

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas

**DESENVOLVIMENTO DE UM *FRAMEWORK* BASEADO EM *BLOCKCHAIN* PARA
RASTREABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA CARNE BOVINA NO
BRASIL**

Hemmanoel Feitosa e Silva

DESENVOLVIMENTO DE UM *FRAMEWORK* BASEADO EM *BLOCKCHAIN* PARA
RASTREABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA CARNE BOVINA NO
BRASIL

Hemmanoel Feitosa e Silva

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas
da Pontifícia Universidade Católica de
Goiás, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Ricardo Luiz Machado, *Dr.*

Goiânia
Outubro de 2022

S586d Silva, Hemmanoel Feitosa e

Desenvolvimento de um framework baseado em blockchain
para rastreabilidade da cadeia de suprimentos da carne
bovina no Brasil / Hemmanoel Feitosa e Silva. -- 2022.
137 f.: il.

Texto em português, com resumo em inglês.

Dissertação (mestrado) -- Pontifícia Universidade
Católica de Goiás, Escola Politécnica, Goiânia, 2022.

Inclui referências: f. 118-126.

1. Logística empresarial. 2. Blockchains (Base de
dados). 3. Carne bovina. I. Machado, Ricardo Luiz. II. Pontifícia
Universidade Católica de Goiás - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção e Sistemas - 10/10/2022.
III. Título.

CDU: Ed. 2007 -- 004.42(043)

**DESENVOLVIMENTO DE UM *FRAMEWORK* BASEADO EM *BLOCKCHAIN* PARA
RASTREABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA CARNE BOVINA NO
BRASIL**

Hemmanoel Feitosa e Silva

Esta Dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás em AGOSTO de 2022.

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS LAJOVIC CARNEIRO**
Data: 08/11/2022 16:15:22-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Marcos Lajovic Carneiro, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção e
Sistemas

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **RICARDO LUIZ MACHADO**
Data: 08/11/2022 11:54:50-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr.
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS LAJOVIC CARNEIRO**
Data: 08/11/2022 16:14:05-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Marcos Lajovic Carneiro, Dr.
Avaliador Interno - Pontifícia Universidade
Católica de Goiás



Prof. Arlindo Rodrigues Galvão Filho, Dr.
Avaliador externo - Universidade Federal
de Goiás

Goiânia – Goiás

Outubro de 2022

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho aos meus queridos e amados pais, Manoel e Ana
(In memoriam).*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido a vida e uma vontade imensa de melhorar a cada dia. Agradeço também à minha família, que tem sido meu suporte e motivação, para superar todas as minhas falhas e imperfeições e caminhar rumo a ao desenvolvimento pessoal e profissional.

Agradeço a todos os professores do MEPROS e em especial ao professor Ricardo pelas horas dedicadas à minha orientação e ao meu crescimento como pesquisador, aluno e ser humano. Obrigado pela oportunidade de receber suas brilhantes orientações, e conselhos nesse período do mestrado, jamais esquecerei.

Agradeço aos parceiros da GoLedger em especial ao Otávio, ao Marcos e Samuel, que apoiaram na construção do modelo em *blockchain* e ainda ofereceram suporte para que o artefato fosse construído. Agradeço também à Binário cloud por oferecer a estrutura em computação em nuvem para que o modelo RCBB pudesse ser hospedado, agradecimento em especial ao Fernando e ao Marcos. Sem todos vocês essa construção não poderia ter sido realizada. Registro ainda meu agradecimento ao Gabriel e a professora Maria José que contribuirão com a codificação do modelo.

Um agradecimento aos meus amigos, familiares (Frederico, Fredinho e Filip, Lasley, Adilson, Léo, Maxmiliano, Aline, Ana Cecília, Alice e Shibbys) que entenderam o meu momento de afastamento momentâneo em função das atividades assumidas no programa do Mestrado e souberam me apoiar nesses últimos dois anos.

Um agradecimento mais que especial ao meu sogro Orion e minha sogra Divina, que são verdadeiros pais para mim nessa caminhada da vida, amo vocês.

Por último, ainda mais especial, meu agradecimento às duas pessoas aqui nessa terra, que me acompanham diariamente em cada dia, cada hora de luta, trabalho, estudo, superação e vitória. Que me fizeram e me fazem ser cada dia mais feliz por tê-los em minha vida, minha esposa Polyana e meu filho, meu tesouro Enzo, amo vocês.

Resumo da Dissertação apresentada ao MEPROS/ PUC Goiás como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (M.Sc.)

DESENVOLVIMENTO DE UM *FRAMEWORK* BASEADO EM *BLOCKCHAIN* PARA RASTREABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA CARNE BOVINA NO BRASIL

Hemmanoel Feitosa e Silva

A tecnologia de *blockchain* pelas suas características de imutabilidade dos dados consegue deixar trilhas de auditoria para cadeias de suprimentos que precisam de confiabilidade e segurança para os *stakeholders*. Dessa maneira, o objetivo desse trabalho foi apresentar como a tecnologia *blockchain* contribui para a realização do processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil. O estudo é orientado por uma proposta aplicada com abordagem qualitativa que seguiu as seguintes diretrizes: *design* como artefato; relevância do problema; avaliação de *design*; contribuições de pesquisa; rigor de pesquisa; *design* como processo de pesquisa; comunicação de pesquisa. A pesquisa percorreu as etapas de conscientização, sugestão desenvolvimento, avaliação e conclusão. Foi desenvolvido o artefato rastreabilidade da carne bovina com *blockchain* utilizando o *framework* de desenvolvimento *GoFabric* baseado no *Hyperledger Fabric*. A avaliação do artefato foi realizada com a apresentação do sistema para especialistas que trabalham na cadeia da carne, e a resposta de todos foi positiva apontando que o sistema oferece melhoria de desempenho, maior visibilidade e segurança para os dados do processo de rastreabilidade da carne produzida no Brasil. A tecnologia *blockchain* possibilita que o processo de rastreabilidade da carne bovina possa ser realizado com confiança de que os dados informados por cada *stakeholder* são verdadeiros e identificáveis. Essa confiança proporciona aos atores do processo tomadas de decisões embasadas em um processo certificado pela imutabilidade dos dados que trafegam na *blockchain*.

Palavras-chave: *blockchain*; cadeia de suprimentos; inovação; rastreabilidade.

Abstract of the Dissertation presented to MEPROS / PUC Goiás as part of the requirements necessary to obtain the degree of master's in production engineering and Systems (M.Sc.)

DEVELOPMENT OF A BLOCKCHAIN-BASED FRAMEWORK FOR TRACEABILITY
OF THE BEEF SUPPLY CHAIN IN BRAZIL.

Hemmanoel Feitosa e Silva

Based on its data immutability characteristics, blockchain technology can support supply chain management needing reliability and security for stakeholders. This work presents how blockchain technology contributes to the realization of the traceability of beef in Brazil. The study is guided by an applied proposal that follows the following guidelines: design as an artifact; relevance of the problem; design evaluation; research contributions; research rigor; design as a research process; research communication. The research was conducted through awareness, suggestion development, evaluation, and conclusion stages. The blockchain beef traceability was developed using the GoFabric development framework based on Hyperledger Fabric. The evaluation of the artifact was carried out with the presentation of the system to specialists working in the meat chain, and the response of all was positive, pointing out that the system offers performance improvement, greater visibility, and safety for data from the traceability process of meat produced in Brazil. Blockchain technology enables the beef traceability process to be accomplished with security. This confidence provides process actors based on a process certified by the immutability of the data that travels on the blockchain. **Keywords:** blockchain; supply chain; innovation; traceability.

SUMÁRIO

1. Introdução	19
1.1 Problemática da pesquisa	23
1.1.1 Questão geral da pesquisa	25
1.1.2 Questões específicas da pesquisa	25
1.2 Objetivos.....	25
1.2.1 Objetivo geral	25
1.2.2 Objetivos específicos	25
1.3 Estrutura do trabalho	26
2. Revisão da literatura.....	27
2.1 Introdução	27
2.2 Referência conceitual de blockchain em cadeias de suprimentos.....	33
2.3 Estrutura e modelo teórico de blockchain em cadeias de suprimentos para rastreabilidade alimentar	36
2.4 Dimensões beneficiadas pelo blockchain	41
2.4.1 Visibilidade	44
2.4.2 Confiabilidade.....	45
2.4.3 Segurança.....	46
2.4.4 Análise de riscos.....	47
2.5 Blockchain conectado com outras tecnologias	47
2.5.1 A solução <i>Hyperledger</i>	48
2.5.2 RFID-IoT.....	48
2.5.3 <i>Big data</i>	50
2.5.4 Computação em nuvem.....	51
2.5.5 Contratos inteligentes.....	52
2.5.6 Criptografia	53
2.6 Rastreabilidade da carne bovina no Brasil	53
2.6.1 Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento - MAPA.....	57
2.6.1.1 Protocolo SISBOV	57
2.6.1.2 Secretaria de defesa agropecuária - SDA.....	59
2.6.1.3 S.I.F./DIPOA.....	60

2.6.1.4 Confederação da agricultura e pecuária do Brasil - CNA	62
2.6.2 Produtor rural.....	63
2.6.3 Indústria frigorífica	65
2.6.4 Varejistas.....	67
2.6.5 Clientes/consumidores.....	68
2.6.6 Provedores de tecnologia.....	68
2.6.7 Iniciativas de rastreabilidade com o <i>blockchain</i>	69
3. Metodologia da pesquisa.....	72
3.1 Abordagem de pesquisa.....	72
3.2 Objeto de estudo.....	73
3.3 Delimitação da pesquisa.....	74
3.4 Instrumento de coleta dos dados	74
3.4.1 Coleta do material bibliográfico	74
3.4.2 Análise descritiva do material bibliográfico	75
4. Apresentação e análise dos resultados da pesquisa	78
4.1 Estruturação preliminar do framework.....	78
4.2 Apresentação da proposta	79
4.3 Desenvolvimento do framework	82
4.3.1 Proposta do <i>framework</i> RCBB.....	82
4.3.2 Modelo visual do <i>framework</i> RCBB com RFID	83
4.3.3 Modelo codificado do <i>framework</i> RCBB.....	87
4.3.4 Dados utilizados no modelo RCBB	88
4.3.5 Ambiente de computação em nuvem	96
4.3.6 <i>Framework</i> de desenvolvimento <i>GoFabric</i>	97
4.3.7 Contratos inteligentes (<i>Chaincode</i>) do modelo RCBB.....	102
4.4 Avaliação do modelo RCBB	105
4.4.1 Critérios para avaliação do modelo RCBB	106
4.4.2 Proposta de avaliação do modelo RCBB.....	106
4.4.3 Avaliação do modelo RCBB.....	108
4.4.4 Instrumento de pesquisa	114
4.5 Discussão dos resultados.....	115

5. Conclusão e sugestões para trabalhos futuros	116
5.1 Conclusão	116
5.2 Sugestões para trabalhos futuros	117
Referências bibliográficas	118
Apêndice E – Código-fonte do contrato inteligente <i>Smart Contract (Chaincode)</i> do modelo RCBB.....	127
Anexo 1 – GTA.....	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Utilização de <i>blockchain</i> em cadeia de suprimentos	36
Figura 2. Estrutura conceitual de rastreabilidade da cadeia de suprimentos alimentar	39
Figura 3. Modelo teórico no mecanismo de inserção de dados para rastreamento alimentar na Austrália	41
Figura 4. Dimensões do impacto da tecnologia <i>blockchain</i> no gerenciamento da cadeia de suprimentos	43
Figura 5. Tratamento de carcaça animal por dispositivo de IoT e IA na linha de produção da indústria frigorífica.....	49
Figura 6. Fluxo do processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil	56
Figura 7. Bastão de leitura, <i>boton</i> eletrônico e brinco utilizados para rastreabilidade bovina no SISBOV	65
Figura 8. Elos produtivos envolvidos na cadeia de fornecimento da carne	66
Figura 9. Esquema de utilização de <i>blockchain</i> para inserção de dados do produtor rural no sistema da <i>Safe trace</i>	70
Figura 10. Atores selecionados para o estudo sobre rastreabilidade da carne bovina no Brasil com a tecnologia <i>blockchain</i>	73
Figura 11. Número de publicações de artigos científicos no período 2017-2021.....	75
Figura 12. Modelo visual de rastreabilidade utilizando tecnologia <i>blockchain</i> (etapas de criação).....	84
Figura 13. Modelo visual (global) de rastreabilidade utilizando tecnologia <i>blockchain</i> .	85
Figura 14. Estrutura de identificação da carne no <i>framework</i> teórico.....	86
Figura 15. Relacionamento de dados dos atores da cadeia da carne bovina no modelo RCBB.....	89
Figura 16. Fluxo produtivo, <i>status</i> dos animais e dos produtos.....	91
Figura 17. <i>Java script</i> para conexão com o banco de dados.....	92
Figura 18. <i>Java script</i> de requisição com a API da plataforma <i>GoLedger</i> de <i>blockchain</i>	93
Figura 19. <i>Java script</i> para <i>insert</i> de dados da nota fiscal.....	93
Figura 20. <i>Java script</i> para <i>insert</i> de dados da GTA	94
Figura 21. <i>Java script</i> para <i>insert</i> de dados dos animais e número SISBOV	94
Figura 22. <i>Script</i> Java para <i>insert</i> de dados dos produtos	95
Figura 23. <i>Java script</i> para <i>update</i> dos produtos pelo varejista	95
Figura 24. Ambiente de computação em nuvem do modelo RCBB.....	96

Figura 25. Configuração de máquinas da rede do modelo RCBB	98
Figura 26. Etapa de criação das organizações da rede de <i>blockchain</i> no <i>framework GoFabric</i>	99
Figura 27. Etapa de configuração do canal, nome da rede e permissões	100
Figura 28. Mensagem de rede criada com sucesso no <i>framework GoFabric</i>	101
Figura 29. <i>Dashbord</i> da rede de rastreabilidade da carne bovina com os atores do processo.....	102
Figura 30. Numeração SISBOV no sistema RCBB.....	103
Figura 31. Lista de produtores rurais dentro do sistema RCBB	104
Figura 32. Lista de produtores rurais acessada pelos varejistas no sistema RCBB ...	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de animais bovinos abatidos por estado retirada do SIGSIF.....	61
Tabela 2. Número de publicações que abordam os eixos de estudo.	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classes de problemas da pesquisa.....	79
Quadro 2. Classe de soluções para os problemas encontrados	81
Quadro 3. Avaliação do artefato	108

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

API – *Application Programming Interface* – Interface de programação de aplicações

BND – Base nacional de dados

CEPEA – Centro de estudos avançados em economia aplicada

CNA – Confederação da agricultura e pecuária do Brasil

CNPJ – Cadastro nacional de pessoa jurídica

CPF – Cadastro de pessoa física

CP – Classe de problemas

CS – Cadeia de suprimentos

CSP – Classe de solução de problemas

DIPOA – Departamento de inspeção de produtos de origem animal

DLT – *Distributed Ledger Technologies* – Tecnologia de razão distribuída

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária

ERAS – Estabelecimento rural aprovado

ERP – *Enterprise resource planning* – Planejamento de recursos empresariais

GTA – Guia de trânsito animal

IA – Inteligência artificial

IBAMA – Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis

IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística

IBM – *International business machines* – Empresa norte americana de da área de tecnologia

IN – Instrução normativa

IoT – *Internet of things* – Internet da coisas

IP – *Internet protocol* (Protocolo de Internet)

MAPA – Ministério da agricultura pecuária e abastecimento

NF – Nota fiscal

NLIS – *National livestock Identification system* – Número de identificação para rastreamento de bovinos na Austrália

PDF – *portable document format* – Formato portátil de documento

PGA – Plataforma de gestão agropecuária

Q2, Q3, Q4, Q5 – Eixos da tecnologia *blockchain* na referência conceitual

QR code – *Quick Response* – Código de resposta rápido

RCBB – Rastreabilidade da carne bovina com *blockchain*

RFID – *Radio frequency identification* – Identificação por radiofrequência

SCM – *Supply chain management* – Gestão da cadeia de suprimentos

SDA – Secretária de defesa agropecuária

SENAR – Serviço nacional de aprendizagem rural

SIF – Serviço de inspeção federal

SIGSIF – Sistema de informações gerenciais

SQL – *Standard Query Language* – Linguagem de consulta padrão

SISBOV – Sistema brasileiro de identificação individual de bovinos e búfalos

Tn – Número de cada tecnologia na referência conceitual

USP – Universidade de São Paulo

1. Introdução

Com o processo de globalização e o rápido desenvolvimento tecnológico, as organizações buscam expandir seus mercados consumidores, ampliando os canais de distribuição e vendas conseguindo atender mais clientes. Assim, o comércio internacional pode ser importante para os negócios, devido às perspectivas de crescimento dos lucros, redução da dependência de mercados conhecidos e expansão de negócios (SURUGIU; SURUGIU, 2015). Ou seja, com essa atuação global e uma variedade maior de canais de vendas, a cadeia de suprimentos torna-se complexa e extensa, fazendo com que sua gestão seja desafiadora em todas as etapas da produção.

Nessa direção, o Brasil tem se destacado no cenário mundial como o segundo país produtor de carne bovina, ficando abaixo apenas dos Estados Unidos. A pecuária de corte representou 8,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2020, e o aumento dessa produção é confirmado pela consolidação do mercado com os países importadores como a União Europeia, China, Hong Kong, Egito entre outros (MALAFAIA *et al.*, 2021). Portanto, com o aumento da demanda nacional e internacional, e para atender um mercado que cresce continuamente em exigência de segurança e qualidade alimentar é que surgem métodos na cadeia de abastecimentos que são eficazes na produção, distribuição e consumo de produtos (E-FATIMA *et al.*, 2022).

Destaca-se que o gerenciamento da cadeia de suprimentos pode ser realizado de maneira mais eficiente e otimizado através da utilização de tecnologias surgidas sob a alcunha da indústria 4.0 (BAL; ERKAN, 2019). Uma dessas tecnologias presentes na indústria 4.0 é o *blockchain*. O *blockchain* é uma tecnologia de que utiliza assinaturas digitais em uma rede de ponto a ponto onde os registros são realizados

com funções *hash*¹ fazendo com que alterações dos dados não possam ser realizadas (NAKAMOTO, 2008). Essa tecnologia funciona em uma estrutura de dados distribuída, baseada em uma rede *peer-to-peer*² (CHRISTIDIS; DEVETSIKIOTIS, 2016; MARSALLACUNA, 2018), onde os blocos de dados são ligados por *hashes* criptográficos (CONTE DE LEON *et al.*, 2017), com cópias em todos os seus nós (AL-SAQAF & SEIDLER, 2017). Outras características distintas incluem segurança de dados, transações à prova de adulteração e validação de dados entre os membros da rede, dentro de um livro-razão distribuído (QUEIROZ *et al.*, 2019). Nesse livro-razão são registradas todas as transações eletrônicas que não podem ser apagadas ou modificadas, apenas atualizadas.

A tecnologia *blockchain* refere-se a um sistema totalmente distribuído para capturar e armazenar, de maneira criptografada, um *log*³ linear de eventos, imutável e consistente de transações entre atores em rede. Isso é funcionalmente semelhante a um livro razão distribuído, que é consensualmente mantido, atualizado e validado pelas partes envolvidas em todas as transações em uma rede. Nesse cenário, a tecnologia *blockchain* impõe transparência e garante um eventual consenso de todo o sistema sobre a validade do histórico de transações (RISIUS & SPOHRER, 2017).

¹ As funções hash mapeiam sequências de bits de comprimento variável (mas geralmente com limite superior) para sequências de bits de comprimento fixo, usando um algoritmo especificado. Eles podem ser usados para - reduzir uma mensagem a uma impressão curta para entrada em um mecanismo de assinatura digital, e - comprometer o usuário com uma determinada String de bits sem revelar essa string (ISO/IEC, 2004).

² Rede *peer-to-peer* (P-to-P, P2P,) é estruturada se os participantes compartilharem uma parte de seus próprios recursos de hardware (poder de processamento, capacidade de armazenamento, capacidade de link de rede, impressoras,). Esses recursos compartilhados são necessários para fornecer o Serviço e o conteúdo oferecido pela rede (por exemplo, compartilhamento de arquivos ou espaços de trabalho compartilhados para colaboração). As redes P2P são acessíveis diretamente por outros pares, sem passar por entidades intermediárias. Os participantes dessa rede são, portanto, provedores de recursos (serviço e conteúdo), bem como recursos (serviço e conteúdo) e solicitadores (Conceito de serviço) (SCHOLLMEIER, 2001).

³ Log é um termo técnico que se refere ao registro de atividades de diversos tipos como, por exemplo, de conexão (informações sobre a conexão de um computador à Internet) e de acesso a aplicações (informações de acesso de um computador a uma aplicação de Internet) (CERT.BR, 2011).

O núcleo do *blockchain* está relacionado a um banco de dados distribuído (BABICH & HILARY, 2020; KANO & NAKAJIMA, 2018; SCHMIDT & WAGNER, 2019), que atua em um ambiente compartilhado e sincronizado (cadeia), no qual as informações são validadas pelos usuários (MATTEO, TOMASO & TASCA, 2017). Conclui-se que, na extensa rede em que funciona o *blockchain*, com uma disseminação extensa e compartilhada dos dados, as informações trafegadas possuem um caráter de confiabilidade, segurança e imutabilidade marcantes.

Ao observar as características da tecnologia *blockchain* e as necessidades que a cadeia de suprimentos demanda, pode-se afirmar que vários benefícios podem ser obtidos com a integração do *blockchain* ao gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM). O comportamento da cadeia de suprimentos desempenha um papel crítico em todos os tipos de organizações e atingir esse desempenho tornou-se mais difícil devido ao aumento da complexidade das operações na era digital (FOSSO WAMBA, QUEIROZ & TRINCHERA, 2020).

A gestão da cadeia de suprimentos (*supply chain management* – SCM) está experimentando a integração de *blockchain*, uma tecnologia de ponta e altamente disruptiva. E, segundo Fosso Wamba, Queiroz & Trincheira (2020), a tecnologia *blockchain* pode melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos. Entre outras vantagens, o *blockchain* pode melhorar a solução de problemas complexos da cadeia de abastecimento (por exemplo, segurança do produto, visibilidade da cadeia de abastecimento e transparência) e a rastreabilidade das operações (HELO & SHAMSUZZOHA, 2020; CHANG, IAKOVOU & SHI, 2020). A integração da tecnologia *blockchain* com cadeias de suprimento é uma abordagem confiável e segura para apoiar e remodelar seus padrões e atualizar o nível de entrega de serviço (FOSSO WAMBA, QUEIROZ & TRINCHERA, 2020).

Ademais, sobre o processo de rastreabilidade, ele se torna um elemento crítico na gestão das cadeias de suprimentos particularmente no setor de alimentos (CASINO *et al.*, 2019). A rastreabilidade desempenha um papel vital na qualidade e segurança dos alimentos e a tecnologia de *blockchain* tem grande potencial para melhorar o desempenho da rastreabilidade fornecendo segurança e transparência (FENG *et al.*, 2020).

No entanto, no que diz respeito à cadeia de suprimentos da carne bovina, a gestão por tecnologia *blockchain*, ainda é uma modelagem complexa, pois carece de diversos investimentos para a sua expansão, o que torna algo muito desafiador para o setor agropecuário que buscam melhorar e aumentar a eficiência operacional para acelerarem essa linha de produção com a finalidade de atender as demandas desse setor que está grande expansão (E-FATIMA *et al.*, 2022).

Diante disso, esse estudo sobre a tecnologia *blockchain* na cadeia de suprimentos da carne bovina é extremamente relevante, devido ao seu potencial de melhorar as informações de registro, preço, data, localização, qualidade, certificação, entre outros dados importantes ao gerenciamento mais eficaz dessa produção. Sendo possível também aumentar a rastreabilidade da cadeia de fornecimento da carne bovina, diminuindo as perdas do mercado, melhorando a visibilidade e a segurança das exportações.

Neste contexto, propõe-se o desenvolvimento deste estudo com foco em demonstrar como a tecnologia de *blockchain* pode contribuir para a execução da rastreabilidade na cadeia de suprimentos da carne bovina no Brasil. Considerando que o protocolo *blockchain* possui características específicas capazes de resolver várias dificuldades da cadeia de suprimentos. Igualmente, reforça-se a importância que a cadeia de suprimentos tem para as indústrias, e os benefícios que a tecnologia *blockchain* que pode trazer para fins de rastreabilidade, principalmente no

fornecimento de alimentos, um estudo com essa temática precisa ser mais explorada, especialmente na realidade brasileira.

1.1 Problemática da pesquisa

O gerenciamento das cadeias de suprimento das organizações tem assumido um papel estratégico nos processos de negócios, E o planejamento da cadeia de suprimentos é um elemento essencial da manufatura global. No interesse da confiabilidade, eficiência e produtividade, os fabricantes globais exigem uma abordagem mais digital, analítica e responsiva (WANG, WANG & LIU, 2020).

O conceito de cadeia de suprimentos tem sido discutido intensamente entre os praticantes e dentro da comunidade científica desde meados dos anos 80 (SILVA *et al.*, 2017). Como os mercados estão em constante mudança, decisões como gerenciamento de níveis de estoque, transporte, agendamento de produtos e dimensionamento de lotes são decisões cada vez mais desafiadoras (SILVA *et al.*, 2017). Assim, as indústrias globais estão enfrentando problemas na construção de uma visão confiável em tempo real de suas redes de fornecimento (HELO & SHAMSUZZOHA, 2020).

Posto isso, o *blockchain* tem potencial para transformar funções da cadeia de suprimentos, desde a procedência de fornecedores, a reformulação do processo de negócios, até o aprimoramento da segurança (DUTTA *et al.*, 2020). O *blockchain* é uma tecnologia inovadora, descentralizada de última geração, que mantém a confidencialidade, integridade e disponibilidade de todas as transações e dados (DUTTA *et al.*, 2020). Além de transformar cadeias de suprimentos de diversos setores, ele também melhora a funcionalidade e a segurança das plataformas digitais atuais, a rastreabilidade dos produtos, em especial dos alimentos gerando confiança para os consumidores e sendo mais sustentável (CAI, CHOI & ZHANG, 2020; CASINO *et al.*, 2019; FENG *et al.*, 2020).

Além disso, o setor da pecuária desempenha papel importante no atendimento às necessidades de fome da população mundial em rápido crescimento. Aliás, a revolução da pecuária elevou a produção e também o consumo de carne sendo os produtos à base de carne os principais componentes da alimentação humana. Logo, a rastreabilidade alimentar na cadeia de suprimentos é uma preocupação constante para muitas pessoas (KHAN; BYUN; PARK, 2020). Portanto, ela se torna fundamental em um mundo com fornecedores globais e variados onde os consumidores esperam por um elevado grau de qualidade dos alimentos (BEHNKE; JANSSEN, 2020).

As informações sobre a rastreabilidade dos alimentos, não são compartilhadas entre os participantes da cadeia, uma vez que cada um possui seu próprio sistema de rastreabilidade e por vezes não compartilha todas as informações, esse impedimento de compartilhamento de informações apresenta riscos para todos os participantes (CASINO *et al.*, 2019).

No Brasil o processo de rastreabilidade da carne bovina enfrenta algumas dificuldades que começaram a aparecer nos anos 90 com surgimento de crises sanitárias que influenciaram os rumos da rastreabilidade da carne bovina. A União Europeia passou a exigir mecanismos de rastreabilidade de seus fornecedores (CELESTINO; SILVEIRA, 2006). Contudo, a medida é pouco adotada no Brasil em função das mudanças frequentes nas leis, remuneração inadequada pelos animais rastreados e instabilidade no mercado (LOPES *et al.*, 2012).

Dessa maneira, a construção de sistemas de rastreabilidade que possuam mecanismos para o compartilhamento seguro das informações, que construam processos tecnológicos que possam ser adotados em larga escala para todos os produtores rurais e que eles possam ser mais bem remunerados por isso, pode contribuir para que o processo de rastreabilidade da carne bovina seja realizado com mais efetividade no Brasil.

1.1.1 Questão geral da pesquisa

- Como a tecnologia *blockchain* contribui para o processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil?

1.1.2 Questões específicas da pesquisa

- Como a tecnologia *blockchain* pode ser utilizada para realizar o processo de rastreabilidade da carne bovina na cadeia de suprimentos no Brasil?
- Que ações devem ser tomadas para que a tecnologia *blockchain* contribua para a melhoria do processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

- Apresentar como a tecnologia *blockchain* contribui para a realização do processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil.

1.2.2 Objetivos específicos

- Discutir sobre a referência conceitual para uso da tecnologia *blockchain* e como ela pode ser utilizada na rastreabilidade de cadeias de suprimentos alimentares.
- Descrever um modelo conceitual e criar um *framework* que utilize a tecnologia *blockchain* para rastreabilidade da cadeia de suprimentos da carne bovina no Brasil.
- Apresentar como a tecnologia *blockchain* contribui para a realização do processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil.

1.3 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está estruturada da seguinte maneira:

- No capítulo 1 é apresentada a introdução do trabalho, a problemática da pesquisa, as questões da pesquisa, além dos objetivos da pesquisa.
- O capítulo 2 versa sobre a revisão da literatura;
- O capítulo 3 descreve os detalhes sobre a metodologia da pesquisa;
- O capítulo 4 apresenta a execução da pesquisa e a proposta do modelo RCBB (rastreabilidade da carne bovina com a tecnologia *blockchain*);
- Por fim, o capítulo 5 apresenta a conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

2. Revisão da literatura

2.1 Introdução

Da leitura dos artigos selecionados observou-se que a tecnologia *blockchain* pelo seu caráter de imutabilidade e confiabilidade, estava sendo aplicada para resolver problemas de rastreabilidade da cadeia de suprimentos. Assim, após a revisão da literatura, foi possível identificar uma oportunidade de aprofundar a pesquisa do *blockchain* sobre a rastreabilidade da carne bovina no Brasil. Destaca-se que com a revisão da literatura, obteve-se indicativos de apoio para um problema prático, pois, incluiu discussões de teorias que sustentam pontos de vista da pesquisa, fornecendo uma visão ampla e geral da situação do tema pesquisado (RIDLEY, 2012). Nesse tipo de pesquisa é possível avaliar o conhecimento no estado da arte e propor discussões futuras a respeito do conhecimento encontrado. Portanto, uma revisão da literatura deve ser mais do que apenas uma lista de referências relevantes para o seu tópico de pesquisa (BELLI; WATERS, 2014).

Nesse contexto, é importante frisar que a indústria agrícola no Brasil representou em 2020, 26,6% do PIB brasileiro, o que equivale a quase R\$ 2 trilhões (CNA - CEPEA/USP, 2021). Inserida nessa indústria a pecuária bovina em 2021 foi responsável por gerar R\$ 153,92 bilhões de valor bruto em sua produção (MAPA, 2020). Ainda sobre a indústria bovina no Brasil, observa-se no país um total de 218.150.298 cabeças de gado (IBGE, 2021). O Brasil é um dos maiores criadores de gado no mundo. Em 2020 o rebanho bovino representava 14,3% do rebanho mundial com 217 milhões de cabeças de gado, seguido pela Índia com 190 milhões de cabeças (EMBRAPA, 2020).

Dessa maneira, observa-se de fato quão grande e relevante é esse mercado para o país, conseqüentemente a cadeia de suprimentos que processa e distribui a

carne bovina derivada desses animais. Paralelamente a esse contexto, verifica-se que a rastreabilidade nos processos de distribuição dos alimentos torna-se essencial e significativa a todos os envolvidos (KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2020).

A cadeia de suprimentos inclui todas as operações que conectam um produto e o seu fornecimento ao consumidor final. A gestão da cadeia de suprimentos é definida como o conjunto de atividades realizadas na organização para a promoção otimizada que resulta em custos mais baixos e em ciclo de produção mais eficiente (KOZAREVIĆ; PUŠKA, 2018). Paralelamente aos avanços nas abordagens de tecnologia da informação e desenvolvimento de processos, as empresas buscam melhorar suas cadeias de suprimentos para que possam reduzir seus custos manterem-se competitivas, com isso, tem-se o aumento da importância e necessidade de uma gestão mais eficaz da cadeia de suprimentos por ser um processo integrado de fabricação e distribuição que transforma matérias-primas nos produtos finais e os entrega aos clientes. Assim, cadeias de suprimentos são aceitas como fator estratégico fundamental para atingir objetivos de melhoria contínua dos negócios, como maior atendimento ao cliente, maior eficiência e desenvolvimento de competitividade (ACAR; UZUNLAR, 2014).

Com o gerenciamento da cadeia de suprimentos, o custo excessivo de entrega do produto ao cliente é reduzido (DWIVEDI; AMIN; VOLLALA, 2020). Por isso, o gerenciamento da cadeia de suprimentos, e a rastreabilidade de seus produtos e bens, tornou-se importante para a concorrência e indústria global, e é provável que permaneça como um elemento importante na competição mundial.

A gestão da cadeia de suprimentos sofre de limitações estruturais para lidar com o novo cenário em que um grande volume de dados emerge de todos os lugares ao mesmo tempo, considerando que as intrincadas redes de produção foram projetadas para eficiência, custo e proximidade com os mercados, mas não

necessariamente para transparência ou resiliência (LI & LIU, 2019). Por isso, a importância da cadeia de suprimentos deve ser reconhecida. A análise e gestão de riscos inerentes ao desempenho devem ser executadas de maneira que as rupturas possam ser eliminadas ou que o impacto seja o menor possível. Não é admissível que falhas no planejamento de tais eventos de risco possam levar a quebras da cadeia de suprimentos que podem atrapalhar o desempenho da empresa, prejudicar a rentabilidade e os preços das ações, e resultar em um impacto negativo para a organização, inclusive com perda de capital (BLOS, HOEFLICH & MIYAGI, 2015).

Com vistas à obtenção de melhorias na gestão e produção da cadeia de suprimentos, observa-se um movimento de aproximação aos recursos tecnológicos disponíveis na indústria 4.0. Convém destacar que a maioria das empresas está passando por um processo de digitalização, fenômeno que tem ocorrido com o surgimento da quarta revolução industrial, denominada indústria 4.0 (KAYIKCI, 2018).

Uma série de soluções tecnológicas faz parte da indústria 4.0, entre elas destacam-se: *internet of things* (IoT), *big data* e *data analytics*, gêmeos digitais e simulação, *cloud computing*, manufatura aditiva também chamada de impressão 3D, cibersegurança e *blockchain* entre outras. Todas essas soluções tecnológicas estão presentes, ou se fazem presentes nas indústrias e nos movimentos das organizações que estão caminhando para a adoção de tecnologias e soluções da indústria 4.0.

Quando são observadas as dificuldades da indústria, uma das sugestões apontadas versa sobre a falta de visibilidade na cadeia de suprimentos. A visibilidade nas cadeias de suprimentos implica compartilhamento de informações e transparência em tempo hábil e esses fatores aumentam a confiança na cadeia de suprimentos (AL-TALIB *et al.*, 2020). A pesquisa sobre a confiabilidade da cadeia de suprimentos é um dos temas de vanguarda na pesquisa teórica do sistema de *supply chain*, e tem atraído ampla atenção de vários estudiosos (ZHANG; CHEN; CHANG, 2020). Assim,

no interesse da confiabilidade, eficiência e produtividade, os fabricantes globais exigem uma abordagem mais digital, analítica e responsiva para as cadeias de suprimentos (WANG; WANG; LIU, 2020).

Outro componente importante na configuração da cadeia de suprimentos é o domínio da segurança. Ao adotar o *blockchain* é possível que as indústrias operem de forma descentralizada, sem a necessidade de um sistema verificador, mas alcançando a mesma confiabilidade. Além disso, o uso de criptografia em *blockchain* garante a segurança da informação (HELO; SHAMSUZZOHA, 2020). Analisar e gerir os domínios faz com que a cadeia de suprimentos se torne mais suscetível ao sucesso e ao pleno funcionamento. O *blockchain* pode revolucionar a segurança e a transparência nas cadeias de suprimentos, fornecendo uma plataforma segura de compartilhamento de dados em um ambiente multipartidário (THAKUR; BRESLIN, 2020).

Além disso, um programa de continuidade de negócios bem-desenvolvido e mantido é fundamental para gerenciar com sucesso o risco de fornecimento e manter uma cadeia de suprimentos confiável (BLOS; HOEFLICH; MIYAGI, 2015). Nesse sentido, todos os aspectos de uma cadeia de suprimentos estão intimamente relacionados à sua complexidade estrutural, incluindo as relações entre empresas, fornecedores e clientes, a capacidade de responder a riscos e as capacidades de tecnologia da informação. A redução da complexidade pode melhorar efetivamente o desempenho de toda a cadeia de suprimentos. Uma vez que a diversidade e o grande número de membros da cadeia de suprimentos são as razões diretas para a complexidade da cadeia de suprimentos (ZHAO *et al.*, 2020). Portanto, um programa bem executado de análise de riscos na cadeia de suprimentos é necessário para melhorar o seu desempenho e isso pode ser obtido com um sistema baseado em *blockchain* que permita que os integrantes da cadeia possam consumir dados seguros e confiáveis para a tomada de decisões.

Dessa forma, é importante destacar a solução utilizada por Khan, Byun e Park (2020) para a rastreabilidade alimentar utilizando *blockchain* e dispositivos IoT (*Internet of things*), utilizando o *Hyperledger Fabric* da IBM (GUGGENBERGER; SCHWEIZER; URBACH, 2020). Por se tratar de uma rede descentralizada, não existe um servidor central para realizar a autenticação dos usuários. Nesse caso, a verificação dos usuários é realizada por assinatura digital com algoritmos de criptografia e pares de chaves pública e privada. A chave privada é mantida em poder do usuário, enquanto a chave pública é distribuída na rede para identificar sua identidade. A chave privada assina as informações que são enviadas, enquanto a chave pública é utilizada pelos outros usuários para verificar a autenticidade dos dados (XIE *et al.*, 2019). A estrutura escolhida para essa solução foi de um *blockchain* privado, ou seja, apenas usuários autorizados podem se conectar à rede. Essa configuração permite que se crie uma rede descentralizada que consegue captar dados com os dispositivos IoT construindo confiança mesmo em ambientes distribuídos, características da cadeia de suprimentos da carne bovina no Brasil.

Assim sendo, observa-se que os estudos de caso realizados por Rogerson e Parry (2020) sugerem que o uso do *blockchain* aumenta a visibilidade das cadeias de suprimentos, de mesmo modo que a confiabilidade. Esse estudo foi realizado através do método do estudo de caso utilizando entrevistas semiestruturadas. As questões foram aplicadas em empresas de tecnologia provedoras de soluções de rastreabilidade alimentar com a tecnologia *blockchain*.

Em um dos objetos do estudo de caso de Rogerson e Parry (2020) a empresa *Agridigital* uma provedora de serviços *blockchain* para a indústria agrícola, oferece garantia de veracidade dos produtos agrícolas. Por isso, ela coleta apenas alguns dados e os insere na *blockchain*, (a organização trabalha com o *blockchain* público *Ethereum*). Isso porque os dados que importam para esses consumidores são apenas os dados que classificam o produto como orgânico, portanto, é possível a inserção

apenas dos dados relevantes, melhorando o desempenho do sistema e reduzindo a sua latência. A solução utiliza *tags* RFID (*radio-frequency Identification*) para capturar dados como tempo, peso e localização. Assim, esses dados são compartilhados com o consumidor final, que utiliza seu *smartphone* para leitura de um *QR code* na embalagem e visualizar os dados por meio de um aplicativo. O estudo aponta ainda que o maior desafio é na entrada dos dados, pois se forem realizadas de maneira errada a tecnologia de *blockchain* de nada servirá.

Já a *Techrock* outra provedora de soluções com a tecnologia *blockchain*, oferece garantia de procedência para alimentos infantis. Ela utiliza uma *tag* RFID embutida na embalagem do produto que pode ser lida pelo *smartphone* do consumidor para verificar a proveniência do produto consumido. A empresa utiliza a solução *Hyperledger* da IBM. Informações como data e local de produção são disponibilizados aos clientes que se sentem mais seguros a respeito da proveniência do alimento. A empresa destaca, no entanto, o custo para disponibilizar a solução, e que só foi possível de se chegar a essa entrega, em função da disponibilidade dos clientes de pagar mais pelo produto com essas características. Uma observação que foi pertinente a todos os participantes do estudo, é de que a digitalização da cadeia de suprimentos precisa ser feita de ponta-a-ponta para que os benefícios sejam alcançados na sua plenitude.

Portanto, a tecnologia de *blockchain* é capaz de introduzir características e funcionalidades importantes para que o desempenho da cadeia de suprimentos possa ser melhorado. Essa tecnologia pode ser utilizada em diversos ramos da indústria com benefícios importantes para a cadeia de suprimentos, tais como: visibilidade expandida, confiabilidade entre os integrantes, segurança da informação e dos processos produtivos rastreabilidade de produtos, além de gestão efetiva de riscos, haja vista que a tecnologia de *blockchain* consegue com sua estrutura robusta e descentralizada armazenar e proteger os dados trafegados entre os participantes além

de conseguir identificar os participantes da cadeia, conferindo nesses processos um elevado grau de segurança.

2.2 Referência conceitual de *blockchain* em cadeias de suprimentos

A revisão da literatura possibilitou o desenvolvimento de um referencial teórico de utilização da tecnologia de *blockchain* em cadeias de suprimentos, visando a obtenção de melhoria de desempenho.

Convém destacar que a tecnologia vem desempenhando um significativo papel no que concerne o desenvolvimento de produtos, aos processos de produção, gerenciamento de operações, bem como nas cadeias de suprimentos. Os avanços tecnológicos, tais como os sistemas de planejamento de recursos evoluíram juntamente com os projetos de cadeia de suprimentos, e etiquetas por Identificação por radiofrequência (RFID), esses métodos de identificação transformaram as cadeias em redes mais ágeis, flexíveis, colaborativas e abertas (GEZGIN *et al.*, 2017; COHEN; LEE, 2020; CARVALHO, 2021).

Como já mencionado anteriormente, um novo paradigma surgiu nos mecanismos de produção e distribuição de produtos, com a ascensão da indústria 4.0; visivelmente houve uma intensiva automação, implantação massiva de sensores, a internet presente em tudo, e uma flexibilização da manufatura. Nessa evolução tecnológica, destaca-se que *blockchain* tem o potencial para remodelar a cadeia de suprimentos (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; KIEHNE; OLARU, 2017; MRUGALSKA; WYRWICKA, 2017; FONSECA, 2018). Uma cadeia de suprimentos consegue ser eficiente quando é sustentada pela confiança entre os diferentes setores interessados, que pode ser apoiada pela confiabilidade das informações e que é habilitada pela tecnologia *blockchain* (COHEN; LEE, 2020; CARVALHO, 2021).

Nesse sentido, as literaturas mais recentes que versam sobre as operações da cadeia de suprimentos, argumentam que *blockchain* pode fornecer visibilidade em tempo real no setor produtivo, e entre as partes interessadas, por oferecer uma estrutura de dados de compartilhamento seguro, recursos preditivos e de análise de risco (VERNY *et al.*, 2020; DI VAIO; VARRIALE, 2020; DUBEY *et al.*, 2020; MALAFAIA *et al.*, 2021; E-FATIMA *et al.*, 2022). Assim, quando uma indústria utiliza o *blockchain* na cadeia de suprimentos, os eixos da visibilidade, confiabilidade, segurança, análise e gestão de risco se tornam bases habilitadoras para a melhoria de desempenho.

De acordo com Zhang *et al.* (2020), a integração de *blockchain* e IoT, inteligência artificial, *big data*, aprendizado de máquina e outras tecnologias emergentes podem alcançar uma operação excelente da cadeia de suprimentos. Logo, os investimentos em digitalização melhoram o compartilhamento geral de informações, as capacidades de coordenação e visibilidade e o desempenho das cadeias de suprimentos (LAMBOURDIERE; CORBIN, 2020).

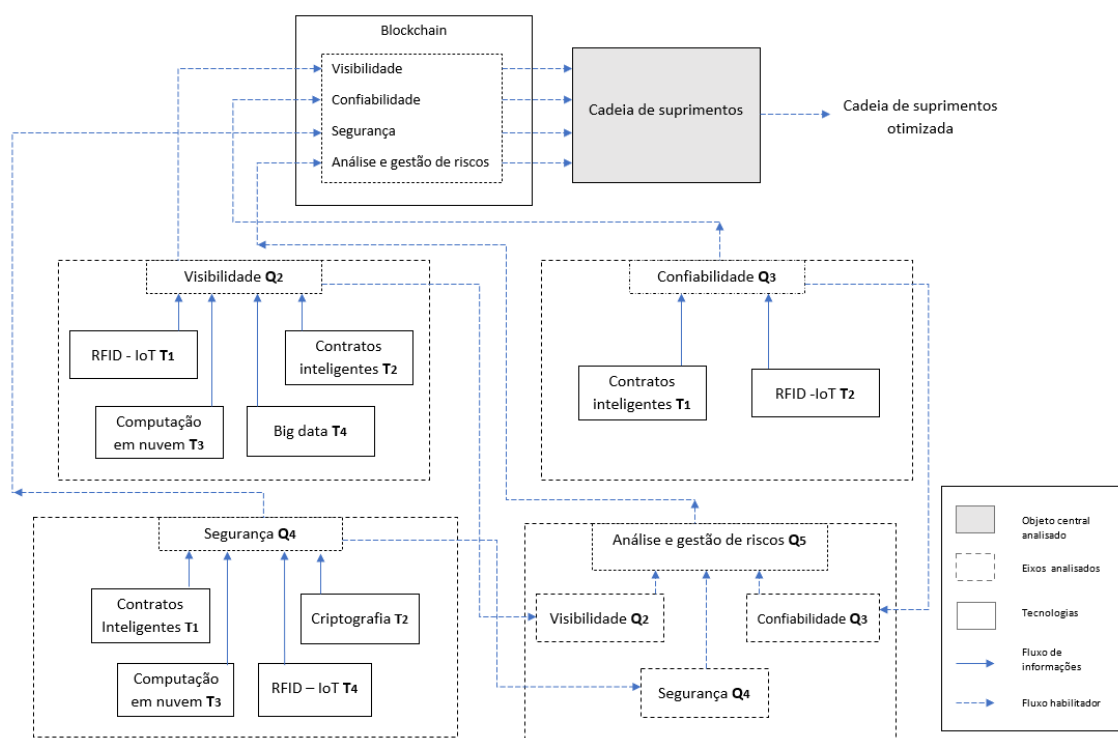
No que diz respeito à cadeia de suprimentos, é importante que RFID (DWIVEDI; AMIN; VOLLALA, 2020), IoT (INDUMATHI *et al.*, 2020), contratos inteligentes (PRASHAR *et al.*, 2020), computação em nuvem (SHAHBAZI; BYUN, 2021) e *big data* (KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2020) estejam presentes. Os contratos inteligentes (BATWA; NORRMAN, 2021), RFID (AZZI; CHAMOUN; SOKHN, 2019) e IoT (ZHU; KOUHIZADEH, 2019) precisam ser habilitados na cadeia de suprimentos. Finalmente, deve-se investir em contratos inteligentes (ALKHADER *et al.*, 2020), criptografia (OMAR *et al.*, 2020), computação em nuvem (CAMBOU *et al.*, 2020), RFID (FENG *et al.*, 2020) e IoT (KAYIKCI *et al.*, 2020). Para que o processo de análise e gestão de riscos possa ocorrer de maneira ainda mais satisfatória, é importante que o impacto da melhoria da qualidade dos dados através da tecnologia

blockchain sejam avaliados para melhorar os benefícios tanto para os fabricantes quanto para os consumidores (CHOI; LUO, 2019).

Para um melhor entendimento, a Figura 1 apresenta os ciclos das tecnologias que beneficiam a cadeia de suprimentos. Nessa figura é possível visualizar como é o funcionamento e a dinâmica de cada ciclo com o uso da tecnologia *blockchain*, bem como as tecnologias que compõem a sua estrutura, que tem o desempenho melhorado com o funcionamento desse esquema.

Nesse contexto, cada componente tecnológico é identificado com uma sigla Tn, as quais contribuem para que cada ciclo possa desempenhar a sua função com completude. A cadeia de suprimentos é caracterizada como objeto central da análise. Os ciclos (visibilidade, confiabilidade, segurança, análise e gestão de riscos) são apresentados na Figura 1 como Q2, Q3, Q4 e Q5, respectivamente. Cada tecnologia Tn em contato com os ciclos Q2, Q3 e Q4 produz fluxos de informações particulares e específicos de modo que a visibilidade, confiabilidade e segurança sirvam ao propósito de seus funcionamentos. Quando a finalidade de cada ciclo se encontra atendido, então o Q5 (análise e gestão de riscos) se beneficia do funcionamento dos outros três (Q2, Q3 e Q4), que aqui assumem um papel de otimizar o funcionamento do Q5 com informações mais visíveis seguras e confiáveis, realizando assim as atividades e funções pertinentes ao seu propósito.

Figura 1. Utilização de *blockchain* em cadeia de suprimentos



Fonte: Elaborado pelo autor

É importante frisar que na Figura 1 paralelamente a dinâmica do Q5, os fluxos habilitadores Q2 (Visibilidade), Q3 (Confiabilidade) e Q4 (Segurança) já se encontram em funcionamento, conectados ao *blockchain*, que permite que essas características sejam potencializadas dentro da cadeia de suprimentos que recebe esse fluxo habilitador para ter seu desempenho otimizado no final desse processo. Resumindo, o funcionamento por si só dos Q2, Q3, Q4, já oferece vantagens para a melhoria de desempenho da cadeia de suprimento, porém o funcionamento deles faz com que Q5 funcione ainda melhor, beneficiando ainda mais a cadeia de suprimentos que tem o seu comportamento aperfeiçoado com essa dinâmica.

2.3 Estrutura e modelo teórico de *blockchain* em cadeias de suprimentos para rastreabilidade alimentar

O modelo de uso da tecnologia *blockchain* para fins de rastreabilidade alimentar é baseado no estudo da literatura no estado da arte, são pesquisas que

orientam na condução da investigação do fenômeno estudado. Depois da construção de uma referência conceitual de implementação de *blockchain* em cadeias de suprimentos com a finalidade de melhoria de desempenho, é pertinente destacar a apresentação de modelos de *blockchain* que ofereçam rastreabilidade para a cadeia de suprimentos.

Alguns estudos mais recentes exploram o potencial de *blockchain* para cadeias de suprimentos, Cole; Stevenson e Aitken (2019) examinaram a tecnologia *blockchain* e seu potencial em operação e gerenciamento da cadeia de suprimentos e abordaram se teorias comuns em tais gerenciamento podem ser úteis no estudo do fenômeno de *blockchain*. Fan; Wu e Cao (2020) propuseram uma teoria da cadeia de suprimentos com três níveis que incorpora *blockchain*. A função de utilidade do consumidor inclui um valor para reconhecimento da capacidade de rastreamento quando o *blockchain* está presente. Os resultados mostram que a conscientização da rastreabilidade é fundamental para adoção de *blockchain* enquanto o fabricante é responsável pela maior parte do custo.

Liu e Guo (2021) descreveram em seu estudo avaliar o impacto do *blockchain* na oferta cadeia de produtos frescos. Esta pesquisa considerou o efeito *blockchain* na qualidade, segurança e confiabilidade das informações divulgadas pelo fabricante. O estudo demonstrou que se a atualização e as informações sobre confiabilidade melhorarem, com o uso de *blockchain*, o lucro geral da cadeia de abastecimento também aumenta.

He; Chen e Xu (2021) propuseram uma teoria em três estágios para otimização de preços com consideração de *blockchain*. Esse estudo considera a oferta de produtos frescos para clientes que se preocupam com frescor e segurança. Os resultados mostram que a estratégia de preços depende de como os clientes

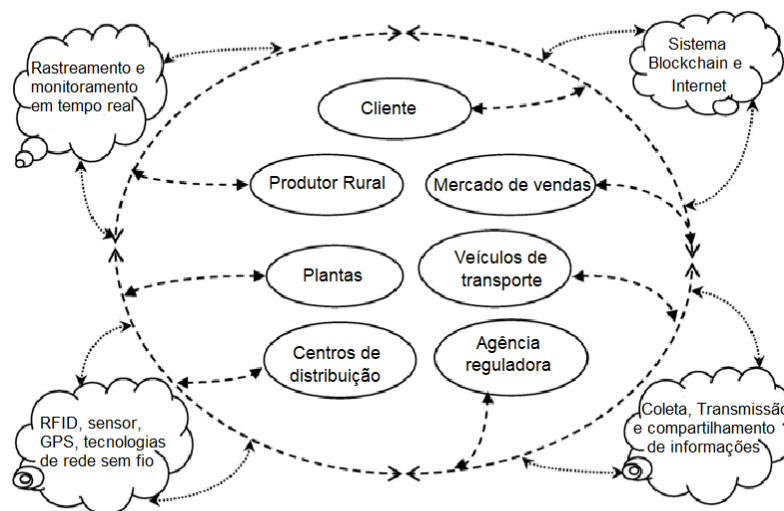
valorizam o frescor sobre a segurança. Quando o frescor domina, os preços são mais altos e o custo do *blockchain* é sustentado pelos fornecedores.

Manupati *et al.* (2020) propõe um desenho de rede de cadeia de suprimentos habilitado para *blockchain* sob a política de tributação do carbono. Os autores apresentam uma formulação não linear que usa *blockchain* para contabilizar emissões com base em contratos inteligentes. Este estudo propõe um modelo de otimização para projeto de rede habilitado para *blockchain* para produtos frescos.

Existem também algumas literaturas tais como Cai *et al.* (2010); Rong *et al.* (2011); Blackburn e Scudder (2009); e Keiser *et al.* (2017) que versam sobre a incorporação da perecibilidade da rede da cadeia de suprimentos, levando em conta a qualidade e degradação.

Tian (2016) descreve em seu estudo uma estrutura que utiliza *blockchain* e RFID para realização da rastreabilidade agroalimentar com a identificação de vários atores (Figura 2). O autor explica que esse sistema descentralizado aumenta a transparência da cadeia de suprimentos, fortalece a credibilidade da informação e aumenta a garantia e segurança da cadeia de suprimentos alimentar. Assim, esse estudo se refere a uma estrutura que constrói uma rede de informações que vai desde o produtor rural até o cliente final. Dessa maneira, todos os passos podem ser verificados e checados em tempo real. Destaca-se que os atores envolvidos na cadeia podem obter os dados dos processos de produção, transformação, transporte, vendas e regulação dos produtos em todas as etapas da cadeia de fornecimento alimentar com maior confiabilidade e segurança.

Figura 2. Estrutura conceitual de rastreabilidade da cadeia de suprimentos alimentar



Fonte: Tian (2016). Tradução nossa

A utilização da tecnologia de *blockchain* para fins de rastreabilidade remove uma autoridade centralizadora (governos, agências reguladoras ou organizações certificadoras) e fornece visibilidade para as informações ao longo da cadeia. Outro benefício citado por Tian (2016) diz respeito ao uso de equipamentos inteligentes que adicionam informação na rede sem a intervenção humana, evitando erros na inserção de dados manuais.

As informações que as etiquetas RFID podem armazenar podem ser desde o nome do produtor, área produtora, tempo de vida do animal, data de nascimento e abate, genealogia genética, prevenção de doenças e medicação utilizada. Assim, cada ator do processo pode, ao longo do caminho, ir adicionando informações relevantes tais como temperatura de transporte do alimento, tempo de armazenamento no distribuidor, ou seja, todas informações essenciais podem ser inseridas nessas *tags* e enviadas para a rede *blockchain* (TIAN, 2016).

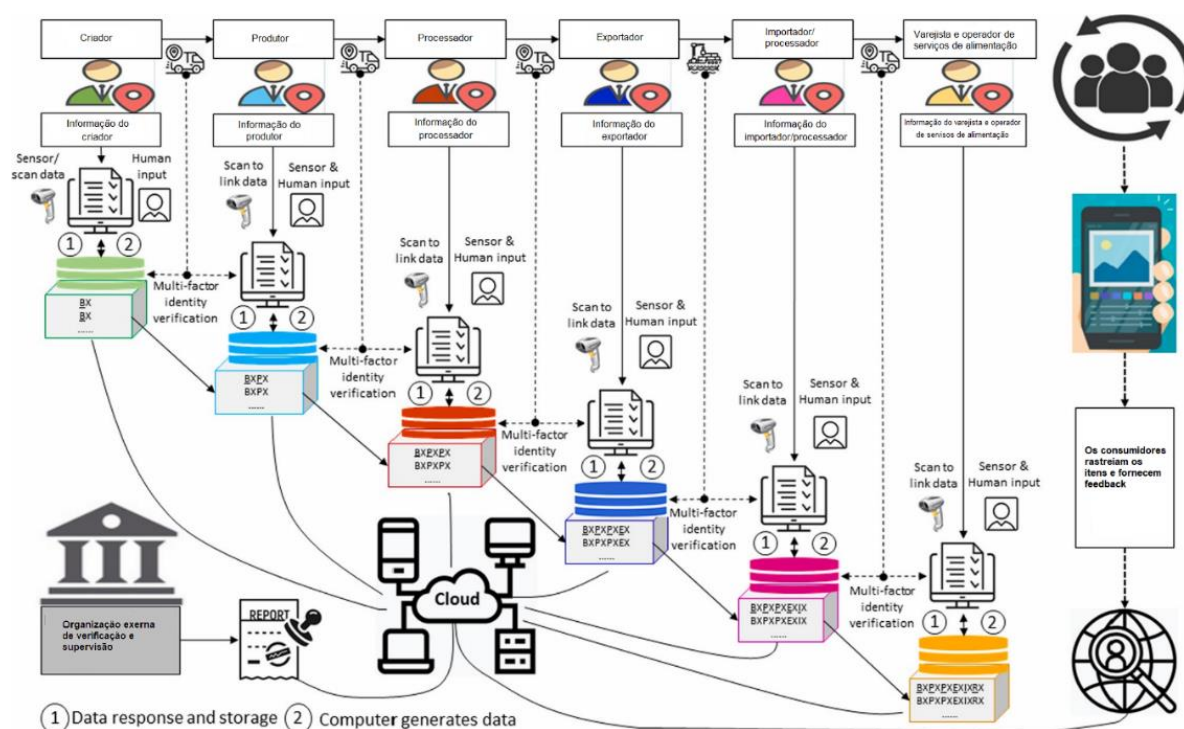
Ao verificar que transparência e visibilidade são adquiridas com o uso de *tags* RFID, na coleta de dados e disponibilização na rede *blockchain*. Verifica-se

similaridade também ao notar que a confiança e confiabilidade das informações geram benefícios para toda a rede em função das características de imutabilidade dos dados inseridos sob a égide da tecnologia de *blockchain*. Da mesma maneira, a segurança dos dados é adquirida com o uso da tecnologia *blockchain* aliada às *tags* RFID.

Na proposta de Cao *et al.* (2021) na cadeia de suprimentos da carne australiana, identificou-se que, para que os clientes sintam confiança no processo de rastreabilidade, a identidade digital de cada *stakeholder* deve estar presente de maneira explícita, para que os usuários possam identificar cada ator da cadeia, e qual a sua contribuição no processo de produção. Com isso, existe a proposta de cada animal separado por espécie, número NLIS (Sistema Nacional de Identificação de Pecuária) na Austrália, para cada animal devem ser então inseridos na cadeia e suprimentos.

Em geral todos os dados sobre o transporte, umidade, tempo de armazenamento, dados da temperatura, em relação a carne animal podem ser obtidos por sensores RFID e dispositivos IoT. No entanto, todos esses dados também podem ser criptografados e através de um sistema de autenticação e identificação de usuários, dessa maneira os dados podem ser conectados. Ademais, com o processo de criptografia, a segurança dos dados fica mantida, de maneira que eles não podem ser alterados nem forjados. A Figura 3 mostra como esse mecanismo funciona no rastreamento alimentar na Austrália.

Figura 3. Modelo teórico no mecanismo de inserção de dados para rastreamento alimentar na Austrália



Fonte: Cao et al. (2021)

A rastreabilidade da cadeia de suprimentos exige visibilidade dos dados por todos os integrantes, e isso pode ser obtido com a tecnologia *blockchain* em cada fase do processo de produção e distribuição alimentar. Nesse estudo, a plataforma de *blockchain* utilizada foi o *Ethereum*, modelo de *blockchain* para desenvolvimento de aplicativos baseada em código aberto e público. O desenvolvimento da proposta de Cao et al. (2021) mostrou-se que os consumidores australianos aumentaram a confiança na carne processada sob esse mecanismo.

2.4 Dimensões beneficiadas pelo *blockchain*

Existem diversas dimensões de desempenho que a tecnologia *blockchain* disponibiliza para uma cadeia de suprimentos. Para fins de entendimento, a Figura 4, proposta no estudo de Tokkozhina, Martins e Ferreira (2022) e adaptado para a presente dissertação, destacam três dimensões (1) operações e processos; (2) relacionamento da cadeia de suprimentos; (3) inovação e acesso a dados. Os autores

mostram como é a convivência e a sobreposição dentro dessas dimensões. É importante compreender que as áreas sobrepostas representam características intrínsecas a diferentes dimensões; assim as áreas sobrepostas são combinações ou pontos de sinergias.

.

Figura 4. Dimensões do impacto da tecnologia *blockchain* no gerenciamento da cadeia de suprimentos



Fonte: Tokkozhina, Martins e Ferreira (2022).

De acordo com Tokkozhina, Martins e Ferreira (2022) o primeiro ponto de sinergia entre as dimensões operações e processos e relacionamento da cadeia de suprimento, tem como vantagem a redução do erro humano, pois possibilitam recursos por contratos inteligentes, isso tem como potencial a redução de erros no atendimento e pedidos com insumos desnecessários, risco nas operações e custo nas transações.

Outro ponto que também chama a atenção são as vantagens entre as dimensões de relacionamentos da cadeia de suprimentos e inovação e acesso de dados, por ser o *blockchain* uma transação digital tudo pode ser armazenado dentro da memória da cadeia de suprimentos e qualquer interessado pode ter acesso (TOKKOZHINA; MARTINS; FERREIRA, 2022).

A última sinergia destacada por Tokkozhina, Martins e Ferreira (2022) fica entre as dimensões operações e processos e inovação e acesso a dados. Nesse ponto os autores referem que esse fluxo é extremamente interessante por reduzir os riscos físicos aos indivíduos, uma vez que é capaz de prevenir potenciais danos à saúde dos consumidores, bem como proteger as empresas de falhas considerando que todos os registros estão disponíveis de forma transparente, e isso aumenta o conhecimento de um produto e conseqüentemente a confiança dos consumidores.

Os estudos de Tian (2016) e Cao *et al.* (2021) destacam que as dimensões visibilidade, confiabilidade, segurança e a análise de riscos contribuem para um melhor desempenho da cadeia de suprimentos e do processo de rastreabilidade da carne bovina.

2.4.1 Visibilidade

A visibilidade é uma das características de melhoria de desempenho da cadeia de suprimentos (Azzi *et al.*, 2019); (DE GIOVANNI, 2020). A visibilidade de informações críticas, eventos e colaboração entre fronteiras organizacionais é

essencial para a competitividade da cadeia de suprimentos (KUHI; KAARE; KOPPEL, 2018). Os consumidores exigem maior visibilidade sobre os produtos que consomem e as práticas para produzi-los (PERERA *et al.*, 2020). Portanto, a visibilidade a todos os *stakeholders* tornou-se um desafio estudado ao longo dos últimos anos.

Segundo Lim *et al.*, (2021), o *blockchain* melhorou a eficiência do processo, reduziu o número de operações, tempo médio de pedidos no sistema e a carga de trabalho, mostrou rastreabilidade dos pedidos e melhorou a visibilidade para os vários participantes da CS. Com as tecnologias de *blockchain*, as operações da CS em qualquer setor podem ser melhoradas, juntamente com vários outros benefícios, como a minimização das transações de custo, mais visibilidade do produto devido à rastreabilidade capacitada e responsabilidade para os membros da cadeia de suprimentos (FOSSO WAMBA; QUEIROZ; TRINCHERA, 2020).

Observa-se, que a tecnologia de *blockchain* está sendo utilizada para prover visibilidade da cadeia e dos fornecedores, exatamente como apontado na estrutura do estudo de Tian (2016) em que a visibilidade é obtida com a tecnologia de *blockchain* ao longo de toda a cadeia gerando benefícios a todos os integrantes. O modelo teórico do estudo aponta para a obtenção de visibilidade com a utilização das tecnologias RFID-IoT, contratos inteligentes, computação em nuvem e *big data*.

2.4.2 Confiabilidade

A confiabilidade é definida como a capacidade de um item de desempenhar uma função exigida sob as condições ambientais e operacionais estabelecidas por um período de tempo especificado (RYU; CHANG, 2005).

A obtenção de confiabilidade com *blockchain* na cadeia de suprimentos pode ser alcançada adicionando *blockchain* a soluções tecnológicas como contratos inteligentes, RFID e IoT (BATWA; NORRMAN, 2021; KIM; SHIN, 2019).

No modelo teórico a confiabilidade é obtida com o uso de contratos inteligentes já que eles criam condições de auto execução pois são algoritmos computacionais que executam regras de negócios previamente decididas. E também com os sensores RFID e IoT, que possuem a natureza de coleta de dados com mínimas possibilidades de erro na execução da tarefa.

2.4.3 Segurança

O objetivo principal do uso do *blockchain* é a segurança (KAYIKCI *et al.*, 2020). Para ter uma cadeia de suprimentos segura, é preciso: confidencialidade, integridade, disponibilidade e autenticidade. A confidencialidade fornece acesso aos dados apenas para usuários autorizados. A integridade permite que as informações transferidas sejam confiáveis e não tenham suas propriedades alteradas. A disponibilidade fornece acesso aos dados quando necessário. Finalmente, a autenticidade permite que apenas usuários autorizados acessem dados e informações (ZOU *et al.*, 2016).

O *blockchain* também pode fornecer verificação de autenticidade de propriedade ou documentos por meio de assinaturas digitais (CHANG; CHEN, 2020). De igual modo em um ambiente geograficamente diverso, como a CS, a integridade, responsabilidade, autorização e não repúdio são propriedades de segurança fundamentais que devem ser tratadas por uma solução para alcançar cadeias de suprimentos confiáveis (ALKHADER *et al.*, 2020). (DWIVEDI; AMIN; VOLLALA, 2020), mostraram em uma verificação de segurança, que o protocolo *blockchain* encontrava-se livre de ataques e atingia todos os aspectos necessários, como confidencialidade, integridade e autenticação.

No modelo de referência teórico a segurança para a cadeia de suprimentos é obtida utilizando as tecnologias de contratos inteligentes, criptografia, computação em nuvem e RFID-IoT. Já na referência conceitual é possível observar o uso de RFID-IoT,

computação em nuvem e criptografia para melhoria de desempenho das cadeias e suprimentos.

2.4.4 Análise de riscos

O risco é fundamental em qualquer análise operacional que enfrente incertezas e potenciais perdas (CHOI, 2020). Com o fluxo de dados em tempo real da cadeia de suprimentos para a tomada de decisões, a gestão de riscos pode ser realizada com base em pedidos feitos e no *status* das entregas (HELO; SHAMSUZZOHA, 2020). Assim, o compartilhamento seguro de informações entre os parceiros da cadeia em tempo real é facilitado e, portanto, influencia a gestão de riscos (LOHMER; BUGERT; LASCH, 2020). O uso de aplicativos baseados em *blockchain* ajuda a rastrear informações na cadeia de suprimentos. Logo, o custo, qualidade, flexibilidade, sustentabilidade e gestão de riscos da cadeia de suprimentos são melhorados (ZHU; KOUHIZADEH, 2019).

Ademais, com um banco de dados distribuído (característica do *blockchain*) é possível imediatamente liquidar pagamentos e as partes negociadoras não devem se preocupar mais com falta de pagamento ou atrasos, isso é obtido com a introdução do *blockchain* e contratos inteligentes, logo os riscos inerentes aos pagamentos diminuem acentuadamente (KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2020).

De acordo com Cao *et al.*, (2021) o risco de a redução do risco de fraude alimentar é obtido com a visibilidade dos dados inseridos na plataforma de rastreabilidade construída sob o *blockchain*.

2.5 Blockchain conectado com outras tecnologias

A constatação de que a tecnologia de *blockchain* em conjunto com outras tecnologias melhora o processo de rastreabilidade vai de encontro ao que aponta a estrutura proposta por Tian (2016), e no estudo de Kamble; Gunasekaran e Sharma

(2020). Esses autores apontam que o uso de sensores evita a operação manual diminuindo bastante o erro na entrada de dados. Além disso, ao utilizar a tecnologia *blockchain*, é criado um sistema inviolável para registro de dados de forma sequencial nas informações agroalimentares, e isso, aumenta a segurança e a qualidade do produto.

2.5.1 A solução *Hyperledger*

A solução *Hyperledger* da IBM é descrita por Khan; Byun e Park (2020) como uma ferramenta para a criação de uma rede *blockchain* privada, ou seja, apenas usuários autorizados podem interagir no sistema, e que uma autoridade certificadora registra cada usuário fornecendo um certificado digital para identificação única e exclusiva na rede. Isso faz com que todos os usuários sejam identificados.

No Brasil, a empresa *Ecotrace* adota a estratégia de utilizar uma rede de *blockchain* privada utilizando o *Hyperledger fabric* da IBM, com isso a empresa consegue a rastreabilidade de alimentos com a inteligência artificial e IoT unindo assim os elos da cadeia produtiva (ABIJAUDE; GREVE; SOBREIRA, 2021).

2.5.2 RFID-IoT

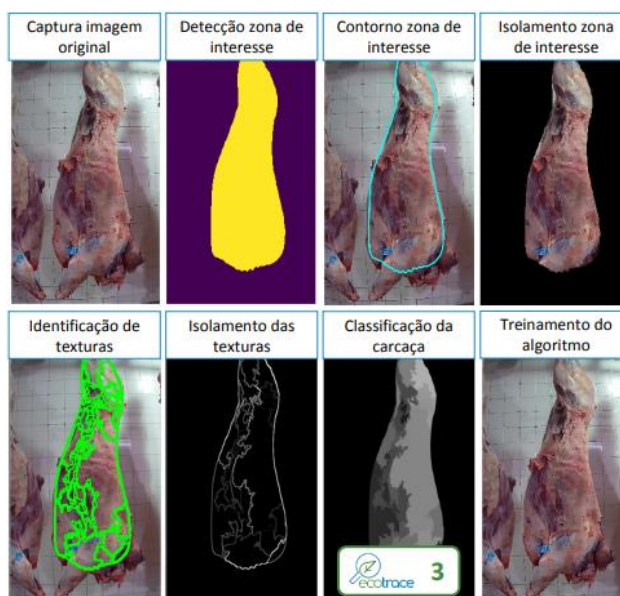
RFID é uma tecnologia de detecção de objetos por radiofrequência que usa informações de radiofrequência para uma instrução de curto alcance (INDUMATHI *et al.*, 2020, COSTA *et al.*, 2021). Os sensores/etiquetas de identificação de radiofrequência RFID possuem identificadores exclusivos e vários recursos de detecção (INDUMATHI *et al.*, 2020).

Já o termo IoT (*Internet of things*) refere-se a uma rede de informações que conecta sensores em objetos físicos que variam desde bens de consumo, paletes, mercadorias a ferramentas do dia a dia e máquinas industriais (REJEB; KEOGH; TREIBLMAIER, 2019).

A IoT desempenha um papel significativo na conveniência da vida humana cotidiana através de diversas aplicações e serviços inovadores. A enorme quantidade de dados gerados por esses dispositivos é geralmente armazenada em servidores locais e em nuvem (EDUSSURIYA *et al.*, 2020).

No Brasil, Abijaude, Greve e Sobreira, (2021) referem à experiência da empresa *Ecotrace* como um exemplo de rastreabilidade, segurança e transparência para o mercado de *commodities*, pois com o uso de um conjunto de soluções tecnológicas tem-se o auxílio nos processos entre todos os elos da cadeia de produção, desde sua origem ao consumidor final. Na Figura 5, é possível observar os dispositivos IoT em formas de câmeras de alta resolução, realizando a leitura da carcaça do animal e as várias fases de tratamento dessa carcaça para que os dados sejam inseridos na *blockchain*, gerando confiabilidade no processo de produção assim como apontado no processo de rastreabilidade australiano utilizado por Cao *et al.* (2021).

Figura 5. Tratamento de carcaça animal por dispositivo de IoT e IA na linha de produção da indústria frigorífica



Fonte: Franco (2019)

A classificação de carcaças por inteligência artificial é uma tecnologia inédita no mercado brasileiro, sendo que a *Ecotrace* é a pioneira nesse tipo de processo (FRANCO, 2019).

É possível observar na Figura 5 que a *Ecotrace* utiliza imagens, selecionadas por algoritmos, e a partir disso, inicia o detalhamento, para desenvolver padrões de leitura de cobertura de gordura em partes da carcaça, como a maminha, por exemplo. A classificação das carcaças é feita da seguinte maneira: a imagem capturada pela câmera na linha industrial é enviada para o sistema, que detecta a zona de análise (carcaça), faz assim, a identificação de texturas, isola a textura de interesse (gordura), e realiza a classificação, com base no banco de dados. Convém destacar que todas as imagens das carcaças são arquivadas para posterior auditoria e liberadas para os produtores, tanto no Portal *Ecotrace* quanto no aplicativo *Trace Beef* (FRANCO, 2019).

RFID e IoT colaboram para que o processo de rastreabilidade da carne bovina seja executado com a precisão, como é descrito no estudo de Indumathi *et al.* (2020) que afirmam sobre as diversas vantagens na adoção da tecnologia *blockchain* com o IoT tais como, o acesso e monitoramento dos dados 24 horas por dia 7 dias por semana. Nesse sentido, cada transação é registrada, colocada em um bloco de dados e adicionada a uma cadeia de dados segura e imutável que não pode ser alterada, apenas adicionada, isso gera mais segurança considerando que os dados selecionados são gerenciados, analisados, personalizados e compartilhados entre clientes e parceiros autorizados, fornecendo assim, confidencialidade, integridade e privacidade (INDUMATHI *et al.*, 2020).

2.5.3 Big data

A tecnologia de *big data* pode ser utilizada para gerenciar um grande número de dados e ajudar as organizações nos processos de tomadas de decisões estratégicas e também relacionadas ao desempenho das operações (WEI, 2020). Para

Kuhi *et al.* (2018), a visibilidade das organizações é alcançada com as tecnologias da Indústria 4.0, que representa uma mudança radical na adaptabilidade e capacidade de resposta não apenas em termos de fabricação logística dos processos, mas também em termos de integração de sistemas e estratégias de gestão que articulam de forma eficiente no desenvolvimento de suas operações diárias.

Nessa direção, é fundamental destacar que a tecnologia de *big data* é apontada como uma ferramenta que aprimora as cadeias de suprimentos. As plataformas de *big data* são essenciais para lidar com a quantidade de dados gerados pelos dispositivos IoT, porque todas as informações são provenientes da interconexão com a Internet (KUH I *et al.*, 2018).

Na agricultura, segundo Kamble, Gunasekaran e Gawankar (2020) *big data* e IoT estão atualmente associados principalmente a informações coletadas por sensores. Assim, utilização de *blockchain* e *big data* têm sido utilizadas em conjunto, para ajudar a avaliar as variáveis do campo, o estado do solo, condições atmosférica e biomassa de plantas ou animais. Também pode ser usada para avaliar e controlar as variáveis como temperatura, umidade, choque ou vibrações durante o transporte de produtos.

2.5.4 Computação em nuvem

Uma solução com *blockchain* de computação em nuvem garante que os ativos de dados estejam intactos, e nada foi adulterado (INDUMATHI *et al.*, 2020). De acordo com Helo e Shamsuzzoha (2020) o *blockchain* pode ser usado para garantir o compartilhamento de dados em uma plataforma de rede que permite que os usuários compartilhem dados sem a perda do controle e da propriedade destes, garantindo assim, privacidade, controle do usuário e incentivos para o compartilhamento, identificando o que, com quem, quando, por que meios e para que propósitos os dados foram executados.

Segundo Cao *et al.* (2021) a tecnologia de computação em nuvem é utilizada para receber e armazenar os dados coletados pelos sensores espalhados em pontos estratégicos para coleta de informações.

Para Bello *et al.* (2021) existem cinco características essenciais da computação em nuvem são: (1) A natureza onipresente da computação em nuvem que implica um amplo acesso à rede, pois os serviços em nuvem são acessíveis independentemente da hora e localização. (2) O recurso de agrupamento compartilhado implica uma infraestrutura de vários arrendamentos que pode acomodar muitos usuários e aplicativos. (3) O atributo de elasticidade permite que os usuários aumentem ou diminuam a solicitação de recursos de computação sob demanda. (4) A faceta de autoatendimento sob demanda significa que os recursos de computação devem ser fornecidos automaticamente aos usuários. E, (5) a peculiaridade do pagamento que pode permitir que os usuários paguem apenas pelos serviços de nuvem consumidos.

2.5.5 Contratos inteligentes

As inspeções através de contratos inteligentes são confirmadas de forma autônoma e distribuídas. Assim, as empresas podem reduzir os custos de fraude e conformidade (WATANABE *et al.*, 2019). A transparência das informações permite que as empresas acompanhem o desempenho de vendas de seus produtos. Os processos de troca e devolução podem ser executados automaticamente através de contratos inteligentes e estar disponíveis no *blockchain*. Este recurso fornece informações confiáveis e verificáveis sobre o planejamento e tomada de decisão sobre os produtos (ZHU; KOUHIZADEH, 2019).

O processo operacional de contratos inteligentes funciona como um acordo comum entre duas ou mais partes para armazenar informações, processar entradas e gravar saídas de acordo com funções pré-definidas. Existem diferentes plataformas

que podem desenvolver e implantar contratos inteligentes tais como: NXT, *Ethereum* e *Hyperledger Fabric* (KHAN *et al.*, 2021)

2.5.6 Criptografia

A versatilidade dos contratos inteligentes combinados com recursos de segurança criptográfica torna os contratos inteligentes ferramentas ideais para processamento de transações em tempo real e disponibilidade de dados (ALKHADER *et al.*, 2020). Assim, os recursos de segurança *blockchain* cobrem diferentes áreas geográficas com muitos parceiros.

É pertinente destacar que a referência conceitual de uso do *blockchain* desenvolvido nesse estudo aponta para a obtenção de segurança aprimorada com o uso da criptografia. Cao *et al.* (2021) destaca em seu estudo que os dados criptografados não podem ser alterados e não podem ser falsificados. Isso proporciona mais confiabilidade em uma cadeia com tantos atores envolvidos, principalmente como é a cadeia de suprimentos da carne no Brasil. Na referência conceitual o uso da criptografia também melhora a segurança dos dados da cadeia de suprimentos.

2.6 Rastreabilidade da carne bovina no Brasil

Dá-se o nome de rastreabilidade ao processo que faz com que as informações exigidas pelo mercado cheguem até o consumidor por um processo de práticas sistemáticas de segregação física e troca de informações entre diferentes atores da cadeia produtiva (CELESTINO & SILVEIRA, 2006).

Assim, o processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil nasce, como resposta a um enfrentamento de crises sanitárias nos rebanhos da Europa, como a febre aftosa e a *Bovine Spongiforme encephalopathy* (BSE) conhecida popularmente no Brasil como doença da vaca louca. Essa crise levou as autoridades europeias a solicitar atestados de produção e rastreabilidade dos países fornecedores de carne bovina (CELESTINO; SILVEIRA, 2006). Mello *et al.* (2017) e Lopes *et al.* (2012)

concordam que existe uma preocupação global com a segurança alimentar, isso introduziu a necessidade da rastreabilidade dos alimentos. Muito embora o processo de rastreabilidade tenha nascido para certificar a qualidade dos alimentos, ele se torna também importante no campo comercial, pois a exigência dos mercados consumidores internacionais fez com que o Brasil criasse o seu sistema de rastreabilidade a fim de atender essas exigências.

Dessa maneira, o processo de rastreabilidade no Brasil se iniciou nos anos 2000, com demandas sanitárias de mercados consumidores importadores da carne brasileira. Isso potencializou a introdução do processo de rastreabilidade do gado no país. Assim foi criado o Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos (SISBOV) através da Instrução Normativa nº 01/2002 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para o controle sanitário e fiscalização das propriedades rurais que desejavam produzir e comercializar carnes para o mercado mundial (CELESTINO & SILVEIRA, 2006; VINHOLIS, 2013).

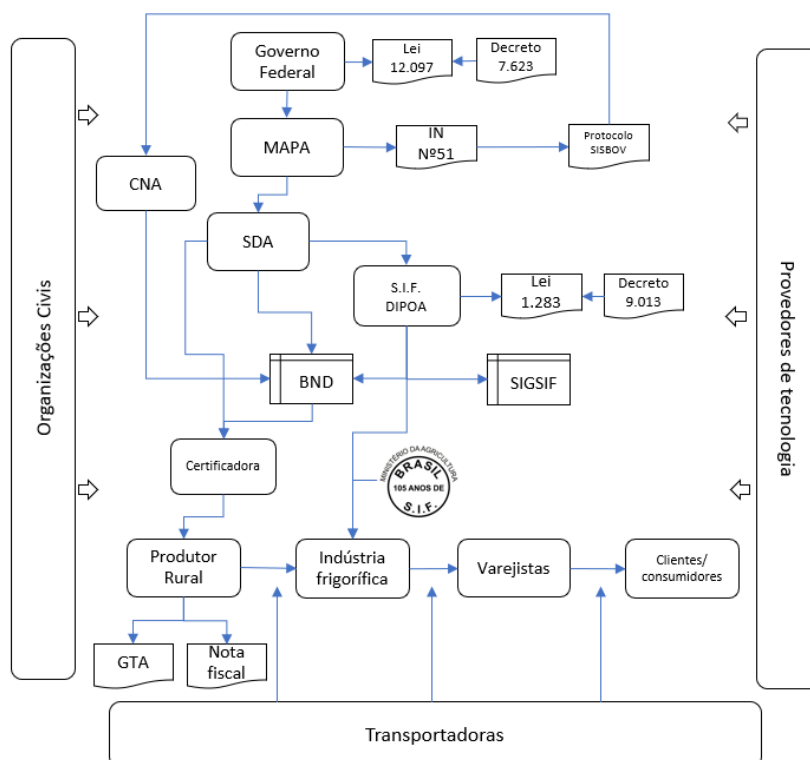
Contudo, novos requisitos por parte dos consumidores quanto à rastreabilidade dos alimentos, em especial a carne bovina, vem aumentando com o passar dos anos. Assim, observa-se nos anseios dos clientes uma preocupação sobre a segurança alimentar (MAO *et al.*, 2018), e desenvolvimento sustentável na produção de alimentos, de governos e consumidores (DING *et al.*, 2020). Além disso, a melhoria de desempenho das cadeias de suprimentos alimentares, com vistas ao aumento da produção de alimentos da população mundial, são cada vez maiores (PRASHAR *et al.*, 2020). Por tudo isso, as exigências por parte dos consumidores quanto à rastreabilidade dos alimentos, em especial a carne bovina, vem crescendo gradativamente. E isso tem influenciado novas ações para a realização da rastreabilidade da carne bovina (GEORGE *et al.*, 2019).

Nesse sentido, é possível inserir a tecnologia *blockchain* para fins de rastreabilidade dos alimentos (QIAO *et al.*, 2018; SAURABH & DEY, 2021). Logo, todos os dados importantes dessa cadeia de suprimentos estarão gravados em blocos imutáveis, com criptografia, em uma rede descentralizada, permitindo que a rastreabilidade dos alimentos possa ser realizada de maneira mais efetiva.

O SISBOV é administrado pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) oferece apoio gerencial e operacional para a execução do regulamento da rastreabilidade. Ainda ligado ao MAPA existe a secretária de defesa agropecuária (SDA), responsável pela base nacional de dados (BND). Além disso, subordinada à SDA existe o Serviço de Inspeção Federal e o departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (S.I.F. /DIPOA), com atuação disciplinada na Lei nº 1.283/1950 que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal, e que foi regulamentado pelo Decreto nº 9.013/2017. É no DIPOA que se localiza o sistema de informações gerenciais (SIGSIF) (MAPA, 2017).

Nota-se, na Figura 6, que a quantidade de informações e relacionamentos para que a rastreabilidade possa ser realizada é complexa tornando esse processo bastante desafiador. De maneira a esclarecer como e onde atua cada *stakeholder* da cadeia de suprimentos da carne bovina no Brasil, um fluxograma desse processo foi criado para mostrar como é o processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil.

Figura 6. Fluxo do processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 6 é possível identificar cada integrante e os relacionamentos entre cada entidade, além de também mostrar cada normativo que cria e orienta a atuação de cada membro da cadeia. Na base da execução dos normativos legais está o produtor, rural que se relaciona com as certificadoras, empresas que certificam a aderência à norma SISBOV, e estas com a SDA e a BND. Além disso, o produtor se relaciona com a indústria frigorífica, que tem a sua produção fiscalizada pelo S.I.F/DIPOA. A indústria frigorífica absorve a produção do gado de corte e o transforma na carne que é consumida pelos clientes finais. Existem ainda nesse relacionamento, as transportadoras, que trabalham na cadeia produtiva levando o gado do produtor rural para a indústria frigorífica, e da indústria frigorífica para os varejistas que disponibiliza o produto para os consumidores, finalizando o fluxo da

cadeia produtiva da carne bovina no Brasil. O papel das organizações sociais se resume à fiscalização, orientação e suporte para toda a cadeia da pecuária de corte.

Ademais, verifica-se que as empresas provedoras de soluções tecnológicas é que são as responsáveis pela implantação, suporte e evolução da tecnologia de *blockchain* na cadeia produtiva da carne bovina (SAURABH; DEY, 2021).

2.6.1 Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento - MAPA

O Ministério da agricultura, pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável pela gestão das políticas públicas para a agropecuária no Brasil. É ele quem fomenta, normatiza e regula os serviços relacionados ao agronegócio (LOPES *et al.*, 2012).

Além disso, por meio da Lei nº12.097 de 24 de novembro de 2009 e do decreto presidencial nº 7.623 de 22 de novembro de 2011 o governo federal dispõe sobre o conceito e aplicação da rastreabilidade da cadeia produtiva das carnes bovinas no Brasil. A lei aponta sobre o conceito da rastreabilidade como forma de garantir o registro e o acompanhamento das informações referentes a cada estágio da cadeia produtiva da carne bovina. Na referida lei é importante ressaltar que a guia de trânsito animal (GTA) e a nota fiscal (NF) são importantes instrumentos do processo de rastreabilidade entre outros.

2.6.1.1 Protocolo SISBOV

O processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil inicia-se formalmente com o SISBOV (VINHOLIS, 2013). Esse é o sistema oficial de identificação de bovinos e búfalos no Brasil. Atualmente é regido pela Instrução normativa (IN) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 51, de 1 de outubro de 2018 sendo que a adesão pelos produtores rurais é voluntária, exceto quando definida a obrigatoriedade por ato normativo próprio ou controles sanitários oficiais. Sobre o conceito e a aplicação da rastreabilidade citado na IN 51 MAPA, existe a Lei do nº

12.097/2009 do Governo Federal que dispõe sobre o conceito e a aplicabilidade da rastreabilidade na cadeia produtiva da carne bovina e de búfalos.

Dentro da referida norma existe o número SISBOV, em que o número de identificação do animal é descrito da seguinte maneira:

Art. 4º A identificação individual de bovinos ou búfalos, citada no art. 5º do Decreto nº 7.623, de 2011, será única em todo o território nacional e utilizará código de quinze dígitos numéricos emitido pela Plataforma de Gestão Agropecuária - PGA, controlada pela Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA/MAPA, e terá a seguinte composição:

I - os três primeiros dígitos serão representados pelo código Brasil - 076; e

II - doze dígitos subsequentes sequenciais, identificando o bovino ou búfalo.

Parágrafo único. Entende-se por número SISBOV ou número de cadastro no SISBOV, a sequência de quinze dígitos que compõe a identificação individual de bovinos ou búfalos e, por número de manejo, a sequência do décimo ao décimo quinto dígito do número SISBOV (MAPA, 2018).

A lei cita como objetivo primordial, o aperfeiçoamento dos controles e garantias no campo da saúde animal, saúde pública e inocuidade dos alimentos. A norma também menciona que os estabelecimentos rurais e os de abate somente poderão receber bovinos e búfalos acompanhados de Guia de trânsito animal (GTA). Observa-se que existem entraves legais entre o dispositivo físico que identifica unicamente o animal no protocolo de rastreabilidade SISBOV desde o campo até o seu abate e essa identificação está presente na (GTA) e nos documentos de rastreabilidade do animal e posteriormente à nota fiscal emitida na sequência.

É importante frisar que na GTA existem informações importantes sobre a saúde do animal, tais como vacinas aplicadas, a finalidade da produção se foi o processo de cria, recria ou engorda, a idade dos animais, a fazenda de origem e a fazenda de

destino desse animal, além do nome e CPF/CNPJ do produtor rural (Anexo 1 – GTA). Essas informações são importantes para executar um processo de rastreabilidade.

2.6.1.2 Secretaria de defesa agropecuária - SDA

Dentro do MAPA encontra-se a SDA, que é responsável pela regulamentação, implementação e execução de diversos sistemas de controle que têm por objetivo gerar garantias sobre a adequação da segurança sanitária e fitossanitária, conforme os riscos identificados tanto para os consumidores quanto para os setores produtivos (MAPA, 2017).

É a SDA a responsável pelo controle da plataforma de gestão agropecuária (PGA), responsável pelo gerenciamento da identificação individual de cada bovino no Brasil. Compete a ela receber a solicitação de fabricação de elementos de identificação dos bovinos, gerenciar a base nacional de dados (BND), credenciar propriedades rurais, credenciar certificadoras, credenciar estabelecimentos de abate de animais na BND, e fiscalizar operacionalmente a aderência aos normativos do SISBOV (MAPA, 2018).

A Base Nacional de Dados (BND) é o banco de dados gerenciado pela SDA com informações sobre produtores rurais, animais registrados, certificadoras credenciadas, estabelecimentos de abate, fabricantes e importadores de elementos de identificação individual de cada animal (MAPA, 2018). Nessa base, encontram-se os códigos numéricos de identificação individual de cada bovino, bem como as informações detalhadas de cada bovino rastreado no Brasil, dados do estado, município ou distrito federal de nascimento, registro de data e do estabelecimento rural de registro dos animais, registros de transferências, morte ou desligamento dos animais, além do registro de movimentação de cada animal incluindo local de origem e destino, datas de entrada e saída dos animais e o número da GTA dessas movimentações. Ademais, é mantido nessa base o registro do abate dos bovinos, ou a

causa da respectiva morte, além de informações dos estabelecimentos rurais aprovados (ERAS) que são as propriedades aptas a exportar para os mercados que exigem a rastreabilidade individual de bovinos.

Os dados armazenados na BND, são de extrema importância para o processo de rastreabilidade e podem ser identificados como um dos elementos centrais nesse processo de registro da rastreabilidade individual de cada animal bovino e consequentemente da carne bovina produzida no Brasil.

2.6.1.3 S.I.F./DIPOA

O Serviço de Inspeção Federal, conhecido pela sigla (S.I.F.), vinculado ao Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), é o responsável por assegurar a qualidade de produtos comestíveis e não comestíveis de origem animal, destinados ao mercado interno e externo, bem como de produtos importados (SIF/DIPOA, 2016).

O DIPOA é a instância central e competente pela inspeção de produtos de origem animal no país, sendo subordinado administrativamente à Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). É nesse departamento que são elaboradas as diretrizes de ações governamentais para a inspeção e fiscalização de produtos de origem animal. O departamento também promove o agronegócio brasileiro em todo o mundo, em eventos do MERCOSUL, organização mundial do comércio (OMC) e organização mundial de saúde (OMS) entre outros (SIF/DIPOA, 2016).

A atuação do S.I.F. reside na concessão de registros dos estabelecimentos produtores e análise de rótulos de produtos de origem animal e certificação sanitária. Para que o produto receba o selo do S.I.F., este deve cumprir diversas etapas de fiscalização e inspeção de produtos de origem animal (DIPOA) e da DAS. Por isso, todos os produtos de origem animal sob responsabilidade do MAPA são registrados e

aprovados pelo S.I.F. Outra atribuição importante do DIPOA é o de manter o sistema de informações gerenciais (SIGSIF). Criado em 2003, o SIGSIF é uma ferramenta de gerenciamento do S.I.F.

O SIGSIF é uma ferramenta de gerenciamento para a inspeção federal. Esse sistema permite armazenar uma grande quantidade de dados de fiscalização e produção de produtos de origem animal (MAPA, 2017). É nesse sistema que se encontram todos os estabelecimentos que passam pelo processo de fiscalização e inspeção e recebem o número S.I.F. Dentro desse sistema os estabelecimentos que estão aptos a realizar o abate informam, por exemplo, a quantidade de animais abatidos e a quantidade de doenças.

Os dados públicos sobre essas e outras informações podem ser acessadas nos canais eletrônicos do MAPA, e apresentam a transparência do governo sobre os dados dentro do SIGSIF. Na Tabela 1, há um exemplo com informações extraídas do SIGSIF, que registram a quantidade de animais abatidos no mês de março de 2021 em cada estado da federação.

Tabela 1. Quantidade de animais bovinos abatidos por estado retirada do SIGSIF

Mês/Ano	UF	Espécie Animal	Quantidade de Animais
03/2021	AC	Bovino	17.947
03/2021	AM	Bovino	3.472
03/2021	BA	Bovino	17.908
03/2021	ES	Bovino	4.460
03/2021	GO	Bovino	164.394
03/2021	MA	Bovino	23.777
03/2021	MG	Bovino	142.732
03/2021	MS	Bovino	249.261
03/2021	MT	Bovino	328.824
03/2021	PA	Bovino	163.584
03/2021	PR	Bovino	60.816
03/2021	RO	Bovino	166.261
03/2021	RR	Bovino	1.475
03/2021	RS	Bovino	45.777
03/2021	SC	Bovino	10.319
03/2021	SP	Bovino	186.611
03/2021	TO	Bovino	75.391

Fonte: MAPA, 2021.

É possível observar na Tabela 1 que o Estado do Mato Grosso continuou liderando o *ranking* das UF's do abate de bovinos em fevereiro de 2021, seguido por Goiás, Roraima, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Essa base de dados possui informações estratégicas para determinar como se encontra a saúde do animal e consequentemente as condições da carne bovina abatida nas indústrias frigoríficas. Além disso, esses dados também podem servir de base para construção e análise sobre o processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil.

2.6.1.4 Confederação da agricultura e pecuária do Brasil - CNA

O Sistema CNA é composto por três entidades: a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), que representa os produtores rurais brasileiros de pequeno, médio e grande portes, o Serviço nacional de aprendizagem rural (SENAR) que atua como um instrumento para formação profissional rural e promoção social e qualidade de vida de homens e mulheres do campo e o Instituto CNA que desenvolve estudos e pesquisas na área social e no agronegócio (CNA, 2021).

O Sistema CNA funciona da seguinte forma: as federações da agricultura e pecuária atendem os estados e representam os sindicatos rurais, que por sua vez, desenvolvem ações diretas de apoio ao produtor rural, buscando soluções para os problemas locais. E a CNA defende os interesses dos produtores junto ao governo federal, ao congresso nacional e aos tribunais superiores do poder Judiciário, nos quais dificilmente um produtor, sozinho, conseguiria obter respostas para as suas demandas (CNA, 2021).

Em 2021, através do ofício circular nº 50 SDA/MAPA foi atribuída à CNA a responsabilidade de conceder apoio gerencial e operacional à gestão da norma operacional do SISBOV. Apesar de ser uma entidade privada, na estrutura dessa dissertação ela foi designada abaixo da estrutura do MAPA propositadamente, apenas

para explicar que a CNA é responsável pela gestão do SISBOV, uma norma criada pelo governo federal. Assim, faz sentido a alocação dessa maneira na pesquisa.

2.6.2 Produtor rural

A pecuária bovina de corte está presente no cenário econômico nacional, desde a época colonial (CARVALHO & ZEN, 2017). Nas últimas décadas, a pecuária bovina de corte desenvolveu-se através da expansão da fronteira agrícola, com a incorporação de novas terras, sendo a maioria desprovida de infraestrutura. Nos anos 90 e início de novo século, observa-se uma pecuária nacional com altos índices de produtividade. A atividade vem evoluindo nos últimos anos, com o emprego de tecnologia e aumento de produtividade dentro das propriedades. A pecuária brasileira tem passado por grandes mudanças nos últimos anos. Na indústria, a profissionalização levou as empresas à abertura de capital, a internacionalização, a diversificação das atividades e produtos (CARVALHO & ZEN, 2017).

Entretanto, coexistem dois subsistemas de produção bastante distintos. O primeiro é de alta qualidade, caracterizado pela adoção de tecnologia avançada e padrões eficientes de gestão e de comercialização. O segundo, de baixa qualidade, baseia-se na produção extensiva, pequena intensidade tecnológica e padrões precários de gestão e de comercialização do gado bovino. (CARVALHO & ZEN, 2017).

É nesse contexto que a rastreabilidade da carne bovina precisa ser executada, com um sistema de produção capaz e apto a executar todos os processos da rastreabilidade e outro que não possui condições tecnológicas, de mão de obra qualificada nem ferramentas para executar esse mecanismo. Nesse sentido, a adoção da rastreabilidade na cadeia de suprimentos da carne bovina demanda ferramentas de gestão e tecnologia da informação e exige ainda uma elevada escala de produção (MELLO *et al.*, 2017).

Todavia, desde o início do processo de implantação da rastreabilidade da produção bovina no Brasil, o uso do SISBOV enfrentou algumas dificuldades, principalmente no que tange ao normativo, que antes foi regulamentado como obrigatório pelo Governo Federal, e posteriormente revogada a obrigatoriedade. Isso tudo causou muita controvérsia em torno de uma efetiva adesão aos processos de rastreabilidade da carne bovina no Brasil (LOPES *et al.*, 2012). Os produtores rurais afirmam ainda que entre as grandes dificuldades enfrentadas para implantar o SISBOV estão: as mudanças frequentes da legislação, a perda do elemento de identificação; a falta de divulgação das leis; o custo elevado da certificação; e o preenchimento de planilhas de identificação (LOPES *et al.*, 2012).

Considerando o SISBOV como o maior programa brasileiro de rastreabilidade da carne bovina, entende-se que grande parte das dificuldades enfrentadas são extensivas à grande maioria dos produtores rurais. Por isso, medidas que melhor estructurem esse processo de rastreabilidade bovina devem ser realizadas.

Para que a rastreabilidade da carne bovina no Brasil possa ser executada de maneira satisfatória e utilizando a tecnologia de *blockchain*, é necessário que os dados inseridos no livro razão passem pelo crivo do protocolo que garanta a coleta segura e com qualidade dos dados. O protocolo SISBOV possui condições de realizar o controle da produção dos animais de maneira eletrônica, através do *boton* eletrônico e do bastão de leitura que utilizam a tecnologia de RFID e funcionam como identificador único de cada animal. No caso do *boton* e o coletor de dados o bastão, como os mostrados na Figura 7.

Figura 7. Bastão de leitura, *boton* eletrônico e brinco utilizados para rastreabilidade bovina no SISBOV



Fonte: <http://tracer.vet.br/>

Isso garante que os dados dos animais serão sempre os mesmos e que serão controlados um a um sem a intervenção humana no processo. Por isso, para que a coleta dos dados de rastreabilidade da carne bovina seja realizada com qualidade é necessário investir em mecanismos que garantam a qualidade na coleta dos dados.

2.6.3 Indústria frigorífica

Com o protagonismo exercido nos últimos anos pela indústria frigorífica brasileira, a carne bovina, em especial, figura como um elemento de destaque. Dados do MAPA apontam que em 2019 a exportação de carnes e derivados no Brasil foi de US\$ 16.685.642.246,00 e que em 2020 esse número representou US\$ 17.158.814.042,00, representando 17,23% e 17,04% das exportações do agronegócio no Brasil, respectivamente (MAPA, 2021a).

Isso mostra o crescimento do setor, demonstrando ser uma importante fonte de riqueza para o país. Contudo, há de se destacar que esse setor é dividido em três cadeias: carne bovina, suína e de frango. As exportações somente da carne bovina em 2019 foram de US\$ 7.629.210.938,00, e em 2020 foi de US\$ 8.478.216.066 (MAPA, 2021a).

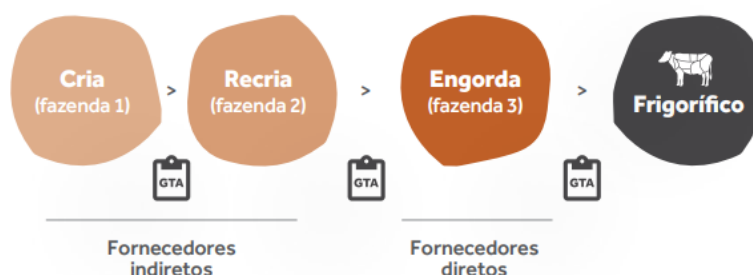
Diante desse cenário, é importante observar que a rastreabilidade desses alimentos se torna cada vez mais relevante não só para o cenário de exportação, mas também para o consumo interno. Para que o processo de rastreabilidade da carne

bovina possa ser executado, é necessário que ele seja primeiramente iniciado pelo produtor rural. No Brasil esse processo é regido pelo SIVBOV.

Entretanto, a adesão ao protocolo de rastreabilidade pelo produtor rural é baixa. No protocolo do SISBOV encontram-se 1.464 propriedades rurais cadastradas como estabelecimentos rurais aprovados (ERAS), representando apenas 2,9% de propriedades rurais no país (MAPA/SDA, 2021). Segundo o censo agropecuário de 2017 do IBGE contabiliza no país 5.072.15 de propriedades rurais (IBGE, 2018). Isso faz com que o processo de rastreabilidade no Brasil não seja realizado com completude em todo seu rebanho deixando brechas e falhas no processo de rastreabilidade da carne bovina brasileira.

Na Figura 8 é possível verificar os elos produtivos na produção dos animais bovinos. Todos os produtores que porventura fizeram parte do processo de cria, recria e engorda dos animais precisam passar pela rastreabilidade, ou seja, pela identificação das propriedades por onde o animal transitou.

Figura 8. Elos produtivos envolvidos na cadeia de fornecimento da carne



Fonte: Armelin; Burnier, Grossi (2019).

Assim, o problema enfrentado pela indústria frigorífica reside no fato da identificação da origem do animal ficar restrita apenas ao último produtor rural. Essa brecha permite que o frigorífico adquira um animal que pode ter passado por uma propriedade que possua algum tipo de restrição socioambiental, ou que não executou corretamente os protocolos de rastreabilidade, pois somente a última propriedade em

que se encontra o animal é informada na hora da venda. Dessa maneira, o processo de rastreabilidade irá possuir uma falha. A tecnologia de *blockchain* pode ser aliada dessa cadeia para resolver essa brecha.

2.6.4 Varejistas

Os varejistas são os responsáveis pela entrega do produto aos consumidores. Existe uma diferença entre os vários tipos de varejistas estabelecidos atualmente. Nessa categoria enquadram-se os açougues, as grandes redes de supermercados e pequenos estabelecimentos de varejo. Destacam-se ainda, como locais de distribuição, as redes de varejo da própria indústria frigorífica. Denota-se esse movimento para reduzir custos e aumentar a rentabilidade.

A vantagem do processo de rastreabilidade para as redes de varejo passa pela possibilidade de localização segura e precisa dos alimentos distribuídos a seus clientes finais. As exigências do cliente final de um processo seguro e sustentável para produção dos alimentos são repassadas para os varejistas, que, por sua vez, repassam essa demanda para a indústria frigorífica. Dessa maneira, o comércio varejista passa a exigir processos de rastreabilidade cada vez mais transparentes e seguros.

No Brasil os grandes varejistas começaram a perceber que a demanda dos clientes em saber a origem dos produtos cresce. Essas grandes empresas começam a se movimentar para poder oferecer aos clientes sistemas em *blockchain* para garantir a procedência dos alimentos.

O *Carrefour* é uma das organizações que está investindo na tecnologia de *blockchain* para oferecer garantia de procedência e execução de rastreabilidade alimentar aos seus clientes. A companhia está estendendo o programa de monitoramento de origem dos alimentos e a carne bovina é um dos produtos que

serão monitorados com a tecnologia de *blockchain* (CHINAGLIA, 2022; SILVA & VENDRAMINI, 2020).

2.6.5 Clientes/consumidores

Os clientes/consumidores geralmente representam o último elo de atuação nas cadeias de suprimentos alimentares. São eles que exigem transparência nos processos de produção alimentar (MELLO *et al.*, 2017; BEHNKE & JANSSEN, 2020). A exigência reside ainda no fato dos consumidores demandarem por processos industriais cada vez mais sustentáveis (KAMBLE, GUNASEKARAN & SHARMA, 2020).

A maioria dos consumidores brasileiros deseja que a carne consumida possua rastreabilidade e está disposto a pagar mais por isso (OTÁVIO *et al.*, 2012). Logo, se houver incerteza nos processos de produção, é provável que as compras sejam feitas em outro estabelecimento e isso impacta de maneira negativa o resultado final da empresa (KAYIKCI *et al.*, 2020).

Por isso é tão importante que tantos os governos, produtores rurais e indústrias frigoríficas participem ativamente desse processo de rastreabilidade da carne bovina para poder entregar segurança alimentar aos consumidores do produto e produzir de maneira sustentável.

2.6.6 Provedores de tecnologia

As indústrias frigoríficas e os atacadistas no Brasil estão recorrendo a empresas especialistas na tecnologia *blockchain* para poder realizar os projetos de rastreabilidade de seus produtos. Esse cenário não difere muito do encontrado em outros países, ou nos estudos de caso de Prasshar *et al.* (2020). Desse modo, são identificadas com maior destaque as empresas *Safe trace* e *Ecotrace* oferecendo esse serviço no mercado brasileiro. A *Ecotrace* é uma empresa nacional que atua na área

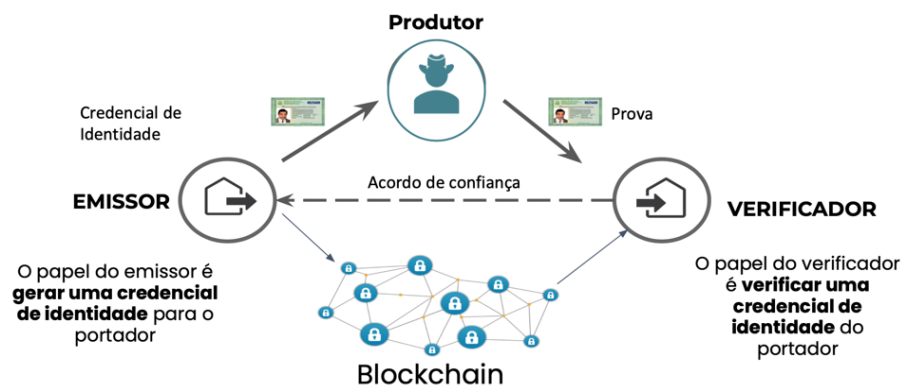
da rastreabilidade de alimentos e emprega a tecnologia *blockchain*, IoT e inteligência artificial para unir os elos da cadeia produtiva (ABIJAUDE, GREVE & SOBREIRA, 2021; HYLEER & CAMPOS, 2019).

Já a empresa *Safe trace* atua no mercado de rastreabilidade desde 2006. No Brasil, a empresa está atuando juntamente com o *Carrefour* para garantir a rastreabilidade dos produtos da marca Sabor & Qualidade, por meio da tecnologia *blockchain*. A experiência do uso da tecnologia para rastreamento da carne bovina foi realizada em abril de 2019 com o consumidor podendo utilizar o *smartphone*, para, através de um *QR CODE*, consultar a localização da fazenda de origem, a alimentação dos animais, o transportador, e o nome do criador que originou aquele alimento (SILVA & VENDRAMINI, 2020).

2.6.7 Iniciativas de rastreabilidade com o *blockchain*

Ainda incipiente e com poucos atores utilizando a solução de *blockchain* para rastreabilidade da carne bovina, pode-se dizer que o *blockchain* começa a ser utilizado por alguns *stakeholders* da cadeia de suprimentos da carne bovina no Brasil. No site do MAPA é possível observar a rastreabilidade de alimentos com a tecnologia *blockchain* devido a atuação de uma empresa terceirizada para essa finalidade (MAPA, 2021b; FELIPPE, 2020). É o que pode ser observado na Figura 9.

Figura 9. Esquema de utilização de *blockchain* para inserção de dados do produtor rural no sistema da *Safe trace*



Fonte: *Safe Trace* (2019).

Na Figura 9 observa-se que com o uso da tecnologia de *blockchain* é possível criar uma identidade em *blockchain* para cada integrante da rede. Sendo assim o emissor tem a sua credencial gerada dentro da rede de *blockchain*. Da mesma maneira dentro da rede de *blockchain* o verificador utiliza-se dessa estrutura para examinar a validade dessa credencial e estabelecer a inserção de dados na rede.

Assim, em parceria com a *Safe Trace*, o *Carrefour* está expandindo seu programa de rastreabilidade de alimentos *in natura* com o uso da tecnologia *blockchain* (SILVA; VENDRAMINI, 2020). Outra indústria frigorífica que está utilizando o *blockchain* para realizar rastreabilidade da carne produzida é a Marfrig. Lançado em julho de 2020 em parceria com a *Safe trace* a iniciativa tem o objetivo de estabelecer uma ferramenta robusta que seja a principal aliada ao dia a dia dos parceiros da empresa, segundo o diretor de sustentabilidade (FORBES, 2020).

Outra grande indústria frigorífica que cita o uso de tecnologias que ajudam a empresa a realizar a rastreabilidade da carne bovina é a Frigol. Logo, é possível ver que a empresa foi uma das pioneiras a utilizar a tecnologia *blockchain* para a rastreabilidade da carne bovina no Brasil (CARAM, 2019). Portanto, nota-se um movimento inicial para que a rastreabilidade da carne bovina possa ser realizada utilizando a tecnologia de *blockchain*. Uma das poucas empresas que está utilizando a

tecnologia de *blockchain* para realizar rastreabilidade da carne bovina é a *Ecotrace* (HYLEER; CAMPOS, 2019).

3. Metodologia da pesquisa

3.1 Abordagem de pesquisa

A pesquisa proposta é do tipo aplicada, ou seja, objetiva gerar conhecimento para aplicação prática, com a finalidade de resolver problemas e melhorar desempenhos específicos. Quanto à abordagem adotada, é uma pesquisa qualitativa, pois conterà em seus resultados a descrição de como e de que maneira são adotadas soluções tecnológicas na cadeia de suprimentos com a adoção do *blockchain* para fins de rastreabilidade da carne bovina no Brasil.

Para atingir seus objetivos, foi utilizado um método que busca desenvolver conhecimento, solucionar problemas de algo artificial, criado pelo homem com a construção de artefatos para a prescrição de soluções dos problemas encontrados (DRESCH, 2018).

Foi utilizada inicialmente para observação do objeto de análise, a pesquisa exploratória. Ela é usada quando se há pouco conhecimento sobre o tema a ser abordado e assim conseguir construir conceitos e formular hipóteses (CALIXTO, 2009). Esse procedimento metodológico, denominado pesquisa exploratória, apresenta natureza qualitativa e contextual (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995). Ademais, a pesquisa exploratória ajuda a definir os problemas com maior precisão e amplia o conhecimento acerca do tema (SELLTIZ, 1987).

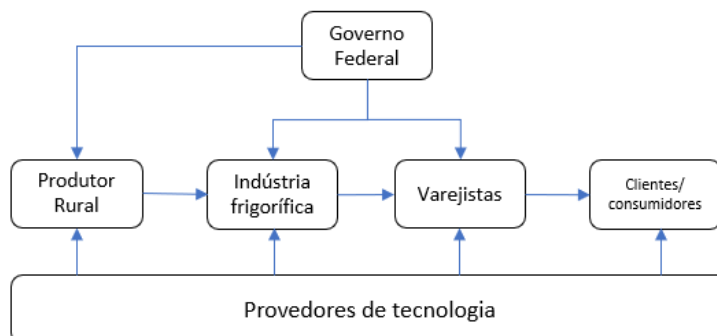
A pesquisa exploratória pode ser definida como parte integrante da pesquisa principal, atuando como o estudo preliminar realizado com a finalidade de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995). Dessa maneira, a pesquisa exploratória foi desenvolvida analisando e investigando os atores envolvidos no processo de rastreabilidade da cadeia de suprimentos da carne bovina no Brasil juntamente com uma revisão de

literatura, para que o entendimento do processo pudesse ser absorvido. Em seguida foi utilizado um método de pesquisa, para criar um *framework* de rastreabilidade da carne bovina utilizando a tecnologia de *blockchain*.

3.2 Objeto de estudo

Na Figura 11 aparece a descrição e o posicionamento de cada ator que será estudado na pesquisa. O governo federal atua nessa cadeia promovendo a regulamentação, fiscalização pela gestão das políticas públicas para a agropecuária no Brasil. O produtor rural é aquele que realiza a atividade agropecuária promovendo a criação dos animais bovinos. A indústria frigorífica é quem realiza as atividades de abate de animais bovinos transformando-os na proteína animal (carne) para alimentação.

Figura 10. Atores selecionados para o estudo sobre rastreabilidade da carne bovina no Brasil com a tecnologia *blockchain*



Fonte: Elaborado pelo autor

Os provedores de tecnologia atuam na prestação de serviço à indústria frigorífica, indústria varejista, produtores rurais e aos clientes a respeito da tecnologia de *blockchain* e rastreabilidade. Já a Indústria varejista recebe o produto acabado (carne) e disponibiliza o alimento aos clientes em suas unidades. Por último o cliente/consumidor é quem está no final do processo da rastreabilidade consumindo o alimento.

3.3 Delimitação da pesquisa

A delimitação dessa pesquisa seguiu analisando a aplicação da tecnologia *blockchain* nos atores selecionados (governo federal, produtor rural, indústria frigorífica, varejistas, clientes/consumidores, provedores de tecnologias) para o estudo da rastreabilidade da carne bovina, como e de que maneira isso está sendo realizado no Brasil. De maneira ainda mais específica e delimitada, foi proposto a criação de um *framework* que utiliza *blockchain*, no desenvolvimento de um modelo que melhore o desempenho da cadeia de suprimentos da carne bovina na coleta dos dados do processo de rastreabilidade utilizando a tecnologia de *blockchain* em sua origem, fazendo que que esses dados possam ser utilizados ao longo da cadeia produtiva.

3.4 Instrumento de coleta dos dados

Parte essencial no desenvolvimento de pesquisas científicas, a coleta de dados foi realizada com:

- Análise de registros (CNA, MAPA, IBGE) relacionados ao processo de rastreabilidade da carne bovina;
- Análise de documentos (Leis, Decretos, Portarias, Resoluções) relacionados com a rastreabilidade da cadeia de suprimentos.

3.4.1 Coleta do material bibliográfico

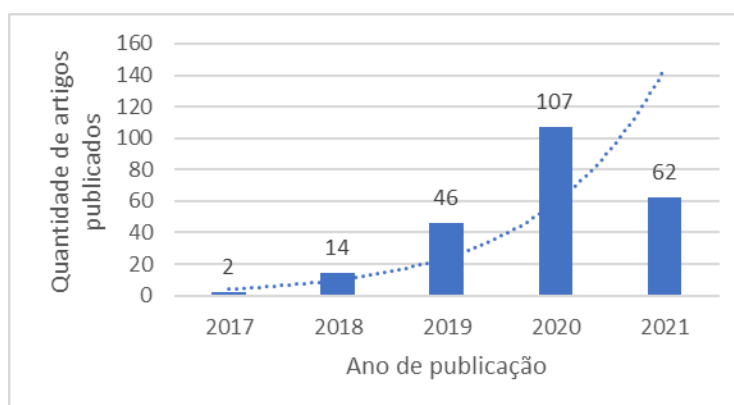
A coleta do material bibliográfico foi executada utilizando as plataformas *Scopus*, *Web of Science* e *IEEE Xplore*. Ao todo foram encontrados 285 artigos. As consultas foram realizadas utilizando os termos “*blockchain*” e “*supply chain performance*” para descobrir publicações acerca do desempenho da cadeia de suprimentos com a tecnologia de *blockchain*. As buscas foram realizadas entre os anos de 2017 e 2021, essa escolha se justifica para que a análise possa ser executada com uma base de dados atualizada.

A base de dados da *Web of Science* registrou o maior número de publicações, 160 artigos foram encontrados, representando 56,1% da amostra da pesquisa. Na plataforma *IEEE Xplore* foram localizadas 86 publicações, representando 30,2% dos artigos. Na plataforma *Scopus* encontrou-se 39 artigos, representando 13,7% da amostra. Descobriu-se ainda que 54 artigos estavam em mais de uma base de dados. Logo esses artigos duplicados e/ou repetidos foram excluídos da amostra, resultando em 231 publicações consideradas aptas para compor essa pesquisa.

3.4.2 Análise descritiva do material bibliográfico

Na figura 12 é possível observar que nas publicações de 2017, constatou-se um número reduzido de artigos relacionados ao tema da pesquisa. Em 2018 a produção saltou para 14 publicações. A quantidade de artigos produzidos em 2019 aumenta 30,4% e alcança o número de 46 publicações, confirmando o interesse cada vez maior da academia frente ao assunto. O maior número de publicações aparece em 2020. Esse crescimento exponencial pode ser explicado pelo fato das cadeias de suprimentos terem se tornado mais complexas e desafiadoras (AZZI; CHAMOUN; SOKHN, 2019), (LI *et al.*, 2020).

Figura 11. Número de publicações de artigos científicos no período 2017-2021.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os artigos foram classificados em quatro categorias: segurança com 156 publicações, visibilidade com 60, análise e gestão de riscos com 58 e confiabilidade

com 54 artigos. O eixo da segurança é o que corresponde pela grande maioria das publicações. Criado com o intuito de garantir a segurança para a criptomoeda bitcoin, portanto é natural que essa característica ainda prevaleça frente a outras analisadas, deixando claro que esse eixo se trata da maior contribuição que o *blockchain* pode trazer para a cadeia de suprimentos. Observando os outros três eixos é possível perceber que possuem relevância similar. Portanto de posse dessa análise prévia, as investigações sobre a importância dessas características foram realizadas procurando entender como elas contribuem para a melhoria de desempenho da Cadeia de suprimentos.

A utilização de três importantes bases de dados de artigos científicos existentes garante uma abrangência significativa na localização e utilização de dados relevantes para a proposta da revisão bibliográfica. Um total de 231 artigos foram avaliados nesse estudo, resultando em uma análise robusta sobre o tema de pesquisa. Na tabela 2 pode-se observar a classificação realizada com todos os artigos e os eixos abordados no texto.

Tabela 2. Número de publicações que abordam os eixos de estudo.

Eixo analisado	Visibilidade	Confiabilidade	Segurança	Análise de riscos
Quantidade de artigos encontrados	60	54	156	58

Fonte: Elaborado pelo autor

Da análise realizada entendeu-se que os eixos da visibilidade, confiabilidade, segurança, análise e gestão de riscos possuem importância para a o desempenho da cadeia de suprimentos. Portanto, uma segmentação foi realizada utilizando a plataforma “*Mendeley*” que armazena arquivos no formato PDF (*portable document format*) e oferece possibilidade de classificação de e organização de documentos. Dessa maneira, a classificação dos artigos foi realizada por cada eixo analisado. Houve ainda, a observação das tecnologias que associadas ao *blockchain*, mais

contribuíam para a melhoria do desempenho da cadeia. Dessa maneira, elas também foram segmentadas em RFID (*Radio frequency identification*) -IoT (*Internet of things*), *big data*, Computação em nuvem, contratos inteligentes e criptografia.

A utilização de três importantes bases de dados de artigos científicos existentes garantiu uma abrangência significativa na localização e utilização de dados relevantes para a proposta da revisão bibliográfica. Um total de 231 artigos foram avaliados nesse estudo. Da análise realizada entendeu-se que os eixos da visibilidade, confiabilidade, segurança, análise e gestão de riscos possuem importância para a o desempenho da cadeia de suprimentos.

4. Apresentação e análise dos resultados da pesquisa

4.1 Estruturação preliminar do *framework*

Na etapa de conscientização, a segmentação dos problemas do processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil utilizando a tecnologia de *blockchain*, foram identificados e divididos por cada ator participante da cadeia da carne bovina. Nessa etapa, foi utilizada a revisão sistemática da literatura e pesquisa exploratória.

O objetivo de segmentar os problemas encontrados em cada ator pesquisado, teve o intuito criar uma classificação desses problemas para facilitar a criação de soluções para cada ator selecionado na pesquisa.

No Quadro 1 estão apresentadas o levantamento que guiou a lista de soluções a serem criadas com a produção do artefato do método da pesquisa. Assim, tem-se como problema do Governo Federal, o fato de que este não participa efetivamente de rede de *blockchain* voltada para auditoria e fiscalização. Foi identificado que o produtor rural possui três problemas primordiais que são: dificuldades de aquisição de soluções tecnológicas e mão de obra qualificada e orientação sobre processos de rastreabilidade; utilização mínima do protocolo SISBOV como ferramenta de rastreabilidade animal; e o sistemas de rastreabilidade desenvolvidos em *blockchain*, não são voltados para resolver os problemas do produtor rural.

A indústria frigorífica tem pouca remuneração diferenciada para produtores que utilizam o protocolo SISBOV de rastreabilidade, resultando em pouca aderência ao mecanismo, bem como Problemas na identificação de todos os produtores pelo qual o animal nas várias fases do processo produtivo. Os varejistas têm como problema a concorrência que é acirrada pelos clientes/consumidores que procuram progressivamente produtos com históricos de observância a normativos legais, sociais nos processos produtivos, considerando que os clientes/consumidores que preferem adquirir produtos que cada vez mais demonstrem transparência nos processos de

produção e sustentabilidade. Entre os provedores de tecnologia existe uma falta de integração entre os desenvolvedores de solução de *blockchain* e produtores rurais.

Quadro 1. Classes de problemas da pesquisa

Classe de problemas	Ator	Descrição
CP01	Governo Federal	Governo Federal não participa de uma rede de <i>blockchain</i> voltada para auditoria e fiscalização.
CP02	Produtor rural	Dificuldades de aquisição de soluções tecnológicas e mão de obra qualificada e orientação sobre processos de rastreabilidade.
CP03	Produtor rural	Utilização mínima do protocolo SISBOV como ferramenta de rastreabilidade animal. E a utilização de planilhas para registro dos animais.
CP04	Produtor rural	Sistemas de rastreabilidade desenvolvidos em <i>blockchain</i> , não são voltados para resolver os problemas do produtor rural.
CP05	Indústria frigorífica	Remuneração pouco diferenciada para produtores que utilizam o protocolo SISBOV de rastreabilidade, resultando em pouca aderência ao mecanismo.
CP06	Indústria frigorífica	Problemas na identificação de todos os produtores pelo qual o animal nas várias fases do processo produtivo.
CP07	Varejistas	Concorrência pelos clientes/consumidores que procuram progressivamente produtos com históricos de observância a normativos legais, sociais nos processos produtivos.
CP08	Clientes/consumidores	Clientes que preferem adquirir produtos que cada vez mais demonstrem transparência nos processos de produção e sustentabilidade.
CP09	Provedores de tecnologia	Falta de integração entre os desenvolvedores de solução de <i>blockchain</i> e produtores rurais. As soluções estão desenhadas para atender à indústria frigorífica e os varejistas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Com a divisão da classe de problemas por atores do processo de rastreabilidade a prescrição e a construção de soluções que resolvam se torna importante na rede de *blockchain*.

4.2 Apresentação da proposta

Nessa etapa da foram desenvolvidas propostas de soluções para as classes de problemas dos atores selecionados para o estudo como pode ser observado no Quadro 5.

Nessa direção o Governo Federal deve participar da rede de *blockchain* melhorando assim, a fiscalização e auditoria. Ao produtor rural sugere-se o desenvolvimento de tecnologia e processos para os que não possui condições técnicas e tecnológicas de realizar rastreabilidade no seu processo de produção, bem como a utilização do protocolo SISBOV como ferramenta única de rastreabilidade animal em todo o território nacional e também de ferramenta informatizada de gestão para o produtor rural; e o desenvolvimento de processos e sistemas gerenciais integrados com a tecnologia *blockchain* voltados para a realidade do produtor rural (Quadro 5).

Destacam-se duas soluções para a indústria frigorífica tais como: investimento no SISBOV como único protocolo de rastreabilidade no Brasil e no *framework* RCBB (Rastreabilidade da carne bovina com *blockchain*) e pagamento diferenciado para o produtor que investir na identificação única de cada animal desde o nascimento até a entrega na indústria frigorífica; e, investimento no SISBOV como único protocolo de rastreabilidade juntamente com o *framework* RCBB nas etapas da vida do animal, cria, recria e engorda. A solução para a indústria frigorífica é fazer investimento em linhas de produtos que privilegiem os processos de produção sustentáveis e aderentes a normas socioambientais. Além disso, é necessário divulgação do uso da tecnologia de *blockchain* como diferencial competitivo para rastreabilidade dos produtos que utilizam esse mecanismo nos processos de produção (Quadro 2).

Aos clientes/consumidores a solução mais viável seria o investimento na divulgação do uso de ferramentas tecnológicas como a tecnologia *blockchain* por exemplo, que demonstrem a visibilidade da produção da carne bovina. Para os provedores de tecnologia tem-se como solução a participação na construção de uma rede de *blockchain* que possa integrar diversas soluções de rastreabilidade da carne bovina no Brasil. Desenvolvimento de novas funcionalidades e processos voltados para o produtor rural (Quadro 2).

Quadro 2. Classe de soluções para os problemas encontrados

Classe de problemas	Classe de solução de problemas	Ator	Descrição
CP01	CSP01	Governo Federal	Participação como um dos atores da rede de <i>blockchain</i> para melhorar a fiscalização e auditoria.
CP02	CSP02	Produtor rural	Desenvolvimento de tecnologia e processos para o pequeno e médio produtor rural que não possui condições técnicas e tecnológicas de realizar rastreabilidade no seu processo de produção que ainda é caracterizado em pecuária extensiva em grandes pastos e latifúndios familiares sem o uso de tecnologia e gestão de produção.
CP03	CSP03	Produtor rural	Utilização do protocolo SISBOV como ferramenta única de rastreabilidade animal em todo o território nacional e também de ferramenta informatizada de gestão para o produtor rural.
CP04	CSP04	Produtor rural	Desenvolvimento de processos e sistemas gerenciais integrados com a tecnologia <i>blockchain</i> voltados para a realidade do produtor rural.
CP05	CSP05	Indústria frigorífica	Investimento no SISBOV como único protocolo de rastreabilidade no Brasil e no <i>framework</i> RCB (Rastreabilidade da carne bovina com <i>blockchain</i>) e pagamento diferenciado para o produtor que investir na identificação única de cada animal desde o nascimento até a entrega na indústria frigorífica.
CP06	CSP06	Indústria frigorífica	Investimento no SISBOV como único protocolo de rastreabilidade juntamente com o <i>framework</i> RCB nas etapas da vida do animal, Cria, recria e engorda.
CP07	CSP07	Varejistas	Investimento em linhas de produtos que privilegiem os processos de produção sustentáveis e aderentes a normas socioambientais. Divulgação do uso da tecnologia de <i>blockchain</i> como diferencial competitivo para rastreabilidade dos produtos que utilizam esse mecanismo nos processos de produção.
CP08	CSP08	Clientes/ consumidores	Investir na divulgação do uso de ferramentas tecnológicas como a tecnologia <i>blockchain</i> por exemplo, que demonstrem a visibilidade da produção da carne bovina.
CP09	CSP09	Provedores de tecnologia	Participar da construção de uma rede de <i>blockchain</i> que possa integrar diversas soluções de rastreabilidade da carne bovina no Brasil. Desenvolvimento de novas funcionalidades e processos voltados para o produtor rural.

Fonte: Elaborado pelo autor

Cada solução descrita no quadro acima busca resolver as classes de problemas de cada ator do processo de rastreabilidade com a concepção do artefato RCBB.

4.3 Desenvolvimento do *framework*

Com base nas etapas anteriores foi possível formalizar um modelo de utilização de *blockchain* como artefato, ou seja, uma estrutura conceitual, bem como o desenvolvimento de uma solução para *blockchain* na cadeia de suprimento da carne bovina. Por ser um artefato que envolveu seis atores, com levantamento de problemas, soluções, modelo de rastreabilidade, entre outras estruturas, é que se tem como expectativa também servir de guia e referências para futuras pesquisas.

Em atividades de *design*, modelos representam situações como problema e solução, pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são (LACERDA *et al.*, 2013). Posto isso, os modelos utilizam os *constructos* para representar uma situação do mundo real, ajudando no entendimento do problema e da solução proposta (HEVNER, 2004).

Sendo assim, o modelo desenvolvido será capaz de demonstrar como a tecnologia de *blockchain* pode ser utilizada para que a rastreabilidade da carne bovina seja executada no Brasil, como e quais tecnologias devem ser utilizadas juntamente com o *blockchain* possa melhorar essa cadeia de suprimentos. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil (LACERDA *et al.*, 2013).

4.3.1 Proposta do *framework* RCBB

O *framework* RCBB (rastreabilidade da carne bovina com *blockchain*) que está sendo apresentado, lista 6 atores selecionados para demonstrar como o processo

pode ser realizado. Foi utilizado para isso um modelo visual de relacionamento entre as partes e também um modelo estrutural dentro da *blockchain Hyperledger Fabric*.

Os dados que trafegam dentro da estrutura *blockchain* possuem garantias de confiabilidade, já que a criptografia existente não permite que esses dados sejam alterados e existe a possibilidade de identificação de cada ator que compõe o processo através dos certificados digitais. Contudo, se o dado for inserido nessa estrutura de maneira equivocada haverá um problema quanto à veracidade da informação e será preciso identificar e corrigir o dado. Logo, investir em uma estrutura que elimine ou minimize esse problema se faz importante.

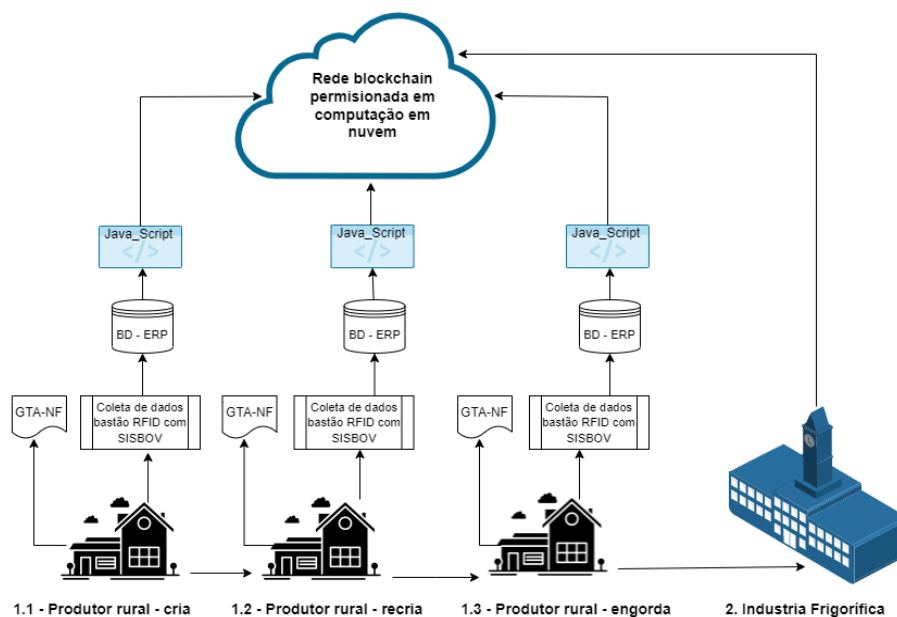
4.3.2 Modelo visual do *framework* RCBB com RFID

A proposta hipotética que é a base de sustentação dessa proposta visa melhorar o processo de rastreabilidade utilizando a tecnologia de *blockchain*, envolve utilizar o protocolo SISBOV para realizar a rastreabilidade dos animais. Dessa maneira, os dados dos *botons* dos animais com o número SISBOV são lidos pelo bastão de leitura que usa tecnologia RFID e essa numeração (número SISBOV) é inserida nos sistemas de gestão das propriedades rurais e, posteriormente, quando houver a o transporte dos animais pela cadeia produtiva, esses números serão enviados para a rede *blockchain*. Essa indicação associa-se à CP03 do Quadro 1.

Além disso, outra medida que deve ser tomada para que a rastreabilidade seja realizada, é o investimento em um sistema de gestão que observe as regras de negócio do produtor rural. Sendo assim, o sistema funcionará como repositório dos dados lidos e coletados pelos bastões e *botons*. O bastão de leitura utiliza a tecnologia RFID. A utilização de RFID com *blockchain* proporciona maior desempenho na rastreabilidade da carne bovina. A adoção dessa medida associa-se à CP02, CP03 e CP04 do Quadro 1.

Os dados de cada animal são armazenados em um banco de dados dentro de um sistema de gestão da propriedade rural. Ao dar entrada de um novo animal ou saída desse animal dentro do sistema, o número SISBOV dele fica vinculado aos números de GTA e NF eletrônicas emitidas. A Figura 12 apresenta, de maneira visual, como ocorre o processo do modelo proposto nesse estudo, considerando as etapas de criação do animal.

Figura 12. Modelo visual de rastreabilidade utilizando tecnologia *blockchain* (etapas de criação)

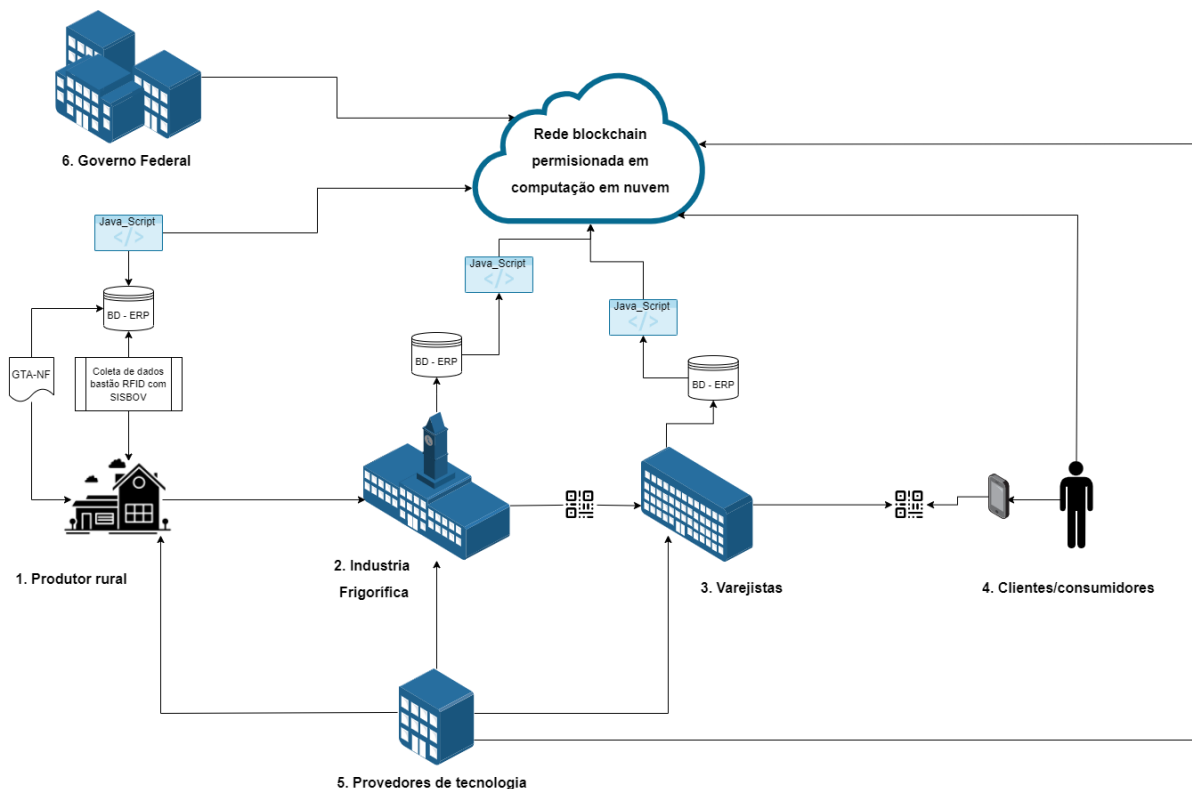


Fonte: Elaborado pelo autor

O processo de rastreabilidade com os atores selecionados para esse estudo pode ser observado na Figura 13. Esse modelo visual busca apresentar como os dados trafegam entre os atores do processo de rastreabilidade, desde o último produtor rural, que é o último elo do processo produtivo que envia o gado para a indústria frigorífica. Nesse modelo, cada ator se conecta à rede de *blockchain* para envio das informações na etapa 1. Os dados de rastreabilidade dos animais são coletados com dispositivos RFID (*boton* e *bastão*) e são armazenados em um sistema ERP de gestão empresarial. Ao realizar a saída dos animais da fazenda, o vínculo do número SISBOV, da NF e da GTA trafegam na rede de *blockchain* até o último elo, que é o consumidor final.

Na etapa 2, dentro da indústria frigorífica, a identificação recebida do produtor rural para e cada animal deve ser mantida e um novo identificador dessa indústria é ser criado.

Figura 13. Modelo visual (global) de rastreabilidade utilizando tecnologia *blockchain*

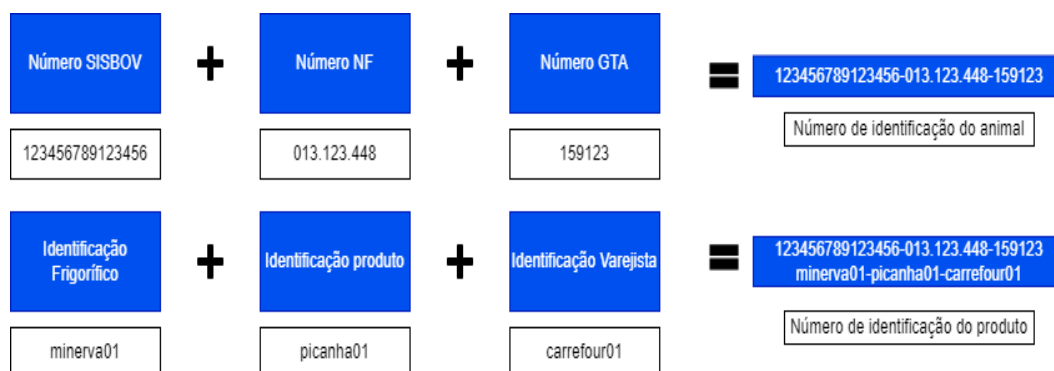


Fonte: Elaborado pelo autor

A indústria deve adicionar um identificador a cada subproduto do animal. Logo, existirá uma trilha de identidade criada na origem do processo de criação dos animais e em cada ator por onde a carne passar. É nessa etapa que o *QR code* deve ser inserido na embalagem da carne bovina, já identificando para qual varejista o produto será enviado. Se isso não for possível, então uma identificação temporária deverá ser relacionada ao produto, para que futuramente ele possa ser identificado de maneira definitiva.

Na Figura 14 está explícito um exemplo de como pode ser construída a identificação da carne bovina depois de passar pelos atores que manipulam o produto.

Figura 14. Estrutura de identificação da carne no *framework* teórico



Fonte: Elaborado pelo autor

Outra medida que resolve a CP05 do Quadro 1 é a adoção, por parte da indústria frigorífica, de remuneração diferenciada para os produtores que adotarem, de maneira integral, o processo de rastreabilidade SISBOV e RCBB. Isso cobre, em parte, os custos de investimento em tecnologia e incentiva os produtores a investir em um modelo de rastreabilidade mais rentável e mais seguro.

A estrutura de identificação proposta na Figura 14, baseada no uso do SISBOV, e no modelo de rastreabilidade RCBB, resolve o problema de identificação dos produtores em todos os processos de cria, recria e engorda, já que em cada um desses processos uma nova sequência de dados é informada dentro da rede de *blockchain*, identificando cada responsável em cada processo produtivo. Isso resolve a CP06 do Quadro 4.

Na etapa 3, os varejistas precisam se preocupar em manter o *QR code* de identificação do produto para que na etapa 4 o cliente/consumidor possa realizar a leitura do *QR code* e assim, realizar a leitura das informações da cadeia produtiva da carne bovina, finalizando o processo de rastreabilidade com segurança e confiabilidade.

A proposta para resolver a CP07 e CP08 do Quadro 4 é justamente no investimento de ações positivas que valorizem o uso do processo de rastreabilidade RCBB, identificando os elos produtivos da cadeia da carne bovina, oferecendo

visibilidade e confiabilidade para os alimentos. Dessa maneira, os cliente/consumidores se sentiriam atendidos em suas necessidades, de saber como e de que maneira e quem está produzindo o produto que ele consome.

Nesse modelo apresentado na Figura 14, a etapa 5 se refere a atuação dos provedores de tecnologia. A atuação desses atores passa no oferecimento de sistemas de gestão ou baseados na tecnologia de *blockchain* ou então que se conectem a estrutura da rede *blockchain* para inserir os dados, tanto do produtor rural, quanto da indústria frigorífica ou dos varejistas. Há de se ressaltar, nessa etapa, que os sistemas de gestão devem oferecer também, soluções para as regras de negócios específicas do produtor rural e ao mesmo tempo implementar evolução tecnológica em seus sistemas para que os dados relevantes para o processo de rastreabilidade possam ser inseridos na rede *blockchain*. Essas medidas contribuem para que a CP09 do Quadro 4 seja resolvida.

Além disso, na etapa 6 o acesso à rede de *blockchain* por parte do Governo Federal seria para poder realizar consulta aos dados produtivos necessários para o processo de fiscalização e auditoria do controle de produção da carne bovina executado pelo S.I.F./DIPOA. A adoção dessa medida resolveria a CP01, Quadro 1. Dessa maneira, o Governo Federal poderia melhorar o processo de fiscalização e auditoria baseado em dados mais confiáveis e imutáveis.

4.3.3 Modelo codificado do *framework* RCBB

Para desenvolvimento do modelo de rastreabilidade da carne bovina utilizando a tecnologia *blockchain*, foi utilizado a estrutura do *Hyperledger Fabric* versão 1.4. O *Hyperledger fabric* é uma plataforma do tipo DLT (*Distributed Ledger Technologies*) de código aberto, projetada para o uso empresarial, onde os participantes da rede devem ser identificados. As redes precisam de autorização para serem conectadas e os

dados transacionados nessa estrutura possuem privacidade e confidencialidade (SURJANDARI *et al.*, 2021).

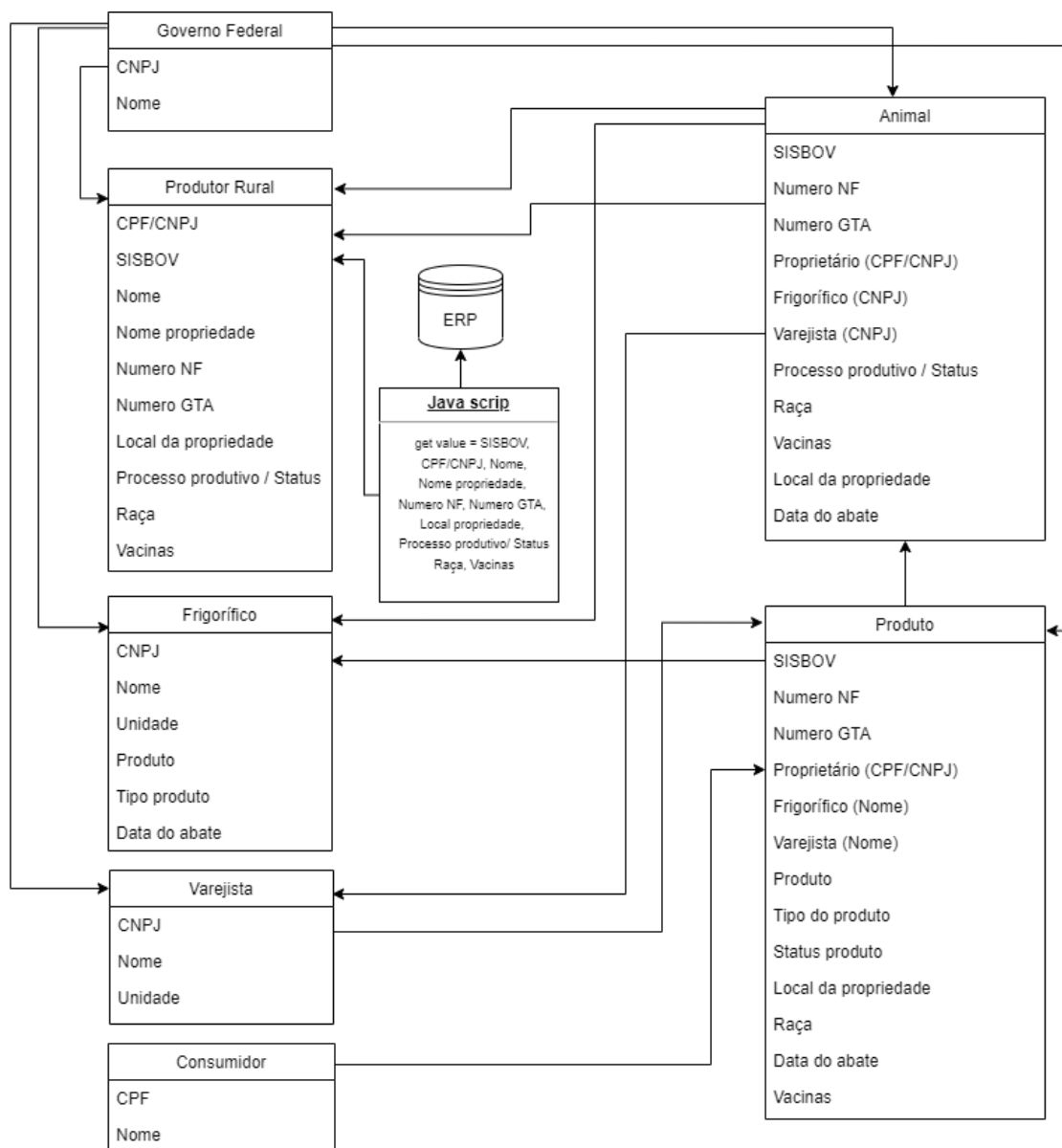
Para criação do artefato, foi utilizada a plataforma de desenvolvimento da *GoLedger*, empresa brasileira especializada no desenvolvimento de soluções em *blockchain*.

4.3.4 Dados utilizados no modelo RCBB

Na Figura 15 pode ser observado o relacionamento dos dados escolhidos para que o modelo de rastreabilidade RCBB fosse estruturado de maneira a apresentar a viabilidade da proposta. Ressalta-se que, por ser tratar de um modelo conceitual, foram utilizados apenas alguns dados para validar como deverá ser realizado o processo de rastreabilidade, tornando a proposta do modelo exequível.

Ainda sobre os dados utilizados para atestar a viabilidade da proposta, pode-se observar, na Figura 15, o relacionamento entre eles, e de onde cada dado deverá ser coletado para que o funcionamento do modelo possa ser concluído utilizando a rede de *blockchain*.

Figura 15. Relacionamento de dados dos atores da cadeia da carne bovina no modelo RCBB



Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse modelo de relacionamento dos dados estão apresentados cinco atores da cadeia de suprimentos da carne bovina que trocam informações.

Para o modelo proposto o Governo Federal necessita do seu nome e CNPJ como chave primaria para o identificar dentro da rede de *blockchain*, bem como todos os atores que forem inseridos na rede.

Os dados que identificamos como sendo importantes para o produtor rural dentro desse modelo são: Nome, CNPJ, número SIBOV que irá identificar cada animal

trafegado na rede, Nome da propriedade, Número da nota fiscal, número da GTA, local da propriedade, processo produtivo do animal que foi responsabilidade do produtor, o nome da raça do animal e as vacinas que ele tomou ao longo da vida.

Para a unidade varejista os dados selecionados foram: nome, CNPJ e unidade. Essas informações são para identificar cada empresa dentro da rede de *blockchain*.

Os dados existentes no modelo relacionados ao frigorífico são: o número do CNPJ para o identificar dentro da rede, o nome da unidade, ID do produto que foi gerado dentro do frigorífico, o tipo do produto e a data do abate do animal.

O consumidor precisa apenas no seu nome e CPF para poder acessar a rede e consultar os dados, entretanto somente se ele quiser realizar esse registro.

A respeito dos dados do animal foi criada uma estrutura para receber o seu número SISBOV, número de NF e número de GTA, todos vindo do produtor rural. O animal também recebe a identificação do proprietário que pode ser o número do CPF ou CNPJ da fazenda. A estrutura desenhada no modelo é capaz também de receber os dados do frigorífico e varejista, processo produtivo, raça, vacinas, local de propriedade e data do abate.

E por último, o produto recebe todas as informações já citadas anteriormente de cada ator. Todas essas informações são importantes para no final do processo ter o registro no produto de quais atores manipularam o animal até ele virar uma mercadoria acabada e ser comercializada no varejista.

Esse relacionamento proposto contribui para que sistemas ERP voltados às regras de negócio dos produtores rurais possam ser construídos ou mesmo adaptados utilizando a tecnologia *blockchain*, isso faz com que se crie uma camada de confiabilidade para vários sistemas ERP atendendo a CP04 do Quadro 1.

É fundamental que na tecnologia *blockchain* também sejam conhecidos o fluxo produtivo, o *status* dos animais e dos produtos (Figura 16).

Nessa direção, o processo produtivo, pode ser realizado por um produtor somente, ou seja, ele faz os três processos de produção. Mas pode ser variado também. Um produtor fez apenas o primeiro processo produtivo, no segundo e terceiro processos outro produtor rural executou sozinho. Bem como em cada processo produtivo um produtor rural diferente atuou nesse fase da vida do animal (Figura 16).

Figura 16. Fluxo produtivo, *status* dos animais e dos produtos



Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda sobre o desenho da estrutura das regras de negócio estabelecidas pelo processo de rastreabilidade da carne bovina dentro do modelo RCBB, a estrutura do processo produtivo dos animais deve passar por 3 etapas: cria, recria e engorda. A localização do animal é estabelecida dentro dos 3 processos das etapas de criação e dentro do frigorífico. Depois disso, o animal é transformado em produto, que assume 4 opções de *status*: em processamento, embalado, à venda e vendido. Dessa maneira, consegue-se montar um ciclo de vida da carne no modelo proposto.

No modelo apresentado, para realizar a extração dos dados relativos ao produtor rural, um *script* feito na linguagem Java foi desenvolvido, para que os dados fossem extraídos do banco de dados relacional do sistema ERP que o produtor rural

utiliza para armazenar as informações de seus animais. Logo, com esse *script*, as informações são enviadas para a rede de *blockchain* criada, realizando uma integração através de API's de comunicação entre os sistemas, que pode ser observado nas Figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23. A apresentação desses códigos também contribui para a resolver a CP04 do Quadro 1.

Na Figura 17, o código realiza uma conexão com o banco de dados do sistema ERP do ator. Nesse caso foi utilizado o banco de dados *postgres* 14.3.

Figura 17. Java *script* para conexão com o banco de dados

```
String jdbcURL = "jdbc:postgresql://172.17.0.2:5432/postgres";
String username = "postgres";
String password = "mysecretpassword";
Connection connection;

public PostgresConnection() {
    try {
        connection = DriverManager.getConnection(jdbcURL, username, password);
        System.out.println("Connection successfull");
    } catch (SQLException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 18, é apresentada a conexão do código com a API da plataforma *GoLedger* para a inserção dos *assets* na *blockchain*. Note que a transação “*invoke*” é responsável por escrever o resultado na *blockchain* que está hospedada no endereço IP: 45.225.25.249 na porta de comunicação 80. Essa máquina está hospeda na nuvem computacional da empresa Binário *Cloud* e esse endereço IP refere-se ao do produtor rural no modelo RCBB.

Figura 18. Java script de requisição com a API da plataforma GoLedger de *blockchain*

```
URL url = new URL("http://45.225.25.249:80/api/invoke/createAsset");
URLConnection http = (URLConnection)url.openConnection();
http.setRequestMethod("POST");
http.setDoOutput(true);
http.setRequestProperty("Content-Type", "application/json");
http.setRequestProperty("cache-control", "no-cache");

String data = //[...]
byte[] out = data.getBytes(StandardCharsets.UTF_8);

OutputStream stream = http.getOutputStream();
stream.write(out);
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 19, o código Java faz a inserção dos dados da nota fiscal do produtor rural no início do processo de rastreabilidade. O *insert* dos dados é realizado com a função *AddNF*.

Figura 19. Java script para *insert* de dados da nota fiscal

```
public static void addNF() {
    PostgresConnection connection = new PostgresConnection();

    try {
        ResultSet result = connection.Query("select * from boi_produto");

        if (result != null) {
            while(result.next()) {
                String codigo = result.getString("numero_nf");
                String origem_produto = result.getString("origem");
                String destino_produto = result.getString("destino");

                JSONObject obj = new JSONObject().parse("{\"asset\":{\"@assetType\":\"notaFiscal\",\"Codigo\":\"" + codigo + "\"}}").getAsJsonObject();

                if (getProdutor(origem_produto) != null) {
                    String x = getProdutor(origem_produto).toString();
                    obj.getAsJSONArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("origemProdutor", new JSONObject().parse(x));
                }

                if (getProdutor(destino_produto) != null) {
                    String x = getProdutor(destino_produto).toString();
                    obj.getAsJSONArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("destinoProdutor", new JSONObject().parse(x));
                }
            }
        }
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 20, o código Java faz o *insert* dos dados da GTA na etapa do produtor rural para os animais de cada produtor rural dentro da rede de *blockchain*. A função utilizada para realizar essa operação é a *addGTA*.

Figura 20. Java script para *insert* de dados da GTA

```
public static void addGTA() {
    PostgresConnection connection = new PostgresConnection();

    try {
        ResultSet result = connection.Query("select * from boi_produto");

        if (result != null) {
            while(result.next()) {
                String codigo = result.getString("numero_gta");
                String origem_produto = result.getString("origem");
                String destino_produto = result.getString("destino");

                JsonObject obj = new JsonParser().parse("{\"asset\":{\"@assetType\":\"gta\",\"codigo\":\"\" + codigo + "\"}}").getAsJsonObject();

                if (getProdutor(origem_produto) != null) {
                    String x = getProdutor(origem_produto).toString();
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("origemProdutor", new JsonParser().parse(x));
                }
                if (getProdutor(destino_produto) != null) {
                    String x = getProdutor(destino_produto).toString();
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("destinoProdutor", new JsonParser().parse(x));
                }
            }
        }
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 21, o código demonstra o *insert* dos dados tanto da NF, quanto da GTA, sendo relacionado com o número de identificação SISBOV para cada animal que irá trafegar dentro da rede de *blockchain*, garantindo dessa maneira a identificação única desse animal. A função que realiza essa operação na parte do código é a *addBois*.

Figura 21. Java script para *insert* de dados dos animais e número SISBOV

```
public static void addBois() {
    addNF();
    addGTA();

    System.out.println("Inserindo Animais:");

    PostgresConnection connection = new PostgresConnection();

    try {
        ResultSet result = connection.Query("select * from boi_produto");

        if (result != null) {
            while(result.next()) {
                String numero_nf = result.getString("numero_nf");
                String numero_gta = result.getString("numero_gta");
                String sisbovid = result.getString("sisbovid");
                String origem_produto = result.getString("origem");
                String raca = result.getString("raca");
                String processo = result.getString("processo");
                String vacina = result.getString("vacina");

                JsonObject obj = new JsonParser().parse("{\"asset\":{\"@assetType\":\"Animal\",\"SISBOVID\":\"\" + sisbovid + \"\", \"Raca\":\"\" + raca + \"\", \"ProcessoProdutivoStatus\":\"\" + processo + \"\", \"vacina\":\"\" + vacina + \"\"}}").getAsJsonObject();

                if (getProdutor(origem_produto) != null) {
                    String x = getProdutor(origem_produto).toString();
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("Proprietario", new JsonParser().parse(x));
                }

                if (getNF(numero_nf) != null) {
                    String x = "{\"@key\":\"\" + getNF(numero_nf).getAsJsonObject().get("@key") + "\"";
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("NumeroNF", new JsonArray());
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().getAsJsonArray("NumeroNF").add(new JsonParser().parse(x));
                }

                if (getGTA(numero_gta) != null) {
                    String x = "{\"@key\":\"\" + getGTA(numero_gta).getAsJsonObject().get("@key") + "\"";
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("NumeroGTA", new JsonArray());
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().getAsJsonArray("NumeroGTA").add(new JsonParser().parse(x));
                }
            }
        }
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 22, o código Java realiza o *insert* de dados dos produtos na rede de *blockchain*. Para realizar essa operação foi utilizada a função *addProdutos*.

Figura 22. Script Java para *insert* de dados dos produtos

```
public static void addProdutos() {
    PostgresConnection connection = new PostgresConnection();
    ResultSet result = connection.Query("select * from frigorifico_produtos");

    try {
        if (result != null) {
            while(result.next()) {
                String produto_id = result.getString("produtoid");
                String sisbovid = result.getString("sisbovid");
                String numero_nf = result.getString("numeronf");
                String frigorifico = result.getString("frigorifico");
                String varejista = result.getString("varejista");
                String status_produto = result.getString("statusdoproduto");
                String tipo_produto = result.getString("tipoproduto");

                JsonObject obj = new JsonParser().parse("{\"asset\":{\"@assetType\":\"Produto\",\"ProdutoID\":\"\" + produto_id +
                "\",\"Statusproduto\":\"\" + status_produto + "\",\"Tipoproduto\":\"\" + tipo_produto + \"\"}}").getAsJsonObject();

                if (getAnimal(sisbovid) != null) {
                    String x = getAnimal(sisbovid).toString();
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("SISBOVID", new JsonParser().parse(x));
                }

                if (getNF(numero_nf) != null) {
                    String x = getNF(numero_nf).toString();
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("NumeroNF", new JsonParser().parse(x));
                }

                if (getFrigorificos(frigorifico) != null) {
                    String x = getFrigorificos(frigorifico).toString();
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("FrigorificoOrigem", new JsonParser().parse(x));
                }

                if (getVarejistas(varejista) != null) {
                    String x = getVarejistas(varejista).toString();
                    obj.getAsJsonArray("asset").get(0).getAsJsonObject().add("VarejistaDestino", new JsonParser().parse(x));
                }
            }
        }
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 23, o código apresentado realiza a atualização do *status* dos produtos pelo varejista na rede de *blockchain*. Para realizar essa operação foi utilizada a função *updateProdutos*.

Figura 23. Java script para *update* dos produtos pelo varejista

```
public static void updateProdutos() {
    PostgresConnection connection = new PostgresConnection();
    ResultSet result = connection.Query("select * from varejista_produtos");

    try {
        if (result != null) {
            while(result.next()) {
                String produto_id = result.getString("produtoid");
                String status_produto = result.getString("statusdoproduto");

                JsonObject obj = new JsonParser().parse("{\"update\":{\"@assetType\":\"Produto\",\"ProdutoID\":\"\" + produto_id +
                "\",\"Statusproduto\":\"\" + status_produto + \"\"}}").getAsJsonObject();
            }
        }
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Os códigos apresentados nas Figuras 17,18, 19, 20, 21, 22 e 23 foram criados para realizar a automatização do processo de inserção de dados para a *blockchain*. O intuito de realizar essa tarefa foi automatizar um processo que devido ao aumento de volume de dados, pode se tornar inviável de ser realizado manualmente. Além disso, busca também reduzir o erro humano na manipulação dos dados, considerando que os dados enviados são extraídos diretamente do banco de dados das aplicações ERP dos atores do processo de produção da carne bovina.

4.3.5 Ambiente de computação em nuvem

Para a criação do ambiente de computação em nuvem do modelo RCBB utilizando o *GoFabric* baseado no *Hyperledger Fabric*, foram utilizadas 4 máquinas virtuais hospedadas na estrutura de computação em nuvem da empresa Binário Cloud, e todas configuradas de igual maneira. A seleção de 4 máquinas foi necessária para atender ao desenho do modelo de rastreabilidade proposto, ou seja, um servidor para o varejista, um servidor para o frigorífico, outro para o produtor rural e para o Governo Federal. O ambiente utilizado pode ser visto na Figura 24.

Figura 24. Ambiente de computação em nuvem do modelo RCBB

Instance Name	Image Name	IP Address	Flavor	Key Pair	Status	Availability Zone	Task	Power State	Age	Actions
Varejista	BC-Ubuntu-18.04	192.168.83.19, 45.225.25.230	bc1-basic-1-2	Key_rastreabilidade	Ativo	sa ³ sp-01-a	Nenhum	Executando	4 dias, 13 horas	Criar Snapshot
Frigorífico	BC-Ubuntu-18.04	192.168.83.103, 45.225.25.91	bc1-basic-1-2	Key_rastreabilidade	Ativo	sa ³ sp-01-a	Nenhum	Executando	4 dias, 13 horas	Criar Snapshot
Produtor Rural	BC-Ubuntu-18.04	192.168.83.186, 45.225.25.249	bc1-basic-1-2	Key_rastreabilidade	Ativo	sa ³ sp-01-a	Nenhum	Executando	1 semana, 3 dias	Criar Snapshot
Governo Federal	BC-Ubuntu-18.04	192.168.83.79, 45.225.25.128	bc1-basic-1-2	Key_rastreabilidade	Ativo	sa ³ sp-01-a	Nenhum	Executando	1 semana, 3 dias	Criar Snapshot

Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 24 é apresentado o ambiente de computação em nuvem fornecido pela Binário *Cloud* e que foi utilizado em nosso modelo para hospedar o *Hyperledger Fabric* com o *framework* da *GoLedger*. É possível observar o nome de cada ator do processo de rastreabilidade bem como cada endereço IP reservado para os atores selecionados no modelo RCBB.

A configuração de cada máquina utilizada nesse estudo foi a seguinte:

- 01 CPU de 01 núcleo arquitetura de x64 *BITS*;
- 02 GB de memória RAM;
- HD SSD de 50GB;
- Sistema Operacional *Ubuntu Server* 18.04;
- 01 Endereço IPv4 público para cada servidor.

4.3.6 Framework de desenvolvimento GoFabric

Para a construção do modelo RCBB, foi utilizada a plataforma de desenvolvimento da *GoLedger*, chamada de *GoFabric*. Dessa maneira, foi realizado um treinamento na plataforma, e nesse treinamento, foram apresentados os conceitos para utilização da ferramenta. Como a rede de *blockchain* deveria ser criada e os *assets* de cada ator do processo de rastreabilidade, bem como a definição das permissões para cada ator dentro da rede de *blockchain*, e a criação das máquinas dentro da estrutura do sistema.

Posto isso, a criação da rede de *blockchain* foi iniciada, criando-se primeiramente cada máquina (servidor) responsável por representar cada ator do processo de rastreabilidade do modelo proposto. Isso pode ser observado na Figura 25, onde cada endereço IP público é relacionado a uma máquina hospedada na estrutura de computação em nuvem da empresa Binário *Cloud*.

Figura 25. Configuração de máquinas da rede do modelo RCBB

CONFIGURAR MÁQUINAS

Nome de usuário

UPLOAD

Necessário chave SSH

Endereço da instância

—

Endereço da instância

—

Endereço da instância

—

Endereço da instância

—

[+ NOVA MÁQUINA](#)

INICIAR

Fonte: Elaborado pelo autor

Isso pode ser observado na Figura 25, onde cada endereço IP público é relacionado a uma máquina hospedada na estrutura de computação em nuvem da empresa Binário *Cloud*.

Após a configuração e preparação das máquinas com *framework GoFabric*, passa-se para a criação das organizações.

Na Figura 26, está explicitado a criação dos atores selecionados para apresentar como é criada a rede de *blockchain* do modelo RCBB para a rastreabilidade da carne bovina.

Figura 26. Etapa de criação das organizações da rede de *blockchain* no *framework* GoFabric

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 26, cada ator está sendo representado por uma organização, e cada organização precisa de um nome do domínio e o endereço IP de cada servidor hospedado na nuvem. Essa estrutura criada visa simular uma rede de negócios entre organizações que trabalham com a carne bovina.

A próxima etapa da criação da rede de *blockchain* é a etapa da criação do nome do canal, do nome da rede e da definição das permissões de gravação de dados que cada ator do modelo poderá realizar na rede de *blockchain*. Isso pode ser visto na Figura 27.

Figura 27. Etapa de configuração do canal, nome da rede e permissões

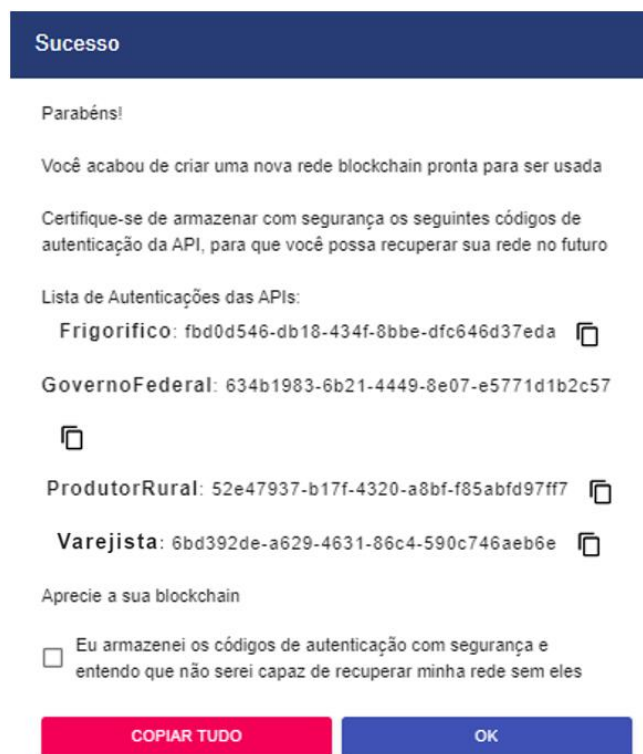
The screenshot displays the 'DEFINIÇÕES DA REDE' (Network Definitions) section of a blockchain network management interface. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Dashboard', 'Deploy', 'Organizações', 'Módulos', 'Canais', 'API', 'Backup', and 'Configurar Máquinas'. The main area is divided into three tabs: 'TEMPLATES', 'CANALCODES DA REDE', and 'ARQUIVO DE CANALCODE'. The 'TEMPLATES' tab is active, showing a form for defining a new network. The form includes fields for 'Nome do canal' (Channel Name) and 'Nome da rede' (Network Name), both with a 'Rastreabilidade' (Traceability) label. Below these, there's a section for 'Selecione o template base' (Select the base template) with options like 'RASTREABILIDADE CARNE BOVINA 2.0' and 'RASTREABILIDADE DA CARNE BOVINA 2.0'. A 'Adicione o seu template' (Add your template) section allows selecting a template from a dropdown menu. A 'PERMISSÕES' (Permissions) section lists various roles and their associated permissions, each with a 'Selecione as permissões' (Select permissions) dropdown and a 'Dado privado' (Private data) toggle. A detailed view of the 'ProdutorRural' permissions is shown in a modal window, listing roles like 'GovernoFederal', 'ProdutorRural', 'Frigorifico', and 'Varejista'. The bottom section of the form includes fields for 'ID (CPF ou CNPJ)', 'Nome', 'Propriedade', and 'Local propriedade', each with a 'Selecione as permissões' dropdown and a 'Selecionar todos' (Select all) toggle.

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 27, cada ator possui um bloco onde é possível configurar as permissões e privilégios de gravação sobre seus dados dentro da rede de *blockchain*. Essas opções fazem com que a escolha por um modelo de *blockchain* permissionada atenda aos requisitos de negócios de cada setor produtivo, sendo, portanto, modulado conforme as regras de negócio estabelecidas entre as partes.

Após executar o *deploy* da rede, ou seja, a instalação da rede, se tudo for feito de maneira correta, será exibida uma mensagem, indicando que o processo foi executado corretamente, exatamente como mostrado na Figura 28.

Figura 28. Mensagem de rede criada com sucesso no *framework GoFabric*

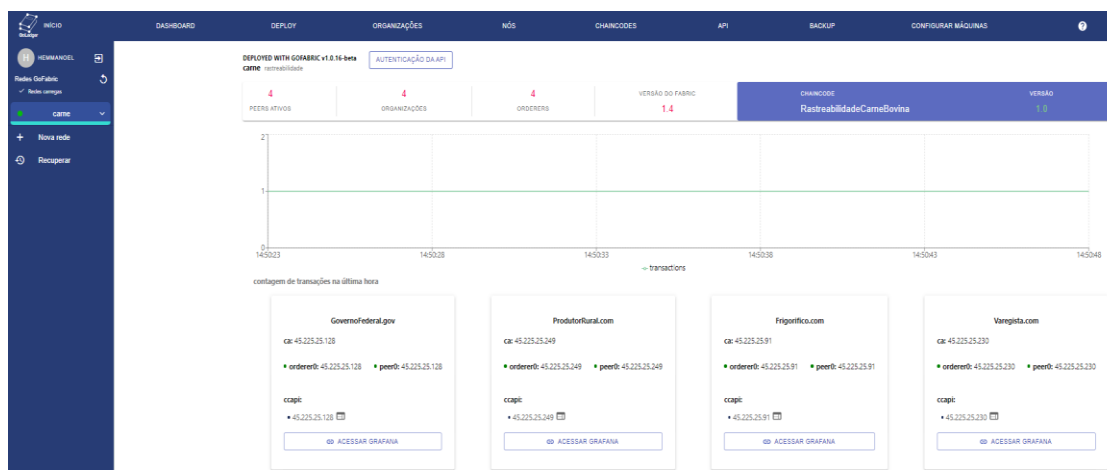


Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados da Figura 28 também são importantes para que uma integração via API possa ser executada e dados possam ser enviados para a rede de *blockchain* criada de maneira automatizada com a criação de *scripts* de importação de dados.

Na Figura 29 é possível identificar o *dashboard*, isto é, o painel principal de visualização da rede de *blockchain* criada, com os atores selecionados para demonstrar o funcionamento do modelo de rastreabilidade RCBB proposto nesse estudo. Nesse mesmo painel está inserido o Governo Federal como participante dessa rede. Isso faz com que se resolva a CP01 do Quadro 4, fazendo com que o Governo Federal possa participar da rede de *blockchain* no intuito de poder realizar fiscalizações e auditorias de sua competência.

Figura 29. Dashbord da rede de rastreabilidade da carne bovina com os atores do processo



Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse painel da Figura 29, é possível identificar o nome da rede que está sendo utilizado no modelo. É possível perceber também a versão utilizada no modelo. Outra importante informação que reside nesse *dashboard* é os endereços IP's de cada ator do processo de rastreabilidade e o *link* de acesso a cada painel de cada ator do processo de rastreabilidade.

4.3.7 Contratos inteligentes (*Chaincode*) do modelo RCBB

Para implementar o modelo, os contratos inteligentes (*smart contracts*) foram utilizados para definir as regras de negócio que deve ser implementadas para que o modelo pudesse ser executado.

No Apêndice E é possível verificar os códigos que realizam a criação dos atores dentro da rede de *blockchain*, as permissões que cada ator possui dentro da rede e os tipos de dados que cada informação precisa ter para ser inserida na rede.

Esse código define como o número SISBOV, o número da nota fiscal e o número da GTA como chaves primárias e numeração principal para identificar todos os produtores rurais que participaram do processo de criação do animal, sendo que esse número segue em toda a rede de *blockchain*, tornando possível a identificação de cada produtor rural e de cada animal.

Em cada ator que a carne é trafegada, um identificador dessa organização é criado para comprovar por onde o animal, e depois o produto trafegou. Essa codificação, apresentada no Apêndice E, propõe uma solução tecnológica para que o produtor rural possa utilizar a tecnologia de *blockchain* para rastrear o seu animal contribuindo para a resolução da CP02 do Quadro 1. A programação realizada no contrato inteligente ou *smart contract* define o número SISBOV do produtor rural como uma chave primária imutável que irá identificar cada animal dentro da rede de *blockchain* colaborando com a resolução da CP03 do Quadro 1, e como pode ser observado na Figura 30 retirada do sistema RCBB.

Figura 30. Numeração SISBOV no sistema RCBB

Managing Animal

CREATE

SISBOVID	Numero NF	Numero GTA	Proprietario	Frigorifico	Varejista	Processo Produtivo - Status	Raca	Data do abate	Vacina
902348501786271			ASSET: 97.153.662/0001-33	ASSET: 57.782.983/0001-82 SÃO PAULO - SP	ASSET: 07.337.690/0001-18		Zebu	18/06/2022, 14:00:00 GMT-3	
910247830175824			ASSET: 33.636.017/0001-99	ASSET: 14.908.046/0001-18 GOIÂNIA01	ASSET: 79.813.000/0001-60		nelore	17/06/2022, 15:35:00 GMT-3	

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 30, é possível perceber o número SISBOV de cada animal trafegado na rede de *blockchain*. É esse número que acompanhará o animal até que ele seja transformado em um produto e esse número do produto o ligue até o produtor inicial que trabalhou no primeiro processo produtivo, dessa maneira identificando nos primórdios a origem do alimento.

Com a identificação de cada produtor dentro da rede de *blockchain* com o seu CPF ou CNPJ a possibilidade de efetuar pagamentos diferenciados aos produtores que adotarem o processo de rastreabilidade utilizando o protocolo SIBOV fica

transparente e fácil de ser executada, e isso resolve o apontamento da CP05 do Quadro 4, como pode ser observado na Figura 31 do sistema RCBB.

Figura 31. Lista de produtores rurais dentro do sistema RCBB

ID (CPF ou CNPJ)	Nome	Propriedade	Local propriedade	Actions
33.636.017/0001-99	Hemmanoel Feitosa	Fazenda do papai	Jussara - GO	[Refresh] [Add] [Edit] [Delete]
97.153.662/0001-33	Ricardo Machado	Fazenda dois irmãos	Rio verde - GO	[Refresh] [Add] [Edit] [Delete]

Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 32, observa-se a lista dos produtores rurais que estão aptos a trafegar dados dentro da rede de *blockchain*. Tem-se o nome de cada produtor, o número do CPF ou CNPJ do produtor rural e o local da propriedade.

O contrato inteligente ou *smart contract* do sistema RCBB também identifica qual o produtor rural e qual o processo produtivo ele está executando (Figura 32). Isso elucida a CP06 do Quadro 1. Com a identificação do produtor rural dentro da rede de *blockchain* é possível que a indústria varejista invista na compra de animais de propriedades rurais que privilegiem o desenvolvimento sustentável e o respeito a normativos ambientais. Isso faz com que a CP07 e CP08 do Quadro 1 seja obtida, e a identificação tanto dos produtores como do processo produtivo pode ser observada na Figura 32.

Figura 32. Lista de produtores rurais acessada pelos varejistas no sistema RCBB

Organization	Time Stamp	SISBOV ID	Numero NF	Numero OTA	Proprietario	Frigorifico	Varejista	Processo Produtor - Status	Raca	Data do abate	Vacina
ProdutorRural	17/06/2022, 14:55:03 GMT-3	910247830175824			PRODUTORRURAL AC18A139-D831-584F-6A39-8099A7AE2FD3				nelore		
ProdutorRural	17/06/2022, 15:22:57 GMT-3	910247830175824			PRODUTORRURAL AC18A139-D831-584F-6A39-8099A7AE2FD3				nelore		
Frigorifico	17/06/2022, 16:30:04 GMT-3	910247830175824			PRODUTORRURAL AC18A139-D831-584F-6A39-8099A7AE2FD3	FRIGORIFICO 3D84B3AF-AB02-5F13-9C30-3C3CE18E4CBF	VAREJISTA 489C1002-D818-57B7-610E-378C6AF05511		nelore	17/06/2022, 15:35:00 GMT-3	
Frigorifico	17/06/2022, 16:32:09 GMT-3	910247830175824			PRODUTORRURAL AC18A139-D831-584F-6A39-8099A7AE2FD3	FRIGORIFICO 3D84B3AF-AB02-5F13-9C30-3C3CE18E4CBF	VAREJISTA 489C1002-D818-57B7-610E-378C6AF05511		nelore	17/06/2022, 15:35:00 GMT-3	

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 32 aponta a lista dos produtores rurais que o varejista pode observar dentro da rede de *blockchain*. Informações como o número SISBOV de cada animal, nome do proprietário, nome do frigorífico e horário do abate de cada animal estão disponíveis para a certificação e rastreabilidade transparente de cada animal que passou pelo sistema RCBB.

Por fim, o código todo de maneira geral possibilita que provedores de tecnologia possam utilizar o desenvolvimento para criar ferramentas e sistemas voltados para o produtor rural, criando dessa maneira, sistemas baseados em *blockchain* que resolvam os problemas dos produtores, esse código contribui que a CP 09 do Quadro 1 seja respondida.

4.4 Avaliação do modelo RCBB

Para avaliar o modelo RCBB, foram realizadas **5** (cinco) apresentações do modelo proposto para profissionais com atuação na cadeia da carne bovina. A seleção dos especialistas contemplou:

- Uma pessoa com o perfil de produtor rural e larga experiência nos processos de rastreabilidade de animais bovinos, essa pessoa atua com a rastreabilidade bovina a mais de 20 anos, possuindo experiência com os protocolos de rastreabilidade, sendo formada em zootecnia,

dona de uma empresa de rastreabilidade de animais bovinos que atua na organização e gestão dos protocolos SISBOV.

- Uma pessoa com o perfil de gestor de cadeias de suprimentos que trabalha em uma das maiores das indústrias frigoríficas do mundo,
- Uma pessoa com o perfil de empresário dono de um grande sistema ERP voltado para a gestão do agronegócio e de gado de corte com atuação no Brasil e em diversos países da América do sul.
- Um perfil de profissional que atua com o Governo Federal, estadual e municipal, há mais de 15 anos. Formado como médico veterinário, possuindo grande experiência na gestão do protocolo SISBOV e na rastreabilidade da carne bovina no Brasil.
- Uma pessoa formada em administração de empresas que atua no gerenciamento das cadeias de suprimentos de um dos maiores conglomerados varejistas do mundo, e que somente no Brasil esse grupo possui mais de 200 lojas.

4.4.1 Critérios para avaliação do modelo RCBB

No processo de avaliação os critérios observados para que o artefato fosse apreciado foram: viabilidade para aplicação do modelo, consistência do modelo apresentado, contribuição do modelo para a área de rastreabilidade da carne bovina, inovação do modelo proposto, melhoria de desempenho e impacto do modelo na atuação do profissional na cadeia da carne.

4.4.2 Proposta de avaliação do modelo RCBB

Para realizar a avaliação do artefato uma apresentação da pesquisa foi realizada apresentando a problemática da pesquisa. Foi apresentada também, a

referência conceitual que apoiou a pesquisa, o método utilizado para realizar o estudo, juntamente com as classes de problemas encontrados e as soluções propostas. Foi concedida aos avaliadores a opção de realizarem perguntas a respeito do tema e dúvidas que porventura surgissem.

Seguindo no processo de avaliação do artefato, foi encaminhado um formulário ao e-mail do participante com 7 (sete) questões para que ele pudesse responder às indagações da avaliação e uma questão sobre seu perfil profissional. As questões são apresentadas no (Instrumento de pesquisa).

4.4.3 Avaliação do modelo RCBB

A síntese da avaliação por parte dos respondentes que participaram da pesquisa é apresentada no Quadro 3:

Quadro 3. Avaliação do artefato

Atores	Viabilidade	Consistência e solidez	Inovação	Desempenho	Vulnerabilidade	Contribuições
Governo	“Sim, não só é viável como é necessária. Sempre levando em consideração o sigilo e confidencialidade de informações estratégicas dos diferentes atores da cadeia produtiva”.	“O modelo apresentado contempla os atores envolvidos na cadeia da carne e o fluxo de informações proposto engloba a rastreabilidade de ponta a ponta”.	“Por meio da credibilidade que a tecnologia <i>blockchain</i> e a proteção de informações estratégicas dos diferentes elos da cadeia”.	“No aspecto tecnológico. O uso de banco de dados em tecnologia <i>blockchain</i> é a principal inovação. Torna o processo mais transparente aos agentes. Pela possibilidade de recuperação da informação de rastreabilidade pelos diferentes elos e pelo consumidor final, conseguindo ter informações de armazenamento, processamento, transporte e produção”.	“A principal vulnerabilidade é a não adoção da tecnologia pela necessidade de registro de informações sensíveis e estratégicas dos elos da cadeia da carne”.	“O registro fidedigno das informações ao longo da cadeia, e disponibilização de informações aos consumidores. Enquanto entidade gestora de protocolos de rastreabilidade, o modelo proposto traz mais segurança para realização de auditorias, auditorias oficiais e auditorias externas”.
Produtor rural	“Sim é viável. Haveria, no entanto alguns entraves para adoção	“Sim, como já disse, terá uma informação valiosa sobre um	“Agregando valores comerciais aos produtores, e	“Um dos principais aspectos, seria o consumidor final	“Acredito que não exista vulnerabilidade”.	“Segurança e agilidade no acesso a

	dos agentes, caso não haja um estímulo econômico. Todavia, seria de grande valor o uso da tecnologia com fins de transparência’.	determinado produto, a qualquer consumidor, de sua origem até o consumo final”.	informações valiosas aos consumidores”.	saber a procedência da mercadoria que ele está comprando para consumir, sabendo que está adquirindo um produto de qualidade”.		determinadas informações. Na certeza de que o consumidor estaria comprando e consumindo um produto, que teve sua qualidade atestada do início, desde a cria até o abate e o próprio consumo”.
Indústria frigorífica	“Acredito ser um bom começo devemos nos preocupar mais com quais informações são relevantes para a cadeia principalmente do lado do produtor”. “Sim, acredito ser uma boa tecnologia para empoderamento da cadeia pecuária”.	“Dando segurança e transparência ao consumidor e partes envolvida da originação da matéria prima (o animal)”. “Tornar transparente quaisquer incrementos ou alterações de dados em cada etapa do processo, dando visibilidade para todos os agentes de forma bem transparente”.	“Temos já algumas empresas com esse trabalho de forma mais forte na ponta do frigorífico e varejo mais dando pouca importância para o produtor e é aí que a coisa pega”. “A inovação que identifiquei seria a participação mais ativa de todos os agentes e a possibilidade de se criarem conjuntos de políticas diferentes para diferentes fluxos”.	“A qualidade das informações inseridas caso não sejam feitas por um processo bem-feito”.	“As principais inconsistências dessa cadeia acontecem dentro de cada agente, portanto, podem-se ter informações não válidas no processo”.	“Empoderando a qualidade das informações e futuramente impactando na remuneração do produtor”. “Permitiria que nossas ferramentas integrassem com esse serviço, criando possibilidades para o pecuarista em agregação de valor e retorno do mercado quanto aos animais produzidos”.

Varejista	“Sim, pois terá informações de um determinado produto a qualquer consumidor que se interessar a saber de sua origem até o consumo final”. “Sim, apesar do alto custo atual para a identificação individual de animais”.	“Sim, o modelo apresentado tem consistência e informações pertinentes para todo o fluxo da cadeia produtiva. Vimos que tem como foco uma melhor informação para o consumidor final, mas toda a cadeia tem a possibilidade de verificar e entrar no detalhe de cada animal. Isso gera um processo informativo contundente e eficiente”. “Sim, uma vez que permite a identificação e participa de cada ente com a agregação de informações”.	“Hoje a grande insegurança de quem está comprando uma carne é saber a sua procedência e origem, além é claro de entender e querer saber se todo o processo regulamentador foi cumprido. O modelo RCBB, possibilita a todos ter está rastreabilidade e visibilidade do que está comprando, gerando segurança para todos, inclusive para o produtor rural, que consegue demonstrar seu trabalho e tornar-se referência em qualidade através do fluxo de informações que o modelo proporciona”. “Garantindo entrada de dados por cada ente da cadeia, de forma segura e sem	“Hoje, principalmente o consumidor final, tem o acesso restrito as informações sobre carne bovina. A indústria e o varejista consegue com maior facilidade a informação e até fazem fiscalizações diretamente, mas o consumidor não tem e não é aberto”. “A partir deste acesso disponibilizado no modelo RCBB apresentado, ele de onde estiver acessa o <i>Qr code</i> e sabe toda a procedência da Carne. Isso beneficiará também outros varejistas concorrentes daqueles que aderirem a ferramenta”. “Ao integrar diferentes	“Não vejo nenhuma, o que pode acontecer é alguém na cadeia não fazer a atualização corretamente. As principais são: Informação, segurança/confiabilidade e praticidade”. O alto custo atual da identificação individual de animais e a alta variação de realidades de produtores, de pequenos a grandes, o que influencia em seu conhecimento técnico no uso de tecnologias.	“Dando transparência para nossos compradores internacionais”. “No meu ponto de vista e como já supracitado, melhora principalmente no que tange a acesso fácil e rápido, assim como na segurança e confiabilidade da informação”. “Facilitaria o conhecimento de toda origem da carne e confiabilidade junto a todo o processo, garantindo que tenhamos certeza do que estamos disponibilizando para o nosso consumidor, principalmente, para a empresa que trabalho onde a Qualidade não se discute, se garante”. “Permitiria auxiliar
-------------------------	---	--	--	--	--	---

			possibilidades de adulteração”.	ferramentas, como a identificação individual de animais, dados de trânsito e localização de propriedades”. “Permite a identificação da origem de animais e caracterização de seu deslocamento ao longo de sua criação”.		os produtores na gestão dos estabelecimentos rurais e levaria à maior conformidade ambiental dos estabelecimentos”.
Empresa de tecnologia	"Considero viável, Mas temos que ter o engajamento dos produtores para implementarem a identificação individual”.	“Sim, pode receber interfaces de outros sistemas o que facilita quem já faz a sua gestão”.	“Informações mais rápidas e seguras a todos os usuários da cadeia”.	“Com a possibilidade de conexão dos dados numa mesma plataforma”.	“Engajamento dos produtores no início do processo e talvez a variabilidade dos diversos processos produtivos quanto a impressão do <i>Qr code</i> ”	“Segurança e transparência Sendo uma plataforma centralizadora dos dados”.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os respondentes entenderam ser viável utilizar o modelo para realizar a rastreabilidade da carne bovina utilizando a tecnologia de *blockchain*. Um dos avaliadores citou ser necessário haver um estímulo econômico para ser ainda mais viável a utilização do modelo.

As avaliações sobre a consistência e solidez do modelo foram unânimes em apontar que o modelo RCBB possui essas características. Observações sobre essas características, tais como o modelo possuir condições de receber dados de outros sistemas contribuíram também para que os avaliadores confirmassem essas características. A consistência no fluxo de dados de um ator para o outro também foi apontada como um aspecto importante.

As contribuições apresentadas pelos avaliadores do modelo indicam que o processo de rastreabilidade da carne bovina se torna mais seguro e transparente com a sua adoção. Outra avaliação cita que qualquer alteração ou incremento de dado pode ser observado dentro do modelo RCBB. Já um dos avaliadores cita que o modelo oferece segurança para os clientes saberem a procedência dos alimentos que estão consumidos. E ainda outra avaliação, menciona que a credibilidade e a proteção dos dados são melhorados utilizando o modelo, pois existe um registro fidedigno das informações ao longo da cadeia e essas informações podem ser disponibilizadas para os consumidores.

No que diz respeito à inovação, foi apontado que o foco no produtor rural é interessante, bem como a participação ativa de todos os agentes da cadeia no envio e leitura das informações. Outro aspecto citado foi de a transparência das informações para o consumidor poder saber a procedência de seus alimentos. Por fim, dois integrantes da cadeia citaram como aspecto inovador a utilização da tecnologia de *blockchain* para armazenar os dados da rastreabilidade da carne bovina.

A melhoria de desempenho citada pelos avaliadores nesse aspecto foi mais ampla, ao apontar que o processo se torna mais transparente para todos os stakeholders, o acesso aos dados é realizado de maneira mais segura e ágil. Foi citado também que a possibilidade de conectar diferentes sistemas em uma mesma plataforma melhora o processo da rastreabilidade e por último que o modelo permite identificar a origem dos animais e todos os agentes que manipularam aquele produto.

Foi solicitado para que os avaliadores apontassem quais vulnerabilidades eles puderam identificar no modelo RCBB. A maior vulnerabilidade apontada por 3 especialistas diz respeito a atuação das pessoas caso elas insiram alguns dados incorretos ou errôneos na estrutura da *blockchain*. Dois avaliadores disseram que não existia nenhuma vulnerabilidade a ser apontada no modelo. Uma das avaliações apontou para o alto custo de identificação individual dos animais e a variação de realidades dos produtores rurais no Brasil de pequenos produtores a grandes grupos empresariais. E finalmente um dos avaliadores cita que os engajamentos dos produtores rurais pode ser um entrave no início do processo.

A avaliação dos especialistas quanto ao impacto do modelo em suas atuações na cadeia da carne bovina foi descrita: como um modelo que fornece empoderamento à qualidade das informações e deverá impactar positivamente na remuneração do produtor rural. Outra avaliação aponta que esse modelo facilitaria o conhecimento de toda a origem da carne, garantido a oferta de produtos de qualidade aos consumidores. Além disso, o modelo serviria como uma plataforma centralizadora de dados, auxiliando os produtores na gestão dos estabelecimentos rurais, elevando a conformidade ambiental das propriedades.

4.4.4 Instrumento de pesquisa

Para a avaliação da adequação do modelo RCBB, foi utilizado o seguinte questionário:

Formulário de avaliação do artefato RCBB

* Obrigatória

1. Você considera viável a aplicação do modelo RCBB para rastreabilidade da carne bovina para a realidade brasileira? Justifique sua resposta. *
2. Ao criar o modelo RCBB, e identificar cada *stakeholder* dentro do processo de rastreabilidade, a pretensão foi de apresentar um *framework* que pudesse ter consistência e solidez na apresentação e no fluxo dos dados da cadeia produtiva, mesmo que de maneira resumida. Posto isso, o modelo RCBB ostenta consistência para ser utilizado, Justifique sua resposta. *
3. Como o modelo RCBB pode contribuir para o processo de rastreabilidade da carne bovina? *
4. Em quais aspectos o modelo RCBB apresenta inovação para o processo de rastreabilidade da carne bovina? Justifique sua resposta. *
5. Como o modelo RCBB melhora o desempenho do processo de rastreabilidade da carne bovina? *
6. Quais vulnerabilidades você acredita que existam no modelo RCBB?*
7. Como o modelo RCBB impactaria a sua atuação na cadeia da carne bovina? *
8. Descreva o seu perfil profissional e sua área de atuação. *

4.5 Discussão dos resultados

O desenvolvimento do modelo RCBB como artefato da pesquisa criou um sistema em *blockchain* que recebe os dados dos animais do produtor rural utilizando tecnologia RFID para a coleta de dados e os envia para uma rede de *blockchain* hospedada em computação em nuvem.

O modelo apresentado se baseou na realidade brasileira. A apresentação do modelo com foco no nascedouro dos dados no produtor rural, permitiu que o artefato criado apresentasse inovação e um novo olhar para o processo de rastreabilidade da carne bovina. Esse modelo apresentado poderá ser utilizado pela cadeia de rastreabilidade da carne, inserindo novos atores e outros *stakeholders* com o intuito de melhorar esse processo.

A avaliação do modelo foi realizada apresentando a utilização do sistema para especialistas que trabalham na cadeia da carne, e a resposta de todos foi unanime em apontar que o sistema oferece melhoria de desempenho, maior visibilidade e segurança para os dados do processo de rastreabilidade da carne produzida no Brasil.

5. Conclusão e sugestões para trabalhos futuros

5.1 Conclusão

A integração de dados e do trabalho dentro da cadeia de suprimentos é um processo trabalhoso e que envolve diversos *stakeholders*. Dessa maneira, a utilização de uma tecnologia como o *blockchain* tem a intenção de agrupar as informações de modo que a visibilidade e confiança da cadeia seja aprimorada e que o trabalho de todos os elos possa ser realizado da forma mais segura e transparente.

A tecnologia *blockchain* possibilita que o processo de rastreabilidade da carne bovina possa ser realizado com confiança de que os dados informados por cada *stakeholder* são verdadeiros e identificáveis. Essa confiança proporciona aos atores do processo tomadas de decisões embasadas em um processo certificado pela imutabilidade dos dados que trafegam na *blockchain*.

No entanto, a rastreabilidade pode ser melhorada quando os dados estão trafegando em uma rede que impõe visibilidade, confiabilidade e segurança para todos os *stakeholders* que atuam nessa cadeia. O *blockchain* tem o potencial de gerar valor para a cadeia da carne pois ele imputa confiança nas relações entre os atores visto que o dado escrito em *blockchain* é imutável.

É pertinente destacar que a contribuição da tecnologia *blockchain* para a cadeia da carne bovina permite que se identifique desde o primeiro produtor rural até o último elo da cadeia, isso faz com que em um eventual *recall* alimentar possa se detectar o problema e sanar para que não mais ocorra. Essa identificação aprimorada de cada ator permite que os processos se tornem mais seguros já que o dado dentro da *blockchain* é criptografado.

Ademais, nesse estudo foi possível identificar que a tecnologia de *blockchain* pode ser utilizada com computação em nuvem, RFID, IoT, contratos inteligentes, criptografia, *big data*, para realizar o processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil. Além disso, é preciso que todos os atores do processo de rastreabilidade estejam inseridos dentro de uma rede de *blockchain* para que os dados compartilhados entre eles possam receber o crivo de serem seguros, transparentes e assim gerarem valor para todos os elos da cadeia produtiva.

Portanto, com os dados apresentados neste estudo, conclui-se que o sistema de rastreabilidade existente atualmente carece de integração, pois cada ator utiliza a sua ferramenta de rastreabilidade e não integra os dados com as outras ferramentas. Isso faz com que se compartilhe apenas o dado favorável e o dado que se quer mostrar. Com a utilização de uma ferramenta de *blockchain* é possível construir uma camada de confiabilidade para o envio dos dados que gerem valor para toda a cadeia de ponta a ponta, aprimorando o processo de rastreabilidade da carne bovina no Brasil.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Com a realização da pesquisa foi possível vislumbrar que existem outras possibilidades de trabalhos futuros para serem realizados. O levantamento do custo de aquisição dos dispositivos de leitura RFID para rastreabilidade dos dados dos animais bovinos pode ser realizado levando-se em conta o valor que a indústria frigorífica remunera os produtores que utilizam o protocolo SISBOV para rastreabilidade dos animais. Outra possibilidade é a inserção de novos atores do processo de rastreabilidade dentro do modelo RCBB para trafegar os dados. Uma nova possibilidade é a realização de um estudo com participação do governo federal e a integração dos dados da BND e do sistema SIGSIF na rede de *blockchain*.

Referências bibliográficas

ABIJAUDE, J.; GREVE, F.; SOBREIRA, P. Blockchain e Contratos Inteligentes para Aplicações em IoT, Uma Abordagem Prática. **Jornada de Atualização em Informática 2021**, n. July, p. 149–197, 2021.

ACAR, A. Z.; UZUNLAR, M. B. The Effects of Process Development and Information Technology on Time-based Supply Chain Performance. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 150, p. 744–753, set. 2014.

ALKHADER, W. SALAH, K., JAYARAMAN, R., ARSHAD, J., OMAR, M. Blockchain-Based Traceability and Management for Additive Manufacturing. **IEEE Access**, v. 8, p. 188363–188377, 15 out. 2020.

AL-SAQAF, W.; SEIDLER, N. Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead. **Journal of Cyber Policy**, v. 2, n. 3, p. 338–354, 2017.

AL-TALIB, M.; MELHEM, W. Y.; ANOSIKE, A. I.; REYES, J. A. G.; NADEEM, S. P. Achieving resilience in the supply chain by applying IoT technology. **Procedia CIRP**, v. 91, p. 752–757, 2020.

ARMELIN, M. J. C.; BURNIER, P. C. GROSSI, N. T. B. R. TAC da carne no Pará e compromisso público da pecuária a importância da rastreabilidade da carne na redução dos desmatamentos na Amazônia. Amigos da Terra (AdT) – Amazônia Brasileira. 2019. Disponível em: http://amigosdaterra.org.br/wp-content/uploads/2020/06/estudo_tac_novo_red.pdf

AZZI, R.; CHAMOUN, R. K.; SOKHN, M. The power of a blockchain-based supply chain. **Computers and Industrial Engineering**, v. 135, n. 4, p. 582–592, 2019.

BABICH, V.; HILARY, G. Distributed Ledgers and Operations: What Operations Management Researchers Should Know about Blockchain Technology To cite this version: HAL Id: hal-02005158 Distributed Ledgers and Operations: What Operations Management Researchers Should Know about. **Manufacturing and Service Operations Management, INFORMS, In press**, v. hal-020051, 2020.

BAL, H. Ç.; ERKAN, Ç. **Industry 4.0 and Competitiveness**. Procedia Computer Science. **Anais...Elsevier B.V.**, 2019

BARCELLOS J. O. J.; ABICHT, A. M.; BRANDÃO, F. S.; CANOZZI, M. E. A. COLLARES, F. C. Percepção do consumidor da carne bovina rastreada brasileira. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.3, p.771-774, 2012.

BATWA, A.; NORRMAN, A. Blockchain Technology and Trust in Supply Chain Management: A Literature Review and Research Agenda. **Operations and Supply Chain Management: An International Journal**, n. 2, p. 203–220, 9 jan. 2021.

BEHNKE, K.; JANSSEN, M. F. W. H. A. Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. **International Journal of Information Management**, v. 52, 1 jun. 2020.

BELLI, J.; WATERS, S. **A Guide for First-time Researchers**. New York: MC Graw Hill Education, 2014.

BELLO, S. A.; OYEDELE, L. O.; AKINADE, O. O.; BILAL, M.; DELGADO, J. M.D.; AKANBI, L.A.; OWOLABI, H. A. Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges. **Automation in Construction**, v. 122, p. 103441, 2021.

BLOS, M. F.; HOEFLICH, S. L.; MIYAGI, P. E. **A general supply chain continuity management framework**. Procedia Computer Science. **Anais...Elsevier B.V.**, 2015

- CAI, Y. J.; CHOI, T. M.; ZHANG, J. Platform Supported Supply Chain Operations in the Blockchain Era: Supply Contracting and Moral Hazards*. **Decision Sciences**, v. 0, n. 0, p. 1–27, 2020.
- CALIXTO, L. Estudos de caso sobre custos ambientais: ênfase nos procedimentos metodológicos. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, n. 2, p. 87–109, 2009.
- CAMBOU, B.; GOWANLOCK, M.; HEYNSSSENS, J.; JAIN, S.; PHILABAUM, C.; BOOHER, D.; NJILLA, L. Securing Additive Manufacturing with Blockchains and Distributed Physically Unclonable Functions. **Cryptography**, v. 4, n. 2, p. 17, 2020.
- CAO, S.; POWELL, W.; FOTH, M.; NATANELOV, V.; MILLER, T.; DULLECK, U. Strengthening consumer trust in beef supply chain traceability with a blockchain-based human-machine reconcile mechanism. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 180, n. September 2020, p. 105886, 2021.
- CARAM, L. Frigorífica brasileira Frigol adota inteligência artificial e blockchain em cadeia de produção. **Cointelegraph**, 2022 Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/brazilian-meat-company-frigol-uses-ai-and-supply-chain-blockchain>>. Acesso em: 18 jan de 2022.
- CARVALHO, P. R. V. **Strategic Blockchain Adoption in Supply Chain Operations**. 159 p. A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Management Sciences Waterloo, Ontario, Canada, 2021.
- CARVALHO, T. B.; ZEN, S. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p. 85–99, 2017.
- CASINO, F.; KANAKARIS, V.; DASAKLIS, T. K.; MOSCHURIS, S.; RACHANIOTIS, N. P. Modeling food supply chain traceability based on blockchain technology. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 2728–2733, 1 set. 2019.
- CELESTINO, V.; SILVEIRA, P. Rastreabilidade bovina: histórico e reflexões sobre a situação brasileira. 2006.
- CERT.BR. Segurança na internet. **Cert.br**, 2021. Disponível em: <<https://cartilha.cert.br/livro>>. Acesso em: 13, out de 2021.
- CHANG, S. E.; CHEN, Y. When blockchain meets supply chain: A systematic literature review on current development and potential applications. **IEEE Access**, v. 8, p. 62478–62494, 2020.
- CHANG, Y.; IAKOVOU, E.; SHI, W. Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 7, p. 2082–2099, 2020.
- CHINAGLIA, R. Carrefour expande uso de blockchain para rastrear alimentos no Brasil. **Exame**, p. 11–15, 2022.
- CHOI, T. M. Supply chain financing using blockchain: impacts on supply chains selling fashionable products. **Annals of Operations Research**, n. 131, 2020.
- CHOI, T-M.; LUO, S. Data quality challenges for sustainable fashion supply chain operations in emerging markets: Roles of blockchain, government sponsors and environment taxes. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 131, p. 139-152, 2019.
- CHRISTIDIS, K.; DEVETSIKIOTIS, M. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. **IEEE Access**, v. 4, p. 2292–2303, 2016.
- CNA. Institucional CNA. **Web site CNA**, 2022. Disponível em:

<<https://www.cnabrazil.org.br/cna>>. Acesso em: 10, jan de 2022.

COHEN, M. A.; LEE, H. L. Designing the right global supply chain network. **Manufacturing & Service Operations Management**, v. 22, n. 1, p. 15-24, 2020.

COLE, R.; STEVENSON, M.; AITKEN, J. Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**, 2019.

CONTE DE LEON, D.; STALICK, A. Q.; JILLEPALLI, A. A.; HANEY, M. A.; SHELDON, F. T. Blockchain: properties and misconceptions. **Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 11, n. 3, p. 286–300, 2017.

COSTA, F.; GENOVESI, S.; BORGESE, M.; MICHEL, A.; DICANDIA, F. A.; MANARA, G. A review of RFID sensors, the new frontier of internet of things. **Sensors**, v. 21, n. 9, p. 3138, 2021.

DE GIOVANNI, P. Blockchain and smart contracts in supply chain management: A game theoretic model. **International Journal of Production Economics**, v. 228, n. 100, 1 out. 2020.

DI VAIO, A.; VARRIALE, L. Blockchain technology in supply chain management for sustainable performance: Evidence from the airport industry. **International Journal of Information Management**, v. 52, p. 102014, 2020.

DING, Q.; GAO, S.; ZHU, J.; YUAN, C. Permissioned Blockchain-Based Double-Layer Framework for Product Traceability System. **IEEE Access**, v. 8, p. 6209–6225, 2020.

DRESCH, A. **Desenvolvimento científico em design science para a engenharia de produção: formulações conceituais e análise empírica**. 268 p. Tese (doutorado)-Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2018.

DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A.; BRYDE, D. J.; DWIVEDI, Y. K.; PAPADOPOULOS, T. Blockchain technology for enhancing swift-trust, collaboration and resilience within a humanitarian supply chain setting. **International journal of Production research**, v. 58, n. 11, p. 3381-3398, 2020.

DUTTA, P.; CHOI, T. M.; SOMANI, S.; BUTALA, R. Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 142, n. May, p. 102067, 2020.

DWIVEDI, S. K.; AMIN, R.; VOLLALA, S. Blockchain based secured information sharing protocol in supply chain management system with key distribution mechanism. **Journal of Information Security and Applications**, v. 54, 2020.

EDUSSURIYA, C.; VITHANAGE, K.; BANDARA, N.; ALAWATUGODA, J.; SANDIRIGAMA, M.; JAYASINGHE, U.; LEE, G. M. BAT—block analytics tool integrated with blockchain based iot platform. **Electronics (Switzerland)**, v. 9, n. 9, p. 1–20, 1 set. 2020.

E-FATIMA, K.; KHANDAN, R.; HOSSEINIAN-FAR, A.; SARWAR, D.; AHMED, H. F. Adoption and Influence of Robotic Process Automation in Beef Supply Chains. **Logistics**, v. 6, n. 3, p. 48, 2022.

EMBRAPA. Dia do Boi: Brasil tem maior rebanho bovino do mundo. **Embrapa**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo>>

diz-estudo>. Acesso em: 26 nov. 2021.

FAN, Z-P.; WU, X-Y; CAO, B-B. Considering the traceability awareness of consumers: should the supply chain adopt the blockchain technology?. **Annals of Operations Research**, p. 1-24, 2020.

FELIPPE, A. D. Modelo de rastreabilidade vinculado ao dna para a cadeia da carne bovina baseado em blockchain e smart contracts. v. 4, n. 1, p. 1–23, 2020.

FENG, H.; WANG, X.; DUAN, Y.; ZHANG, J.; ZHANG, X. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 260, 1 jul. 2020.

FONSECA, L. M. Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits. In: **Proceedings of the international conference on business excellence**. 2018. p. 386-397.

FORBES. Boi com blockchain é a nova aposta da Marfrig para monitorar a cadeia da carne. **Forbes.com.br** Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbesagro/2021/07/boi-com-blockchain-e-a-nova-aposta-da-marfrig-para-monitorar-a-cadeia-da-carne/>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

FOSSO WAMBA, S.; QUEIROZ, M. M.; TRINCHERA, L. Dynamics between blockchain adoption determinants and supply chain performance: An empirical investigation. **International Journal of Production Economics**, v. 229, 1 nov. 2020.

FRANCO, M. Transparência “futurista”. Cadeia em Pauta. **Revista DBO**. Edição 470. Dezembro de 2019. Disponível em: <https://ecotrace.info/transparencia-futurista-ecotrace-clipping/>

GEORGE, R. V.; HARSH, H. O.; RAY, P.; BABU, A. K. Food quality traceability prototype for restaurants using blockchain and food quality data index. **Journal of Cleaner Production**, v. 240, 10 dez. 2019.

GEZGIN, E.; HUANG, X.; SAMAL, P.; SILVA, I. Digital transformation: Raising supply-chain performance to new levels. **McKinsey & Company**, p. 1-10, 2017.

GOECKS, L. S.; Souza, M. D.; Librelato, T. P.; Trento, L. R. Design Science Research in practice: review of applications in Industrial Engineering. **Gestão & Produção**, v. 28, 2021.

GUGGENBERGER, T.; SCHWEIZER, A.; URBACH, N. Improving Interorganizational Information Sharing for Vendor Managed Inventory: Toward a Decentralized Information Hub Using Blockchain Technology. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 67, n. 3, p. 1074–1085, 1 nov. 2020.

HE, Y.; CHEN, L.; XU, Q. Optimal pricing decisions for a global fresh product supply chain in the blockchain technology era. **International Journal of Logistics Research and Applications**, p. 1-18, 2021.

HELO, P.; SHAMSUZZOHA, A. H. M. Real-time supply chain—A blockchain architecture for project deliveries. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 63, 1 jun. 2020.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

HEVNER, A. R. Design science 97. **AI and Society**, v. 10, n. 2, p. 199–217, 2004.

HYLEER, M.; CAMPOS, A. Startups no setor do agronegócio brasileiro Startups no

setor do agronegócio brasileiro Startups in the Brazilian agribusiness sector atividade de destaque e relevância para o desenvolvimento brasileiro ao longo de sua história”, BRASIL, 2018). Porém, **VII Simpósio Ciência do Agronegócio**, 2019.

IBGE. Censo Agro 2017: resultados preliminares mostram queda de 2,0% no número de estabelecimentos e alta de 5% na área total. **Censo Agro 2017**, p. 1–8, 2018.

IBGE. Rebanho de Bovinos (Bois e Vacas) **Ibge**, 2021. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21905-censo-agro-2017-resultados-preliminares-mostram-queda-de-2-0-no-numero-de-estabelecimentos-e-alta-de-5-na-area-total>>. Acesso em: 18, Jan 2021.

INDUMATHI, J.; GHALIB, M. R.; GITANJALI, J.; HUA, Q.; WEN, Z.; QI, X. Block Chain Based Internet of Medical Things for Uninterrupted, Ubiquitous, User-Friendly, Unflappable, Unblemished, Unlimited Health Care Services (BC IoMT U6HCS). **IEEE Access**, v. 8, p. 216856–216872, 2020.

ISO/IEC. **ISO/IEC 10118-3 “Information technology - Security techniques - Hash functions - Part 3: Dedicated hash functions”**, 2004.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. **International Journal of Production Economics**, v. 219, n. May 2019, p. 179–194, 2020.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. **International Journal of Information Management**, v. 52, n. 22, p. 101967, 2020.

KANO, Y.; NAKAJIMA, T. A novel approach to solve a mining work centralization problem in blockchain technologies. **International Journal of Pervasive Computing and Communications**, v. 14, n. 1, p. 15–32, 2018.

KAYIKCI, Y.; SUBRAMANIAN, N.; DORA, M.; BHATIA, M. S. Food supply chain in the era of Industry 4.0: blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. **Production Planning and Control**, n. 6, 2020.

KAYIKCI, Y. **Sustainability impact of digitization in logistics**. Procedia Manufacturing. **Anais...Elsevier B.V.**, 2018

KHAN, P. W.; BYUN, Y. C.; PARK, N. IoT-blockchain enabled optimized provenance system for food industry 4.0 using advanced deep learning. **Sensors (Switzerland)**, v. 20, n. 3, 2 maio 2020.

KHAN, S. N.; LOUKIL, F.; GHEDIRA-GUEGAN, C.; BENKHELIFA, E.; BANI-HANI, A. Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends. **Peer-to-peer Networking and Applications**, v. 14, n. 5, p. 2901-2925, 2021.

KIEHNE, J.; OLARU, M. Implementing Industrie 4.0 strategies: beyond technical innovations. In: **Basiq International Conference: New Trends in Sustainable Business and Consumption**. 2017. p. 363-371.

KIM, J. S.; SHIN, N. The impact of blockchain technology application on supply chain partnership and performance. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 21, 1 nov. 2019.

KOZAREVIĆ, S.; PUŠKA, A. Use of fuzzy logic for measuring practices and performances of supply chain. **Operations Research Perspectives**, v. 5, p. 150–160, 1 jan. 2018.

KUECHLER, B.; PETTER, S. DESIGN SCIENCE RESEARCH IN INFORMATION

SYSTEMS. n. 1, p. 1–66, 2012.

KUHI, K.; KAARE, K.; KOPPEL, O. Ensuring performance measurement integrity in logistics using blockchain. **Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SOLI 2018**, p. 256–261, 2018.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design Science Research: A research method to production engineering. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LAMBOURDIERE, E.; CORBIN, E. Blockchain and maritime supply-chain performance: dynamic capabilities perspective. **Worldwide Hospitality and Tourism Themes**, v. 12, n. 3, p. 24–34, 27 jan. 2020.

LI, J.; MAITI, A.; SPRINGER, M.; GRAY, T. Blockchain for supply chain quality management: challenges and opportunities in context of open manufacturing and industrial internet of things. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 33, n. 12, p. 1321–1355, 2020.

LI, Q.; LIU, A. **Big data driven supply chain management**. Procedia CIRP. **Anais...Elsevier B.V.**, 2019

LIM, M. K.; LI, Y.; WANG, C.; TSENG, M. L. A literature review of blockchain technology applications in supply chains: A comprehensive analysis of themes, methodologies and industries. **Computers and Industrial Engineering**, v. 154, n. 9, 1 abr. 2021.

LIU, Z-Y; GUO, P-T. Supply chain decision model based on blockchain: a case study of fresh food E-commerce supply chain performance improvement. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, v. 2021, 2021.

LOHMER, J.; BUGERT, N.; LASCH, R. Analysis of resilience strategies and ripple effect in blockchain-coordinated supply chains: An agent-based simulation study. **International Journal of Production Economics**, v. 228, n. 53, 1 out. 2020.

LOPES, M. A.; DEMEU, A. A.; RIBEIRO, A. D. B.; ROCHA, C. M. B. M.; BRUHN, F. R. P.; RETES, P. L. Dificuldades encontradas pelos pecuaristas na implantação da rastreabilidade bovina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 6, p. 1621–1628, 2012.

MALAFAIA, G. C.; MORES, G. V.; CASAGRANDA, Y. G.; BARCELLOS, J. O. J.; COSTA, F. P. The Brazilian beef cattle supply chain in the next decades. **Livestock Science**, v. 253, p. 104704, 2021.

MANSON, N. Is operations research really research? **ORiON**, v. 22, n. 2, p. 155–180, 2006.

MANUPATI, V. K.; SCHOENHERR, T.; RAMKUMAR, M.; WAGNER, S. M.; PABBA, S. K.; SINGH, R. I. R. A blockchain-based approach for a multi-echelon sustainable supply chain. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 7, p. 2222–2241, 2020.

MAO, D.; WANG, F.; HAO, Z.; LI, H. Credit evaluation system based on blockchain for multiple stakeholders in the food supply chain. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 5, 1 ago. 2018.

MAPA. Competências do SIF. **Governo Federal – MAPA**, 2022 Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif/competencias-do-sif>>. Acesso em: 23 de Fev de 2022.

MAPA. **Dados de exportação - Carne Bovina brasileira**. [s.l: s.n.].

MAPA. **Instrução Normativa Nº 51, DE 1 DE OUTUBRO DE 2018**, 2018.

MAPA. Safe trace, **MAPA**. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/inovacoes-financeiras-do-agronegocio/conheca-os-participantes-do-1o-workshop-de-inovacao-financeira-do-agronegocio/safe-trace>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MAPA/SDA. Lista de propriedades traces **MAPA. Web site MAPA**. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/rastreabilidade-animal/listas-traces>> Acesso em 20 de jan de 2022.

MARSAL-LLACUNA, M. L. Future living framework: Is blockchain the next enabling network? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 128, n. August 2017, p. 226–234, 2018.

MATTEO, TIZIANA DI; TOMASO ASTE; TASCA, P. Blockchain Technologies: The Foreseeable Impact on Society and Industry COVER FEATURE BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN FINANCE. 2017.

MELLO, M. D. M. B.; CARRER, M. J.; SOUZA, H. M. D. Adoção de rastreabilidade de bovinos de corte em nível agrícola no Estado de São Paulo. *Ciência Rural*, v. 47, 2017.

MERWE, A.; GERBER, A.; SMUTS, H. Guidelines for conducting design science research in information systems. In: **Annual Conference of the Southern African Computer Lecturers' Association**. Springer, Cham, 2019. p. 163-178.

MRUGALSKA, B.; WYRWICKA, M. K. Towards lean production in industry 4.0. **Procedia engineering**, v. 182, p. 466-473, 2017.

NAKAMOTO, S., 2008. BITCOIN: A PEER-TO-PEER ELECTRONIC CASH SYSTEM. RAIN: A Bio-Inspired Communication and Data Storage Infrastructure. **Artificial Life**, v. 23, n. 4, p. 552–557, 2008.

OMAR, I. A.; JAYARAMAN, R.; SALAH, K.; DEBE, M.; OMAR, M. Enhancing Vendor Managed Inventory Supply Chain Operations Using Blockchain Smart Contracts. **IEEE Access**, v. 8, p. 182704–182719, 2020.

PERERA, T.; HETTIGE, S. P. T.; JAYATILAKE, S. A.; ABEYGUNAWARDHANA, W.; BANDARA, H. D. Blockchain-Based Product Traceability beyond Proof of Existence. **MERCon 2020 - 6th International Multidisciplinary Moratuwa Engineering Research Conference, Proceedings**, p. 1–6, 2020.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 4, p. 318–325, 1995.

PRASHAR, D.; JHA, N.; JHA, S.; LEE, Y.; JOSHI, G. P. Blockchain-based traceability and visibility for agricultural products: A decentralized way of ensuring food safety in India. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 8, 1 abr. 2020.

QIAO, R.; ZHU, S.; WANG, Q.; QIN, J. Optimization of dynamic data traceability mechanism in Internet of Things based on consortium blockchain. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 14, n. 12, 1 dez. 2018.

QUEIROZ, M.; TELLES, R.; BONILLA, S. H. Blockchain and supply chain management integration: A systematic review of the literature. **emerald.com**, 2019.

REJEB, A.; KEOGH, J. G.; TREIBLMAIER, H. Leveraging the Internet of Things and blockchain technology in Supply Chain Management. **Future Internet**, v. 11, n. 7, 1 jul. 2019.

RIDLEY, D. The Literature Review: A Step-by-Step Guide for Students (2nd edn.). **SAGE**, 2012.

- RISIUS, M.; SPOHRER, K. A Blockchain Research Framework: What We (don't) Know, Where We Go from Here, and How We Will Get There. **Business and Information Systems Engineering**, v. 59, n. 6, p. 385–409, 2017.
- ROGERSON, M.; PARRY, G. C. Blockchain: case studies in food supply chain visibility. **Supply Chain Management**, v. 25, n. 5, p. 601–614, 4 maio 2020.
- RYU, D.; CHANG, S. Novel concepts for reliability technology. **Microelectronics Reliability**, v. 45, n. 3–4, p. 611–622, 2005.
- SAURABH, S.; DEY, K. Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 284, n. 3, 15 fev. 2021.
- SCHMIDT, C. G.; WAGNER, S. M. Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 25, n. 4, p. 100552, 2019.
- SCHOLLMEIER, R. A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications. **Proceedings - 1st International Conference on Peer-to-Peer Computing, P2P 2001**, p. 101–102, 2001.
- SELLTIZ, W. E. C. Selltitz - métodos de pesquisa na relações sociais Construção de escalas. v. 2, 1987.
- SHAHBAZI, Z.; BYUN, Y. C. A procedure for tracing supply chains for perishable food based on blockchain, machine learning and fuzzy logic. **Electronics (Switzerland)**, v. 10, n. 1, p. 1–21, 2021.
- SIF/DIPOA. Serviço de Inspeção Federal (SIF), **MAPA**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif>>. Acesso em: 18 de jan de 2022.
- SILVA, E. C.; VENDRAMINI, A. Blockchain e o desempenho de cadeias agroalimentares sustentáveis: um estudo de caso sobre o rastreamento de carne suína in natura **FGV EAESP Pesquisas e publicações**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://pesquisa-eaesp.fgv.br/publicacoes/pibic/analise-da-viabilidade-de-implementacao-do-blockchain-na-agricultura-brasileira>>.
- SILVA, N.; FERREIRA, L. M. D.; SILVA, C.; MAGALHÃES, V.; NETO, P. Improving Supply Chain Visibility With Artificial Neural Networks. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n. June, p. 2083–2090, 2017.
- SURJANDARI, I.; YUSUF, H.; LAOH, E.; MAULIDA, R. Designing a Permissioned Blockchain Network for the Halal Industry using Hyperledger Fabric with multiple channels and the raft consensus mechanism. **Journal of Big Data**, v. 8, n. 1, 1 dez. 2021.
- SURUGIU, M.-R.; SURUGIU, C. International Trade, Globalization and Economic Interdependence between European Countries: Implications for Businesses and Marketing Framework. **Procedia Economics and Finance**, v. 32, p. 131–138, 2015.
- TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; YOSHIKAWA, H. Modeling design processes. **AI Magazine**, v. 11, n. 4, p. 37–48, 1990.
- TANIGUTI, Z. DA SILVA ALEXANDRIA; MACHADO, R. L. Diretivas influenciadas pelo sistema toyota de produção para concepção do projeto de arquitetura fabril. p. 1–14, 2017.
- THAKUR, S.; BRESLIN, J. G. Scalable and secure product serialization for multi-party perishable good supply chains using blockchain. **Internet of Things**, v. 11, p. 100253, 2020.
- TIAN, F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. **2016 13th International Conference on Service Systems**

and Service Management, ICSSSM 2016, 2016.

TOKKOZHINA, U.; MARTINS, A. L.; FERREIRA, J. C. Uncovering dimensions of the impact of blockchain technology in supply chain management. **Operations Management Research**, p. 1-27, 2022.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field- Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, p. 219–246, 2004.

VERNY, J.; OULMAKKI, O.; CABO, X.; ROUSSEL, D. Blockchain & supply chain: Towards an innovative supply chain design. **Projectics/Proy  ctica/Projectique**, v. 26, n. 2, p. 115-130, 2020.

VINHOLIS, M. M. B. **Fatores determinantes da ado  o da certifica  o SISBOV/TRACES na pecu  ria de corte do Estado de S  o Paulo**. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produ  o)–Universidade Federal de S  o Carlos, S  o Carlos. 2013.

WANG, Y.; WANG, X.; LIU, A. Digital Twin-driven Supply Chain Planning. **Procedia CIRP**, v. 93, p. 198–203, 2020.

WATANABE, H.; ISHIDA, T.; OHASHI, S.; FUJIMURA, S.; NAKADAIRA, A.; HIDAKA, K.; KISHIGAMI, J. Enhancing blockchain traceability with DAG-based tokens. **Proceedings - 2019 2nd IEEE International Conference on Blockchain, Blockchain 2019**, p. 220–227, 2019.

WEI, Y. Blockchain-based Data Traceability Platform Architecture for Supply Chain Management. **Proceedings - 2020 IEEE 6th Intl Conference on Big Data Security on Cloud, BigDataSecurity 2020, 2020 IEEE Intl Conference on High Performance and Smart Computing, HPSC 2020 and 2020 IEEE Intl Conference on Intelligent Data and Security, IDS 2020**, p. 77–85, 2020.

WEIGAND, H.; JOHANNESSON, P.; ANDERSSON, B. An artifact ontology for design science research. **Data & Knowledge Engineering**, v. 133, p. 101878, 2021.

XIE, W.; Wang, B.; Ye, Z.; Wu, W.; You, J.; Zhou, Q. Simulation-based Blockchain Design to Secure Biopharmaceutical Supply Chain. **Proceedings - Winter Simulation Conference**, v. 2019-Decem, n. 13, p. 797–808, 2019.

ZHANG, M.; CHEN, J.; CHANG, S. H. An adaptive simulation analysis of reliability model for the system of supply chain based on partial differential equations. **Alexandria Engineering Journal**, v. 59, n. 4, p. 2401–2407, 2020.

ZHAO, P.; YIN, S.; HAN, X.; LI, Z. Research on lean supply chain network model based on node removal. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, p. 125556, dez. 2020.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M. Blockchain Technology, Supply Chain Information, and Strategic Product Deletion Management. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 1, p. 36–44, 2019.

ZOU, Y.; ZHU, J.; WANG, X.; HANZO, L. A Survey on Wireless Security: Technical Challenges, Recent Advances, and Future Trends. **Proceedings of the IEEE**, v. 104, n. 9, p. 1727–1765, 2016.

Apêndice E – Código-fonte do contrato inteligente *Smart Contract (Chaincode)* do modelo RCBB

```
package assettypes

import (
    "github.com/goledgerdev/cc-tools/assets"
)

var CustomAssets = []assets.AssetType{
    ProdutorRural,
    Frigorifico,
    Varejista,
    Animal,
    Produto,
    notaFiscal,
    gta,
}

var ProdutorRural = assets.AssetType{
    Tag: "ProdutorRural",
    Label: "ProdutorRural",
    Props: []assets.AssetProp{
        {
            Tag: "ID",
            Label: "ID (CPF ou CNPJ)",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey: true,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "ProdutorRuralMSP",
            },
        },
        {
            Tag: "Nome",
            Label: "Nome ",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey: false,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "ProdutorRuralMSP",
            },
        },
        {
            Tag: "Propriedade",
            Label: "Propriedade",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey: false,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "ProdutorRuralMSP",
            },
        },
    },
}
```

```

        {
            Tag:      "Localpropriedade",
            Label:    "Local propriedade",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    false,
            DataType: "string",
            Writers:  []string{
                "ProdutorRuralMSP",
            },
        },
    },
}

var Frigorifico = assets.AssetType{
    Tag: "Frigorifico",
    Label: "Frigorifico",
    Props: []assets.AssetProperty{
        {
            Tag:      "CNPJID",
            Label:    "CNPJID",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    true,
            DataType: "string",
            Writers:  []string{
                "FrigorificoMSP",
            },
        },
        {
            Tag:      "Nome",
            Label:    "Nome",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    false,
            DataType: "string",
            Writers:  []string{
                "FrigorificoMSP",
            },
        },
        {
            Tag:      "Unidade",
            Label:    "Unidade",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    true,
            DataType: "string",
            Writers:  []string{
                "FrigorificoMSP",
            },
        },
    },
}

var Varejista = assets.AssetType{
    Tag: "Varejista",
    Label: "Varejista",
    Props: []assets.AssetProperty{

```



```

        {
            Tag:      "CNPJID",
            Label:    "CNPJID",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    true,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "VarejistaMSP",
            },
        },
        {
            Tag:      "Nome",
            Label:    "Nome",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    false,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "VarejistaMSP",
            },
        },
        {
            Tag:      "Unidade",
            Label:    "Unidade",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    false,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "VarejistaMSP",
            },
        },
    },
}

var Animal = assets.AssetType{
    Tag: "Animal",
    Label: "Animal",
    Props: []assets.AssetProp{
        {
            Tag:      "SISBOVID",
            Label:    "SISBOVID",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    true,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "ProdutorRuralMSP",
                "FrigorificoMSP",
                "VarejistaMSP",
            },
        },
        {
            Tag:      "NumeroNF",
            Label:    "Numero NF",
            Required: true,
            ReadOnly: false,

```

```

        IsKey:      false,
        DataType:   "[]->notaFiscal",
        Writers:    []string{
            "ProdutorRuralMSP",
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "NumeroGTA",
        Label:        "Numero GTA",
        Required:     true,
        ReadOnly:     false,
        IsKey:        false,
        DataType:     "[]->gta",
        Writers:      []string{
            "ProdutorRuralMSP",
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "Proprietario",
        Label:        "Proprietario",
        Required:     true,
        ReadOnly:     false,
        IsKey:        false,
        DataType:     "->ProdutorRural",
        Writers:      []string{
            "ProdutorRuralMSP",
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "Frigorifico",
        Label:        "Frigorifico",
        Required:     false,
        ReadOnly:     false,
        IsKey:        false,
        DataType:     "->Frigorifico",
        Writers:      []string{
            "ProdutorRuralMSP",
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "Varejista",
        Label:        "Varejista",
        Required:     false,
        ReadOnly:     false,
        IsKey:        false,
        DataType:     "->Varejista",
        Writers:      []string{
            "ProdutorRuralMSP",
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },

```

```

    },
    {
        Tag:      "ProcessoProdutivoStatus",
        Label:    "Processo Produtivo - Status",
        Required: true,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "[]string",
        Writers: []string{
            "ProdutorRuralMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "Raca",
        Label:    "Raca",
        Required: true,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "string",
        Writers: []string{
            "ProdutorRuralMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "Datadoabate",
        Label:    "Data do abate",
        Required: false,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "datetime",
        Writers: []string{
            "FrigorificoMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "vacina",
        Label:    "Vacina",
        Required: true,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "[]string",
        Writers: []string{
            "ProdutorRuralMSP",
        },
    },
},
}

var Produto = assets.AssetType{
    Tag: "Produto",
    Label: "Produto",
    Props: []assets.AssetProp{
        {
            Tag:      "ProdutoID",
            Label:    "ProdutoID",
            Required: true,
            ReadOnly: false,

```

```

        IsKey:      true,
        DataType:   "string",
        Writers:    []string{
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "SISBOVID",
        Label:       "SISBOVID",
        Required:    true,
        ReadOnly:    false,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Animal",
        Writers:     []string{
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "NumeroNF",
        Label:       "Numero NF",
        Required:    true,
        ReadOnly:    true,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->notaFiscal",
        Writers:     []string{
            "ProdutorRuralMSP",
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "Frigorifico",
        Label:       "Frigorifico Origem",
        Required:    true,
        ReadOnly:    true,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Frigorifico",
        Writers:     []string{
            "VarejistaMSP",
            "FrigorificoMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "Varejista",
        Label:       "Varejista Destino",
        Required:    true,
        ReadOnly:    true,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Varejista",
        Writers:     []string{
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "Statusproduto",

```

```

        Label:      "Status produto",
        Required: true,
        ReadOnly: false,
        IsKey:      false,
        DataType: "string",
        Writers: []string{
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "Tipoproduto",
        Label:    "Tipo produto",
        Required: true,
        ReadOnly: true,
        IsKey:    false,
        DataType: "string",
        Writers: []string{
            "FrigorificoMSP",
            "VarejistaMSP",
        },
    },
},
}

var notaFiscal = assets.AssetType{
    Tag: "notaFiscal",
    Label: "Nota Fiscal",
    Props: []assets.AssetProp{
        {
            Tag:      "Codigo",
            Label:    "codigo",
            Required: true,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    true,
            DataType: "string",
            Writers: []string{
                "ProdutorRuralMSP",
                "FrigorificoMSP",
                "VarejistaMSP",
            },
        },
        {
            Tag:      "origemProdutor",
            Label:    "Origem Produtor",
            Required: false,
            ReadOnly: false,
            IsKey:    false,
            DataType: "->ProdutorRural",
            Writers: []string{
                "ProdutorRuralMSP",
            },
        },
        {
            Tag:      "destinoProdutor",
            Label:    "Destino Produtor",
            Required: false,
            ReadOnly: false,

```

```

        IsKey:      false,
        DataType:   "->ProdutorRural",
        Writers:    []string{
            "ProdutorRuralMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "origemFrigorifico",
        Label:       "Origem Frigorifico",
        Required:    false,
        ReadOnly:    false,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Frigorifico",
        Writers:     []string{
            "FrigorificoMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "destinoFrigorifico",
        Label:       "Destino Frigorifico",
        Required:    false,
        ReadOnly:    false,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Frigorifico",
        Writers:     []string{
            "FrigorificoMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "origemVarejista",
        Label:       "Origem Varejista",
        Required:    false,
        ReadOnly:    false,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Varejista",
        Writers:     []string{
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "destinoVarejista",
        Label:       "Destino Varejista",
        Required:    false,
        ReadOnly:    false,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Varejista",
        Writers:     []string{
            "VarejistaMSP",
        },
    },
},
}

var gta = assets.AssetType{
    Tag: "gta",
    Label: "GTA",
    Props: []assets.AssetProp{
        {

```

```

        Tag:      "codigo",
        Label:    "Código",
        Required: true,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    true,
        DataType: "string",
        Writers:  []string{
            "ProdutorRuralMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "origemProdutor",
        Label:    "Origem Produtor",
        Required: false,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "->ProdutorRural",
        Writers:  []string{
            "ProdutorRuralMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "destinoProdutor",
        Label:    "Destino Produtor",
        Required: false,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "->ProdutorRural",
        Writers:  []string{
            "ProdutorRuralMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "origemFrigorifico",
        Label:    "Origem Frigorifico",
        Required: false,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "->Frigorifico",
        Writers:  []string{
            "FrigorificoMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "destinoFrigorifico",
        Label:    "Destino Frigorifico",
        Required: false,
        ReadOnly: false,
        IsKey:    false,
        DataType: "->Frigorifico",
        Writers:  []string{
            "FrigorificoMSP",
        },
    },
    {
        Tag:      "origemVarejista",
        Label:    "Origem Varejista",
        Required: false,

```

```

        ReadOnly: false,
        IsKey:     false,
        DataType:  "->Varejista",
        Writers:   []string{
            "VarejistaMSP",
        },
    },
    {
        Tag:         "destinoVarejista",
        Label:       "Destino Varejista",
        Required:    false,
        ReadOnly:    false,
        IsKey:       false,
        DataType:    "->Varejista",
        Writers:     []string{
            "VarejistaMSP",
        },
    },
},
}

```


Anexo 1 – GTA

		GUIA DE TRÂNSITO ANIMAL Número: 68 Série:						
I – ORIGEM		II – DESTINO						
Estabelecimento: FAZENDA Código Estabelecimento: Inscrição Estadual: Nome: CPF/CNPJ: Município:	Marca do Rebanho:	Estabelecimento: Código Estabelecimento: Inscrição Estadual: Nome: CPF/CNPJ: Município:						
III – ANIMAIS TRANSPORTADOS								
Transporte: Rodoviário		Finalidade: Recria						
Espécie: Bovino								
0 - 12 M	0 - 12 F	13 - 24 M	13 - 24 F	25 - 36 M	25 - 36 F	> 36 M	> 36 F	Total
0	0	0	34	0	0	0	0	34
Vacinações: Aftosa: 22/05/2019 - 24/11/2018 Antirrábica: 22/05/2019 Brucelose: 11/04/2019								
Exames: Não existem exames para essa GTA								
Dare:								
IV – INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES								
Observação: PRODUTOR: A emissão de Nota Fiscal para este documento é obrigatória e de sua responsabilidade. Solicite a um de nossos funcionários a sua senha de acesso ao Sidago. Assim, você poderá emitir GTA's, Notas Fiscais e consultar o seu rebanho em qualquer horário e lugar. Não há registro de ingresso, na propriedade de origem, nos últimos noventa dias, de bovinos procedentes de estados não habilitados para exportação de carne bovina ao Chile. Não há registro de ingresso, na propriedade de origem, nos últimos noventa dias, de animais procedentes de zona não habilitada para exportação de carne à União Europeia.								
Requisitante:					CPF:			
Data/Hora Emissão:					Validade:			
GTA EMITIDO ELETRONICAMENTE PELA AGRODEFESA					Impresso por na data/hora			
Número: Data/Hora Emissão:								
Documento impresso de acordo com a Instrução Normativa nº 09 de 16/06/2021 - MAPA.								
Identificador de validação e autenticidade:								