

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA - CÂMPUS CAÇADOR
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

KAUTERINE DE LIMA DALLANOL

ESTUDO DAS POTENCIAIS TECNOLOGIAS *BLOCKCHAIN* E *IOT (INTERNET OF THINGS)* NO PROCESSO DE RASTREABILIDADE DE MATÉRIA-PRIMA DE
UMA INDÚSTRIA DE COURO BOVINO

CAÇADOR - SC

2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA - CAMPUS CAÇADOR
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

KAUTERINE DE LIMA DALLANOL

ESTUDO DAS POTENCIAIS TECNOLOGIAS *BLOCKCHAIN* E *IOT (INTERNET OF THINGS)* NO PROCESSO DE RASTREABILIDADE DE MATÉRIA-PRIMA DE UMA INDÚSTRIA DE COURO BOVINO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Eduardo Guedes Villar, Dr.

CAÇADOR - SC

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

D144e	<p>Dallanol, Kauterine de Lima.</p> <p>Estudo das potenciais tecnologias blockchain e IoT (Internet of Things) no processo de rastreabilidade de matéria-prima de uma indústria de couro bovino / Kauterine de Lima Dallanol. -- 2023. 59 f.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Bacharelado em Engenharia de Produção, Caçador-SC, 2023. Inclui bibliografia. "Orientador: Dr. Eduardo Guedes Villar".</p> <p>1. Blockchain. 2. IoT. 3. Rastreabilidade. 3. Segurança da informação. 4. Sustentabilidade. I. Villar, Eduardo Guedes. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 620</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Janice Moser Corrêa – CRB-14/1865

ESTUDO DAS POTENCIAIS TECNOLOGIAS *BLOCKCHAIN* E *IOT*
(*INTERNET OF THINGS*) NO PROCESSO DE RASTREABILIDADE DE
MATÉRIA PRIMA DE UMA INDÚSTRIA DE COURO BOVINO

KAUTERINE DE LIMA DALLANOL

Este Trabalho foi julgado adequado de forma parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção e aprovado na sua forma parcial pela banca examinadora do Curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

CAÇADOR, 7 de dezembro de 2023.

Banca Examinadora:

Eduardo Guedes Villar, Dr.
Orientador
Instituto Federal de Santa Catarina

Eduardo Nascimento Pires, Msc.
Instituto Federal de Santa Catarina

Sayonara Varela, Msc.
Instituto Federal de Santa Catarina

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo do potencial das tecnologias *blockchain* e *IoT* (*Internet of Things*) no processo de rastreabilidade da matéria-prima de uma indústria de couro bovino. A aplicação das tecnologias no fluxo do processo é importante, pois visa garantir transparência, autenticidade, rastreamento preciso, segurança e integridade da informação em vista das crescentes demandas. Trata-se de um estudo de caso único, por meio de pesquisa qualitativa descritiva, na qual foi realizada uma revisão bibliográfica em relação ao tema, além da coleta de dados através de entrevistas, e posteriormente técnica de análise de conteúdo temática. Os resultados revelaram que são necessários controles eficientes com foco na confiabilidade da informação, visto que são fatores que impactam diretamente na satisfação do cliente, regulamentações, requisitos socioambientais, etc. Este estudo contribuiu para a área teórica, propôs como sugestão a aplicação das tecnologias *blockchain* e *IoT* em etapas do processo de rastreabilidade da matéria-prima da indústria selecionada para o estudo. Com base nas entrevistas, foi possível evidenciar os processos da cadeia de produção do couro bovino, compreender sua complexidade, abordar assuntos que envolvem o tema, relacionar as tecnologias *blockchain* e *IoT* com os processos e sugerir possibilidades de pesquisas futuras. Portanto, a integração das duas tecnologias emerge como um meio robusto para a integridade e segurança da informação de rastreabilidade da matéria prima.

Palavras-chave: *blockchain; IoT ; Rastreabilidade, Segurança da Informação, Sustentabilidade.*

ABSTRACT

This work presents a study of the potential of *blockchain* and *IoT* (*Internet of Things*) technologies in the raw material traceability process of a bovine leather industry. The application of technologies in the process flow is important, as it aims to guarantee transparency, authenticity, accurate tracking, security and integrity of information in view of growing demands. This is a single case study, using descriptive qualitative research, in which a bibliographical review was carried out in relation to the topic, in addition to data collection through interviews, and later thematic content analysis technique. The results revealed that efficient controls are necessary with a focus on the reliability of information, as these are factors that directly impact customer satisfaction, regulations, socio-environmental requirements, etc. This study contributed to the theoretical area, proposing as a suggestion the application of *blockchain* and *IoT* technologies in stages of the raw material traceability process of the industry selected for the study. Based on the interviews, it was possible to highlight the processes of the bovine leather production chain, understand their complexity, address issues surrounding the topic, relate *blockchain* and *IoT* technologies to the processes and suggest possibilities for future research. Therefore, the integration of the two technologies emerges as a robust means for the integrity and security of raw material traceability information.

Keywords: *blockchain*; *IoT*; Traceability, Information Security, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Blockchain: Funcionamento do registro de transações.	18
Figura 2: Fluxograma do processo, que abrange desde a origem da matéria-prima até a etapa de envio do produto final para o cliente.	36

LISTA DE TABELAS

Quadro 1: Características do blockchain	17
Quadro 2: Casos de uso da IoT baseados nas tecnologias blockchain	20
Quadro 3: Etapas da pesquisa	23
Quadro 4: Segmento de atuação dos entrevistados	26
Quadro 5: Temas selecionados para a análise de conteúdo das entrevistas	27
Quadro 6: Tabela de classes dos cursos e segmento de destino	34
Quadro 7: Sugestão de aplicação das tecnologias no processo de rastreabilidade	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR - Cadastro Ambiental Rural

CSCB - Certificação de Sustentabilidade do Couro Brasileiro

ERP - *Enterprise Resources Planning*

ESG - *Environmental, Social, and Governance*

GTA - Guia de Transporte Animal

Hash - assinatura digital exclusiva

IoT - *Internet of Things*

ISO - *International Organization for Standardization*

LWG - *Leather Working Group*

MDGATE - Sistema utilizado para medição de área

SIF - Serviço de Inspeção Federal

SISBOV - Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bupalina

TAG - etiqueta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA	11
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	12
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 Objetivo Geral	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 INDÚSTRIA DO COURO	13
2.2 INDÚSTRIA 4.0	14
2.3 CADEIA DE VALOR NA SUSTENTABILIDADE	14
2.4 RASTREABILIDADE DA MATÉRIA-PRIMA	15
2.5 CERTIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE	15
2.5 <i>BLOCKCHAIN</i>	16
2.6 IOT (INTERNET OF THINGS)	18
2.7 CASOS DE USO DE IOT COM BLOCKCHAIN	19
3 METODOLOGIA	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	22
3.2 DELIMITAÇÃO E POPULAÇÃO DA PESQUISA	22
3.3 ETAPAS DA PESQUISA	23
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE - ROTEIRO DA ENTREVISTA	60

1 INTRODUÇÃO

Por meio da combinação dos atributos naturais do couro aliados à tecnologia, estudo e tendência, são constantemente produzidos artigos marcados pela beleza, elegância, sofisticação e qualidade. A cada estação, a indústria curtidora brasileira desenvolve produtos mais eficientes e unidos a processos sustentáveis para suprir as demandas dos exigentes mercados nacionais e internacionais. O couro brasileiro é reconhecido pelo seu status qualitativo e quantitativo, visto que o país é um dos maiores fornecedores mundiais, com ampla atuação nos setores moveleiro, calçadista e automotivo (CICB, 2023).

Com a globalização do sistema econômico, surgiram novas perspectivas e dificuldades para as organizações, sendo que a capacidade de lidar com essas particularidades do negócio de forma ágil tem se mostrado um diferencial competitivo. Nesse sentido, a qualidade das informações é fundamental para possibilitar essa agilidade e, conseqüentemente, ganhos em competitividade. Assim, a gestão eficaz das informações de produção e a qualidade com que são disponibilizadas são fatores cruciais para a logística e proporcionam vantagens às organizações (CARLINI et al., 2015).

Nesse ponto de vista, a rastreabilidade proporciona benefícios competitivos para toda a cadeia produtiva, resultando em dois elementos principais: "[...] a capacidade de agregar valor ao produto ao atender às demandas dos consumidores e a capacidade de minimizar os custos de transação ao longo da cadeia" (CUNHA; SAES, 2005).

Diante das inovações que surgiram com o desenvolvimento global, pode se destacar a tecnologia *blockchain*, que começou a despertar interesse em 2008 no setor financeiro com o surgimento das criptomoedas (NAKAMOTO, 2009). *Blockchains* são bases de registros e de dados distribuídos e compartilhados que têm o objetivo de desenvolver um índice global para todas as transações que acontecem em um determinado mercado (YANO et al., 2018). Por meio da rede *blockchain*, as trocas são registradas de forma descentralizada e permanente. Isso garantirá uma monitorização transparente e segura, mitigando eventuais falhas humanas e atrasos, além de ajudar a verificar a autenticidade dos itens ao rastrear sua origem. O acesso e a imutabilidade dos dados proporcionados pelo *blockchain* aumentam consideravelmente a transparência, confiabilidade e eficiência de toda a cadeia de suprimentos (ALLADI et al., 2019).

Relacionado a isso, a Internet das coisas tem se tornado cada vez mais relevante. Dispositivos IoT (Internet of Things) são objetos físicos que estão

conectados à internet e podem coletar, transmitir e receber dados para interagir com outros dispositivos e sistemas (SANTOS, 2016). A IoT expandiu o alcance da internet além das pessoas, conectando objetos físicos à rede e transformando vários setores.

Da mesma forma que a internet transformou profundamente o mundo dos negócios, a Internet das Coisas também vem desempenhando um papel revolucionário oferecendo vantagens em termos de automação. Um dos principais aspectos de valor da IoT reside em seus dados, que agregam um imenso valor aos produtos e negócios. Esses dados podem ser transformados em informações úteis e valiosas (SINCLAIR, 2018).

Entretanto, os dispositivos de *IoT* possuem uma vulnerabilidade significativa em termos de segurança, o que abre espaço para possíveis invasões por hackers e ameaças cibernéticas. Isso ocorre por algumas razões, incluindo a falta de padrões de segurança consistentes, a presença de dispositivos mais antigos e que não podem ser atualizados e a negligência por parte dos usuários e fabricantes em relação a práticas seguras. Apesar da existência de diversos mecanismos de segurança, como a biometria, uma solução promissora para fortalecer a segurança da *IoT* é o uso do *blockchain*, visto que a rede possibilita soluções para problemas relacionados à segurança da informação, proporcionando credibilidade e transparência ao sistema de rastreamento (CHEN *et al.*, 2021).

Sob esse aspecto, em 2021 foi publicado pelo jornal americano *The New York Times*: “Como a produção de assentos de carros de luxo vendidos nos EUA alimenta o avanço do desmatamento na Amazônia brasileira” (ANDREONI; SUN, 2021). A reportagem aborda a preocupação com relação à rastreabilidade na cadeia de suprimentos do couro bovino. A matéria questiona as possíveis questões que permitam a ocorrência de práticas fraudulentas, como a falsificação de origem e a mistura de couro proveniente de diferentes fontes. A falta de transparência dificulta para os clientes a garantia de que o couro adquirido foi produzido de maneira responsável e pode colocar em dúvida a integridade do negócio.

Assim, em virtude de suas propriedades, a incorporação da tecnologia *blockchain* e da Internet das Coisas na cadeia de suprimentos pode proporcionar vantagens significativas, especialmente no que diz respeito à rastreabilidade.

1.1 JUSTIFICATIVA

Para os clientes, a procedência duvidosa da matéria-prima, ausência da informação ou a informação incorreta pode comprometer o atendimento à qualidade do produto, integridade do negócio com o fornecedor e desvalorização do produto no

mercado. Além disso, essa falta de clareza na origem da matéria-prima pode ter implicações mais amplas que vão muito além da qualidade do produto.

As informações relevantes sobre esse assunto são geralmente coletadas em sistemas de rastreabilidade implementados pelos participantes da cadeia produtiva. No entanto, a credibilidade dos sistemas de rastreabilidade utilizados atualmente pode ser comprometida se as informações forem armazenadas de forma centralizada, como afirmado por Demestichas *et al.* (2020). Isso ocorre porque o gerenciamento centralizado das informações nos sistemas convencionais pode resultar em violação dos dados e informações falhas, visto que muitas delas ainda são apontadas de forma manual. Portanto, quanto melhor for a qualidade do sistema de rastreamento, mais ágil será a identificação e resolução de problemas de segurança e qualidade por parte dos envolvidos, conforme mencionado por Golan *et al.* (2004).

Pontos de falha como estes, atingem diretamente o processo e podem gerar conflitos entre o fornecedor e cliente. Tendo esses problemas em perspectiva, é preciso que as indústrias de couro reavaliem seus sistemas de rastreabilidade, visto que uma implementação robusta permite o monitoramento e registro adequado de todo o processo de produção desde a origem.

Diante deste cenário, este estudo objetiva contribuir para esta problemática que impacta a indústria do couro bovino.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Nesta pesquisa, visa-se responder ao seguinte problema de pesquisa: Qual o potencial das tecnologias *blockchain* e da Internet das Coisas para a rastreabilidade da matéria-prima couro bovino?

1.3 OBJETIVOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram definidos os seguintes objetivos: geral e específicos.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo busca entender o potencial das tecnologias *blockchain* com e *IoT* para o processo de rastreabilidade da matéria-prima de uma indústria de couro bovino.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, delineou-se:

i) apresentar a cadeia produtiva do couro bovino e os principais segmentos de fornecimento;

- ii) mapear o processo atual de rastreabilidade do couro bovino na empresa em questão, desde a origem da matéria-prima até a expedição ao cliente;
- iii) coletar dados por meio de profissionais especializados na área e realizar análise subsequente;
- iv) explorar o potencial das tecnologias blockchain e IoT na cadeia produtiva de uma indústria de couro bovino no Meio-Oeste de Santa Catarina.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho contempla a revisão de literatura, em que se aborda o tema indústria do couro. Em seguida, é apresentado sobre a indústria 4.0 e cadeia de valor na sustentabilidade. Depois, a revisão de literatura expõe os temas, rastreabilidade da matéria-prima, certificação e sustentabilidade, *blockchain*, Internet das Coisas e casos de uso que abrangem as duas tecnologias. Em seguida é apresentado o desenvolvimento da pesquisa e os resultados obtidos. Por fim, as conclusões são apresentadas, divididas em relação ao objetivo geral, aos objetivos específicos e contribuições da pesquisa, além de sugerir possíveis trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico, serão fundamentadas as principais questões abordadas neste trabalho.

2.1 INDÚSTRIA DO COURO

Segundo o Centro de Indústrias do Curtume do Brasil CICB (2022), o país conta com 244 plantas de curtume, 2.800 indústrias de componentes para couro e calçados, além de 120 fábricas de máquinas e equipamentos. Essa cadeia produtiva gera cerca de 30.000 empregos diretos e movimentam cerca de US\$2 bilhões anualmente. Este segmento provém do consumo de carnes e atua como uma indústria que agrega valor e propicia a reciclagem, transformando o resíduo da indústria alimentícia em um dos produtos mais valorizados e amplamente empregados globalmente (COVINGTON, 2009).

Conforme Santos *et al.* (2002), o processo de produção de couro tem início na atividade pecuária, seguida pelo abate dos animais, remoção da pele nos frigoríficos e posteriormente aplicação de conservantes. Nessa fase, a pele pode ser tratada em frigoríficos ou vendida para os curtumes, onde passará por outros processos até se transformar em couro. Os curtumes podem ser classificados com base na etapa de processamento do couro:

- Curtume de Wet Blue: Nesse tipo de curtume, o couro passa pelo primeiro

processamento logo após o abate. A pele salgada ou com vestígios de sangue é removida, graxas e gorduras são eliminadas, e ocorre o primeiro banho de cromo, resultando em um couro com tonalidade azulada e aspecto úmido.

- Curtume Integrado: Esse tipo de curtume é responsável por todas as etapas de processamento, desde o couro cru até o couro acabado. Ele realiza todos os processos necessários para transformar o couro em um produto finalizado.

- Curtume de Semi-Acabado: Esse curtume utiliza o couro wet blue como matéria- prima e o transforma em couro *crust*, que é considerado um estágio intermediário de acabamento. O couro *crust* ainda requer processos adicionais para se tornar um couro acabado.

- Curtume de Acabamento: Nesse tipo de curtume, o couro *crust* é transformado em couro acabado. São realizados processos finais, como tingimento, revestimento e acabamento, para obter um produto final de alta qualidade.

Nessa perspectiva, o segmento couro no Brasil, impulsiona a economia gerando emprego em diferentes regiões. Além disso, o país é reconhecido internacionalmente pela qualidade e diversidade de seus artigos produzidos em couro, o que contribui para o aumento das exportações e fortalecimento da balança comercial.

2.2 INDÚSTRIA 4.0

A crescente utilização de mecanismos digitais e o desenvolvimento contínuo de novas tecnologias estão conduzindo as organizações a ajustarem seus processos como uma maneira de se destacarem no mercado competitivo.

Segundo Stock e Seliger (2016), destacam-se entre as vantagens da indústria 4.0, o aumento da competitividade entre os processos produtivos das empresas, o que faz com que a busca em elaborar os melhores processos digitais entre elas seja uma tendência crescente no contexto empresarial.

A aplicação de técnicas de inteligência artificial no setor de manufatura tem possibilitado a adoção de processos mais eficientes, promovendo sustentabilidade por meio da redução de desperdício e consumo de materiais, além de proporcionar ambientes de trabalho mais seguros e aumentar a qualidade e produtividade. A utilização da inteligência artificial na manufatura oferece diversas inovações, como detecção e previsão de falhas, automação e outras melhorias nos processos (ANGELOPOULOS *et al.*, 2019).

2.3 CADEIA DE VALOR NA SUSTENTABILIDADE

A cadeia de valor representa o conjunto de tarefas desempenhadas por uma organização desde o vínculo com os fornecedores, processos de produção e de

comercialização até a etapa de entrega final. Ao fragmentar uma organização nas suas atividades de relevância estratégica, torna-se viável analisar criticamente a dinâmica dos custos e as fontes existentes assim como potenciais de diferenciação em cada processo de negócio, otimizando o valor final que o seu produto representa para o cliente. O cuidado com os custos e qualidade agregam valor ao produto e conferem à organização uma vantagem competitiva no ambiente em que atua. Na “cadeia de valor” existem atividades que atuam em conjunto para agregar valor aos clientes, estabelecendo um sistema integrado de fornecedores e distribuidores (PORTER, 2013).

Na atualidade, há consumidores que prezam por transparência, confiabilidade e rastreabilidade das informações relacionadas à cadeia produtiva, e consideram o sistema de rastreamento do produto como um elemento fundamental para a sustentabilidade (BURNIER; SPERS; BARCELLOS, 2021).

2.4 RASTREABILIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

Conforme mencionado por Jank (2003), o objetivo da rastreabilidade é assegurar aos consumidores um produto seguro e confiável, por meio do controle de todas as etapas de produção, industrialização, transporte/distribuição e comercialização. Essa abordagem possibilita estabelecer uma conexão precisa entre o produto final e a origem da matéria prima, além de permitir a reconstrução das transações pelas quais o produto passou, identificando os envolvidos por nome e endereço.

A preocupação com a procedência e segurança do produto são de grande importância, e a globalização trouxe transformações para o setor agropecuário, em especial, com produtos de origem animal.

À proporção que a robustez do sistema de rastreamento melhora, a velocidade de detecção e resolução de problemas de segurança e qualidade pelos envolvidos aumenta significativamente (GOLAN *et al.*, 2004). Dessa forma, entender o que é rastreabilidade se mostra necessário para a percepção do consumidor sobre a qualidade do produto (VALLE; PEREIRA, 2019).

Assegurar a rastreabilidade adequada é vital para a indústria, já que isso afeta diretamente questões como recall de produtos, conformidade com as normas, satisfação do cliente e, mais importante ainda, a distribuição dos produtos.

2.5 CERTIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

De acordo com Lopes e Santos (2007), por meio da certificação, há como se determinar parâmetros de conduta em relação à atividade a ser certificada. A padronização das operações nos elos da cadeia produtiva do couro bovino brasileiro,

tem por objetivos o de prover maior qualidade e competitividade ao couro nacional e mitigar os impactos negativos ambientais e sociais decorrentes do ciclo de produção.

Segundo o Centro das Indústrias de Curtume do Brasil, em 2018, 60% das indústrias de couro brasileiras possuíam alguma certificação, enquanto em 2021, essa quantidade aumentou para 78%. As principais certificações mencionadas abrangem LWG (Leather Working Group), ISO (International Organization for Standardization) e CSCB (Certificação de Sustentabilidade do Couro Brasileiro) (CICB, 2022).

2.5 *BLOCKCHAIN*

Para viabilizar a disponibilidade das informações em uma organização, permitindo que cheguem aos níveis de tomada de decisão e aos setores de planejamento, é primordial contar com um sistema capaz de executar essas tarefas. Atualmente, a maioria das empresas adere a um sistema ERP (Enterprise Resources Planning), que é um software projetado para desenvolver essas atividades.

Nesse contexto, o *blockchain* desempenha um papel fundamental ao assegurar a integridade das informações geradas em um ambiente de nuvem do ERP. O *blockchain* pode ser determinado como um registro de dados estruturados, uma espécie de livro público que registra definitivamente todas as transações, sem a possibilidade de exclusão ou alteração. Nessa condição, cada transação é compartilhada entre todos os envolvidos do sistema e é analisada e validada pela maioria dos integrantes, através de um consenso. O *blockchain* proporciona um registro preciso e verificável de cada operação realizada (JOÃO, 2018).

A rede de blocos apresenta duas características principais: qualquer pessoa pode auditá-la e é praticamente impossível de ser violada. Apesar de as transações não incluírem informações explícitas sobre os envolvidos (como nome, documentos ou e-mail), cada uma delas é identificada por uma assinatura digital exclusiva, também chamada de *hash*. Essa assinatura é única para cada transação, o que torna impossível haver duas transações com o mesmo *hash* (CRIPTONIZANDO, 2021).

A arquitetura do *blockchain* consiste em uma série de blocos de dados interligados, que utilizam criptografia avançada. Cada bloco contém um conjunto de dados provenientes de transações anteriores, gerando um *hash* único, que é responsável pela validação dos dados. Esses blocos são conectados de forma sequencial e cronológica ao bloco seguinte por meio de um *hash*. O *hash* pode ser definido como um algoritmo computacional que converte dados de entrada de comprimento variável em dados criptografados de dimensões definidas. Quando dois participantes realizam uma transação, os dados são conectados ao bloco anterior do *blockchain* em um novo bloco candidato. Os membros da rede trabalham juntos para

resolver o algoritmo e autenticar o novo bloco. Se um número suficiente de participantes aprovar a transação, esse novo bloco será adicionado ao *blockchain* (MARTINS; GONÇALVES; PETRONI, 2019).

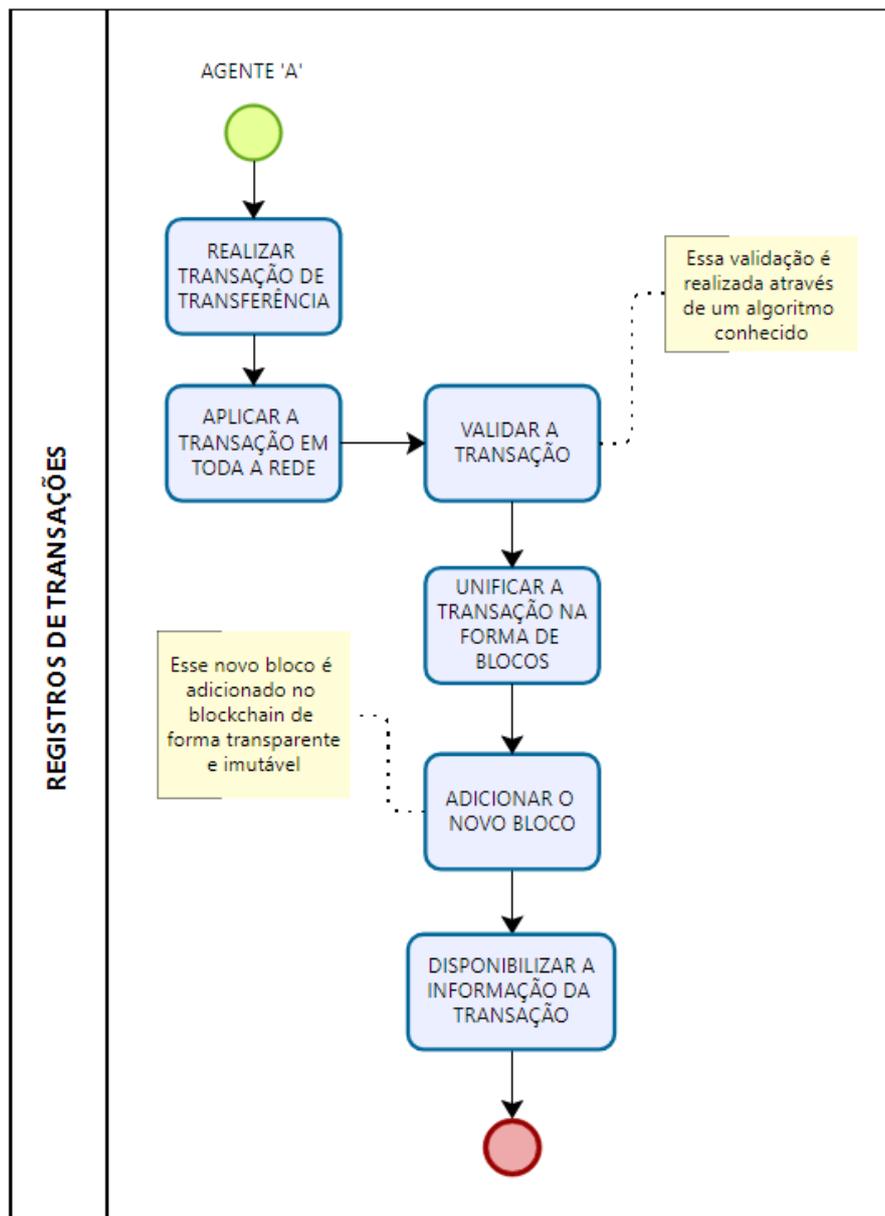
Quadro 1: Características do *blockchain*

Tipo	Características
Descentralizaçã o	A tecnologia <i>blockchain</i> é operada por computadores voluntários, dispensando a necessidade de um intermediário para garantir seu funcionamento.
Criptografia	Alta criptografia garante a segurança dos dados.
Público/Inclusão	O código é transparente, as operações independem de uma instituição para validá-las e podem ser facilmente rastreadas.
Imutável	Após a validação da transação o registro não pode ser alterado.
Histórica	Ele pode armazenar todas as transações realizadas, assim, para modificar uma transação é preciso modificar todas as transações posteriores.

Fonte: Adaptado de Tapscott e Tapscott (2016)

Conforme a Figura 1, é possível entender o fluxo para o registro de transações por meio da tecnologia *blockchain*.

Figura 1: *Blockchain*: Funcionamento do registro de transações.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Klein (2023).

2.6 IOT (INTERNET OF THINGS)

O termo *IoT (Internet of Things)* traduzido para o português, significa Internet das Coisas. Essa tecnologia, também é determinada como uma arquitetura de computação em que quaisquer elementos físicos podem interagir entre si através de protocolos abertos de comunicação, tipicamente na Internet (PATEL; PATEL; SCHOLAR, 2016). Essa tecnologia possibilita a criação de aplicações como smartphones, eletrodomésticos, dentre outros dispositivos que simplificam o cotidiano e que conectados a internet, podem receber e/ou transmitir dados (CANTÚ; MONTEZ, 2020).

Segundo Santos, Vieira e Vieira (2015) a Internet das Coisas pode ser

compreendida como a combinação de diversas tecnologias, as quais são complementares com o propósito de viabilizar a integração dos objetos no ambiente físico ao mundo virtual. De acordo com o autor mencionado, a conexão com a rede mundial de computadores possibilita, primeiro, controlar remotamente os objetos e, segundo permitir que os próprios objetos atuem como provedores de serviços. Estas novas habilidades, dos objetos comuns, propiciam oportunidades tanto no âmbito acadêmico quanto no industrial.

Desse modo, se evidencia que a Internet das Coisas (*IoT*) oferece vantagens em diversos segmentos. A tecnologia proporciona melhor desempenho e automação, sendo possível viabilizar que objetos do cotidiano sejam conectados e controlados remotamente. Desse mesmo modo, a *IoT* possibilita o levantamento de dados em tempo real, otimização de processos e tomada de decisões mais precisas.

2.7 CASOS DE USO DE *IOT* COM *BLOCKCHAIN*

A integração das tecnologias do *blockchain* e *IoT* ampliou as opções de novas possibilidades para o uso de dispositivos inteligentes nas operações. Esses dispositivos monitoram diversas características e se conectam aos dados das aplicações em *blockchain* dos participantes das negociações, garantindo que esses dados sejam seguros e estejam sempre sincronizados no tempo (PATRA; GANTAIT; MUKHERJEE, 2018).

Quando a indústria emprega conceitos da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas e o *blockchain*, é possível simplificar a forma como os dados são coletados, armazenados e compartilhados com os parceiros ao longo da cadeia de suprimentos (TIWARI, 2019). A seguir são apresentados exemplos de casos de uso da *IoT* baseados nas tecnologias do *blockchain*.

Quadro 2: Casos de uso da *IoT* baseados nas tecnologias *blockchain*

Segmento de mercado	Casos de uso
Cadeia de Suprimentos	<p>Na cadeia de suprimentos, deparamos com um grande desafio: a falta de visibilidade. Embora as informações sobre os processos possam estar acessíveis, elas não são confiáveis o suficiente para desencadear atividades concretas. É nesse momento que o <i>blockchain</i> entra em cena, ajudando a superar os principais obstáculos na cadeia de suprimentos, como problemas de otimização, demanda e visibilidade. Ele garante um controle de acesso adequado para as informações compartilhadas dentro da cadeia, proporcionando um funcionamento mais eficiente em comparação com uma cadeia tradicional. Dentre os casos de uso na cadeia de suprimentos que se baseiam na combinação das tecnologias <i>blockchain</i> e <i>IoT</i>, podemos citar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rastreamento de alimentos desde a produção até a entrega; • Reconhecimento de contaminação e contenção de perdas de alimentos dentro da cadeia. Isso é possível por meio da utilização de dados em tempo real em diversas etapas do processo.

Automotivo	<p>O setor automotivo é um dos principais segmentos a adotar a integração das tecnologias <i>blockchain</i> e <i>IoT</i>. Essa combinação possibilita fornecer dados em tempo real para realizar operações entre os principais parceiros envolvidos nos processos de negócios, incluindo os clientes. Além do uso dessa junção tecnológica nas cadeias de suprimentos, o <i>blockchain</i> também desempenha um papel importante no mercado automotivo ao fornecer informações sobre as peças que influenciam no processo de decisão e nas transações em tempo simultâneo. Um exemplo relevante é a montadora TOYOTA, que utiliza o <i>blockchain</i> como um rastreador de cada uma das peças que percorrem milhares de quilômetros, atravessando diversos países, fabricantes e montadoras, tudo isso com o objetivo de garantir que essas peças cheguem ao seu destino final, onde o automóvel será montado.</p>
------------	---

Fonte: Adaptado de Patra, Gantait e Mukherjee (2018).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa busca apresentar novos conhecimentos sobre o potencial da aplicação das tecnologias *blockchain* e *IoT* de modo a contribuir para o processo de rastreabilidade da matéria prima couro bovino, caracterizando-se como de natureza básica. De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa básica tem como objetivo gerar conhecimentos novos, que sejam úteis para o avanço da ciência, sem uma aplicação prática imediata específica prevista.

Este trabalho consiste em uma pesquisa descritiva que tem como objetivo descrever o estudo do potencial das tecnologias *blockchain* e *IoT* para o processo de rastreabilidade da matéria-prima de uma indústria de couro bovino. Segundo Gil (1999), as pesquisas descritivas têm como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. São vastos os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais importantes aparece na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados.

A coleta de dados será realizada através de entrevistas em profundidade com uso de roteiro semi estruturado e análise de conteúdo temática com profissionais da área, caracterizando a pesquisa como qualitativa, uma vez que dispensa o uso de métodos e técnicas estatísticas. De acordo com Vieira e Zouain (2005), a pesquisa qualitativa dá grande importância aos relatos dos atores sociais envolvidos, aos discursos e aos significados que eles transmitem. Portanto, esse tipo de pesquisa valoriza a descrição detalhada dos fenômenos e dos elementos envolvidos.

Em relação aos procedimentos, este trabalho se enquadra como um estudo de caso único, buscando um estudo aprofundado sobre o tema de pesquisa. Para Gil (2002) o estudo de caso é uma pesquisa que se destaca por ser uma análise aprofundada de um caso específico considerado relevante pelo seu potencial de abrangência, permitindo assim uma compreensão ampla e detalhada do caso, fato ou fenômeno estudado, por meio de um processo rigoroso de análise e interpretação.

3.2 DELIMITAÇÃO E POPULAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa tem como sujeitos pesquisados os profissionais do segmento couro bovino, área de tecnologia, pesquisa e consultoria. Essa delimitação se justifica pela prática e vivência no setor que possuem, conhecimento especializado relevante para a pesquisa e experiência real de campo.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi segmentada em quatro etapas. O Quadro 3 apresenta as etapas, seus respectivos objetivos e suas descrições.

Quadro 3: Etapas da pesquisa

Etapa	Objetivo	Descrição
<p>1. Mapeamento dos profissionais da área do estudo (couro bovino, tecnologia, pesquisa e consultoria).</p>	<p>Identificar participantes qualificados para a pesquisa.</p>	<p>Foi realizada uma seleção de profissionais da área de tecnologia, indústria do couro bovino, pesquisa e consultoria. Essa seleção considerou a experiência e o conhecimento específico dos participantes em relação ao tema da pesquisa. Após o mapeamento, os profissionais foram convidados a participar do estudo.</p>
<p>2. Coleta de dados com profissionais da área</p>	<p>Coletar informações relevantes sobre diversos aspectos relacionados à rastreabilidade do couro bovino.</p>	<p>Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com os profissionais selecionados da área que aceitaram participar da pesquisa. Durante essas entrevistas, foram abordados temas como rastreabilidade, tecnologias,</p>

		<p>sustentabilidade, regulamentações, e desafios atuais e futuros da indústria do couro bovino. As respostas dos participantes foram registradas e posteriormente analisadas.</p>
<p>3. Análise dos dados coletados</p>	<p>Relacionar o uso das tecnologias <i>blockchain</i> e <i>IoT</i> ao processo de rastreabilidade da matéria prima couro bovino.</p>	<p>A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo temática. Nessa análise, buscou-se identificar padrões e relações entre as respostas dos participantes e os temas abordados na pesquisa. Especificamente, investigou-se como o uso das tecnologias <i>blockchain</i> e <i>IoT</i> pode beneficiar o processo de rastreabilidade do couro bovino, relacionando as percepções e experiências dos profissionais</p>

		entrevistados.
4. Relato da análise realizada	Descrever os resultados e conclusões da pesquisa.	O resultado e conclusões da pesquisa foram descritos em forma de estudo de caso, detalhando as principais descobertas em relação ao uso das tecnologias blockchain e IoT na rastreabilidade do couro bovino. Este relato incluiu uma análise aprofundada das informações coletadas, destacando percepções relevantes e possíveis implicações para a indústria.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na etapa 1, realizou-se uma pesquisa com o objetivo de localizar profissionais da área da indústria do couro bovino, tecnologia, pesquisa e consultoria. A partir dessa base de dados, realizou-se o convite para participação na pesquisa. A etapa 2 da pesquisa foi iniciada após o contato e a aceitação do convite.

Na etapa 2 da pesquisa, optou-se pela técnica de entrevista semi-estruturada com os profissionais da área. As entrevistas foram conduzidas de forma online e presencial, teve duração média de 40 minutos e foi gravada com prévia autorização dos entrevistados. Para guiar as entrevistas, foi utilizado um roteiro composto por cerca de 12 perguntas abertas (disponíveis no apêndice deste trabalho). A técnica de entrevista semi-estruturada foi escolhida para que os participantes pudessem discorrer de forma livre sobre os temas, mas direcionados por um conjunto de categorias e temas pré-planejados pela pesquisadora. De acordo com Cervo & Bervian (2002), a entrevista é uma das principais técnicas de coleta de dados e pode ser caracterizada como conversa realizada face a face pelo pesquisador junto ao entrevistado, seguindo um método para se obter informações sobre determinado assunto.

No quadro 4, apresenta-se um resumo dos entrevistados e seus respectivos

detalhamentos.

Quadro 4: Segmento de atuação dos entrevistados

Entrevistado	Cargo	Entidade/Local de atuação
E1	Consultora	Plataforma <i>blockchain</i> localizada em São Paulo
E2	Comercial	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Meio-Oeste de Santa Catarina.
E3	Tecnologia da Informação	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Meio-Oeste de Santa Catarina.
E4	Engenharia de Processos	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Meio-Oeste de Santa Catarina.
E5	Professora/Pesquisadora	Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
E6	Tecnologia da Informação	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Meio-Oeste de Santa Catarina.
E7	Classificação de matéria-prima	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Meio-Oeste de Santa Catarina.
E8	Pesquisador na área do segmento couro bovino	Instituição de pesquisa localizada em São Carlos,

		São Paulo.
E9	Meio ambiente e sustentabilidade	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Paraná e em Santa Catarina.
E10	Qualidade	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Meio-Oeste de Santa Catarina.
E11	Engenharia de Processos	Empresa de grande porte do segmento de couro bovino localizada no Mato Grosso do Sul e em Santa Catarina.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Conforme o quadro acima, foram realizadas 11 entrevistas com profissionais da área do estudo. Após a realização das entrevistas, foram registrados 336 minutos de gravação, que foram transcritos na íntegra, resultando em um total de 82 páginas de conteúdo textual. Na etapa 3 de análise de dados coletados nas entrevistas, foi adotada a técnica de análise de conteúdo temática. Essa técnica busca identificar e classificar os temas ou categorias presentes nas declarações dos entrevistados, facilitando a compreensão do que está sendo dito (SILVA;FOSSÁ,2013).

Quadro 5: Temas selecionados para a análise de conteúdo das entrevistas

Tema	Descrição
1. Definição de rastreabilidade e importância para a cadeia	Compreender as definições de rastreabilidade da matéria-prima relatadas pelos entrevistados e entender a sua importância para a cadeia como um todo.

<p>2. Rastreabilidade da matéria-prima na cadeia de suprimentos (mapeamento do processo na indústria de couro bovino selecionada para o estudo).</p>	<p>Compreender a rastreabilidade dentro do fluxo produtivo atual e buscar entender como a matéria-prima se move ao longo da cadeia de suprimentos.</p>
<p>3. Atendimento às demandas, auditoria e sustentabilidade</p>	<p>Entender as expectativas dos clientes em relação ao fornecedor, avaliar o atendimento às demandas, entender as auditorias realizadas pela equipe nas fazendas e abordagem sobre sustentabilidade.</p>
<p>4. Legislação e regulamentações que envolvem o segmento do couro bovino</p>	<p>Compreender a perspectiva dos entrevistados sobre as atuais leis e regulamentações que impactam o setor de couro bovino e toda a sua cadeia produtiva.</p>
<p>5. Desafios da rastreabilidade na cadeia</p>	<p>Entender os desafios inerentes à cadeia do couro bovino, conforme os relatos dos entrevistados.</p>
<p>6. <i>Blockchain, IoT</i> e o potencial dessas tecnologias para a rastreabilidade da matéria-prima couro bovino</p>	<p>Objetiva compreender o ponto de vista dos entrevistados sobre as tecnologias <i>blockchain, IoT</i>, além de buscar entender o potencial das tecnologias para o processo com foco na segurança e integridade da informação de rastreabilidade da matéria-prima.</p>

7. Futuro da indústria do couro	Explorar as perspectivas dos participantes em relação ao futuro do segmento couro bovino e entender suas opiniões.
---------------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos em cada tema abordado, com o objetivo de relacioná-los ao objetivo da pesquisa. Por fim, serão apresentados os resultados e as contribuições do projeto de pesquisa.

Tema 1: Definição de rastreabilidade e importância para a cadeia

O primeiro tema selecionado para categorizar o conteúdo das entrevistas teve como objetivo compreender as definições de rastreabilidade da matéria-prima relatadas pelos entrevistados e entender a sua importância para a cadeia como um todo.

Durante as entrevistas, os participantes ofereceram perspectivas pertinentes sobre suas definições individuais, proporcionando uma compreensão abrangente das diversas abordagens e enfoques adotados por profissionais do setor.

Os entrevistados mencionaram sobre como a rastreabilidade desempenha um papel fundamental na cadeia de valor, uma vez que, através do rastreio é possível fornecer informações importantes sobre o processo pelo qual o produto passou.

A seguir, são destacadas definições discutidas pelos entrevistados sobre o conceito de rastreabilidade da matéria-prima:

Rastreabilidade, eu diria que é o meio pelo qual a gente consegue conhecer a origem de uma matéria-prima, essa origem pode ser tanto geográfica, saber de onde veio aquela matéria-prima, mas também a rastreabilidade em cada momento do ciclo de vida, em cada momento da vida do animal, até o momento que esse animal foi abatido. Então, rastreabilidade é o meio pelo qual você consegue conhecer a origem e os processos pelo qual um produto, um subproduto, um componente, uma matéria-prima passou em cada etapa da vida dela (E9).

A rastreabilidade se preocupa em entender e ter controle sobre todas as informações, tudo o que acontece com o produto, desde a primeira fonte de matéria-prima, os processos que o produto passa até chegar na mão do consumidor (E5).

A rastreabilidade é uma informação muito valiosa, em especial para os nossos clientes. Como qualidade, a gente tem acompanhado a demanda e a necessidade dos clientes do mercado, do mundo, nessa parte de rastreabilidade. O Brasil é um dos países mais visados nessa questão. Eles querem ter a certeza, eles querem ter a confiança do seu fornecedor, que o nosso couro, ele vem de uma fonte confiável, que a gente não está desmatando para poder utilizar, que não estamos vinculados a trabalho

infantil, que as fazendas estão legais, atendendo a todas as legislações. Então, hoje é uma informação muito importante (E10).

Portanto, através dos relatos sobre esse tema, pode-se concluir que a rastreabilidade na cadeia produtiva do couro é importante para que os controles necessários sejam realizados, incluindo:

- (i) procedência;
- (ii) qualidade da matéria-prima;
- (iii) processo de produção;
- (iv) condições ambientais;
- (v) resposta a problemas;
- (vi) satisfação do cliente;
- (vii) gestão de fornecedores;
- (viii) conformidade regulatória, etc.

Tema 2: Rastreabilidade da matéria-prima na cadeia de suprimentos (mapeamento do processo na indústria de couro bovino selecionada para o estudo).

O segundo tema selecionado para categorizar o conteúdo das entrevistas teve como objetivo compreender a rastreabilidade dentro do fluxo produtivo e buscar entender como a matéria-prima se move ao longo da cadeia de suprimentos.

O fluxo a ser apresentado foi descrito com base nas entrevistas conduzidas com profissionais da indústria do couro bovino, que possuem amplo conhecimento no processo. Suas experiências foram fundamentais para a elaboração desse mapeamento, assegurando uma representação precisa e informada do fluxo operacional da produção de couro bovino.

Na fazenda:

No início da cadeia, os animais são identificados pelo brinco eletrônico, estes inseridos no nascimento acompanham sua trajetória pela(s) fazenda(s) e a coleta de informações para rastreio inicia-se no frigorífico. Inicia-se com a leitura das informações do brinco de identificação do animal (SISBOV Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina) e ali constam informações como: (i) número de identificação individual, (ii) código do estabelecimento, (iii) data de nascimento, (iv) raça, (v) status sanitário, (vi) histórico de vacinação e (vii) peso.

No frigorífico:

Somente no momento do abate, estes brincos passam por leitura de um bastão eletrônico. Esta informação proveniente da leitura com o bastão é transferida para um software do controle do rebanho do frigorífico através de *bluetooth* e depois esses

brincos são removidos. A remoção do brinco deve ser realizada por um responsável do SIF (Serviço de Inspeção Federal e Sanitário do Ministério da Agricultura).

Na sequência, há um funcionário da unidade curtidora dentro do frigorífico, responsável por colocar uma TAG da unidade curtidora nas peles. Nessa etiqueta há informações coletadas a partir do brinco SISBOV e seu propósito é preservar as informações de rastreamento, evitando sua perda.

Após esse processo, as peles são transportadas para unidade curtidora para passarem pelo processo de curtimento, ou seja, transformação das peles em couro envolvendo a aplicação de substâncias químicas.

No curtume (unidade curtidora):

Ainda no início do processo, as peles são colocadas em um transportador aéreo. Em seguida, é realizada uma leitura com bastão eletrônico, desta vez na TAG. As informações coletadas a partir desta leitura são encaminhadas para um software e a TAG é removida da pele. Na sequência, é realizada a marcação a laser nas peles, com uma sequência numérica atrelada às informações de rastreio e sequência de abate dos animais. Através desta sequência, é possível chegar nas suas informações de origem.

Para realização da marcação a laser, uma estrutura de aço inox em forma de U é acionada para prender o couro, e após a imobilização do couro na mesa, o mesmo recebe a marcação a laser.

Sobre a marcação a laser atualmente utilizada, o entrevistado E8 menciona:

É um sistema super interessante que a gente acredita que venha a substituir essa marcação com dígitos de metal quer seja com martelo ou com sistema pneumático. Nós sabemos como são dígitos de metal, é impossível você trocar dígito por dígito e marcar pele por pele então por isso é importante o sistema que possa fazer isso digitalmente. Eu acredito que esse sistema ainda é mais efetivo e mais simples de todos esses sistemas que a gente tem visto que são de origem europeia com certeza (E8).

Sobre o tipo de marcação, caminha-se para que a marcação a laser seja o método predominante de marcação nas unidades curtidoras do grupo.

Hoje nós recebemos a informação na entrada da planta de processamento, do frigorífico que veio aquele lote. Na sequência é realizada uma marcação que está transicionando para ser a laser em todas as nossas unidades curtidoras, mas ainda trabalhamos com marcação a laser e marcação mecânica (E4).

Para cada grupo de animais direcionados da fazenda para o frigorífico, é gerada uma nota fiscal e então após o abate do animal, o frigorífico gera uma nova nota para a unidade curtidora.

Na sequência, estes couros recebem uma codificação por unidade curtidora, como, por exemplo:

Inicial V01XXXX - Unidade Curtidora A

Inicial V02XXXX - Unidade Curtidora B

Inicial V03XXXX - Unidade Curtidora C

Essa codificação segue um sequencial e por meio dela é possível obter as seguintes informações:

- (i) fazenda;
- (ii) documento de auditoria da fazenda;
- (iii) frigorífico;
- (iv) data de abate;
- (v) planta de processamento;
- (vi) quantidade de couros;
- (vii) número da nota fiscal.

Posteriormente, essas informações entram no sistema com os dados da nota fiscal. Essas notas são vinculadas aos carimbos de procedência e ainda na unidade curtidora, os couros são submetidos a medidora (MDGATE), equipamento utilizado para medir a área dos couros.

Ao passar os couros pela medidora, os operadores informam os carimbos que estão sendo medidos. Por exemplo, ao realizar a separação, todos os couros que entraram com o carimbo V06XYZW são colocados no pallet V06XYZW.

Dessa forma, vários paletes vão sendo formados. A cada 100 couros, mais ou menos, fecha um palete. E essa informação da medidora, chamada de MDGATE, a cada fechamento de palete, gera um arquivo XML com (i) quantidade de couros, (ii) informação de carimbo, (iii) procedência, (iv) frigorífico, (v) metragem, (vi) data de abate, (vii) data de processo, etc.

No curtume (unidade classificadora):

Na sequência, esses paletes são faturados e transferidos das unidades curtidoras para as unidades classificadoras em cargas separadas por frigorífico, acompanhadas de nota fiscal e romaneio.

As unidades classificadoras são responsáveis pela classificação de matéria prima. Na planta da indústria selecionada para estudo, a matéria-prima pode ser vendida apenas classificada, ou ainda pode entrar em produção para ser transformada em artigos acabados ou semi-acabados, e posteriormente expedição para o cliente.

Hoje, a matéria prima chega dentro das plantas industriais identificada com todos os controles e documentos fiscais, isso permite conhecer sua origem (E2).

Ao chegar na unidade classificadora, é realizado o recebimento, conferência da nota fiscal e do número de paletes. Em seguida são conferidas informações do romaneio como quantidade de couros, frigorífico, procedência, etc. Nesse momento

o palete está pronto para ser classificado no setor de classificação de wet blue, couro curtido ao curtido ao cromo utilizado como matéria-prima base para os demais produtos, e essa etapa é realizada de forma manual através de observação dos classificadores no couro.

Iniciando o processo de classificação, são analisados os defeitos, carrapatos, riscos abertos, furos, estrias, rugas, demais defeitos pequenos, riscos cicatrizados, se ele está bem aparado ou se ele não tem muita carnaça no carnal. Ao olhar todos esses defeitos vai ser designado pelo classificador para qual das classes o couro vai pertencer, e conseqüentemente para qual segmento e artigo ele vai ser utilizado (E7).

Cada classificador possui um painel eletrônico onde são apontados os defeitos presentes em cada couro e definida a classe para qual o mesmo vai ser destinado.

Para iniciar, o classificador informa o número do palete. Desse modo, o sistema identifica qual é o pallet e suas informações de forma automática, em função das informações já importadas. A partir disso, se inicia a leitura do último para o primeiro couro conforme é realizada a classificação do palete.

Isso ocorre, porque o sistema entende que quando os couros foram paletizados na etapa anterior, eles foram empilhados do primeiro para o último. Portanto, quando o sistema começar a ler para classificação, ele vai começar do último couro medido (em cima do palete) até o primeiro (embaixo do palete).

Desse modo, ao classificar o primeiro couro na unidade de classificação, ele já terá as informações necessárias de rastreio a partir do arquivo importado da medidora (MDGATE) da unidade curtidora.

Ao final, a partir dos couros classificados, serão formados novos paletes originários dos paletes vindos da unidade curtidora.

Quadro 6: Tabela de classes dos couros e segmento de destino

Classe	Segmento
A	Calçado e Acessórios
B	
C	
D	
E	
R	
TR1	Automotivo e Móbia
TR2	
TR3	
TR4	
Econômico	

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

As unidades de medida de área utilizadas para o couro são metro quadrado (m²) e pé quadrado (p²). Em grande parte, a medição de área utilizada é em pés quadrados (p², *square feet*), por ser uma medida de padrão internacional utilizada pela maior parte dos clientes de exportação.

Ao chegar na unidade de classificação, a partir dos paletes da unidade curtidora, são gerados novos paletes por classe. Então um couro que estava no pallet Y vindo do frigorífico, vai estar no pallet Z após classificado, com classe definida para que posteriormente possa entrar em produção.

Então, ele começou lá na origem, dizendo que aquela pele tinha 50 p², com o rastreo 10. Quando chega aqui na classificação, ele vai dizer que essa pele virou classe A no paleta 20. Então, eu sei todos os couros que entraram naquele paleta 20 da classe A, de onde vieram e qual que é o lote de rastreo (E6).

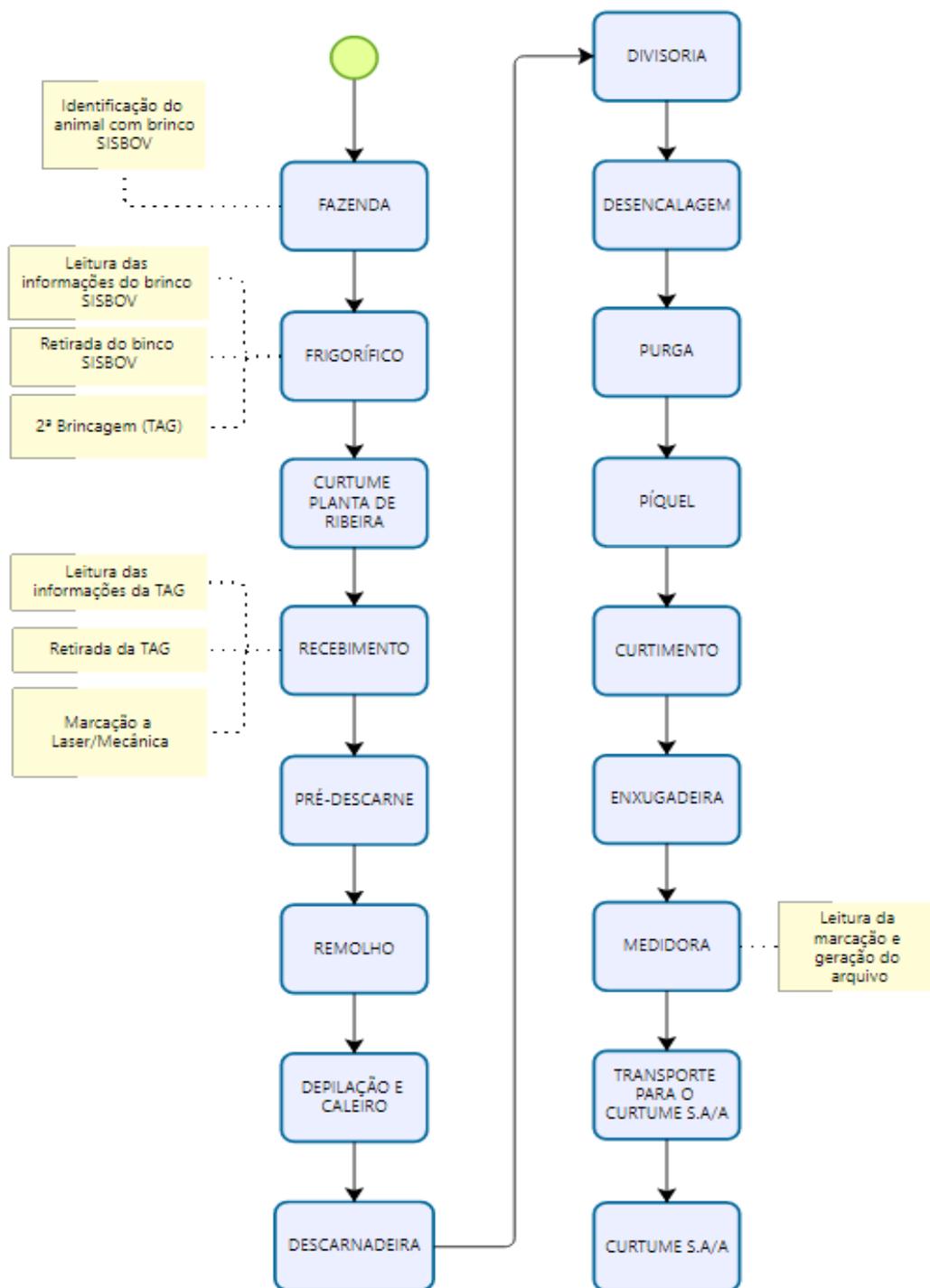
Então, você precisa garantir que essa informação dos couros que estavam naquele paleta original sem classificação, flua ao longo da cadeia, ou seja, vá para frente nesses novos paletes que foram formados depois da classificação. E aí, esses paletes classificados, por fim, vão entrar em ordens de produção do curtume (E4).

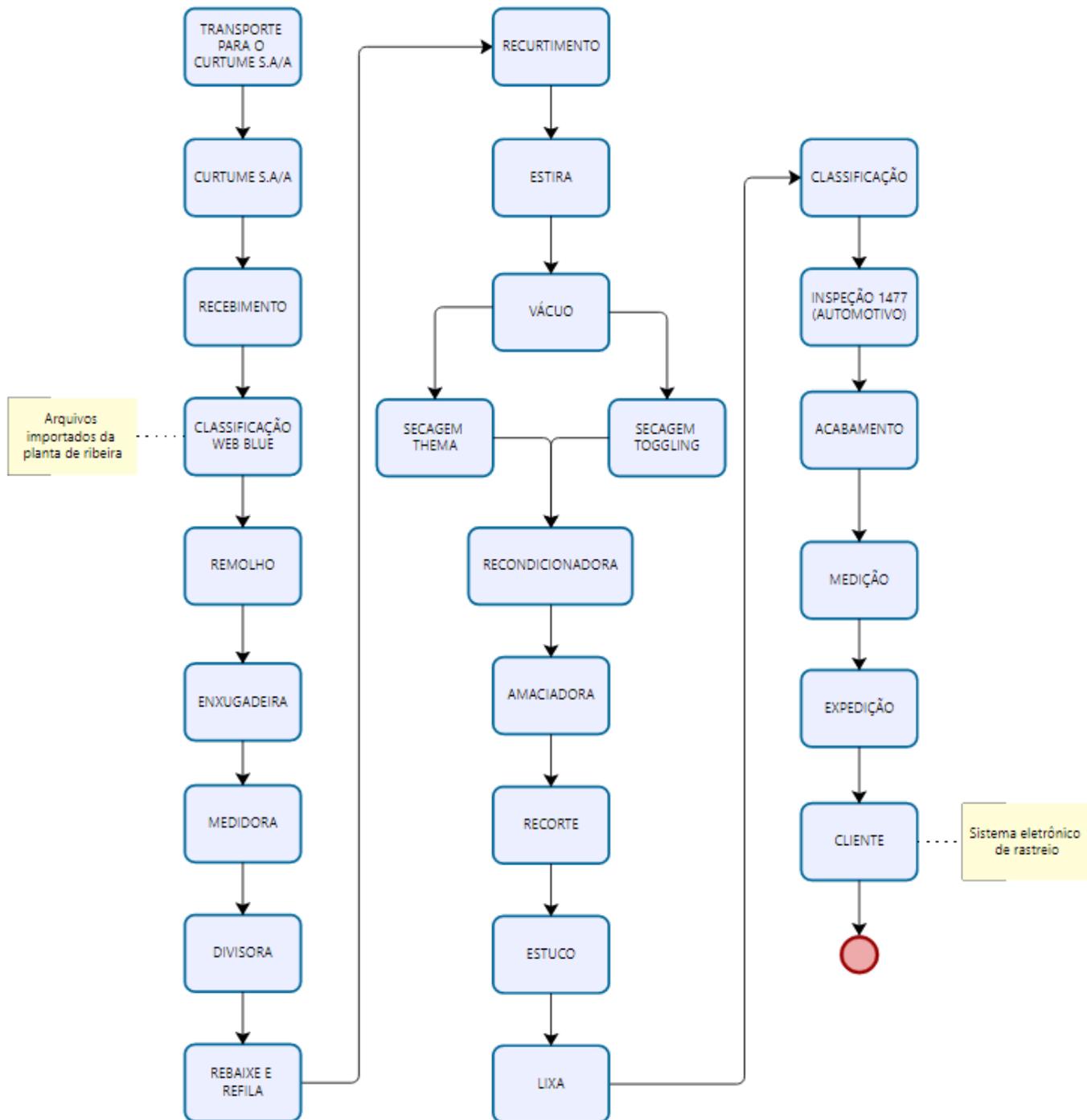
Após classificados, os paletes são transportados para o estoque, e mais tarde

para o curtume onde irão entrar em produção. No momento que aguardam no estoque, uma pessoa do planejamento e controle de produção identifica quais paletes irão compor os lotes, pois precisa ser de acordo com o artigo a ser produzido. Ao entrar em produção, ainda no início do processo, os lotes recebem um carimbo de rastreabilidade do lote (marcados na cabeça do couro), próximo ao carimbo de rastreabilidade de procedência de origem.

Em produção, as informações de rastreio já estão vinculadas ao número do lote e é possível rastrear, via sistema, quais são os carimbos que determinado lote possui. Dessa forma, com as informações já apontadas, os lotes entram para o fluxo de produção e é possível consultar em qualquer momento quais carimbos estão presentes nos lotes e por consequência sua origem e demais informações.

Figura 2: Fluxograma do processo, que abrange desde a origem da matéria-prima até a etapa de envio do produto final para o cliente.





Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao realizar o mapeamento detalhado do processo, torna-se evidente a complexidade inerente à cadeia, e necessário controles rigorosos para assegurar a conformidade com os padrões estabelecidos.

Tema 3: Atendimento às demandas, auditorias e sustentabilidade

O terceiro tema selecionado para categorizar o conteúdo das entrevistas visou entender as expectativas dos clientes em relação ao fornecedor, avaliar o atendimento às demandas, identificar necessidades para destaque no mercado, abordar questões relacionadas à auditorias realizadas e sustentabilidade.

Ao questionar os profissionais sobre as expectativas dos clientes em relação a

rastreabilidade do produto, os entrevistados compartilharam suas perspectivas:

Um sistema de rastreio consistente que chegue lá na origem do boi. De quando ele nasceu, de onde ele veio. Então, eu acho que isso seria um diferencial, e que é o que a gente está buscando aqui (E6).

Eles esperam 100% de confiança na informação. Comentei, tem alguns clientes que já estão colocando para nós: para o futuro vamos querer rastrear 100%. E eu acho que a longo prazo, todos os clientes vão exigir isso (E10).

Eles esperam receber informação correta, para que possam conseguir saber por onde passou, em todos os pontos, com a informação mais correta possível e no melhor tempo possível (E3).

Eu acho que conseguir o que a rastreabilidade promete. É ser capaz de recolher rapidamente um produto na hora de uma falha, reconhecer a falha, resolver usar o que a gente conhece de melhoria depois disso, os procedimentos de qualidade e melhoria, fazer isso rodar depois de uma falha para ver de onde veio, recuperar, se for uma dificuldade com o fornecedor, isso exige treinamento, capacitação, trabalhar ativamente nisso (E5).

Eles esperam uma informação confiável, algo que você realmente diga e prove que faz (E2).

Nas entrevistas realizadas com os profissionais da indústria selecionada para a pesquisa, foi abordado sobre o início, quando a indústria começou a explorar a rastreabilidade:

A gente teve as demandas dos clientes, onde a rastreabilidade foi começando a chegar mais próximo do dia a dia. Com as informações que tínhamos, fizemos um primeiro grupo em 2019. Fizemos os primeiros contatos com as plataformas de análise socioambiental para entender, começar a conversar com os frigoríficos, que ainda não nos passavam muitas informações (E11).

Ainda não era nada automatizado, a rastreabilidade estava intrinsecamente ligada à garantia da qualidade, sendo diretamente associada aos frigoríficos fornecedores e, posteriormente, às fazendas que abasteciam esses frigoríficos. Nesse momento, todos os couros processados eram marcados utilizando carimbos mecânicos. No entanto, esse tipo de carimbo possui e continua a apresentar algumas deficiências, tais como (i) marcação incompleta de números; (ii) pressão incorreta do dispositivo mecânico; (iii) ilegibilidade; e (iv) dificuldade na rápida alteração da sequência numérica; resultando em imprecisões das informações.

Nesse período inicial, de acordo com os entrevistados, a sustentabilidade não era um foco significativo, e a rastreabilidade era primariamente utilizada para identificar rapidamente problemas ou desvios no processo, permitindo correções rápidas. Contudo, a partir da crescente demanda dos clientes, essa lacuna começou a ser aprofundada e a marcação a laser começou a ser utilizada, proporcionando maior precisão das informações com a marcação legível no couro, versatilidade e rapidez na troca de informações.

Segundo os entrevistados, hoje essa demanda por rastreabilidade está em constante ascensão. Os critérios tornam-se cada vez mais específicos, e os clientes,

a curto prazo, buscam uma rastreabilidade completa, desde o início do processo, e não estão dispostos a aceitar nada menos que isso.

Dessa forma, com foco na inovação, a empresa deu um passo a mais, desenvolveu um site no qual o cliente tem a possibilidade de consultar informações de origem e do processo a partir do carimbo marcado no couro que adquiriu, essas informações incluem (i) fazenda; (ii) documentação de auditoria da fazenda; (iii) data de abate do animal; (iv) nome do frigorífico; (v) data de processamento; etc.

Eles queriam pegar o sofá deles, a identificação do carro, a bolsa, e saber de qual fazenda tinha vindo aquele boi, logo começou-se a desenvolver todo esse trabalho, com uma equipe multidisciplinar focada exclusivamente nisso (E10).

Do ponto de vista dos entrevistados, os clientes esperam uma informação confiável, visto que hoje a indústria está sendo cobrada fortemente pelos seus clientes quando se trata de rastreabilidade, responsabilidade social e corporativa.

De acordo com os relatos dos entrevistados, observa-se que a pressão por práticas sustentáveis e rastreabilidade é mais intensa na Europa, contudo, percebe-se uma tendência crescente de todos os clientes em direção a essa abordagem.

Eu vejo muito claro isso. Nós somos cobrados de nossos clientes, nós temos que cobrar nossos fornecedores, nossos fornecedores têm que cobrar os fornecedores deles, então vai chegar uma etapa que se você não tiver aquele perfil, você vai estar fora do mercado (E2).

Então, o nosso cliente final, seja ele do mercado automotivo, de moveleiro, de artefato, ele quer saber se aquela peça de couro que a gente está fornecendo para ele não está ligada com qualquer tipo de atividade ilegal, dentro de desmatamento ou de questões de trabalho, de bem-estar animal. Então, esse é o principal ponto hoje, quando se fala de rastreabilidade na cadeia do couro no Brasil (E4).

De acordo com a entrevista E10, a crescente conscientização ambiental tem impulsionado uma significativa expansão na demanda dos clientes em relação ao *ESG (Environmental, Social, and Governance)*. À medida que a importância do *ESG* ganha destaque, a indústria está sendo desafiada a incorporar esses princípios em suas operações para atender às crescentes expectativas dos clientes em relação à sustentabilidade.

Um dos principais pontos é a acessibilidade, um dos pilares do *ESG*. Nos últimos meses, eu acho que a demanda do *ESG* está muito forte, muito presente em nossos clientes. No passado, até 2022, nós tínhamos questionários mais simples, demandas, era algo muito genérico. Hoje, já está se caminhando para quantificar, mensurar, quantificar esses indicadores de *ESG*. E um dos pilares é a acessibilidade. Como tudo que eles exigem, uma exigência, um requisito específico do cliente (E10).

Na perspectiva dos entrevistados, pode-se perceber que a rastreabilidade desempenha um papel fundamental na promoção da sustentabilidade em diversas indústrias, incluindo o setor de couro bovino.

Inicialmente, a sustentabilidade era muito rastreabilidade, isso é uma questão específica da indústria do couro, e principalmente no último ano, desde o início passamos a lidar com outras demandas na área de sustentabilidade, como o desenvolvimento de uma cadeia de custódia, desenvolvimento de uma análise de ciclo de vida, um rigor maior por gestão de resíduos, gestão de energia, gestão de água, não só para atender certificação, mas como uma demanda de mercado mesmo, os clientes passaram a exigir isso, então acabou deixando um pouco aquele foco só em cima da rastreabilidade. (E9)

E aí quando, nesses últimos anos para cá, quando começou a se falar muito nesse tema, a rastreabilidade entrou principalmente para a questão de sustentabilidade, você dar mais um passo na tua cadeia e entender esses animais abatidos que estão fornecendo a minha matéria-prima, estão vindo de onde, de quais fazendas, de quais produtores e se eles estão de acordo com critérios aí, que estejam de acordo com o bem-estar animal, com o desmatamento, com políticas de trabalho (E4).

O curtume exerce rigorosos controles junto às fazendas e frigoríficos, estabelecendo diretrizes estritas para garantir que a matéria-prima atenda não apenas aos padrões exigidos pelo mercado, mas também aos requisitos socioambientais.

Dentre esses controles está a política de rastreabilidade da matéria-prima e a declaração de origem de matéria-prima, que possuem requisitos como:

- (i) Todos os couros sejam fornecidos por empresas que possuem licença ambiental e registro em agências sanitárias;
- (ii) As fazendas fornecedoras de gado não devem estar localizadas em áreas de desmatamento ilegal, inseridas em terras indígenas, de proteção ambiental, ou envolvidas com trabalho infantil ou análogo ao escravo, bem como não podem estar na lista de embargos do IBAMA ou do Órgão Ambiental Estadual;
- (iii) As fazendas diretas (dentro do Bioma Amazônia) devem estar inscritas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) ou possuir Licença Ambiental e possuírem sua forma de contorno (geometria) cadastrada até 01 de Janeiro de 2015;
- (iv) As fazendas diretas não devem estar envolvidas em nenhuma forma de desmatamento no Bioma Amazônia desde 05 de Outubro de 2009;
- (vi) As fazendas indiretas não devem estar envolvidas em nenhuma forma de desmatamento no Bioma Amazônia desde 01 de Agosto de 2019.

Além disso, de acordo com os dados coletados, periodicamente as fazendas são submetidas a auditorias, garantindo assim a conformidade com todos os requisitos necessários estabelecidos. Como destacou o entrevistado 10, a seguir: *“As fazendas, elas estão auditadas periodicamente, então eu consigo verificar a legalidade daquela fazenda”*.

As auditorias conduzidas nas fazendas, têm como objetivo verificar diversos aspectos para a integridade e conformidade das operações. Isso inclui avaliar se as propriedades não estão situadas em reservas indígenas, lista de embargo do IBAMA, verificar a conformidade com regulamentações ambientais, e garantir a inexistência

de trabalho escravo ou infantil. Além disso, verificar se o pecuarista não está ligado a nenhuma prática irregular, inspecionar as práticas de manejo, verificar identificação dos animais e bem-estar.

De acordo com os dados coletados, essa avaliação é realizada pelo Departamento de Engenharia de Processos, que através de sistema de auditoria próprio, examina os seguintes critérios:

(i) Fornecedores de peles que já possuam um sistema de rastreabilidade de gado e que este esteja de acordo com a política de rastreabilidade de peles da organização, podendo assim comprovar a sua eficácia através de relatório elaborado por organismo certificador independente, com frequência mínima anual, são considerados fornecedores homologados e estão isentos de serem auditados pelo Departamento de Engenharia de Processos desde que apresentem e mantenham válido o relatório no período e frequência determinados;

(ii) Fornecedor de peles que já possuem um sistema de rastreabilidade de gado estabelecido de acordo com a política de rastreabilidade da organização, mas não comprovam a sua eficácia através de um órgão de auditoria externo independente, estes estão sujeitos a auditoria pelo Departamento de Engenharia de Processos da organização, em intervalos que não excedam 60 dias. A auditoria consiste na avaliação completa dos seguintes documentos de um dia aleatório de abate: lista de abate do dia auditado, e laudo de análise socioambiental das fazendas que originaram o gado;

(iii) Os fornecedores, que não possuem um sistema de rastreabilidade de gado declarado, mas assinaram o documento Declaração de Origem da Matéria-Prima, são auditados em intervalos que não excedam 60 dias. A auditoria consiste na avaliação completa dos seguintes documentos de um dia aleatório de abate: lista de abate do dia auditado, GTAs (Guia de Transporte Animal) e CARs (Cadastro Ambiente Rural) das fazendas que deram origem aos GTAs. Estes documentos serão avaliados por empresa especializada no setor de auditorias socioambientais, sendo o resultado desta avaliação repassado à empresa de forma a garantir o seu status socioambiental.

Todas as descobertas levantadas pelas auditorias são registradas e armazenadas como evidência.

Caso seja constatada e comprovada alguma irregularidade em algum dos critérios, o fornecedor será comunicado para resolver as pendências e terá o fornecimento interrompido. As peles provenientes deste fornecedor, serão retidas no frigorífico e/ou segregadas das demais para que sejam devolvidas, se estiverem frescas no pátio do curtume ou em trânsito.

Comprovada a irregularidade, o fornecedor será cadastrado como “fornecedor

restrito”. O fornecedor restrito só poderá restabelecer o fornecimento de matéria-prima após ele nos confirmar que os pontos pendentes foram resolvidos.

Essa abordagem proativa reforça seu compromisso com práticas éticas e sustentáveis, sendo necessário que cada etapa da cadeia de suprimentos atenda a elevados padrões, desde a origem na fazenda até a última etapa do processo.

A rastreabilidade desempenha um papel fundamental na avaliação da sustentabilidade da matéria-prima e verifica se essa respeita os princípios ambientais e sociais. Além disso, a conformidade socioambiental torna-se um objetivo essencial nesse processo de avaliação.

A rastreabilidade hoje na nossa indústria está muito ligada à conformidade socioambiental da matéria-prima e agora preciso deixar de saber só de onde o animal saiu na última fazenda pela qual ele passou, mas preciso conhecer as fazendas anteriores dessa cadeia (E9).

Ainda foi mencionado sobre o sistema SISBOV (Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina). O sistema que inicialmente foi criado para fins sanitários, emerge como uma ferramenta para rastrear o gado tanto no frigorífico quanto no curtume. Esse sistema permite o rastreamento do animal desde o seu nascimento, por meio de identificação individual e monitoramento sanitário. A tecnologia proporcionada pelo SISBOV destaca-se como uma das formas mais eficazes de monitoramento de gado, contribuindo para a garantia da qualidade e conformidade em todo o processo, desde a fazenda até a etapa de processamento.

Assim, por meio das entrevistas realizadas, ficou claro o crescimento das demandas do mercado ligadas à sustentabilidade, o que requer uma rápida adaptação das indústrias em relação às novas exigências.

Tema 4: Legislação e regulamentações que envolvem o segmento do couro bovino

O quarto tema abordado teve como propósito compreender a perspectiva dos entrevistados sobre as atuais leis e regulamentações que impactam o setor de couro bovino e toda a sua cadeia produtiva.

No setor do couro, as regulamentações desempenham um papel importante, pois, moldam e orientam as práticas industriais. Estas normativas abrangem desde padrões de qualidade até questões socioambientais, e refletem o compromisso da indústria em atender não apenas às demandas do mercado, mas também em garantir práticas responsáveis.

O aumento das regulamentações, especialmente por parte da União Europeia, destaca-se como uma tendência significativa. Essas normas, cada vez mais rigorosas, focam especialmente em *commodities* que são vinculados ao desmatamento. Para

serem exportados, os produtos devem atender integralmente aos requisitos, o que reflete a preocupação global com a sustentabilidade e a preservação ambiental.

A partir de 2025, não poderá mais vender couros de origem duvidosa para a União Europeia, pois entrou em vigor uma regulamentação que obriga qualquer couro comercializado na área da União Europeia a demonstrar que os animais não são provenientes de áreas desmatadas, ou mantidos em áreas desmatadas, após 31 de dezembro de 2020. Dessa forma, torna-se imprescindível a rastreabilidade para se manter presente no mercado internacional (E8).

Temos várias diretivas, principalmente vindas da União Europeia, ligados à cadeia de custódia, onde passa a ser exigido uma sistemática mais avançada, controles mais detalhados da cadeia para mostrar que a rastreabilidade é eficaz, ela é precisa, enfim. Então, como o couro produzido no Brasil hoje, grande parte do volume dele é objeto de exportação, ele é exportado, e muitas vezes esse couro vai parar dentro da União Europeia (E9).

Falando do setor de agro, é uma demanda que está crescendo bastante, principalmente pelas novas legislações internacionais. Eu acho que o governo tem um papel fundamental em regulamentar isso. Não só com as guias de trânsito, mas de proporcionar determinadas ferramentas, mecanismos que facilitem a coleta desses dados, que facilitem a rastreabilidade da cadeia (E1).

Em decorrência das atualizações globais, foi publicado pela CNN Brasil “Entenda lei que proíbe a importação de produtos ligados ao desmatamento” (ELIAS, 2023). A lei foi aprovada no ano de 2023, exigirá documentação que comprove que itens como gado, soja, madeira, café, dentre outros produtos tenham sido produzidos sem prejudicar o meio ambiente. Aprovada em abril, pelo Parlamento Europeu, e em vigor desde junho de 2023, a nova regulamentação exige que uma gama de produtos importados pelos países do bloco passem a ter que comprovar que não geraram desmatamento para que possam entrar. As empresas e países fornecedores dos produtos estabelecidos têm o prazo até final de 2024, 18 meses a partir da lei, para se regularizar antes de começarem a ser integralmente cobrados das novas documentações exigidas. Além disso, nesse período, a União Europeia irá definir a lista de países que serão considerados de baixo, médio ou alto risco, de acordo com seus índices e controles de desmatamento. Quanto maior o risco conferido ao país, mais detalhada terá que ser a documentação e dados de rastreamento a serem apresentados pelas empresas que fornecem a partir dele.

O combate à desflorestação e à degradação florestal constitui uma parte importante do pacote de medidas necessárias para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e cumprir os compromissos assumidos pela União no âmbito do Pacto Ecológico Europeu e do Acordo de Paris adotado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (3) (o «Acordo de Paris»), bem como do Oitavo Programa de Ação em matéria de Ambiente, adotado pela Decisão (UE) 2022/591 do Parlamento Europeu e do Conselho (4), e do compromisso juridicamente

vinculativo assumido ao abrigo do Regulamento (UE) 2021/1119 do Parlamento Europeu e do Conselho (5) para alcançar a neutralidade climática até 2050, o mais tardar, e de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em, pelo menos, 55 % até 2030, em comparação com os níveis de 1990 (Regulamento UE 2023/1115).

Além disso, durante as entrevistas, foi observado que há documentos exigidos e diretrizes estabelecidas para garantir a segurança dos animais, conformidade legal e integridade sanitária. Entre os principais documentos envolvidos nesta cadeia, estão:

- (i) A Guia de Trânsito Animal (GTA): utilizado para o transporte de animais. Ele contém informações sobre a origem, destino, quantidade e identificação dos animais;
- (ii) Nota Fiscal de produtor rural: Emitida pelo produtor rural, a nota fiscal é um documento que comprova a origem e comercialização dos produtos, como gado e outros produtos agropecuários;
- (iii) Licença ambiental: Documento que garante a conformidade com as normas ambientais;
- (v) Cadastro Ambiente Rural (CAR): registro obrigatório para propriedades rurais. Ele visa regularizar ambientalmente as propriedades e é utilizado para controle e monitoramento ambiental;
- (vi) Registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF): Para a produção de couro e carne destinada ao comércio interestadual e internacional, é necessário o registro no SIF, que atesta que o estabelecimento segue as normas sanitárias;

As entrevistas revelaram a carência de legislações robustas na cadeia do couro bovino no Brasil. Destacou-se a importância da fiscalização, especialmente no manejo do gado, exigindo-se medidas governamentais mais fortes. As sugestões incluíram ampliação da presença de órgãos fiscalizadores e sanções mais severas. Incentivos para práticas sustentáveis também foram destacados como essenciais.

Ainda existem muitas informações que precisam ser melhor controladas, através do próprio governo, que não tem uma política clara para isso. Porque às vezes não é só a indústria sozinha querer fazer. Precisa de um apoio de governo, de instituições, e toda a cadeia tem que estar comprometida. Não é um elo no meio da corrente, não é um elo no final da corrente. É a corrente toda que precisa estar ligada (E2).

Outro ponto enfatizado nas entrevistas foi a questão da resistência de muitos produtores em aderir ao SISBOV. Foi destacada a importância de abordar essas preocupações para promover uma adoção mais ampla do SISBOV, que objetiva aprimorar a rastreabilidade e a qualidade na cadeia produtiva de bovinos.

Flores (2018) identificou diversas barreiras que dificultam a adesão dos produtores ao SISBOV, como: (i) o alto custo de implementação do sistema, (ii) o receio de que os dados de suas propriedades sejam expostos, (iii) a dificuldade em

encontrar mão de obra para trabalhar em áreas rurais e, principalmente, (iv) as frequentes alterações no sistema, entre outros fatores. Devido ao fato de hoje o SISBOV não ser obrigatório, muitos produtores desconhecem a sua relevância. Além disso, a aceitação do usuário e as mentalidades e organizações são amplamente reconhecidas como os principais obstáculos para a implementação bem-sucedida de oportunidades tecnológicas, de acordo com estudos no âmbito da tecnologia.

Essa demanda pelo programa SISBOV surgiu da União Europeia, então é uma exigência deles para importar carne e não da indústria de curtume. A indústria do couro viu nisso uma possibilidade de mostrar o atendimento também aos critérios socioambientais a partir dos animais que estão dentro desse sistema (E9).

Os sistemas de rastreabilidade do animal, que existe há tempos no Brasil, mas nunca consolidaram a nível nacional, por exemplo o SISBOV, existe há mais de 20 anos, mas ela nunca foi consolidada, são poucas fazendas no Brasil que operam 100% funcionando com a brincagem dos animais, e é o desafio que o rebanho do Brasil, hoje são quase 250 milhões de animais, então você ter isso, fazer isso acontecer, só por boa vontade não funciona, precisa ter recurso, precisa ter investimento, principalmente a nível governamental, são esses os principais desafios e início de solução que o pessoal tem que desenvolver (E4).

Considerando as lacunas ainda presentes na cadeia de bovinos relacionadas à documentação e regulamentação, de acordo com os entrevistados, é evidente a urgência de intensificar as fiscalizações, estabelecer regulamentações mais severas e promover incentivos governamentais. A implementação de leis mais robustas e fiscalizações mais rigorosas nas principais regiões de criação de gado do Brasil, certamente terá um impacto positivo na cadeia como um todo. Além disso, com base nas entrevistas realizadas é evidente como a indústria precisa se adaptar e se atualizar rapidamente as novas regras impostas, especialmente aquelas provenientes do mercado externo. Este é um fator que impacta diretamente na satisfação do cliente e a torna mais competitiva no mercado.

Tema 5: Desafios da rastreabilidade na cadeia

No âmbito do tema 5, a análise se concentra na compreensão dos desafios inerentes à cadeia do couro bovino, conforme os relatos dos entrevistados. A pesquisa tem foco nos obstáculos enfrentados e a abordagem centrada nas entrevistas permite uma análise das complexidades presentes nas etapas do fluxo.

Nas entrevistas, os participantes enfatizaram a importância da informação precisa. Os sujeitos pesquisados destacaram que a precisão dos dados é fundamental do ponto de vista industrial para embasar decisões estratégicas, gestão de riscos, tomada de decisão e etc. Além disso, os mesmos ressaltaram que informações precisas não apenas aprimoram a eficiência operacional, mas também fortalecem a confiança dos *stakeholders*, o que evidencia a relevância de ter-se dados confiáveis.

Nesse sentido, ao questionar os participantes sobre os desafios presentes na cadeia, foram apresentadas suas perspectivas:

De tudo que a gente falou, eu vejo que o grande desafio está na qualidade da informação. Você garantir sistemas robustos, porque a gente vê que são muitos processos que são propensos a ter algum erro, principalmente de entrada de informação errada por falha humana (E4).

Ainda precisamos melhorar o sistema de informação das peles. Tem muito pallet que recebemos com couro sobrando, couro faltando, metragem divergente. Então a gente precisaria melhorar a informação do produto no sistema (E7).

Eu vejo que um dos principais desafios é realmente conectar toda a cadeia. Eu vejo que de um determinado passo você consegue ter bons controles, mas ainda existe uma necessidade de aprimorar controles nas fontes primárias. De origem mesmo (E2).

Confiabilidade da informação. É algo que foi implantado relativamente novo. Então, essa equipe multidisciplinar que eu comentei, trabalha bastante. Há pouco tempo que eu estou trabalhando nisso e tem muitas melhorias ainda para acontecer. Então, às vezes a gente pega informação como qualidade, que a formação de carga de um lote é do frigorífico e a hora que você vai ver não é bem assim. Na realidade, fisicamente, no lote, no couro, não acontece isso. Essa rastreabilidade que eu comentei da *invoice*, ela é por estimativa, ela não é 100%. Ela não garante aquele lote 100% daquela origem. Então, a gente tem estatísticas. Então, não é 100% ainda. Então, seria mais nesse sentido, essas melhorias. E minimizar ao máximo a necessidade da mão de obra ser envolvida no processo. Porque às vezes faz uma distinção dos erros humanos. Na hora que você automatiza algo, fica mais fácil minimizar os erros (E10).

O entrevistado E4 enfatizou a importância de preservar a integridade do carimbo no couro desde a unidade curtidora até o término do processo, visto que são necessários cuidados ao longo de todas as etapas.

O couro é uma matéria-prima orgânica e maleável, assim, flexível, então dentro dos processos pelos quais os couros passam, que são agressivos química, mecânica, termicamente, você precisa garantir que aquela marcação que você está inserindo no couro, ela não se desfaça, dissolva, não se rasgue, então esse é um outro grande desafio (E4).

Outro grande desafio está na questão operacional do processo mesmo, de você conseguir depois fazer com que essa informação, digamos que ela já veio toda detalhada, você já conseguiu gravar ela na pele, que é você conseguir garantir que nos momentos que você tá paletizando teu couro, classificando ele, que isso também são detalhes da operação que são difíceis na produção do couro, que você abre e fecha muitos paletes, reclassifica o couro, é garantir que essa informação flua de maneira correta e confiável pra frente (E4).

Nas entrevistas, variáveis de processo ao longo da cadeia também foram identificadas como um desafio significativo. Variáveis no processo inclui (i) informações incompletas, (ii) separação errada dos couros, (iii) paletização incorreta, (iv) recorte da marcação de rastreabilidade do couro ocasionando a perda da informação do couro durante o processo, (v) carimbos ilegíveis; etc.

Todas as variáveis apontadas estão relacionadas a falhas operacionais e podem comprometer a qualidade das informações. Além disso, existem problemáticas que

atingem a cadeia como:

- (i) custo oneroso para os pecuaristas aderirem a tecnologias;
- (ii) dificuldades que impedem que os pecuaristas se adequem às regulamentações;
- (iii) falta de mão de obra capacitada;
- (iv) locais distantes que não possuem sinal ou internet;
- (v) falta de conexão de informações entre a cadeia;
- (vi) investimento em automatização no processo;
- (viii) resistência do produtor em disponibilizar informações, receio de exposição;

A necessidade de implementar tecnologias e estratégias para monitorar o processo foi ressaltada como importante para superar esses obstáculos, o que evidencia a necessidade pela busca constante de métodos mais eficazes na otimização de operações industriais. Segue relatos dos entrevistados ao serem questionados sobre os desafios da cadeia:

A questão do erro, porque existe muito erro de digitação dos carimbos, porque é tudo muito manual. A entrada do carimbo, até chegar no sistema, ele já passou várias mãos para digitar, para imputar os dados (E3).

Eu entendo que existe desafio de sistema, que poderia ter uma coisa mais automatizada, e também desafio de processo. Porque eu digo pro sistema que eu tô classificando o pallet 10, que veio da unidade, que gerou o pallet 20 aqui, que tinha o rastreio 10. Que esse rastreio, ele foi parar na OP da fábrica 1. Mas eu não posso garantir no meio do processo que ninguém tirou aquela pele e jogou pra outra mesa. Ou que trouxe uma pele de outra mesa pra cá. Então, tem bastante desafios ainda pra gente trabalhar nesse sentido (E6).

Através das pesquisas realizadas, foi possível perceber que falhas operacionais ao longo da cadeia prejudicam a integridade das informações. Determinados processos podem ser automatizados, além de reforçar com os colaboradores através de treinamentos a importância da rastreabilidade e a importância da atividade de cada um para a cadeia como um todo, na tentativa de minimizar falhas como as mencionadas ao longo do tema 5. Já em relação às problemáticas que atingem a pecuária, de acordo com os entrevistados, seria necessário incentivos e ações governamentais.

Tema 6: *Blockchain*, *IoT* e o potencial dessas tecnologias para a rastreabilidade da matéria-prima couro bovino

O foco do sexto tema objetiva compreender a definição de *blockchain* na perspectiva dos entrevistados. Além disso, verifica-se como a Internet das Coisas e o *blockchain* podem ser integrados à cadeia, além de buscar entender o potencial das tecnologias para o processo com foco na segurança e integridade da informação de rastreabilidade dos couros.

Sobre este assunto, foi questionado aos entrevistados da área de pesquisa,

consultoria e tecnologia como eles definem a tecnologia *blockchain*:

Eu entendo que é uma cadeia inviolável de dados. Então, é um conjunto de dados que vai ser inserido dentro de uma plataforma, dentro de um sistema e a sua principal característica é ser inviolável. Então, uma vez que esse dado é inserido, ele não pode ser mais modificado ao longo da cadeia. E eu acho que uma outra característica também é essa vinculação dos dados. Então, não só o único dado ele é inviolável, mas a forma como você conecta esses dados. Então, por exemplo, na rastreabilidade, você tem a fazenda A mandando para a fazenda B. Então, são dois conjuntos de informação, de dados, que vão estar vinculados dessa forma inviolável. Inquebrável. Acho que é esse o entendimento do que é uma cadeia de *blockchain* (E1).

Um exemplo de fraude no gado é, por exemplo, a dupla contagem. Então, o mesmo fornecedor usa o mesmo documento, a mesma nota para diferentes clientes ali para comprovar a cadeia de custódia. E aí, usando a *blockchain*, por exemplo, isso se torna muito mais difícil. Isso se torna quase impossível, porque ele já vai ter inserido aquele dado. Aquela dado não pode ser duplicado ou modificado. Ou editado. Então, acho que a *blockchain*, ele permite reduzir essa questão de fraude, corrupção. Então, dá uma confiabilidade maior (E1).

Até onde eu entendo. O *blockchain* serve para gravar as informações em blocos pequenos. Depois que ele gravou a informação, ele não permite mais alterações, a não ser que você venha de forma reversa, de trás pra frente, alterando toda a informação que gerou depois dela com a validação da rede. Então, é um sistema, na minha opinião, de consistência e segurança (E6).

Então eu acho que o *blockchain* é uma forma de guardar informação, registrar e guardar informação. Eu acho que ele se associa com outros *devices*, de outras tecnologias, outras tecnologias de suporte, vamos dizer assim, pra conseguir guardar a informação e essa informação não ser alterada. E aí a gente vai pra uma outra possibilidade que a tecnologia oferece de evitar fraude, qualquer tipo de fraude de adulteração da informação. Que é relevante não só em cadeias de alimentos, mas em várias outras. Então eu vejo uma tecnologia que permite aplicações para isso (E5).

Ainda na entrevista E1, é explicado que em relação ao custo, na maioria das vezes, terceiros que trabalham com a tecnologia *blockchain* realizam uma avaliação na empresa que solicita o serviço, analisando os custos envolvidos e propondo estratégias para integração eficiente aos sistemas já existentes. A partir dessa avaliação é feito um orçamento para implantar na empresa.

No que diz respeito à validação para integração das informações na plataforma, esse processo é conduzido por um grupo de pessoas responsáveis por aprovar qualquer movimentação.

Isso se dá dentro da própria plataforma. E aí ela tem esse processo de assinatura digital. Mas isso é no momento do registro. E aí uma vez que ela tem o seu login. E ela já está conectada ali dentro do sistema. Essa validação se dá com um clique. Clicando, aceitando aquela exclusão do dado. Ou inserção de um novo dado. Geralmente se dá dessa forma dentro do próprio sistema. E no caso, tanto para validar quanto para alterar eles precisam aceitar qualquer movimentação. Digamos assim, naquele processo de rastreabilidade. Isso é bem importante para validar isso (E1).

A partir das entrevistas realizadas com profissionais da área de tecnologia, foi possível entender que implementar o *blockchain* na cadeia pode ser por meio do desenvolvimento interno ou da contratação do serviço. Desenvolver internamente implica na criação de uma infraestrutura própria, o que demanda conhecimento técnico e recursos. Em contrapartida, contratar uma plataforma estabelecida, pode oferecer uma solução mais rápida e acessível, pois muitas delas disponibilizam serviços prontos para uso, a qual permite a implementação da tecnologia *blockchain* sem a necessidade de construir tudo do zero. Essas plataformas geralmente oferecem diferentes tipos de *blockchain* (públicos, privados, consórcios), permitindo escolher a opção mais adequada para as necessidades específicas da empresa.

Outro assunto abordado foi a Internet das Coisas, que se refere à interconexão de dispositivos físicos, permitindo a coleta e troca de dados. Essa tecnologia atua de forma positiva impactando em fatores como automatização, eficiência operacional, monitoramento, etc.

Porque a *IoT* serve para você gerar as informações. Ah, eu coloco um sensor numa máquina e digo o quanto ela trabalhou, o quanto ela processou, mas isso fica livre pra qualquer pessoa poder acessar aquele arquivo ou não. O *blockchain*, ele vem gravando essas informações do que ela está gerando em pequenos blocos, criptografados, o que não permite a ativação de hackers e esse tipo de coisa. Então, pra você garantir a informação daquilo que você gerou e que essa informação não seja alterada de forma tão simples (E6).

A entrevistada E5 destacou a importância de compreender o propósito da tecnologia e os requisitos de mão de obra antes de sua implementação. Enfatizou a necessidade contínua de treinamento e atualização para lidar com as demandas tecnológicas.

A tecnologia exige treinamento, conhecimento e atualização. E envolve

um investimento em tempo e em recursos. Sempre. Não só recursos financeiros, mas tempo de pessoal aprender a lidar com... Isso é bem genérico para todas as tecnologias, mas para essas, e algumas vezes para a mão de obra que eu conto, pode ser alguma coisa mais complexa (E5).

Primeiro, quem vai trabalhar com isso teria que entender bem o assunto de como ele funciona. Talvez fazer um curso de desenvolvimento do *blockchain*, ver como ele se adapta na empresa ou não. Mas eu acho que é possível sim. É uma forma mais garantida da informação que chegar para o sistema final, que ela seja confiável, que ninguém adulterou ou que sofreu algum hackeamento, alguma coisa assim (E6).

Através da pesquisa com foco na indústria de processamento selecionada para o estudo, é possível perceber oportunidades de melhoria ao longo do processos.

A implementação do blockchain na cadeia de rastreabilidade do couro pode iniciar na fazenda e estender-se por todas as etapas do processo até o produto final. Neste sentido, serão propostas algumas etapas para a aplicação da Internet das Coisas, com o propósito de coleta de informações, e do *blockchain*, com foco na segurança e integridade dos dados ao longo de toda a cadeia de rastreabilidade do couro.

Quadro 7: Sugestão de aplicação das tecnologias no processo de rastreabilidade

Local	Etapa de coleta	Recomendação de dados da cadeia a serem integrados na plataforma <i>blockchain</i> .
Fazenda	Podem ser inseridas na plataforma <i>blockchain</i> informações a partir das auditorias realizadas na fazenda.	(i) requisitos socioambientais que a propriedade atende; (ii) informações da propriedade.
Frigorífico	Dispositivos IoT instalados no frigorífico para coleta de informações. (i) informações coletadas com dispositivo <i>IoT</i> a partir do brinco SISBOV.	(i) nome do frigorífico; (ii) data de abate.
Curtume (Unidade	A partir das unidades	(i) nome da unidade

Curtidora)	curtidoras, dispositivos de <i>IoT</i> podem ser instalados para realizar a leitura de dados relevantes dos processos.	curtidora; (ii) informações do animal; (iii) data de processo na unidade curtidora; (iv) produtos químicos utilizados.
Curtume (Unidade Classificadora, Semi-acabado, Acabado).	A partir das plantas de classificação, semi-acabamento e acabamento, dispositivos de <i>IoT</i> podem ser instalados para realizar a leitura de dados relevantes dos processos.	(i) nome e local da planta responsável pelo processamento; (ii) certificações que a unidade possui; (iii) artigo produzido; (iv) leitura dos carimbos na expedição final. Nessa etapa, por ser a última, a informação será mais precisa; (v) produtos químicos utilizados.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Essas informações encadeadas no formato de blocos e validadas por meio de criptografia pela rede para integração na cadeia podem ser disponibilizadas para as pessoas autorizadas e não podem ser adulteradas.

O principal benefício dela é a garantia de não adulteração. Pra você poder alterar um dado do *blockchain*, você tem que fazer toda uma retroversão pra chegar naquele dado (E6).

Hoje, parte dessas informações já são disponibilizadas ao cliente através de um site, porém para as pessoas autorizadas da indústria, por ser um sistema centralizado, as informações podem ser adulteradas durante e após o processo.

Nesse contexto, a integração de *blockchain* e Internet das Coisas (*IoT*) em uma cadeia proporciona uma segurança transparente e descentralizada, garantindo a autenticidade e rastreabilidade dos dados em toda a rede, desde a produção até o consumidor final.

Tema 7 : Futuro da indústria do couro bovino

Este tema busca explorar as perspectivas dos participantes em relação ao futuro da indústria do couro, buscando entender suas opiniões.

Com base nas entrevistas, alguns anos atrás, existia um receio de que o mercado migrasse para materiais sintéticos. Devido à nobreza e valorização do couro, que é considerado um produto de alta qualidade e prestígio, isso não aconteceu. A apreciação pela tradição e características únicas do couro continua a sustentar sua demanda, impedindo uma transição maciça para alternativas sintéticas como menciona a entrevista E10:

Eu me lembro que há uns 10 anos atrás, a gente comentava sobre isso, sobre o futuro da indústria couro. 10, 15 anos atrás, existiam comentários, nossa, a tendência é o sintético ganhar mercado e a gente começar a trabalhar com esses couros pensando em proteína, em colágeno, propriamente dito. E não aconteceu. E ainda é muito forte o couro. Ele tem o mercado dele. Ele tem as suas características. O sintético não veio, não tomou a frente, porque são características diferentes. Eu acho que como ele não mudou nesses 15 anos que eu pensei que fosse mudar, eu não, muitas pessoas. Eu acho que ele vai se consolidar, porque ele é realmente um produto nobre, o artesanal que é feito. Então a gente pega um resíduo de um frigorífico e transforma nessas belezas que são (E10).

Ainda foi mencionado pelos entrevistados, que a realidade envolve investimentos e que o potencial transformador da tecnologia para o futuro da indústria indica oportunidades de inovação e eficiência operacional.

O desejo é que fosse tudo automatizado. Mas a gente sabe que quando se fala de tecnologia, demanda muito investimento. Mas eu vejo, sim, um futuro bem próspero e bastante tecnológico nessa área (E6)

Hoje nós temos uma indústria informatizada, com sistemas, com computadores por toda a área produtiva, então, tudo isso, a evolução tecnológica veio e serviu a indústria de tal forma que, robôs que nós temos hoje, dentro do processo. E isso vai chegar na pecuária, precisa chegar para a gente aprimorar e para a gente ter essa garantia de informação. E a confiabilidade só se dará quando houver certeza, clareza, de que esses dados não podem ser manipulados (E2).

Outro ponto destacado foi sobre as empresas que estão obtendo sucesso a partir de sistemas integrados de rastreabilidade em suas operações. A partir dessa informação, estas possuem vantagens em relação a qualidade e conformidade, garantia de origem, gestão eficiente da cadeia de suprimentos, redução de riscos e diferenciação no mercado.

Então, nos dias de hoje, quem mais está tendo sucesso falando de rastreabilidade são os curtumes que têm a operação do frigorífico na mão, porque toda a informação de rastreabilidade já está com eles e eles conseguem fazer isso fluir para frente de uma forma muito mais simples.. Então, quem consegue ter esse detalhamento e garante para o cliente final

que aquele lote, aquele couro, não tem nenhum problema ambiental, é quem está na frente (E4).

Atualmente, empresas que investem em tecnologia são líderes no mercado. Essa tendência deve continuar para os próximos anos, já que o mercado busca constantemente inovações, o que também se reflete na rastreabilidade.

De acordo com as entrevistas conduzidas, é importante manter um investimento contínuo em tecnologia, garantindo a capacidade de atender às atuais e futuras demandas do mercado. Diante da perspectiva de crescimento contínuo no setor do couro e das expectativas de requisitos mais rigorosos, é importante que a tecnologia evolua em paralelo com os avanços do mercado, adaptando-se para manter sua relevância no cenário competitivo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou entender o potencial das tecnologias *blockchain* e *IoT* para o processo de rastreabilidade da matéria-prima de uma indústria de couro bovino. Neste sentido, conclui-se que a integração das duas tecnologias emerge como um meio robusto para a integridade e segurança da informação de rastreabilidade da matéria prima.

Na pesquisa realizada, buscou-se entender a cadeia produtiva do couro bovino, com foco específico na empresa do Meio Oeste de Santa Catarina e sua cadeia envolvida. Assim, foram apresentados os principais segmentos envolvidos na cadeia de valor em estudo, destacando-se os principais atores e seus respectivos papéis na cadeia.

Em seguida, realizou-se a coleta de dados junto a profissionais do setor, o que proporcionou base para o mapeamento do processo e escrita sobre os temas vinculados à pesquisa. Dentre as temáticas, foram incluídos os desafios enfrentados pelo segmento, como também as oportunidades geradas a partir da aproximação de novas tecnologias. A análise qualitativa desses dados fundamentou a escrita dos 7 temas selecionados, os quais destaca-se a seguir: (i) definição de rastreabilidade e importância para a cadeia; (ii) rastreabilidade da matéria-prima na cadeia de suprimentos (mapeamento do processo na indústria de couro bovino selecionada para o estudo); (iii) atendimento às demandas, auditorias e sustentabilidade; (iv) legislação e regulamentações que envolvem o segmento do couro bovino; (v) desafios da rastreabilidade na cadeia; (vi) *blockchain*, *IoT* e o potencial dessas tecnologias para a rastreabilidade da matéria-prima couro bovino; e (vii) futuro da indústria do couro bovino.

Por fim, foi explorado o potencial das tecnologias *blockchain* e *IoT* na cadeia produtiva, sugerindo etapas do processo para aplicação das tecnologias. O estudo do *blockchain* e *IoT* para esta cadeia em específico, alvo do estudo, destacou oportunidades para aprimorar a eficiência e a rastreabilidade na indústria do couro bovino.

O presente trabalho oferece contribuições teóricas que merecem ser destacadas. Primeiramente, por meio da análise de estudo de caso, foi possível compreender a forma com a indústria selecionada para o estudo trabalha com a questão da rastreabilidade. Ao realizar o mapeamento do processo da cadeia de rastreabilidade no contexto da empresa, foi possível evidenciar seus processos e limitações.

Por meio da aproximação qualitativa, foi possível entender como a qualidade e

precisão das informações têm um impacto direto na satisfação do cliente. O mapeamento detalhado do processo destaca a complexidade inerente à cadeia, e enfatiza a importância de controles rigorosos para garantir a conformidade com os padrões estabelecidos, principalmente no que diz respeito à confiabilidade da informação disponibilizada ao cliente.

A pesquisa também identifica como é necessário adaptar-se às mudanças, seja em termos regulatórios, tecnológicos, novas demandas de sustentabilidade ou do mercado externo. A demora na adaptação pode resultar em perda de mercado, e justifica a importância do investimento contínuo em tecnologia.

Essa necessidade de adaptação também se estende aos fornecedores de matéria-prima, os quais indicaram a necessidade de diversos controles para a efetiva gestão de um rebanho, demandando investimentos substanciais para manter a competitividade.

Outro ponto sugerido, consiste no reforço de fiscalização, especialmente em regiões distantes onde os pecuaristas muitas vezes carecem de recursos. Ao longo das entrevistas, foi destacado a importância da implementação de ações governamentais e incentivo para apoiar aqueles que enfrentam desafios relacionados à infraestrutura, mão de obra capacitada e conformidade com regulamentações, visto que a informação correta deve partir da origem da cadeia.

Além da tecnologia e automação, sugere-se, a partir dos resultados do estudo, que as empresas ofereçam treinamento aos funcionários, pois controles corretos são essenciais para a integridade e segurança da informação, atuando em conjunto com as soluções tecnológicas. Conclui-se que a tecnologia serve como alicerce para lidar com essas questões, mas cada parte do processo deve ser analisada e cumprir seu papel para garantir o funcionamento eficiente de toda a cadeia.

Como possibilidade de pesquisas futuras, este estudo fornece uma visão abrangente sobre o estudo do potencial das tecnologias *blockchain* e *IoT* para a rastreabilidade da matéria-prima do couro bovino, destacando seu impacto positivo para garantir a segurança e integridade da informação ao longo da cadeia de produção de couro bovino. No entanto, existem algumas oportunidades de estudo e melhorias que podem ser exploradas em trabalhos futuros.

Recomenda-se direcionar esforços para a contínua evolução das aplicações integradas das tecnologias *blockchain* e *IoT* no contexto da rastreabilidade da matéria-prima do couro bovino. Um passo seria a pesquisa e desenvolvimento de soluções mais acessíveis e adaptáveis, especialmente voltadas para pecuaristas em áreas remotas, mitigando as limitações de recursos comuns nessas regiões. Nesse sentido,

a integração mais profunda de inteligência artificial surge como uma oportunidade para amplificar a análise de dados provenientes dessas tecnologias.

Em paralelo, é importante a colaboração entre os setores público e privado, com a criação de políticas e regulamentações específicas que apoiem a implementação conjunta de inovações baseadas em *blockchain* e *IoT*. Essa sinergia é relevante para minimizar desafios regulatórios e promover um ambiente propício à adoção dessas tecnologias de maneira ampla e efetiva na cadeia como um todo.

Por fim, é sugerido investir em pesquisas multidisciplinares que envolvam profissionais da área da pecuária, tecnologia, indústria couro e sustentabilidade é fundamental, sendo possível consolidar o papel dessas tecnologias como soluções eficazes e sustentáveis para a indústria.

REFERÊNCIAS

- ALLADI, T. et al. Blockchain applications for industry 4.0 and industrial iot: A review. *Ieee Access, IEEE*, v. 7, p. 176935–176951, 2019.
- ANDREONI, H. T. M.; SUN, A. How americans' appetite for leather in luxury suvs worsens amazon deforestation. *The New York Times*, November 2021. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2021/11/17/climate/leather-seats-cars-rainforest.html>.
- ANGELOPOULOS, A. et al. Tackling faults in the industry 4.0 era—a survey of machine-learning solutions and key aspects. *Sensors, MDPI*, v. 20, n. 1, p. 109, 2019.
- BURNIER, P. C.; SPERS, E. E.; BARCELLOS, M. D. de. Role of sustainability attributes and occasion matters in determining consumers' beef choice. *Food Quality and Preference, Elsevier*, v. 88, p. 104075, 2021.
- CANTÚ, E.; MONTEZ, C. B. Protocolos, tecnologias, ferramentas e laboratórios para aplicações de internet das coisas. In: SBC. *Anais do XVII Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas*. [S.l.], 2020.
- CARLINI, V. F. et al. Qualidade da informação em curtumes: Uma análise sob o enfoque logístico. *Desafio Online*, v. 3, n. 3, p. 28–43, 2015.
- CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. *Metodologia científica*. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CHEN, Y. et al. A traceability system of livestock products based on blockchain and the internet of things. In: IEEE. *2021 IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference (IPCCC)*. [S.l.], 2021.
- CICB. Centro das Indústrias de Curtume do Brasil. 2022. Disponível em: <https://cicb.org.br/storage/files/repositories/php6PfDVM-cic-institucional-relatorio-semesteral-2022-digital-af-compressed.pdf>. Acesso em: 04 abril 2023.
- CICB. Centro das Indústrias de Curtume do Brasil. 2023. Disponível em: <https://cicb.org.br/cicb/sobre-couro>. Acesso em: 03 abril 2023.
- COVINGTON, A. D. *Tanning chemistry: the science of leather*. [S.l.]: Royal Society of Chemistry, 2009.
- CRIPTONIZANDO. *Tecnologia Blockchain: O que é e como funciona?* 2021. Disponível em: <https://criptonizando.com/guia-blockchain-para-iniciantes/o-que-e-a-tecnologia-blockchain-e-como-funciona/>. Acesso em: 21 abril 2023.
- CUNHA, G.; SAES, M. S. M. Rastreabilidade e coordenação dos sistemas agroindustriais. *Revista Brasileira de Agroinformática*, v. 7, n. 1, p. 29–43, 2005.
- DEMESTICHAS, K. et al. Blockchain in agriculture traceability systems: A review. *Applied Sciences, MDPI*, v. 10, n. 12, p. 4113, 2020.
- Elias, J. Entenda a lei europeia que proíbe a importação de produtos ligados ao desmatamento. *CNN*, 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/entenda-a-lei-europeia-que-proibe-a-importacao-de-produtos-ligados-ao-desmatamento/>

FLORES, M. Um modelo nacional integrador para a rastreabilidade bovina. Tese (Doutorado) — Dissertação de mestrado) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projeto De Pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLAN, E. H. et al. Traceability in the US food supply: economic theory and industry studies. [S.l.], 2004.

JANK, M. S. A rastreabilidade nos agronegócios. Gestão da qualidade no agribusiness—estudos e casos. São Paulo: Atlas, 2003.

JOÃO, B. N. Blockchain and the potential of new business models: a systematic mapping. Revista de Gestão e Projetos, Universidade Nove de Julho (UNINOVE), v. 9, n. 3, 2018.

KLEIN, R. Rastreabilidade de medicamentos: chegou a hora do blockchain? 2A+ Farma, 2019. Disponível em: <https://www.doisamaisfarma.com.br/automacao/rastreabilidade-de-medicamentos-chegou-a-hora-do-blockchain/>. Acesso em: 29 maio 2023.

LOPES, M. A.; SANTOS, G. d. Principais dificuldades encontradas pelas certificadoras para rastrear bovinos. Ciência e Agrotecnologia, SciELO Brasil, v. 31, p. 1552–1557, 2007.

MARTINS, G. D.; GONÇALVES, R. F.; PETRONI, B. C. Blockchain in manufacturing revolution based on machine to machine transaction: a systematic review. Brazilian Journal of Operations & Production Management, v. 16, n. 2, p. 294–302, 2019.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Bitcoin. org. Disponible en <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>, 2009.

UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu; Conselho. Regulamento (UE) 2023/1115 do Parlamento Europeu e do Conselho de 31 de maio de 2023. Diário Oficial da União Europeia. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1115>

PATEL, K. K.; PATEL, S. M.; SCHOLAR, P. Internet of things-iot: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. International journal of engineering science and computing, v. 6, n. 5, 2016.

PATRA, J.; GANTAIT, A.; MUKHERJEE, A. Securing iot applications. IBM Developer, 2018. Disponível em: <https://developer.ibm.com/technologies/iot/articles/iot-trs-secure-iot-solutions3/> Acesso em: 29 maio 2023.

PORTER, M. Porter, m. vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. OMNES HUMANITATE, v. 3, n. 11, p. 66, 2013.

SANTOS, A. M. M. M. et al. Panorama do setor de couro no brasil. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2002.

SANTOS, B. P.; VIEIRA, L. F. M.; VIEIRA, M. A. M. Cral: a centrality-based and energy

efficient collection protocol for low power and lossy networks. In: IEEE. 2015 XXXIII Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems. [S.l.], 2015. p. 159–170.

SINCLAIR, B. *IoT: como usar a "internet das coisas" para alavancar seus negócios*. [S.l.]: Autêntica Business, 2018.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados Qualitativos. Encontro. Brasília, p.1-14. 2013.

SILVA, Edna Luciada; MENEZES, Estera Muszkat. *Metodologia da Pesquisa e elaboração da dissertação*. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *procedia CIRP*, Elsevier, v. 40, p. 536–541, 2016.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. [S.l.]: Penguin, 2016.

TIWARI, A. Three blockchain use cases that will accelerate Industry 4.0 journey for manufacturers. 2019. Disponível em: <https://www.ciol.com/three-blockchain-use-cases-will-accelerate-industry-4-0-journey-manufacturers/>. Acesso em: 18 abril 2023.

VALLE, E. do; PEREIRA, M. d. A. Histórico e avanços do programa boas práticas agropecuárias-bovinos de corte (bpa) entre 2003 e 2019. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2019., 2019. 15

VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. *Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática*. [S.l.]: FGV, 2005.

YANO, I. H. et al. Modelo de rastreamento bovino via smart contracts com tecnologia blockchain. Embrapa Informática Agropecuária-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2018.

APÊNDICE - ROTEIRO DA ENTREVISTA

1. Conte sobre sua profissão no segmento que atua hoje?
2. Qual a definição de rastreabilidade?
3. Qual a importância da rastreabilidade?
4. Poderia explicar o processo de rastreabilidade na organização que atua hoje?
5. Na sua opinião, quais os desafios relacionados à rastreabilidade que a cadeia enfrenta?
6. Na sua opinião, existem oportunidades de melhoria no processo? Quais?
7. Qual a definição de *blockchain*?
8. Como a Internet das Coisas pode ser integrada ao *blockchain*?
9. Em relação a regulamentações e legislação, quais implicam no segmento couro bovino hoje?
10. Em relação a rastreabilidade, o que os clientes esperam hoje?
11. Quais as necessidades para se destacar no mercado?
12. Na sua opinião, qual o futuro da indústria couro?