunidade de atestar, através do sistema *blockchain* e com o uso do *smartphone*, se o que adquiriram respeita os princípios da agricultura sustentável, assim como do consumo consciente, o que contribuirá para novas formas de consumo e relação com a alimentação (Montebello et al., 2018).

Neste contexto, o sistema *blockchain* é potencialmente promissor⁶. Ele não se trata de uma tecnologia única, já que possui vastíssimas e robustas características que demonstram a sua multidimensionalidade (FAO, 2021). A rastreabilidade, a transparência e o alto nível de confiabilidade nas transações, correspondem à principal razão pela qual a tecnologia é implementada, principalmente no que diz respeito as melhorias em prol da sustentabilidade ambiental (PNUMA, 2020).

Segundo o relatório de Tecnologia e Inovação 2021, lançado pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), a tecnologia *blockchain*, destaca-se como uma das inovadoras tecnologias que estão favorecendo a abertura de novas fronteiras de produção e oportunidades

⁴Entende-se por contrato inteligente ou “smart contract” qualquer acordo de duas ou mais pessoas com o intuito de constituir, regular ou extinguir uma relação jurídica com natureza patrimonial (Bessone, 1997), que seja possível de ser executado ou de se fazer cumprir por si só, formalizando negociações entre as partes, dispensando intermediários centralizados. Em suma, nada mais é do que um código que pode definir regras e consequências, da mesma forma que um documento tradicional, promovendo confiabilidade nas relações entre a rede.

⁵institucionalizados através do Marco Legal, a partir das discussões entre as redes de agroecologia, assim como produção orgânica no Brasil, entre 2002 até 2009 (Fonseca, 2009a).

⁶Acredita-se, ainda, que este sistema sociotecnológico, considerado atualmente como uma das maiores tecnologias desde o surgimento da internet, expanda o potencial de garantir agilidade, eficiência, rastreabilidade e transparência às operações que emanam da colaboração dinâmica entre pessoas e meio ambiente, favorecendo a inovação e o bem-estar social e econômico em novos modelos de cultivo de alimentos orgânicos.

entre pessoas e sociedades (ONU, 2021). Além disso, o sistema *blockchain* aplicado à agricultura, favorece o acesso às tecnologias da informação a agricultores e organizações rurais, contribuindo para a Década da Agricultura Familiar, definida pela FAO, entre o período de 2019 e 2028 (ONU Brasil, 2019).

Mediante ao exposto, algumas inquietações direcionaram esta pesquisa: O uso da tecnologia *blockchain* pode aumentar a segurança, a transparência e a confiança dos consumidores sobre a origem orgânica do alimento? A tecnologia *blockchain* contribui para a rastreabilidade da cadeia de alimentos orgânicos? A tecnologia *blockchain* promove ganhos para a sustentabilidade da agricultura orgânica?

Justificativa

A iniciativa para a realização deste trabalho surgiu a partir da identificação e alguns desafios atrelados à gestão de um empreendimento de distribuição de alimentos orgânicos no Município do Rio de Janeiro. Durante o desenvolvimento das atividades dessa empresa, identificou-se a necessidade da implementação de inovações que fomentassem a rastreabilidade, transparência, confiança e a segurança sobre a origem orgânica dos alimentos, bem como a disponibilidade dos dados comprobatórios de toda a cadeia produtiva, assegurando a todos os atores e, principalmente, aos consumidores finais, o direito à informação (artigo 5º, XXXIII, da CRFB/88). Segundo Benjamin (2007), o consumidor esclarecido, ou seja, bem-informado, é um ser apto a ocupar o seu lugar na sociedade de consumo.

Desta forma, diante de todo o exposto, o presente estudo se justifica na esperança de que a tecnologia *blockchain* possa fortalecer e dar escala à agricultura orgânica, e assim, contribuir para um maior nível de confiança e transparência entre os atores envolvidos no desenvolvimento sustentável das produções orgânicas.

Objetivos

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo principal criar uma ferramenta informativa (vídeo) para apresentar e conscientizar os produtores orgânicos sobre a importância e aplicabilidade do rastreamento logístico da cadeia de produção, a partir do uso do sistema *blockchain*, de forma a aumentar a

segurança, a transparência, a confiança dos consumidores sobre a origem orgânica do alimento e, possivelmente, aumentar a rentabilidade dos produtores. E assim, potencializar a contribuição deste tipo de produção para a sustentabilidade, a partir do aumento do sequestro de carbono no solo, da produção de alimentos mais saudáveis e da proteção à biodiversidade.

Os objetivos específicos foram:

- identificar os benefícios do uso da tecnologia *blockchain* para os consumidores e produtores orgânicos;
- fornecer orientações aos produtores orgânicos sobre as possibilidades do uso da tecnologia *blockchain* para o desenvolvimento sustentável da agricultura orgânica; e
- desenvolver um vídeo para os produtores orgânicos informando sobre a importância e os benefícios do uso da tecnologia *blockchain* para a cadeia de produção de orgânicos.

2. Prodecimentos Metodológicos

A pesquisa foi inicialmente realizada através de uma revisão bibliográfica acerca dos potenciais e usos da tecnologia *blockchain* na cadeia de alimentos orgânicos. Para isso, a consulta foi realizada através de livros, artigos técnicos e científicos, teses, dissertações e chamada literatura cinza, como sites de informação geral sobre o tema.

A metodologia de estudo baseou-se no método qualitativo e descritivo.

O estudo ocorreu de acordo com as 3 etapas descritas abaixo:

1ª Etapa:

1. Levantamento de informações e revisões da literatura sobre a tecnologia *blockchain*. Para este levantamento foram consultados relatórios, livros e publicações, de documentos físicos e digitais, que estavam disponíveis na web. Primeiramente, foi feita uma busca mais geral sobre o sistema *blockchain* no Google, usando palavras-chave como: *blockchain*, rastreabilidade, inovação, transparência, confiança e criptoativos.
2. Levantamento de estudos e revisões da literatura em bases bibliográficas como *SciELO*, google acadêmico, relatórios, documentos físicos e digitais, dentre outros, sobre produção orgânica, visto que os produtores orgânicos são o público-alvo da pesquisa. Para isto, tentou-se responder algumas perguntas orientadoras: Quais é o histórico e o cenário atual da agricultura orgânica no Brasil? Qual a representatividade desta forma de produção para a sustentabilidade? Quais são os desafios existentes enfrentados pelos produtores? Os produtores utilizam essa tecnologia? Quais os benefícios da agricultura orgânica para a saúde? Quais são os impactos da agricultura convencional para o ecossistema?
3. Revisões da literatura para uma maior compreensão sobre agricultura orgânica associada ao sistema *blockchain*. Para esta análise foram feitas buscas no *Google Scholar* e em diversos outros sites, conforme mencionado anteriormente, a partir de uma

pesquisa mais geral, usando a combinação das seguintes palavras-chave: *blockchain*, agricultura orgânica, agricultura convencional, agricultura sustentável, rastreabilidade, cadeia produtiva de alimentos, segurança, tecnologia, saúde, desafios. Com isso, foi identificado como a tecnologia *blockchain* funciona, quais as suas potencialidades, para que ela é utilizada e os seus benefícios para a sustentabilidade.

4. Revisão sobre o uso do sistema *blockchain* na agricultura e, mais especificamente, na cadeia de orgânicos, identificando os principais benefícios e desafios. Fontes de pesquisa: artigos científicos, documentos públicos, livros, cartilhas, guias etc.
5. Levantamento de *cases* de sucesso envolvendo a tecnologia *blockchain* e o seu uso na agricultura. As buscas foram realizadas a partir de pesquisas no Google e em outros sites de buscas da web, utilizando a combinação das palavras-chave: *cases*, sucesso, tecnologia *blockchain*, agricultura, rastreabilidade, cadeia produtiva de orgânicos, empresas que utilizam *blockchain* em suas operações, melhorias a partir da implementação do sistema *blockchain* no meio rural, países que utilizam a tecnologia *blockchain* como solução de desafios na agricultura e projetos sustentáveis que buscam melhorar o setor a partir do uso da tecnologia *blockchain*.
6. Levantamento dos gargalos e impressões dos produtores orgânicos com relação ao sistema *blockchain* e o seu benefício para a produção orgânica. Para isto, foram utilizados os dados coletados a partir da experiência e impressões pessoais da aluna, que teve contato direto com os produtores orgânicos ao longo dos últimos anos. Foram realizadas perguntas como: O que é a tecnologia *blockchain*? Quais os benefícios que esta tecnologia pode proporcionar as atividades agrícolas? Como a tecnologia *blockchain* pode ajudar na rastreabilidade do alimento? Como a tecnologia *blockchain* pode contribuir para o aumento da lucratividade das vendas? Como a tecnologia *blockchain* pode contribuir para uma agricultura mais sustentável?

7. A partir da coleta desses dados sobre o conhecimento e interesse dos produtores a respeito da tecnologia *blockchain*, foi possível verificar os anseios do público-alvo para o produto final e assim, direcionar a elaboração de um material que atendesse as necessidades dos produtores.

2ª Etapa:

A segunda etapa consistiu na proposição de orientações sobre as diversas formas de utilização do sistema *blockchain* dentro do campo da agricultura orgânica. Para isso, foi realizada a adaptação do conhecimento existente acerca do tema da agricultura convencional para a agricultura orgânica (fontes principais: FAO e documentos disponíveis na web). Estas orientações foram alinhadas aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) com o intuito de otimizar a aplicação da tecnologia. A partir das pesquisas realizadas, foi possível analisar e expandir as possibilidades de utilização da tecnologia *blockchain* para propor orientações que atendessem as necessidades apresentadas pelos produtores orgânicos.

Por fim, o produto final foi definido, com foco na transmissão das informações levantadas e analisadas para produtores orgânicos, consumidores e demais atores que possuam interesse no tema proposto. Assim, chegou-se a conclusão de que um vídeo seria o veículo de comunicação mais apropriado para a disseminação do conteúdo produzido.

Com isto, foi desenvolvido um roteiro preliminar, com perguntas a serem respondidas no vídeo e que seriam interessantes para o esclarecimento de dúvidas dos produtores rurais. Para auxiliar no aperfeiçoamento desse roteiro, foram contactados profissionais que trabalham com o uso da tecnologia *blockchain*, com o intuito de apoiar o desenvolvimento do roteiro.

3ª Etapa:

A terceira etapa consistiu no desenvolvimento de um vídeo, de 05 minutos e 14 segundos de duração, direcionado aos pequenos produtores orgânicos, informando sobre a importância e os benefícios do uso do sistema *blockchain* para a cadeia de produção de orgânicos. Por ser o sistema *blockchain* considerado uma tecnologia de difícil entendimento, o vídeo foi desenvolvido a partir da definição do formato, estrutura e conteúdo alinhados à uma linguagem de fácil

entendimento, buscando facilitar a comunicação com o público-alvo, os produtores rurais de orgânicos.

Inicialmente, foram realizadas pesquisas na web sobre o tempo de duração de vídeos com caráter informativo e chegou-se a conclusão que é recomendável que vídeos com este objetivo possuam até 5 minutos de duração, para que tenha uma boa aceitação, assimilação do conteúdo e capilaridade pelo público. Posto isto, foi produzido um roteiro, de caráter informativo e dentro do tempo delimitado, com as informações mais relevantes obtidas nesta pesquisa.

A partir da produção do roteiro, foram realizadas pesquisas pela web para identificar plataformas de criação de vídeos. Após a escolha da plataforma Animaker, a autora elaborou um vídeo animado com o roteiro produzido, de até 5 minutos de duração.

Com o vídeo pronto, foi realizada uma reunião com especialistas, com formações diversas, da equipe do Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS), que trabalham com produtores rurais. Estes analisaram o vídeo produzido e compartilharam suas impressões e sugestões para a otimização do mesmo. Após o *feedback* destes profissionais, ajustes foram feitos e o vídeo foi aprimorado.

Em seguida, após nova reunião com profissionais qualificados na área de produções visuais, foram sugeridas algumas adaptações no roteiro e no cenário para o aprimoramento do vídeo. Assim, foi definida uma nova forma de produção de vídeo, sendo ela o Docudrama (espécie de gênero cinematográfico que apresenta a junção de documentário mais drama).

Posteriormente, realizou-se contato com produtores orgânicos, em busca de espaços para a gravação do vídeo e conseguiu um espaço com produção agrícola em Petrópolis, RJ.

A gravação do vídeo foi realizada em dia e hora previamente agendado com o produtor orgânico. Foram feitas algumas perguntas ao produtor durante a gravação, com o intuito de conhecer melhor a produção e assim, saber como a tecnologia *blockchain* poderia contribuir para a produção orgânica. A filmagem durou cerca de 3 (três) horas.

A partir da revisão dos registros da filmagem, chegou-se a conclusão que seria necessário a participação de um profissional da área de *blockchain*, a fim de trazer maiores informações sobre o uso prático da tecnologia *blockchain* em uma propriedade orgânica.

Após diversos contatos com produtores e pesquisas na web sobre profissionais da área de *blockchain*, conseguiu-se o contato de uma produtora orgânica que participa de um grupo de *WhatsApp* com informativos sobre a tecnologia *blockchain* na agricultura. Ao fazer contato com esta produtora, conseguiu-se o contato de uma rede colaborativa de impacto ecológico que faz uso da tecnologia *blockchain* e no qual possui como objetivo conectar atividades de agricultura, de ecologia e de bioconstrução no Brasil. Ao fazer contato com o fundador e gerente desta rede, o mesmo se interessou por ajudar no desenvolvimento do produto final e gravou um vídeo falando sobre os benefícios da tecnologia *blockchain* para a agricultura orgânica. Este material foi incluído na produção do Docudrama. O Docudrama foi finalizado e possui 11 minutos e 19 segundos de duração.

Posteriormente, após análise do vídeo produzido, concluiu-se que seria melhor produzir um vídeo com menor tempo de duração para facilitar a disseminação e aceitação pelo público-alvo. Desta forma, um novo tipo de vídeo foi realizado contendo 05 minutos e 14 segundos de duração, sendo feito em parceria com diversos profissionais, creditados pelo trabalho e apoio ao final do vídeo.

O vídeo final será disponibilizado através da plataforma de vídeos *YouTube*, de aplicativo multiplataforma de mensagens, como o *WhatsApp*, redes sociais, bem como através da divulgação presencial pela autora, em feiras orgânicas.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. A origem da tecnologia *blockchain*

De forma simplória, a tecnologia *blockchain* (termo livre que significa “corrente de blocos”), funciona como um grande livro de registros públicos, onde a descentralização acontece como medida de segurança. Entende-se por descentralização, o processo de distribuição e dispersão do poder de uma autoridade central (Furlonger & Uzureau, 2021).

A tecnologia *blockchain*, conhecida também como “protocolo de confiança”, permite essa descentralização, pois os próprios usuários transacionam entre si, de forma autônoma, através de uma rede interligada a um programa de computador que valida as operações, ou seja, as transações são garantidas pela autoverificação entre os usuários do sistema (Aranha, 2021).

O mundo caminha para a 4ª Revolução Industrial e o suíço Henrik von Scheel, um dos criadores do conceito Indústria 4.0, menciona a tecnologia *blockchain* como uma das tecnologias que irão conduzir a transformação digital no planeta (Scheel, 2021).

A história da tecnologia *blockchain* começa nos anos 90, a partir dos estudos de Stuart Haber e W. Scott Stornetta, conhecidos como “os pais do *blockchain*”, a respeito de como registrar data/hora em um documento original. O primeiro projeto contou com uma rede de blocos protegidos criptograficamente, onde não seria possível adulterar o registro de data e hora dos documentos. O trabalho, desenvolvido em 1991 por Haber & Stornetta, teve tanta relevância que foi mencionado 3 (três) vezes por Satoshi Nakamoto⁷ no *Whitepaper*⁸ do *bitcoin* (Nakamoto, 2008).

Em 1992, o sistema *blockchain* foi atualizado para incorporar árvores Merkle⁹ que permitiam o aumento da eficiência, proporcionando a coleta de mais documentos em um único bloco. Todavia, foi somente em 2008, a partir do

⁷ Satoshi Nakamoto é conhecido, mundialmente, como o cérebro por trás desta tecnologia revolucionária. Até hoje, sua real identidade é um mistério (Marr, 2018). Existem pessoas que acreditam que ele seja uma única pessoa, outras suspeitam que seja um grupo que trabalha com *Bitcoin* (a primeira aplicação tecnológica de contabilidade digital).

⁸ “Documento que descreve as particularidades do design do *bitcoin*”.

⁹ Corresponde a uma espécie de estrutura de dados que possui uma árvore de informações de forma resumida sobre um pedaço maior de dados.

trabalho de uma pessoa ou de um grupo de pessoas, de pseudônimo Satoshi Nakamoto, que a história a respeito do *blockchain* ganhou notoriedade (Aranha, 2021).

No primeiro *Whitepaper* sobre essa tecnologia, publicado por Satoshi em 2008, foi disponibilizado detalhes de como o sistema estava bem equipado para melhorar a confiança digital, em razão do seu caráter descentralizado e, também, como funcionava a rede “*peer-to-peer*” (ponto a ponto) ou apenas P2P¹⁰ (Aranha, 2021). A partir de então, no início de 2009, foi criado o *bitcoin*, também conhecido pela sigla BTC. Sua estrutura foi arquitetada para ser simples e muito funcional.

Muitas pessoas acreditam que *blockchain* e *bitcoin* são a mesma coisa, contudo vale ressaltar, que *bitcoin* se refere a um dos diversos criptoativos que existem, enquanto o *blockchain* é a tecnologia onde a maioria das aplicações são acionadas, sendo uma delas o criptoativo (Aranha, 2021).

Em 2013, Vitalik Buterin, um dos primeiros colaboradores do *bitcoin*, constatou que o criptoativo não explorava, na íntegra, tudo o que a tecnologia *blockchain* tinha a oferecer. O escritor e programador russo-canadense, com apenas 19 anos, criou uma tecnologia *blockchain* pública com mais funcionalidades comparadas a anterior e ainda, o segundo maior criptoativo do mundo, Ether (ETH). Esse foi um importante passo na história da tecnologia *blockchain*. Neste novo sistema *blockchain* foi possível habilitar uma função que possibilita que pessoas registrem outros ativos, como contratos e *slogans* (Marr, 2018).

Em 2015, a plataforma Ethereum foi lançada de forma oficial e evoluiu para ser uma das mais promissoras aplicações do sistema *blockchain*, em razão da sua capacidade de suportar aplicativos descentralizados (*dApps*) e principalmente, *smart contrat*, também conhecidos como contratos inteligentes¹¹ ou contrato digital, utilizado para executar diversas operações (Marr, 2018).

¹⁰ Nesta rede, os computadores dos usuários correspondem aos “pontos” que conectam entre si e compartilham tarefas ou arquivos entre pares (parceiros na rede). Na rede P2P, cada computador é chamado de “nó” e, de forma coletiva, formam um sistema eletrônico *peer-to-peer* de nós.

¹¹ “Contratos inteligentes” corresponde a um conjunto de códigos computacionais, que quando satisfeitas as condições prefixadas, tornam-se autoexecutáveis. Este contrato poderá prever normas e consequências para as partes contratantes, sem que exista a figura de um intermediador nas transações realizadas, como um marketplace ou banco, por exemplo.

De 2015 até os dias de hoje, a tecnologia *blockchain* tem evoluído de forma exponencial, inclusive uma nova atualização do sistema *blockchain* mais escalável, seguro e sustentável, está em andamento: o Ethereum 2.0 (Eth2), que ao final de 2021 foi renomeado para “camada de consenso”. Com esta nova terminologia o Eth1 (cadeia de prova de trabalho existente) passa a ser nomeado como “camada de execução” e o somatório a camada de consenso, resulta no Ethereum (Ethereum, 2022). O projeto prevê uma nova tecnologia de validação que demanda menos energia. A nova versão, em transição, passa a ser realizada pelo mecanismo de consenso prova de participação (*proof-of-stake* ou *PoS*) e não mais pelo mecanismo de consenso prova de trabalho (*proof-of-work* ou *PoW*), desta forma, os validadores não serão mais os que fornecem poder computacional à rede, mas os que conservam muitas unidades de Ethereum em sua carteira. No *proof-of-stake* não existe a complexidade de cálculos matemáticos para processar à rede como acontece no *proof-of-work*, o que, consequentemente, irá melhorar a eficiência energética, já que o consumo de energia na mineração¹² dos blocos será menor. Vale ressaltar que a tecnologia é nova e assim como outras tecnologias, encontra-se em constante evolução (Ethereum, 2021).

3.1.1.

O sistema *blockchain*

O sistema *blockchain* é associado às tecnologias de registro distribuído (Marr, 2021), o que desestimula ataques cibernéticos, pois todas as cópias distribuídas precisam ser atacadas, de forma simultânea, para que um ataque tenha êxito. Ademais, esses registros são resistentes a alterações ardilosa de uma única parte (Furlonger & Uzureau, 2021).

Um elemento muito importante no *blockchain* é a função *hash* (uma impressão digital criada a partir de uma operação matemática, gerando um código com letras e números, a partir de um arquivo ou mensagem. Esse código alfanumérico gerado irá representar unicamente o dado inserido (Aranha, 2021).

Cada bloco dentro do *blockchain* possui um *hash* referente ao seu próprio conteúdo, e também uma cópia da impressão digital do bloco anterior, o que

¹² Para fins explicativos, a mineração consiste no processo pelo qual verifica-se se a informação inserida em um dos blocos é verdadeira ou não. Sendo verdadeira, o bloco será incorporado à rede e recebe um código de criptografia. Quando relacionado à rede Bitcoin, os mineradores, normalmente, se referem as pessoas que possuem os computadores que oferecem poder de processamento à rede ou até mesmo, em alguns casos, as próprias máquinas que participam da rede.

forma uma infraestrutura de blocos interligados uns aos outros. Caso alguém tente mudar alguma informação inserida em um dos blocos, de forma automática, o *hash* do bloco mudará. Desta forma, o *hash* alterado não será compatível com a cópia do original que estará no bloco posterior, o que facilita a identificação de tentativas de modificações (Aranha, 2021).

Outra inovação fundamental no sistema *blockchain* é a criptografia (Marr, 2021). A palavra criptografia advém do grego *kryptós*- oculto; como também de *gráphein*, que significa escrita, ou seja, “escrita secreta”. Desta forma, criptografia corresponde ao método de ocultar e revelar certas informações por meio de processos matemáticos. Um documento criptografado, normalmente, possui como características: a confidencialidade, autenticação, integridade e irretratabilidade. (Aranha, 2021).

Muitas outras funcionalidades e aplicações existem nesta disruptiva tecnologia chamada *blockchain*, o que permite diversas oportunidades de fazer ciência nesta área, seja criando ideias de como usar essa tecnologia, ou como aprender a minerar¹³ de uma forma mais sustentável, ou até mesmo encontrando diversas soluções para atender as mudanças externas e internas desta nova área.

3.1.2.

Blockchain: benefícios para a sustentabilidade

A tecnologia *blockchain* é extremamente versátil e com grande potencial de aplicação em diversos segmentos, demonstrando que não se trata apenas de um sistema para ativar moedas digitais. Em suma, sua estrutura mais fundamental é como uma inovadora infra-estrutura que funciona de forma descentralizada e a nível global, onde diversos processos transformam-se em oportunidades de negócios, como acontece no setor de gestão de resíduos, por exemplo, onde a tecnologia tem contribuído para aspectos sociais, ambientais e econômicos, a partir de uma gestão sustentável dos produtos (Taylor et al., 2022).

Muitas iniciativas mundo afora estão acontecendo para tornar essa nova tecnologia cada vez mais acessível e sustentável. Vale frisar, que como qualquer outra tecnologia ou inovação “nascente”, é preciso ter paciência para aguardar o seu desenvolvimento. Certamente, milhares de pessoas pelo mundo identificaram

¹³ A mineração de criptomoedas é o nome dado ao procedimento de inclusão e validação de novas transações na tecnologia *blockchain*.

o seu potencial e estão trabalhando arduamente para aperfeiçoá-la, de forma que ajude a criar uma economia mundial mais sustentável (ONU, 2021).

tecnologia emergente tem o potencial de contribuir na resolução de alguns problemas ambientais que a humanidade enfrenta atualmente. As funcionalidades do sistema *blockchain* para enfrentar os desafios ambientais giram ao redor de: monitoramento e rastreio da cadeia de suprimentos, inovações em instrumentos financeiros, negociações *peer-to-peer* (ponto a ponto) através da tokenização de valores, entre muitas outras funcionalidades (PNUMA, 2020). Conforme ilustrado na figura abaixo:

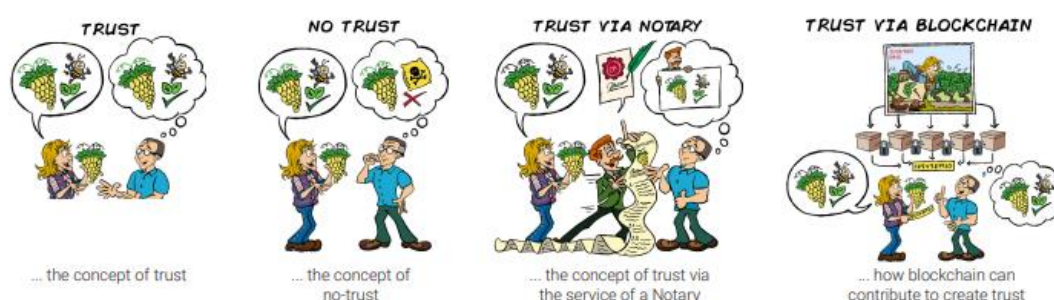


Figura 1. Ilustração dos benefícios da tecnologia *blockchain* através do produtor orgânico e o seu cliente. Fonte: Pnuma, 19ª edição do Foresight Brief (2020).

A adoção e confiança pelos usuários, superação de obstáculos tecnológicos, incertezas legais, de segurança, assim como de consumo de energia demandado pela tecnologia original do sistema *blockchain* são alguns dos problemas a serem solucionados. Inclusive, muitos atores do setor da indústria estão trabalhando de modo a resolver esses desafios (ONU, 2021).

Nesta oportunidade, quanto ao gasto energético que aconteceu a partir da mineração intensiva de criptomoedas, vale frisar que o algoritmo de mineração por prova de trabalho (*proof-of-work*), foi otimizado como prova de participação (*proof-of-stake*). Isso significa que neste novo processo não há supercomputadores funcionando 24 horas. Além disso, diversos atores do setor da indústria querem garantir que a energia consumida pelo seu setor, seja completamente livre de carbono (ONU, 2021).

A *Energy Web Foundation*, o *Rocky Mountain Institute* e a *Alliance for Innovative Regulation*, são três importantes organizações que em 2021 formaram o *Crypto Climate Accord*, no qual é apoiado por setores de clima, energia, finanças e ONGs, com o objetivo de “descarbonizar a indústria em tempo

recorde” e, com isto, alcançar emissões líquidas zero no setor da indústria mundial de criptografia até o ano de 2030 (ONU, 2021).

O foco de tornar a cadeia de prova de trabalho sustentável a longo prazo, impulsionou a adoção da camada de consenso pelo Ethereum e toda essa jornada de atualização para um sistema mais sustentável tem acontecido de forma célere (Ethereum, 2022). A figura abaixo ilustra bem esse processo.

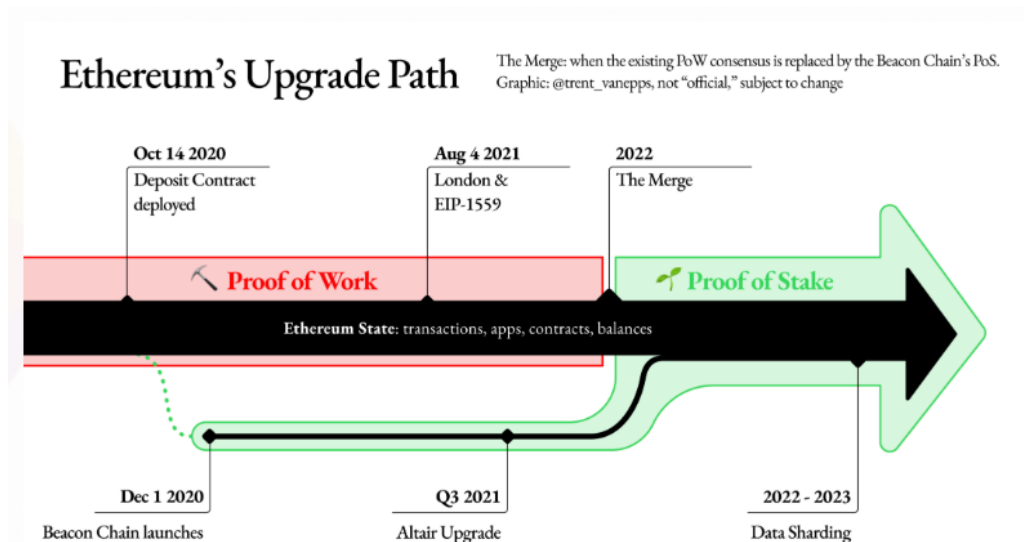


Figura 2. O processo de atualização do Ethereum. Fonte: Ethereum (2022).

Segundo as projeções analisadas em maio de 2022, na *Binance*, corretora mundial em câmbio de criptomoedas, que disponibiliza uma plataforma para a realização de negociações de mais de 600 criptomoedas, o ETH (Ethereum), se encontra entre as principais criptomoedas mais comercializadas do mercado (Binance, 2022).

Destaca-se ainda, que esta corretora, conhecida também como *exchange*, possui uma organização sem fins lucrativos chamada *Binance Charity* (plataforma de doação habilitada para *blockchain*), com o objetivo de usar a tecnologia *blockchain* para ajudar no alcance dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, da Organização das Nações Unidas (ONU). Muitos projetos estão em voga, como por exemplo, doações a hospitais com vítimas do coronavírus e dois projetos destacaram-se mais recentemente: o fundo de ajuda emergencial da Ucrânia e o projeto Nosso Planeta (voltado para o combate às mudanças climáticas, restauração de habitats, oceanos e proteção da vida selvagem). Além disso, a *Binance* disponibiliza criptoativos para quem quer aprender sobre a tecnologia

blockchain. Para isto, é preciso realizar os cursos, testes e cumprir com os requisitos exigidos da sua nova iniciativa educacional (*Binance Learn & Earn*), incentivando uma maior escala de conhecimento sobre essa inovadora tecnologia e sobre trocas/reflexões a respeito da evolução do sistema de forma responsável e sustentável (Binance, 2022).

Neste sentido, fica evidenciado o quanto a potencialidade da tecnologia *blockchain* tem apresentado benefícios relevantes para a humanidade e o quão rápida é a evolução de recursos que cooperam para a otimização das suas operações.

3.2. Agricultura familiar no Brasil

A agricultura familiar brasileira¹⁴, principal produtora dos alimentos que são disponibilizados à sociedade, localizada em extensas e relevantes regiões do país é uma forma social de produtividade reconhecida pela população brasileira, em razão das suas contribuições materiais e imateriais (Delgado & Bergamasco, 2017; FAO, 2017).

A Lei 11.326 de 24, de julho de 2006, estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e os parâmetros para a identificação desse público. Sendo assim, considera-se agricultor familiar, bem como empreendedor familiar rural, aquele que desempenha atividades no âmbito rural, possui área até quatro módulos fiscais, mão de obra familiar própria, renda familiar associada ao próprio estabelecimento, assim como gerenciamento do empreendimento ou estabelecimento pela própria família (Mapa, 2019).

As definições da agricultura familiar se adequam às evoluções temporais, espaciais e tecnológicas. A agricultura familiar pode se caracterizar como uma espécie de organização produtiva, na qual os critérios implementados para orientar as decisões referentes à exploração agrícola não subordinam-se, de forma única, pelo ângulo produtivo ou rentabilidade financeira, mas se considera também os objetivos e necessidades da família. Trata-se de um modelo familiar de

¹⁴ Constitui-se de pequenos produtores rurais, silvicultores, pescadores, povos e comunidades tradicionais, assentados de reforma agrária e extrativistas. A produção do setor se destaca pela oferta de milho, feijão, arroz, raiz de mandioca, trigo, gado de corte, pecuária leiteira, suínos, ovinos, aves, caprinos, mamona, hortaliças, olerícolas, cana, café, fruticulturas. E a gestão da propriedade é realizada pela família que possui a agropecuária como a principal fonte de renda e a terra como seu local de moradia e trabalho (Mapa, 2019).

produtividade agrícola que contraria o sistema patronal, onde existe completa separação entre trabalho e gestão, visto que no modelo familiar estes aspectos encontram-se relacionados intimamente (Carmo, 1999).

O cuidado com o ciclo produtivo da lavoura e a busca por desenvolvimento de estratégias orgânicas de produtividade em diversas circunstâncias ambientais, com resultados positivos na visão agrônômica, ecológica, social e econômica, têm sido fundamental para apoiar um específico mercado que se encontra em expansão contínua (Felippe, 2020). Além disso, agricultura familiar é dotada de valores que favorecem melhores condições de vida, produções mais ecológicas, responsabilidade coletiva, entre outros aspectos relevantes para a participação popular e para a sustentabilidade. Neste sentido, a agricultura familiar é mencionada por Abramovay (1998), como:

Muito mais que um segmento econômico e social claramente delimitado, a agricultura familiar é definida como um valor. O apoio que recebe vem das consequências que seu desenvolvimento pode proporcionar: melhores condições de vida, desenvolvimento sustentável, luta contra pobreza, existe na agricultura familiar alguns atributos cuja natureza envolve a adesão a valores éticos e morais que dão coesão à ação extensionista. Mais que isso, a agricultura familiar é vista como o setor social capaz de contrabalançar a tendência tão própria à nossa sociedade de desvalorizar o meio rural como lugar em que é possível construir melhores condições de vida, de encará-lo como o local em que permanecem aqueles que ainda não enveredaram pela “verdadeira aventura civilizatória”, a urbana. [...] Faz parte dos valores que a agricultura familiar incorpora a primazia do **desenvolvimento e do poder locais** e a ideia de que, neste plano, os negócios públicos podem ser geridos com a participação direta dos cidadãos (Abramovay, 1998).

Portanto, a agricultura familiar desempenha um papel importante na conjuntura social brasileira e o quanto a diversidade de toda a cadeia de produção é uma marca importante desse setor, que muitas vezes associa a produção de subsistência à uma produção voltada para o mercado (Mapa, 2019).

De acordo com os resultados definitivos do último Censo Agropecuário de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 3.897.408 estabelecimentos foram classificados como agricultura familiar, o que representa 77% dos estabelecimentos agropecuários apurados pelo censo. Nestes estabelecimentos, o total de pessoas ocupadas em 30 de setembro de 2017 foi de 10,1 milhões de pessoas; 67% do total. Nestes espaços, a média de ocupação de pessoas era de 2,6 e a agricultura familiar foi responsável por 23% do valor total

da produtividade dos estabelecimentos (IBGE, 2019). O gráfico abaixo demonstra a distribuição deste percentual.

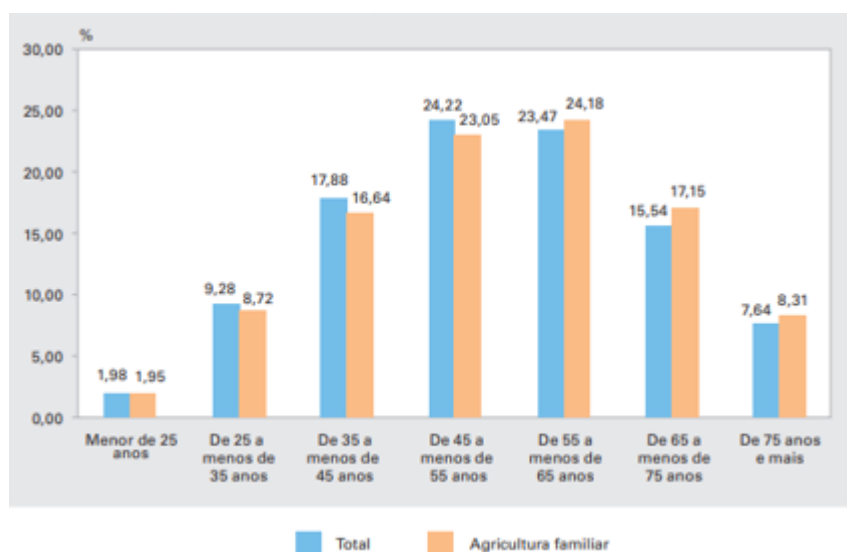


Figura 3. Distribuição percentual de produtores nos estabelecimentos de agricultura familiar, segundo as idades. Fonte: IBGE, Censo Agropecuário (2017).

Além disso, vale ressaltar que os agricultores familiares possuem uma participação expressiva na produção dos alimentos que vão para a mesa dos brasileiros, visto que nas culturas permanentes, o setor é responsável por 48% da produção de banana e café. Já nas culturas temporárias são responsáveis por 80% do valor produtivo da mandioca, 42% do feijão e 69% do abacaxi, entre outros alimentos (Mapa, 2019).

Conforme Lucena et al. (2020), a agricultura familiar representa o principal pilar da economia de 90% dos municípios do Brasil que possuem até 20 mil habitantes, o que demonstra a importância deste tipo de agricultura para a sociedade brasileira. Ademais, diante da pandemia de Covid-19, em 2020 e 2021, mudanças expressivas na agricultura familiar motivaram a reorganização rápida deste setor para mitigar as perdas, encontrar estratégias de aplicação de alternativas comerciais, assim como acompanhar a celeridade dos processos de modernização e digitalização das atividades de produção (Nogueira & Marcelino, 2021).

Em 2020, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a fome mundial foi impactada por um agravamento dramático, o que provavelmente está associado às consequências do novo coronavírus denominado Sars-cov-2, responsável por causar a doença Covid-19. O relatório “O Estado da Segurança Alimentar e Nutrição no Mundo” (Sofi) 2021, publicado em conjunto pela

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), o Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agrícola (Fida), o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), o Programa Mundial de Alimentos das Nações Unidas (WFP) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima que até o ano de 2020, cerca de um décimo da população mundial (aproximadamente 811 milhões de pessoas), estavam subalimentadas e agora, devido ao momento pandêmico, será necessário um grande esforço para que o mundo consiga honrar com a sua promessa de acabar com a fome até o ano de 2030 (FAO et al., 2021).

O referido relatório, considerado a primeira avaliação global desse tipo em tempos de pandemia, recomenda estratégias para combater os impulsionadores da fome e da má-nutrição e destaca a importância do empoderamento de grupos vulneráveis e pobres, muitas vezes pequenos produtores com acesso restrito a recursos ou que vivem em regiões remotas, bem como o empoderamento de mulheres, crianças e jovens e a expansão da disponibilidade de dados e novas tecnologias. Os autores, recomendam ainda que o mundo deve agir imediatamente ou irá assistir ao agravamento crescente da fome e da má-nutrição nos próximos anos, mesmo depois de passado o choque do novo coronavírus (FAO, 2021).

Diversas regiões brasileiras tiveram as suas atividades de comercialização impactadas pela pandemia, e a organização e o planejamento em prol do equilíbrio oferta/demanda foram de suma importância para a manutenção da viabilidade econômica da atividade. Isto potencializou a necessidade de apoiar, ampliar e fomentar a inclusão digital da agricultura familiar, com o objetivo de fortalecer a categoria, promover o desenvolvimento de toda a cadeia agrícola no Brasil e absorver mão de obra jovem (Lucena, et al., 2020).

3.2.1.

A agricultura orgânica

A agricultura orgânica, termo desenvolvido pelo inglês Sir Albert Howard, entre 1925 e 1930, trata-se de uma modalidade da agricultura que visa mitigar os impactos ambientais e promover a saúde, através de produtos alimentícios mais saudáveis. Paschoal (1994), define agricultura orgânica como um método capaz de estabelecer sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados, bem como estáveis, economicamente produtivos em pequenas, médias e grandes escalas, de expressiva eficiência quanto ao uso dos recursos naturais de produção e bem estruturados de forma social, resultando em alimentos saudáveis, de significativo

valor nutritivo e livres de resíduos tóxicos, colaborando com as reais necessidades do ser humano.

Segundo a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que:

Se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (Brasil, 2003).

A supracitada lei, corresponde ao principal marco legal da agricultura orgânica do Brasil, no qual, posteriormente, foi regulamentado pelo Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007, que disciplinou as atividades pertinentes ao pleno desenvolvimento da agricultura orgânica (Felippe, 2020).

Este importante modelo alternativo de cultivo, que surgiu no século 20, possui algumas características que beneficiam o teor biológico dos alimentos e a preservação da biodiversidade, como por exemplo, a ausência do uso de agrotóxicos (ODS 3); a otimização do uso dos recursos naturais (ODS 12); a adoção de técnicas de baixo impacto ambiental (ODS13); a conservação da vegetação nativa, a fertilidade do solo e a rotatividade de culturas (ODS 15); o uso racional da água (ODS 6); a utilização de energias renováveis (ODS 7), o fomento à geração de emprego e renda (ODS 8), entre outras ações que contribuem para o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (artigo 225, da CRFB/1988), o respeito à vida humana (ODS 2 e 10) e a valorização da responsabilidade social (ODS 13 e 16).

O Direito Humano à alimentação adequada está previsto no artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948, tendo a sua definição ampliada em outros dispositivos presentes no Direito Internacional, como por exemplo, o artigo 11 do Pacto de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, assim como o Comentário Geral nº 12 da ONU. No Brasil, em razão de um grande processo de mobilização social, em 2010, foi aprovada a Emenda Constitucional nº 64, que incluiu a alimentação, como um dos direitos sociais, contemplados no

artigo 6º da Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB/88), evidenciando a importância da alimentação adequada no contexto social, cultural e econômico do Estado Democrático de Direito (Brasil, 1988).

Além disto, vislumbra-se ainda, a Lei nº. 11.846, de 15 de setembro de 2006, que versa sobre a criação do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Sisan), com o intuito de garantir o direito humano à alimentação adequada, além de outras providências, conforme corrobora o artigo 2º do presente artigo:

A alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à realização dos direitos consagrados na Constituição Federal, devendo o poder público adotar as políticas e ações que se façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população (Brasil, 2006).

Neste sentido, resta claro o quanto a alimentação de qualidade, bem como um meio ambiente ecologicamente equilibrado são de suma importância para a garantia dos direitos constitucionais inerentes à pessoa humana, sendo o sistema de produção orgânico um importante aliado na disponibilidade de produtos saudáveis isentos de substâncias contaminantes intencionais, conforme finalidade vislumbrada na lei acima (Brasil, 2006).

3.2.2.

Os desafios encontrados para o consumo de alimentos orgânicos

Cada vez mais a sociedade tem demonstrado interesse e curiosidade por uma nova forma de consumo, onde o modelo de produção agrícola seja mais saudável e sustentável, respeitando a terra, a água, o ar, a biodiversidade, a saúde e que valorize os pequenos produtores orgânicos. Neste sentido, Meirelles (2011), aduz:

Mas tem gente, muita gente, reescrevendo essa história, buscando mudar suas realidades. Gente que quer fazer de suas ações cotidianas uma forma de preparar outros sistemas de produção, transformação, distribuição e consumo de alimentos. Ou gente que, simplesmente gosta de produzir de forma ecológica, que quer ganhar um pouco mais agregando valor à sua produção primária. Também pode ser gente que quer ver seus alunos e familiares comerem bem ou que quer viver melhor, consumindo alimentos naturais e nutritivos como o açaí. Todas essas pessoas contribuem, cada uma à sua maneira, para redesenhar o sistema agroalimentar mundial (Meirelles, 2011).

Todo esse movimento de transição para um sistema de consumo que promova mais saúde, segurança alimentar e sustentabilidade, reflete-se na crescente oferta de alimentos orgânicos em feiras, supermercados, *e-commerce* e até mesmo restaurantes (Cruz & Belik, 2020).

Vale ressaltar também que a pandemia de Covid-19, no primeiro semestre de 2020, provocou mudanças no comportamento dos consumidores, que optaram pela realização de compras através da internet, utilizando ferramentas tecnológicas como aplicativos de *delivery* e *WhatsApp*, o que contribuiu para um maior mercado de orgânicos neste período. Alguns alimentos orgânicos prontos para o consumo chegaram a obter um crescimento de mais de 50% no varejo, levando o setor a rever processos e logísticas para conseguir atender a essa nova demanda (Cruz, 2020).

Desta forma, embora existam significativos movimentos de transição de hábitos alimentares em prol de um consumo que promova a saúde humana e a mitigação dos impactos danosos ao meio ambiente, observa-se ainda, muitos contribuintes que dificultam a aquisição de alimentos orgânicos e o despertar ambiental por uma expressiva parte da população.

Acredita-se que os desafios encontrados no consumo de alimentos orgânicos estejam associados a diversos fatores, a saber: o preço mais elevado do alimento, pouca ou desconhecida oferta de alimentos orgânicos na região, aparência do produto, baixa confiança sobre a procedência do alimento, falta de selo orgânico, influência de pessoas próximas que consumam orgânicos, poucas campanhas de incentivo a práticas sustentáveis, falta de conhecimento sobre danos à saúde, sazonalidade dos produtos ofertados, poucas informações sobre técnicas que contribuam para a durabilidade do alimento, falta de interesse na aquisição dos alimentos, dentre outros (Organis, 2019). Portanto, diversas problemáticas sociais e ambientais são desencadeadas pelo modelo intensivo de produção, modernização agrícola e processo de cultivo convencional, exemplo disto é agronegócio.

O agronegócio é o setor da economia brasileira mais internacionalizado e com expressivos desafios relacionados às áreas de sustentabilidade, segurança alimentar e preservação ambiental, principalmente diante do cenário pandêmico de Covid-19. Período no qual, incertezas provocaram mudanças significativas na geopolítica mundial, sobretudo nos aspectos sociais, ambientais e econômicos,

contribuindo para ameaças cada vez mais concretas sobre as mudanças climáticas (Insper, 2021; Silva et al., 2021).

De acordo com a rede colaborativa de co-criadores e de iniciativa do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima – SEEG/OC (MapBiomias), as atividades da agropecuária avançaram em 5 (cinco) dos 6 (seis) biomas que existem no Brasil, com exceção da Mata Atlântica. A expansão da agricultura e da pecuária, corresponde a ordem de 81,2 milhões de hectares entre 1985 e 2020, o que equivale a 44,6% dos territórios. Ademais, no decurso de três décadas, segundo os pesquisadores, as áreas destinadas ao plantio de soja e cana, por exemplo, “alcançaram a mesma extensão de toda a formação campestre do Brasil”. Além disso, a região plantada com soja, já é proporcional ao estado do Maranhão e a cana abrange o dobro da extensão urbanizada do Brasil (Mapbiomas, 2021).

Outra prática que contribui consideravelmente para o avanço do desmatamento no Brasil e destruição das florestas, é a grilagem¹⁵. Segundo análise divulgada pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), recentemente, a invasão de terras de domínio público foi o principal motivo de desmatamento da Amazônia. Os dados revelam que 28% dos 13,2 mil km² de florestas derrubadas, entre agosto de 2020 e julho de 2021, eram florestas públicas não destinadas (Ipam, 2021). Neste sentido, vale ressaltar que, muito embora existam reconhecidas legislações de proteção ambiental, como a Lei 11.284/2006¹⁶ e a Lei 13.465/2017¹⁷, ainda existem muitas deficiências que permeiam o sistema de controle de terras no Brasil, o que favorece a ocupação ilegal das terras públicas e o aumento do desmatamento (WWF, 2021).

A fim de acelerar o desmatamento de extensas regiões e assim, abrir áreas para o cultivo de soja e criação de gado, alguns fazendeiros têm despejado expressivas quantidades de agrotóxicos com o uso de aviões sobre a Floresta Amazônica e sobre outros biomas. Um levantamento inédito, demonstra que nos últimos 10 (dez) anos, aproximadamente 30 mil hectares de vegetação nativa foram impactados por substâncias tóxicas (Agência pública, 2021). Além disso,

¹⁵Consiste na falsificação de documentos, para, de forma ilegal, tomar posse de terras devolutas ou de terceiros. Este termo consiste na ação antiga de realizar o envelhecimento de documentos forjados, no intuito de conseguir a posse de uma área específica (WWF, 2021)

¹⁶(Lei de Gestão de Florestas Públicas) que aduz sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável.

¹⁷(Lei de Regularização Fundiária), no qual dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana.

como os casos aconteceram sem a autorização dos órgãos ambientais responsáveis, não foi possível descobrir se animais e pessoas, que se encontravam na região, foram retirados durante a pulverização dos pesticidas, o que revela a gravidade do envenenamento, não só à floresta, mas à biodiversidade e à toda população.

O Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva (INCA), em 2015, divulgou um documento colocando-se contra às atuais práticas de utilização de agrotóxicos no país e evidenciando seus riscos à saúde, principalmente nas causas do câncer, o que ressalta os riscos da intoxicação química provocada pelos agrotóxicos à saúde pública (Inca, 2015).

Conforme a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), após alcançar alta recorde no ano de 2020, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio no Brasil, cresceu 5,35% no primeiro trimestre de 2021, registrando 27,6% ao final do ano. Em 2022, houve o recuo de 0,8% no primeiro trimestre e a estimativa para o final deste ano é que a participação do setor da economia fique, pouco abaixo de 2021, em torno de 26,24% (CNA, 2022).

Segundo as projeções de longo prazo do agronegócio 2020/21 a 2030/31, disponibilizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), os produtos mais dinâmicos do agronegócio do país, e que indicam o maior potencial de crescimento na produtividade nos próximos 10 (dez) anos, deverão ser o algodão, o milho, a soja, carnes suínas, bovina, frangos e também frutas, em especial a manga (CNA, 2021). Em 2022, espera-se o crescimento do faturamento para banana, laranja, algodão, feijão, café, tomate, entre outras culturas. E com relação à queda, espera-se a baixa do cacau, batata, arroz, uva entre outros. Ressalta-se ainda, que para a cultura do café, o aumento esperado é de 115,67%, diante da alta de 92,61% nos valores reais, comparados entre janeiro a março de 2021 e de 2022, além da produção esperada anual 11,97% maior (CNA, 2022).

A alta demanda produtiva deste setor é comprovada através da análise da balança comercial do agronegócio brasileira, que encerrou o primeiro semestre de 2022 com *superávit* de US\$ 71,2 bilhões, o que reflete o crescimento de 32,3% frente ao mesmo período de 2021. Ademais, o complexo soja continua liderando os embarques, tendo o óleo e o farelo (derivados) obtido uma demanda maior no comércio exterior, devido ao conflito no Leste Europeu, visto que a Ucrânia era a

grande fornecedora de rações para a Ásia e de óleos vegetais, passando o Brasil, neste momento, a ocupar esse mercado (IPEA, 2022).

Todas essas análises, evidenciam não só o crescimento econômico nacional, mas também a dependência da produção agrícola relacionada a muitos outros setores da economia, como o financeiro e o industrial, o que potencializa o nível de desequilíbrio social e o alto impacto da agricultura com relação às condições ambientais (Teixeira, 2005).

Diante disso, mesmo que as perspectivas econômicas sejam animadoras, as perspectivas ambientais merecem atenção redobrada, pois com o desenvolvimento das atividades do agronegócio e lucros significativos, problemas causados em razão da superexploração do solo e do meio ambiente com um todo, provocam consequências desanimadoras, como, por exemplo, o aumento do desmatamento, perda da biodiversidade genética, degradação do solo, esgotamento dos mananciais, destruição das florestas, contaminação do ar, do solo, das águas, dos alimentos e da geração de resíduos, dentre outras práticas que não contribuem para o desenvolvimento sustentável (Fellipe, 2020).

Segundo a FAO (2016), o agronegócio foi responsável por aproximadamente 70% do desmatamento na América Latina entre 2000 e 2010, assim como pelo desaparecimento da biodiversidade, o que compromete a produção de alimentos e o próprio desempenho do setor agrícola no longo prazo. Vale destacar que, temas relacionados à segurança alimentar possuem relevância estratégica para nações, e os seus impactos provocam consequências diretas ao cumprimento da Agenda 2030¹⁸ e ao desempenho dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estes devem cumprir até o ano de 2030, as 169 metas, destinadas a erradicação da pobreza, o crescimento econômico e a sustentabilidade do planeta (Martins, 2021).

A Erradicação da pobreza (ODS 1), fome zero e agricultura sustentável (ODS 2), saúde e bem-estar (ODS 3), igualdade de gênero (ODS 5), água potável e saneamento (ODS 6), energia limpa e acessível (ODS 7), trabalho decente e crescimento econômico (ODS 8), indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9), consumo e produção responsáveis (ODS 12), ação contra a mudança global do clima (ODS 13) e vida terrestre (ODS 15), são alguns dos Objetivos do

¹⁸A Agenda 2030 é um conjunto de programas, ações e diretrizes que norteiam os trabalhos da ONU e dos seus 193 países-membros em prol do desenvolvimento sustentável (ONU, 2015).

Desenvolvimento Sustentável que se relacionam à agricultura e evidenciam a importância deste setor para melhores condições de vida (Preiss et al., 2018). Conforme pode ser vislumbrado na figura abaixo.



Figura 4. Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Fonte: ONU, 2015.

Portanto, o sistema alimentar global, moldado ao longo dos últimos anos, com a intensiva produção de alimentos dependente de agrotóxicos, energia, água, terra e ações que não são sustentáveis, contribuem significativamente para a degradação do solo, dos ecossistemas, para a emissão global de gases de efeito estufa e perda da biodiversidade, causando a extinção de espécies e a degradação ambiental (UNCCD, 2021).

Neste sentido, “uma agricultura de bem com a natureza” (Felippe, 2020), que garanta o bem-estar social e o equilíbrio entre produção (ODS 12) e conservação (ODS 2), favorece não só o crescimento econômico, como também diminui os gastos futuros, disponibiliza ao mercado interno e externo produtos com maior valor nutritivo agregado, coopera com ações contra a mudança global do clima, fortalece a sustentabilidade do planeta e colabora para a promoção da qualidade de vida, da saúde e do desenvolvimento sustentável, conforme prevê a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PNAPO (Decreto nº7.794, de 20 de agosto de 2012).

3.3.

Blockchain na agricultura: o avanço da tecnologia no meio rural

O agronegócio é um dos setores que mais investe em inovações e tecnologias para a otimização dos seus processos, frente a complexidade que envolve este sistema de produção. Desta forma, cientistas estudam o processo de resolução de problemas, desde os mais simples aos mais complexos, em busca de soluções que impulsionem o desenvolvimento de uma produção mais sustentável.

A agricultura orgânica, associada a novas tecnologias, estimula os jovens a permanecerem no campo, otimiza a qualidade de vida e a qualidade da produção de alimentos, mitigando assim, o êxodo rural (Agência Câmara de Notícias, 2021). Além disso, para Fagerberg et al. (2013), a inovação torna-se cada vez mais importante diante da perspectiva social e econômica.

Celso Moretti, presidente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ao participar do Painel sobre “Carbono Orgânico no Solo - Oportunidades e Desafios” durante a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (Cop26), em Glasgow, Escócia, evidenciou a pesquisa da Embrapa Solos, que resultou no lançamento dos mapas de carbono orgânico dos solos brasileiros. Segundo Moretti, é possível produzir e preservar no Brasil, essa pesquisa corresponde a somatória de contribuições da ciência para a agricultura brasileira, sendo de suma relevância para a mitigação das mudanças climáticas. Ressaltou ainda, que o Brasil ocupa o primeiro lugar dentre os 15 países que detêm potencial para estocar carbono em nível global (Embrapa, 2021).

Segundo Massruhá & Leite (2017, p.29) a tecnologia aplicada no campo foi de suma importância para que a agricultura brasileira conseguisse alcançar o patamar atual. Esta evolução é crescente e cada vez mais consolida uma nova era de tecnologia agrícola. O desenvolvimento e a implementação de novas tecnologias, como Internet das Coisas (IoT), *Big Data* (grandes volumes de dados), Inteligência Artificial (IA) e *Cloud Computing* (computação na nuvem), estão transformando e possibilitando a eficiência e a produtividade do setor agrícola. A Inteligência Artificial (IA)¹⁹, corresponde a um campo de estudo acadêmico, onde máquinas realizam atividades similares a humanas, como

¹⁹ ideia desenvolvida por pensadores como Herbert Simon e John McCarthy, no século XX e potencializada por Newell e Simon a partir do desenvolvimento do General Problem Solver (Solucionador de Problemas Gerais) ou GPS

aprender e raciocinar, através de sistemas de software. *Machine learning*, algoritmos genéticos e até mesmo redes neurais, podem realizar previsões, análises complexas e contribuir para tomada de decisões na colheita. Todo esse movimento de inovação favorece a revolução digital no campo, promovendo uma nova Revolução Verde, com expressivas mudanças na organização produtiva e na utilização eficiente dos recursos.

A partir de inovações que se iniciaram na indústria automobilística alemã e que atualmente conquistam fábricas de inúmeros setores em razão da completa automatização geradas aos processos produtivos (VDMA Verlag, 2016), a Agricultura Digital ou Agricultura 4.0 (Agro 4.0)²⁰, quando aplicadas no campo, têm a funcionalidade de coletar, armazenar, monitorar e analisar dados a respeito do clima, solo e da plantação. A partir das informações captadas, o produtor orgânico obtém ferramentas para ajudá-lo nos aspectos operacionais, nas decisões estratégicas, bem como nas tomadas de decisão do seu negócio.

A implementação de tecnologias na agricultura demonstra-se como uma importante estratégia de garantia da segurança alimentar, em consonância com a conservação ambiental, crescimento econômico, redução dos custos e otimização dos processos de gestão, colaborando desde logo, para um futuro climático positivo onde pessoas e a natureza possam conviver e prosperar (Embrapa, 2017).

Desta forma, o investimento em inovações e tecnologias que contribuam para a melhoria dos processos de produção de alimentos e utilização dos recursos naturais, torna-se importante para superar desafios como, a comprovação sobre a procedência fidedigna do produto, a rastreabilidade de todo o processo produtivo e a transparências nos negócios, visto que a inovação em modelos de negócios, pode proporcionar novas oportunidades de negociações e fomentar resultados expressivos no mercado (Scorzelli & Branco, 2022). Deste modo, visando solucionar esses e outros problemas, alguns países, assim como o Brasil, estão implementando a tecnologia disruptiva, conhecida como *blockchain*, apontada como uma ferramenta tecnológica com grande potencial de aplicação, principalmente para ajudar na preservação do meio ambiente, identificando

²⁰Uma referência à Indústria 4.0 (Massruhá & Leite, 2017), se trata da reunião de ferramenta tecnológicas para potencializar as atividades desempenhadas no campo através da conectividade, sensoramento remoto, entre outras tecnologias oriundas da tecnologia da informação.

produtos provenientes de irregularidades ambientais, ou até mesmo sanitárias, preenchendo lacunas relacionadas ao alcance de uma produção mais sustentável.

Através desta tecnologia, também é possível implementar novos modelos de negócios para Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), como por exemplo, sequestro de carbono, e em situações de desastres ambientais, como terremotos, vulcões e grandes incêndios florestais, o sistema *blockchain* também poderá contribuir para a agilidade do gerenciamento de recursos humanitários em prol de uma resposta mais rápida e eficaz (Sobrinho et al., 2019).

3.3.1.

Cases de uso da tecnologia *blockchain* na agricultura

As transações comerciais no agronegócio passaram por transformações digitais na cadeia de valor nos últimos anos. Entretanto, ainda existem muitos desafios no gerenciamento da cadeia de suprimentos agrícolas, e a tecnologia *blockchain* revela-se como um importante instrumento para preencher essas lacunas (Exame, 2020), tendo o potencial de transformar o sistema alimentar mundial. Ademais, para os atores da cadeia de fornecimento de alimentos, implementar a rastreabilidade e aumentar a transparência resulta em: aperfeiçoamento de relacionamentos com seus clientes, expansão da eficiência e redução do risco e perdas dos produtos (Bumblauskas, et al., 2020).

Um exemplo de *case* desenvolvido para a cadeia produtiva é o de Bumblauskas et al., 2020, onde se apresentou uma implementação para o rastreamento da produção e entrega de ovos por um empreendimento dos Estados Unidos, com o intuito de verificar a precisão, além da transparência da aplicação da tecnologia *blockchain* no rastreio da cadeia de suprimentos a fim de suprir a carência de informação ao consumidor a respeito do alimento consumido. Os métodos de implementados utilizaram sensores IoT e a integração da tecnologia *blockchain* Hyperledger, além de uma aplicação *web* (Mendonça et al., 2020).

O Brasil já possui alguns *cases* de sucesso de empresas que utilizam a tecnologia *blockchain* na agricultura, demonstrando a expansão da tecnologia para além do setor financeiro, como no âmbito social, ambiental e de governança (Roman, 2018). Por meio dela, tem sido possível comprovar de forma direta e transparente aos parceiros comerciais, bem como ao consumidor final, toda a origem do produto. No caso do consumidor, os dados e demais informações podem ser acessados através da leitura do *QR code* com a ajuda de um celular.

Um exemplo, é o *e-commerce* chamado Caipira Express, que certifica queijos, como o queijo da Canastra, do pasto até o momento da distribuição final em diversos empórios no Brasil e no mundo e ainda aceita o pagamento em *bitcoin*. Os queijos comercializados já saem da propriedade do produtor com número de série e *QR code* incorporado a um registro *blockchain* (Bouchabki et al., 2018).

O setor de produção de cacau também aderiu à utilização da tecnologia *blockchain* no Brasil. Produtores rurais formado por IG Sul da Bahia, Cooperativas Associadas (Cooperativa de Serviços Sustentáveis da Bahia - COOPESBA, Cooperativa de Pequenos Produtores de Cacau, Mandioca e Banana do Centro da Região Cacaueira - COOPERCENTROSUL e Cooperativa da Agricultura Familiar e Economia Solidária da Bacia do Rio Salgado e Adjacências - COOPFESBA), e o Centro de Inovação do Cacau (CIC), estão utilizando a tecnologia para rastrear e certificar a produção. Além disso, iniciativas no Brasil e no exterior já utilizam o sistema *blockchain* para controlar grãos de cacau, evitando assim, danos sociais e ambientais de toda a sua cadeia de produção (Exame, 2021).

Na Tabela 1 são apresentadas outras aplicações da tecnologia *blockchain* na agricultura.

Tabela 1. Implementações da tecnologia *blockchain* na cadeia de abastecimento agroalimentar.

ALIMENTO	OBJETIVO	VANTAGEM	RESULTADO
Peixe	Sistema auditável reduz custos de transação e aumenta a transação	Capacidade	Certificações
Vinho	Aumentar o desempenho, a receita, a responsabilidade e a segurança	Transações globais mais confiáveis e seguras	Gestão
Agroalimentar	Permitir que a qualidade e a identidade digital sejam certificadas	Especialmente para produtos “bio” e DOCG	Qualidade
Agroalimentar	Informação confiável em toda a cadeia de suprimentos agroalimentar	Garantia de segurança alimentar, através da partilha de dados autênticos na produção, processamento, armazenamento, distribuição, etc.	Confiança
Frutas	Público, imutável, contabilidade ordenada de registros	Diminuição da variação das recompensas de mineração	Justiça
Carne de porco	Proteção de marca e segurança através da transparência	Aumentando a fidelidade do consumidor	Risco Reduzido
Grandes empresas	Projeto de rastreamento de alimentos	Integração com sistemas existentes utilizados por varejistas, atacadistas e fabricantes de alimentos	Rastreabilidade
Alimentos frescos	Permitindo transparência de dados e transferência do campo à mesa	Informações sobre a origem do produto, incluindo dados do sensor	Transparência

Fonte: Digitalagro (2020).

Além dos casos vislumbrados acima, em 2020, dois irmãos ambientalistas e pesquisadores brasileiros, chamados Carlos Nobre e Ismael Nobre, criaram o projeto chamado **Amazônia 4.0**, que dentre muitas ações, inclui o Biobanco da Amazônia. O Biobanco fará uso da tecnologia *blockchain* para armazenar o sequenciamento genômico das espécies da floresta ou do DNA e ajudará também a solucionar problemas de biopirataria (Exame, 2021).

Sendo assim, diante dos *cases* apresentados acima, demonstra-se a potencialidade da tecnologia *blockchain* para a cadeia produtiva de alimentos e a possibilidade do seu uso em diversos outros setores que atendam às necessidades dos atores envolvidos no processo produtivo e na preservação ambiental.

A tecnologia *blockchain* vem sendo implementada de forma expressiva no Brasil e no mundo para garantir a produtividade de forma mais limpa e verde, contribuindo assim, para o alcance dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e para a construção de um futuro mais sustentável.

A Organização das Nações Unidas (ONU) prevê um crescimento de 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 (trinta) anos. Segundo o relatório das Nações Unidas, a população passará de 7,7 bilhões de indivíduos para, aproximadamente, 9,7 bilhões em 2050, o que possivelmente, impactará diretamente a produção de alimentos, a pressão sobre os recursos naturais para a geração de energia, a água, a existência da biodiversidade que são de suma importância para o equilíbrio ecossistêmico, entre outros aspectos (ONU, 2019).

Neste âmbito, a implementação de iniciativas para suprir as demandas de alimentação das gerações atuais e vindouras, com o menor impacto ambiental possível, se faz cada vez mais prudente. Assim, o investimento na tecnologia *blockchain*, como ferramenta de controle, monitoramento e rastreabilidade, possibilita aos produtores orgânicos e aos consumidores: acompanhar a trajetória de toda a cadeia de produção, a origem do produto (por exemplo, é possível verificar a procedência e a qualidade da carne), a procedência do alimento que leva o selo orgânico, as questões sanitárias referentes a produção do alimento, compartilhar dados sobre a colheita com as respectivas agências de verificação, no qual podem certificar a qualidade da produção, otimizar a logística de entrega dos alimentos, através do contratos inteligentes, prescindido de múltiplos

intermediários, acompanhar a colheita e o armazenamento das informações, entre outras funcionalidades.

3.3.2.

Exemplos de *startups* que utilizam a tecnologia *blockchain* como solução de modelo de negócios na agricultura

A tecnologia *blockchain*, considerada por muitos como a mais impressionante e disruptiva ferramenta do século XXI, tem se revelado, como uma inovação imprescindível no agronegócio, conciliando segurança alimentar com a preservação do meio ambiente. Ao participar do Fórum Econômico Mundial, no painel “Destruindo a Inovação para Transformar Sistemas Alimentares”, a Ministra Tereza Cristina destacou o crescimento do agronegócio no Brasil com a ajuda das *startups*, também conhecidas como *agTechs* e ressaltou que mais de 2 mil *agTechs* no Brasil estão trabalhando com protocolos de certificação, rastreabilidade, *Blockchain* e outras tecnologias que promovam a sustentabilidade e segurança aos consumidores (Mapa, 2021).

Algumas *startups* no Brasil e no mundo têm utilizado soluções baseadas em *blockchain* para oferecer ao produtor e demais partes interessadas na cadeia alimentícia, uma maior transparência na cadeia de fornecimento de alimentos, bem como uma agricultura mais eficiente, confiável e segura, conforme exemplos abaixo:

- A ***Te-food*** fornece soluções de rastreabilidade de alimentos *farm-to-table* usando a tecnologia *blockchain*. Trata-se de uma *blockchain* de permissão pública e que alimenta a visibilidade das operações em mais de 6 mil empresas ao redor do mundo. Suas atividades abrangem desde fazendas de pequenos produtores até corporações globais;
- A ***Ripe.io*** fornece soluções para todos os atores da cadeia produtiva de alimentos, sendo eles, agricultores, distribuidores de alimentos, restaurantes e varejistas de alimentos. O sistema monitora a jornada do produto desde a semente até a venda ao consumidor final e toda a rastreabilidade do alimento pode ser feita a partir de um aplicativo móvel ou dados de acesso, em tempo real, diretamente no painel da Startup;
- A ***AgriDigital*** fornece a digitalização e o cultivo das cadeias de suprimentos de grãos. A *Waypath* é uma plataforma *AgriDigital* criada por

agricultores para agricultores. Esta ferramenta digitaliza os registros da fazenda e disponibiliza *insights* que ajudam otimizar a produção de grãos, através de dados confiáveis. É possível ainda, rastrear as cargas do caminhão em tempo real, gerenciar e melhorar o armazenamento, verificar o que se deixou para vender e o que resta para entregar, permite dar a equipe maior visibilidade sobre as informações que precisam, colaborando para a tomada de decisões, trabalhar de forma online e off-line de modo rápido e seguro a partir de um dispositivo móvel ou de um computador;

- A **Agrichain** é uma plataforma que reúne todos os interessados na cadeia de suprimento agrícolas, colaborando para a tomada de decisões mais assertivas, eliminando papéis, documentos e listas desnecessárias, reduzindo os riscos da cadeia de suprimentos, abrindo mercados e potencializando resultados através de soluções dinâmicas e eficiente de *software* de gestão. A partir dela é possível ainda, construir redes entre os principais *stakeholders*, otimizar a produtividade, aumentar a visibilidade, gerenciar o estoque e autorizar os pedidos de frete;
- A **Etherisc** fornece um protocolo de seguro descentralizado com o objetivo de construir coletivamente produtos de seguros. Há o Seguro Safra, onde pagamentos automatizados são realizados após o desencadeamento de eventos de secas ou inundações informadas por agências governamentais. De acordo com o *Weforum* (2021), projetos de seguros como a *Etherisc* e a *Arbol* disponibilizam seguro de cultura inteligente movidos por contratos entre agricultores em todo o mundo. A partir de um *smart contracts* (contratos inteligentes), os produtores podem tomar uma apólice sobre a sua pequena safra, estabelecer condições predefinidas para a execução dos contratos, como por exemplo, uma certa quantidade de chuva, e depois contar com o monitoramento dos padrões climáticos. Caso a rede relate que uma determinada métrica foi atendida, o produtor receberá automaticamente um pagamento, protegendo o seu futuro financeiro com nada mais do que um *smartphone*;
- A **WorldCover** fornece um produto de cobertura fundiária mundial a partir de dados de satélite sentinela para mapeamento global de cobertura terrestre. O Projeto *WorldCover*, iniciado pela Agência Espacial Europeia (ESA), visa disponibilizar informações importantes para diversas

aplicações, como por exemplo, segurança alimentar, biodiversidade, avaliação de carbono e até mesmo modelagem climática;

- O **Demeter** visa disponibilizar ferramentas digitais a serviço dos agricultores e assim liderar a transformação digital do setor agroalimentar da Europa, através de tecnologias que possibilitem a viabilidade e a sustentabilidade a longo prazo. O projeto H2020 Demeter é uma implantação em larga escala de plataformas alicerçadas na agricultura inteligente, fornecidas a partir de uma série de 20 pilotos em 18 países, sendo 15 na União Europeia (UE). O Demeter conta com 60 parceiros envolvidos e adota uma abordagem multi-ator ao redor de toda a cadeia de valor (demanda e oferta), com 25 locais de implantação, 6.000 mil produtores e mais de 38.000 dispositivos sendo implantados.

4.

Resultados e discussão sobre o vídeo e as orientações apresentadas

O produto final entregue foi um vídeo informativo sobre os benefícios da tecnologia *blockchain* na agricultura orgânica, tendo como público-alvo os produtores rurais de orgânicos.

O vídeo apresenta, de forma breve, os desafios encontrados no consumo de alimentos orgânicos no Brasil, o que é a tecnologia *blockchain* e quais seus benefícios para a solução destes problemas, como por exemplo, maior transparência na rastreabilidade de alimentos orgânicos, aumentando a confiança dos consumidores. A sequência do vídeo foi apresentada em 11 partes:

A primeira parte apresenta o anseio da sociedade por uma nova forma de consumo, onde o modelo de produção agrícola seja mais saudável e sustentável e a segunda parte da produção apresenta os desafios no consumo de alimentos orgânicos.

A terceira parte apresenta as soluções existentes para suprir os desafios apresentados a partir da tecnologia *blockchain*.

A quarta parte apresenta o conceito de tecnologia *blockchain*.

A quinta parte apresenta os benefícios da tecnologia *blockchain*, do momento do cultivo até chegar ao consumidor final.

A sexta parte apresenta algumas funcionalidades do sistema *blockchain*.

A sétima parte apresenta os pilares da tecnologia *blockchain* que são: segurança, rastreabilidade, confiança e transparência.

A oitava parte ressalta a importância da modernização do processo produtivo, através do investimento em inovação e tecnologia, com o uso da tecnologia *blockchain*.

A nona parte apresenta a relevância da produção orgânica para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável que atenda aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A décima parte apresenta uma explicação dos 17 ODS e a relevância da agricultura orgânica para alcançar esses objetivos.

A décima primeira parte apresenta a importância da agricultura orgânica para o avanço da agricultura familiar, possibilitando o crescimento da demanda do mercado de produtos orgânicos.

Ao final, são apresentadas os créditos e as considerações finais.

O conteúdo completo do vídeo segue no link abaixo.

<https://youtu.be/Ju9V-LLU61o>

A elaboração deste vídeo evidenciou que é possível expandir a produção orgânica através da tecnologia *blockchain*, haja vista as inúmeras pesquisas que serviram de embasamento para a produção deste vídeo.

Além do vídeo descrito acima, foi desenvolvido um segundo vídeo destacando o modo de vida e os desafios enfrentados pelos produtores rurais, relatados por um dos produtores orgânicos de uma propriedade agrícola em Petrópolis, RJ, que também será compartilhado, pois considera-se que possui conteúdo relevante. Assim, segue abaixo o link desta produção intermediária para conhecimento.

https://youtu.be/QWwFcI5q_ig

A elaboração do vídeo evidenciou que é possível expandir a produção orgânica através da tecnologia *blockchain*, haja vista as inúmeras pesquisas que serviram de embasamento para a produção deste vídeo.

5. Considerações Finais

Conclui-se que os benefícios das inovações tecnológicas, como o sistema *blockchain*, é um caminho possível para a criação de ciência, devido a possibilidade de explorar diversas soluções para problemas modernos em uma nova era digital e, ainda, garantir o crescimento econômico e o bem-estar social no desenvolvimento das atividades que norteiam a cadeia de alimentos orgânicos.

Através do levantamento das fontes, constatou-se que, muitas outras tecnologias *blockchain* estão surgindo com o intuito de contribuir para a sustentabilidade do planeta, como é o caso da tecnologia *blockchain* IXO e da REGEN, que são voltadas para a regeneração ecológica. Todo esse movimento de inovação em prol da sustentabilidade, favorece a criação de novas formas de produção econômica, desenvolvimento social e novos modelos de sustentabilidade comunitária.

O sistema *blockchain*, considerado uma das mais promissoras tecnologias da atualidade, por oferecer segurança, transparência, rastreabilidade e confiança, coopera para a evolução e desdobramentos das mais variadas áreas, principalmente da agricultura, contribuindo para um processo produtivo mais sustentável.

Reforça-se ainda que, a tecnologia *blockchain* apresenta grande relevância para a Agenda 2030 e dialoga de forma mais expressiva com os ODS 2, ODS 5, ODS 8, ODS 9, ODS 10, ODS 13 e ODS 17, a partir do conjunto de programas, ações e diretrizes, evidenciando a importância de investimentos no desenvolvimento de tecnologias de modo a aumentar a capacidade de produção agrícola, favorecendo assim, o apoio à agricultura familiar em prol da promoção de práticas agrícolas sustentáveis.

A agricultura orgânica, provedora de muitos benefícios para as pessoas e o meio ambiente, enfrenta muitos problemas relacionados a transparência da produção dos alimentos. Neste sentido, a tecnologia *blockchain* vem ajudar o produtor orgânico diante da alta complexidade da demanda e logística do seu sistema produtivo a: monitorar e controlar toda a cadeia de produção, oferecer maior confiabilidade ao processo da atividade agrícola, em especial a rastreabilidade e a aumentar o controle das informações de todo o processo produtivo da agricultura orgânica, dentre muitas outras funcionalidades. Tudo

isso, além de cooperar para um mercado mais sólido, ainda contribui para a mitigação do êxodo rural, visto que com a implementação desta tecnologia, as atividades rurais, tornam-se mais dinâmicas e eficientes, contribuindo para o aumento da lucratividade desse sistema de produção agrícola que promove inúmeros benefícios para todo o ecossistema.

A utilização de inovações e soluções tecnológicas, em prol da produção sustentável de alimentos, pode ser um caminho eficiente na utilização de estratégias de acesso a oportunidades. Como o aumento da produção agrícola, a geração de renda com sustentabilidade, a otimização da qualidade, a oferta dos alimentos, a promoção da saúde, a redução das desigualdades e o meio ambiente saudável. Por fim, vale frisar que a tecnologia *blockchain*, considerada atualmente como uma das maiores inovações desde a criação da internet, é uma inovação “nascente” e assim como outras novas tecnologias, encontra-se em constante evolução. Diante disto, milhares de esforços mundo a fora, acontecem para otimizar suas funcionalidades tão versáteis e relevantes na criação de uma economia mundial mais sustentável.

Espera-se, que a tecnologia *blockchain* seja uma aliada da agricultura orgânica para mitigar os diversos desafios deste sistema produtivo. É preciso criar estratégias de aperfeiçoamento em busca de soluções integradas de sistemas alimentares que possam promover resultados relevantes em toda a cadeia de produção agrícola.

A expectativa é que a dissertação e o vídeo possam conscientizar os produtores orgânicos sobre a importância do rastreamento logístico da cadeia de produção, a partir do uso do sistema *blockchain*, contribuindo para a sustentabilidade da agricultura orgânica.

6.

Rerefências Bibliográficas

- ABRAMOVAY, Ricardo. **Agricultura familiar e serviço público**: novos desafios para a extensão rural. Cadernos de Ciências & Tecnologia, [s. l.], v. 15, n. 132-152, ed. 1, jan/abr. 1998. Disponível em: https://issuu.com/ricardoabramovay/docs/agricultura_familiar_e_servico_publico. Acesso em: 8 ago. 2022.
- AGÊNCIA PÚBLICA E REPÓRTER BRASIL. **Fazendeiros jogam agrotóxico sobre Amazônia para acelerar desmatamento**. [S. l.], 16 nov. 2021. Disponível em: <https://apublica.org/2021/11/fazendeiros-jogam-agrotoxico-sobre-amazonia-para-acelerar-desmatamento/>. Acesso em: 6 dez. 2021.
- AGRICHAIN. **Better agri Supply Chains**. [S. l.]. Disponível em: <https://agrichain.com/>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- AGRIDIGITAL. **Simple, easy and secure. Change the way you buy, sell, move, store and report on your grain**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.agridigital.io/products/agridigital>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- ARANHA, Christian. **Bitcoin, Blockchain e muito dinheiro**: Uma nova chance para o mundo. 2. ed. Rio de Janeiro: Valentina, 2021.
- ASSOCIAÇÃO DE PROMOÇÃO DOS ORGÂNCIOS. ORGANIS. **Panorama do consumo de orgânicos no Brasil 2019**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://organis.org.br/pesquisa-consumidor-organico-2019/>. Acesso em: 3 nov. 2021.
- BINANCE. **Visão geral dos mercados**. [S. l.], 6 maio 2022. Disponível em: <<https://www.binance.com/en/markets>>. Acesso em: 6 maio 2022.
- BINANCE CHARITY. **2021 Relatório Anual**. [S. l.], 4 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.binance.charity/annual-report/2021>>. Acesso em: 6 maio 2022.
- BENJAMIN, Antônio Herman V.; MARQUES, Claudia Lima; Bessa, Leonardo Roscoe. *Manual de Direito do Consumidor*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.
- BESSONE, Darcy. **Do contrato**: teoria geral. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 1997.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: [s. n.], 1988.
- TUFIC BOUCHABKI, Pedro; MELO, Felipe; SANCHES, Bruno. **O que é blockchain e como se aplica à certificação**. Revista Página 22, p. 11-11, 2 nov. 2018. Disponível em: <https://www.p22on.com.br/2018/11/02/o-que-e-blockchain-e-como-se-aplica-certificacao/>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- BUMBLAUSKAS, D., Mann, A., Dugan, B., and Rittmer, J. (2020). **A blockchain use case in food distribution**: Do you know where your food has been? *International Journal of Information Management*, 52: 102008.

- CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Agricultura orgânica avança, mas produtores cobram recursos e menos burocracia**: Produção orgânica é vista como vantajosa para pequeno produtor, além de ajudar a conter êxodo rural. Agência Câmara de Notícias, 20 set. 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/808106-agricultura-organica-avanca-mas-produtores-cobram-recursos-e-menos-burocracia/>. Acesso em: 4 nov. 2021.
- CARMO, R.B.A. **A Questão Agrária e o Perfil da Agricultura Brasileira**. 1999. Disponível em: <https://www.ifibe.edu.br/arg/201508131511581865597786.pdf>. Acesso em 4 mar. 2022.
- CARNEIRO, F.F. et al. Segurança Alimentar e Nutricional e saúde. Parte 1. In CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. (org.) **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso: 3 nov. 2021.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. CNA; CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. CEPEA. **PIB do Agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020**. [S. l.], p. 1-18, 10 mar. 2021. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.9mar2021.pdf Acesso em: 22 nov. 2021.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. CNA. PIB do Agronegócio. **Aumento dos custos causa queda de 0,8% no PIB do Agronegócio neste início de ano**, [s. l.], 20 jun. 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/thaia/Downloads/PIB-do-Agronegocio-20junho22.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2022.
- CRUZ, Clauber Cobi. **Seis meses de conquistas e desafios**. Organix, 2020. Disponível em: https://organix.org.br/pensando_organico/2020-seis-meses-de-conquistas-e-desafios/. Acesso em: 8 ago. 2022.
- CRUZ, Clauber Cobi; BELIK, Fabio. **O que é produto orgânico?** Curitiba, PR: Organix, 2020. Disponível em: <https://organix.org.br/o-que-e-produto-organico/>. Acesso em: 8 ago. 2022.
- DELGADO, Guilherme Costa; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira. **Agricultura familiar brasileira**: Desafios e Perspectivas de futuro. Secretaria Especial de Agricultura e do Desenvolvimento Agrário, [s. l.], 2017. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/10/Agricultura_Familiar.pdf. Acesso em: 5 ago. 2022.
- DEMÉTER. **The importance of Blockchain technology in digital agriculture**. [S. l.], 30 ago. 2021. Disponível em: <https://h2020-demeter.eu/the-importance-of-blockchain-technology-in-digital-agriculture/>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- DIGITALAGRO. **A tecnologia blockchain e smart contracts no agronegócio com ênfase no setor lácteo**. [S. l.], 27 nov. 2020. Disponível em: <http://digitalagro.com.br/2020/11/27/a-tecnologia->

[blockchain-e-smart-contracts-no-agronegocio-com-enfase-no-setor-lacteo/](#) . Acesso em: 17 dez. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Artigo: A tecnologia na agricultura.**[S. l.],20 nov. 2017. Disponível em:<http://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30015917/artigo-a-tecnologia-na-agricultura>>. Acesso em 16 dez. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Na COP26, Embrapa apresenta mapas de estoque de carbono orgânico do solo.** [S. l.]: EMBRAPA, 2 nov. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65904039/na-cop26-embrapa-apresenta-mapas-de-estoque-de-carbono-organico-do-solo> . Acesso em: 3 nov. 2021.

ETHEREUM. **A grande renomeação: o que aconteceu com Eth2?.** [S. l.], 24 jan. 2022. Disponível em:<https://blog.ethereum.org/2022/01/24/the-great-eth2-renaming/> . Acesso em: 6 maio 2022.

ETHEREUM. **O Ethereum que conhecemos e amamos, apenas mais escalável, mais seguro e mais sustentável.** [S. l.]. Disponível em:<<https://ethereum.org/en/eth2/>> . Acesso em: 5 nov. 2021.

ETHERISC. **Make Insurance Fair and Accessible.** [S. l.]. Disponível em: <https://etherisc.com/> . Acesso em: 23 nov. 2021.

EXAME. **Blockchain no Agronegócio:** conhecendo o mercado. Blockchain e DLTS, [S. l.], 1 fev. 2020. Disponível em:<<https://exame.com/future-of-money/blockchain-e-dlts/blockchain-no-agronegocio-conhecendo-o-mercado/>>. Acesso em: 17 dez. 2021.

EXAME. **Blockchain, sustentabilidade e a sua vida.** Blockchain e DLTS, Future of money [S. l.], 7 abr. 2021. Disponível em: <https://exame.com/blog/claudia-mancini/blockchain-sustentabilidade-e-a-sua-vida/>. Acesso em 17 dez. 2021.

EXAME. **Indústria do chocolate adota blockchain para controlar produção de cacau:** Iniciativas no Brasil e no exterior já utilizam a tecnologia blockchain para controlar grãos de cacau e evitar danos sociais e ambientais da sua cadeia de produção. Blockchain e DLTS, [S. l.], 7 jul. 2021. Disponível em: <https://exame.com/future-of-money/blockchain-e-dlts/industria-do-chocolate-adota-blockchain-para-controlar-producao-de-cacau/> . Acesso em: 23 nov. 2021.

FAGERBERG, J; MARTIN, B. R; ANDERSEN, E. S. (Ed.). **Innovation studies:evoltuion and future challenges.** Oxford University Press, 2013.

FELIPPE, Eiser Luis da Costa; FONSECA, Maria Fernanda de Albuquerque Costa. **Uma agricultura de bem com a natureza:** Um estudo sobre o início da produção orgânica no Rio de Janeiro, sua evolução e desdobramento no ensino, pesquisa e extensão. 1. ed. São José do Vale do Rio Preto: [s. n.], 2020.

FONSECA, M. F. De A. C. [et al.]. **Agricultura orgânica:** regulamentos técnicos para acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil. PESAGRO-RIO, Niterói, 2009^a. 119 p.

- FOSTER, Allan; CARDAMONE, Elisa. **O que o blockchain tem a ver com o alimento que chega à mesa?**. Blockchain socioambiental, [s. l.], nov. 2018. Disponível em: <file:///D:/THAIANE/Documentos/MESTRADO%20PUC-RIO/TRABALHO%20FINAL%20DE%20CURSO/Blockchain%20certifica%C3%A7%C3%A3o%20socioambiental.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- FURLONGER, David; UZUREAU, Christophe. **O verdadeiro valor do Blockchain**: Como criar valores em uma nova era digital. São Paulo: M. Books do Brasil, 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Agro 2017**. [S. l.], 26 ago. 2019. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/25789-censo-agro-2017-populacao-ocupada-nos-estabelecimentos-agropecuários-cai-8-8.html>. Acesso em 4 mai. 2022.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. [S. l.], 26 ago. 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 5 mai. 2022.
- INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA. INSER. **Centro de agronegócio global**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/pesquisa-e-conhecimento/centro-de-agronegocio-global/>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. IPAM. **Invasão de terras públicas foi a principal causa do desmatamento na Amazônia**. [S. l.], 22 nov. 2021. Disponível em: <https://ipam.org.br/invasao-de-terras-publicas-foi-a-principal-causa-do-desmatamento-na-amazonia/>. Acesso em: 6 dez. 2021.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. IPEA. **Comércio exterior do agronegócio**: primeiro semestre de 2022. 56. ed. [S. l.], 29 jul. 2022. Nota de conjuntura 8. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/20729_nota8_comex_agro.pdf. Acesso em: 9 ago. 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. INCA. **Agrotóxico**. INCA, Rio de Janeiro, [s. l.], 24 ago. 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos#:~:text=%C3%9Altima%20modifica%C3%A7%C3%A3o%3A%2024%2F08%2F2021%20%7C%2015h04%20Agrot%C3%B3xicos%20s%C3%A3o%20produtos,ambiente%20rural%20quanto%20urbano%20%28BRASIL%2C%202002%3B%20INCA%2C%202021%29>. Acesso em: 3 nov. 2021.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. INCA. **Posicionamento do Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos**. INCA, Rio de Janeiro, Número 10. 5p. 2015. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/notas-tecnicas/posicionamento-do-inca-acerca-dos-agrotoxicos>. Acesso em: 8 Dez. 2021.

- LATAWIEC, Agnieszka E; REID, Brian J; RODRIGUES, Aline F; PENA, Ingrid AB; GOMES, Fernanda; PACHECO, Vinicius; STRASSBURG, Bernardo BN. **Cartas de Pesquisa Ambiental. É necessário mais esforço para implementar e divulgar medidas de proteção do solo para solos tropicais**, [s. l.], 14 abr. 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/thaia/Downloads/Latawiec_2020%20et%20al.%20More%20effort%20is%20needed%20to%20implement%20and%20disseminate%20soil%20protection%20measures%20for%20tropical%20soils%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/thaia/Downloads/Latawiec_2020%20et%20al.%20More%20effort%20is%20needed%20to%20implement%20and%20disseminate%20soil%20protection%20measures%20for%20tropical%20soils%20(1).pdf) . Acesso em: 4 ago. 2022.
- LUCENA, C.C. de; HOLANDA FILHO, Z.F.; BOMFIM, M.A.D. **Atuais e potenciais impactos do coronavírus (Covid-19) na caprinocultura e ovinocultura**. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos, n. 10, p. 1 – 6, 2020. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212245/1/Bol-etimCIM-n10.pdf>> . Acesso em: 5 maio 2022.
- MAPEAMENTO ANUAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO BRASIL. MAPBIOMAS. **Pastagens brasileiras ocupam área equivalente a todo o estado do Amazonas**. [S. l.]. Disponível em: <https://mapbiomas.org/pastagens-brasileiras-ocupam-area-equivalente-a-todo-o-estado-do-amazonas> . Acesso em: 6 dez. 2021.
- MARR, Bernard. **A Very Brief History Of Blockchain Technology Everyone Should Read**. [S. l.], 16 fev. 2018. Enterprise Tech. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/16/a-very-brief-history-of-blockchain-technology-everyone-should-read/?sh=594063db7bc4> . Acesso em: 9 nov. 2021.
- MARR, Bernard. **What is Blockchain?**. Bernard Marr & Co., [S. l.], 2021. Disponível em: <https://bernardmarr.com/what-is-blockchain/> . Acesso em: 9 nov. 2021.
- MARTINS, G. **Diagnóstico sobre sistemas de dados agrícolas do Brasil para um sistema nacional de avaliação de danos e perdas por desastres na agricultura**. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb6527pt/cb6527pt.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2021
- MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. **Agro 4.0 – rumo à Agricultura Digital**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166203/1/PL-Agro4.0-JC-na-Escola.pdf> Acesso em: 22 nov. 2021.
- MEIRELLES, L. **Sistemas agroalimentares: humanizar é possível**. LIESA/Revista Agricultura, Rio de Janeiro, v.8 (3), 2011.
- MENDONÇA, Ronam Dutra et al. **Utilização de Blockchain na Rastreabilidade da Cadeia Produtiva do Leite**. In: Anais do III Workshop em Blockchain: Teoria, Tecnologia e Aplicações. SBS, 2020. p. 55-60.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. **Agricultura Familiar**. [S. l.], 26 ago. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1> . Acesso em 4 mai. 2022.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. **Inovação é única ferramenta capaz de aliar segurança alimentar e sustentabilidade, diz ministra.** [S. l.], 27 jan. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/inovacao-e-unica-capaz-de-conciliar-seguranca-alimentar-e-sustentabilidade-diz-ministra-em-painel-do-forum-economico-mundial> . Acesso em: 23 nov. 2021.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. **Projeções do Agronegócio:** Brasil 2020/21 a 2030/31. Projeções de Longo Prazo, [s. l.], 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/thaia/Downloads/Proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Agroneg%C3%B3cio%202020-2021%20a%202030-2031.pdf> . Acesso em: 22 nov. 2021.
- MONTEBELLO Luiza; JAMAL Sofia; HERMANN Daniel. **Blockchain socioambiental.** Revista Página 22, São Paulo, 2018. p. 12-16. Disponível em: http://mediadrawer.gvces.com.br/p22/original/p22on_novembro-2018-2.pdf. Acesso em: 3 nov. 2021.
- NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin:** a peer-to-peer electronic cash system. Bitcoin. White paper Bitcoin, [S. l.], p. 1-9, 31 out. 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> . Acesso em: 7 nov. 2021.
- NOGUEIRA, Virgínia Gomes de Caldas; MARCELINO, Maria Quitéria dos Santos. **Covid-19 Impactos e estratégias para a comercialização de alimentos da agricultura familiar no DF.** Embrapa, [s. l.], 12 jan. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223393/1/Covid-19-impactos.pdf> . Acesso em: 5 maio 2022.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **Solução de sustentabilidade ou calamidade climática? Os perigos e a promessa da tecnologia de criptomoedas.** [S. l.], 20 jun. 2021. Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2021/06/1094362> . Acesso em: 9 maio 2022.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. ONU BRASIL. **A agricultura familiar brasileira encontra o blockchain.** [S. l.], 8 out. 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/84346-agricultura-familiar-brasileira-encontra-o-blockchain>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. ONU BRASIL. **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.** [S. l.], 15 set. 2015. Disponível em: <http://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 17 dez. 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. ONU BRASIL. **Relatório da ONU aponta que novas tecnologias representam mercado de 350 bilhões de dólares.** [S. l.], 1 mar. 2021. Disponível em: <http://brasil.un.org/pt-br/114156-relatorio-da-onu-aponta-que-novas-tecnologias-representam-mercado-de-350-bilhoes-de-dolares> . Acesso em: 16 dez. 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. FAO. **Agricultura familiar brasileira:** desafios e

- perspectivas de futuro. [S. l.], 2017. Disponível em: <<https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/522540/>> . Acesso em: 5 maio 2022.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. FAO. **Agronegócio foi responsável por quase 70% do desmatamento na América Latina**. 18 jul. 2016. Disponível em: <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/425810/> . Acesso em 10 Dez. 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. FAO. **E-agricultura em ação: Blockchain para agricultura. Oportunidades e desafios**. Bangkok, 2019. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/CA2906EN/ca2906en.pdf>> . Acesso em: 3 nov. 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. FAO. **SOFI 2021: Relatório da ONU destaca os impactos da pandemia no aumento da fome no mundo**. [S. l.], 12 jul. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/135635-sofi-2021-relatorio-da-onu-destaca-os-impactos-da-pandemia-no-aumento-da-fome-no-mundo> . Acesso em: 3 nov. 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. FAO; FUNDO INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA. FIDA; FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. UNICEF; PROGRAMA MUNDIAL DE ALIMENTOS DAS NAÇÕES UNIDAS. WFP; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. OMS. **O estado de segurança alimentar e nutrição no mundo 2021**. Transformando sistemas alimentares para segurança alimentar, melhor nutrição e dietas saudáveis acessíveis para todos. 13 out. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb4474en/cb4474en.pdf> . Acesso em: 15 dez. 2021.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **População mundial deve ter mais de 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos**. [S. l.], 17 jun. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676601>. Acesso em 17 dez. 2021.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. IPCC. **Aquecimento Global de 1,5°C**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2021.
- PASCHOAL, A. D. **Produção Orgânica de Alimentos, Agricultura Sustentável para os Séculos XX e XXI**. 1. ed. São Paulo: Editora Globo, 1994.
- PREISS, P.; VASCONCELLOS, F. C. F.; SCHNEIDER, S. Agricultura e alimentação para o século 21 – novas referências, desafios e perspectivas. In: DE DAVID, L. Et al. (Org.). **Agricultura familiar, produção de alimentos saudáveis e preservação ambiental: relatório verde 2018**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2018. p. 37-58.

- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007**. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. [S. I.], 28 dez. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm. Acesso em: 5 jul. 2022.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012**. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. [S. I.], 21 ago. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm. Acesso em: 8 dez. 2021.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. [S. I.], 24 dez. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.831.htm. Acesso em: 5 jul. 2022.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Lei nº 11326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. [S. I.], 25 jul. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm>. Acesso em: 4 maio 2022.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional ? SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. [S. I.], 18 set. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11346.htm. Acesso em: 5 jul. 2022.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. PNUMA. **Tecnologia Blockchain e sustentabilidade ambiental**. [S. I.], 09 nov. 2020. Disponível em: <http://www.unep.org/resources/emerging-issues/blockchain-technology-and-environmental-sustainability>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- RIPE.IO. #knowyourfood. [S. I.]. Disponível em: <https://www.ripe.io/about>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- ROMAN, Denys Pacheco. **Como as blockchains podem ser utilizadas para gerar maior confiança na asseguaração de dados ambientais, sociais e de governança corporativa**. 2018. Tese de Doutorado.
- SCORZELLI, Isabella, BRANCO, Paulo. **O papel das MPMEs na Economia Circular**: In, CIRCULANDO IDEIAS E IDEAIS. NEC – Exchange 4 Change Brasil. Disponível em: <https://e4cb.com.br/nec>. Acesso em: 3 de mai. 2022.
- SCHEEL, Henrik von. **Originador da indústria 4.0**. [S. I.]. Disponível em: <http://von-scheel.com/industry40/>. Acesso em: 5 nov. 2021.

- SILVA, Ana L. Patrício; PRATA, Joana C. Rio; ANDADOR, Tony R.; DUARTE, Armando C.; OUYANG, Wei; BARCELÒ, Damià; SANTOS, Teresa Rocha. **Revista de Engenharia Química. Aumento da poluição plástica devido à pandemia COVID-19: Desafios e recomendações**, [s. l.], 1 fev. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894720328114>. Acesso em: 4 ago. 2022.
- SOBRINHO, Ranulfo Paiva; GARCIA Junior Ruiz; MAIA Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademir Ribeiro. **Tecnologia Blockchain: inovação em Pagamentos por Serviços Ambientais**. Scielo Brasil. [S. l.]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/WGHp7JfjvZHhb8pfJ99Mwkg/?lang=pt#>. Acesso em: 17 dez. 2021.
- SOUZA, Allan Rocha de *et al.* **Direito digital. Direito privado e internet**. 2. ed. Indaiatuba, SP: Foco, 2019.
- TAYLOR, Phillip; STEENMANS, Katrien; STEENMANS, Ine. **Tecnologia blockchain para gestão sustentável de resíduos**. *Frontiers em Ciência Política*, [S. l.], v. 2, p. 1-5, 14 dez. 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpos.2020.590923/full>. Acesso em: 9 maio 2022.
- TE-FOOD. **The #1 end-to-end food traceability solution on blockchain**: All components you need to tell the story of your product. In one place. [S. l.]. Disponível em: <https://te-food.com/>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- TEIXEIRA, E.R. de. **Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais**. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas-MS*, v 2(2) – ano 2, 2005. Disponível em: <https://seer.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/1339>. Acesso em 3 nov. 2021.
- UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION. UNCCD. **Impactos do sistema alimentar na perda de biodiversidade**. Três alavancas para a transformação do sistema alimentar em apoio à natureza. [S. l.], 4 fev. 2021. Disponível em: <https://knowledge.unccd.int/publications/food-system-impacts-biodiversity-loss-three-levers-food-system-transformation-support>. Acesso em: 6 dez. 2021.
- VDMA VERLAG. **Guideline Industrie 4.0r**. 2016. Disponível em: http://www.vdma-verlag.com/home/artikel_72.html. Acesso em 22 nov. 2021.
- WASSENAER, Lan van; HILTEN, Mireille van; ASSELDONK, Marcel van; INGEN, Erik van. **Aplicação de blockchain para ação climática na agricultura: estado de jogo e perspectiva**. Roma, Itália: FAO e WUR, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb3495en>. Acesso em: 3 nov. 2021.
- WORLD ECONOMIC FORUM. WEF. **O Blockchain pode nos ajudar a vencer as mudanças climáticas**. [S. l.], 30 jun. 2021. Disponível em:

<https://www.weforum.org/agenda/2021/06/blockchain-can-help-us-beat-climate-change-heres-how/> . Acesso em: 23 nov. 2021.

WORLD WILDLIFE FUND. WWF-BRASIL. **Grilagem**. [S. /]. Disponível em:

https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia/1/ameacas_riscos_amazonia/desmatamento_na_amazonia/grilagem_na_amazonia/ . Acesso em: 7 dez. 2021.

WORLD COVER. **Worldwide land cover mapping**. [S. /]. Disponível em:<<https://esa-worldcover.org/en>> . Acesso em: 23 nov. 2021.