

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

A contribuição de novas tecnologias na rastreabilidade de alimentos

Ricardo Bernardes de Barros Campo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Administração

**Piracicaba
2024**

Ricardo Bernardes de Barros Campo
Bacharel em Propaganda, Publicidade e Criação

A contribuição de novas tecnologias na rastreabilidade de alimentos
versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS EDUARDO DE FREITAS VIAN**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Administração

Piracicaba
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Campo, Ricardo Bernardes de Barros

A contribuição de novas tecnologias na rastreabilidade de alimentos /
Ricardo Bernardes de Barros Campo. - - versão revisada de acordo com a
Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2024.

128 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz
de Queiroz”.

1. Rastreabilidade 2. Alimentos 3. Açúcar 4. Tecnologia 5. Consumo I.
Título

AGRADECIMENTOS

A vontade de cursar o mestrado remete a um período de mais de vinte anos atrás, logo após concluir a graduação, quando apliquei a uma bolsa de estudos que acabou não dando certo. Mas, com o tempo e com a sabedoria que ele nos traz, pude seguir meu caminho de realizações profissionais, acadêmicas e constituir minha família.

É à minha família, a minha fortaleza, que agradeço pelo apoio, incentivo e compreensão pelo objetivo de alcançar algo que será importante para o nosso futuro e dentro de um plano maior. E aqui, em especial, agradeço a Sara e ao Benjamim, esposa e filho, que acompanharam as “dores e as delícias” de conciliar uma jornada tripla para, enfim, me tornar mestre!

Aos professores e colegas de estudo, que abriram portas e mostraram que o caminho da pesquisa acadêmica se faz com colaboração em rede, o meu agradecimento e a certeza de que continuarei sendo um “eterno aprendiz”. Por fim, não poderia deixar de agradecer aos amigos e parceiros do ecossistema de inovação, que contribuíram com *insights*, “parpites” e conversas produtivas sobre o que é a difícil realidade de inovar no agro e no Brasil.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. Problema de pesquisa.....	10
1.2. Objetivos.....	11
1.3. Estrutura do trabalho.....	11
2. MAPEAMENTO DE TECNOLOGIAS E PROCESSOS DE RASTREABILIDADE.....	13
2.1. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.....	14
2.2. Patentscope.....	18
3. FATORES QUE INFLUENCIAM A PERCEPÇÃO E A DISPOSIÇÃO A PAGAR POR ALIMENTOS RASTREADOS.....	21
3.1. Revisão da Literatura.....	21
3.1.1. Rastreabilidade de alimentos.....	21
3.1.2. Disposição a pagar.....	23
3.1.3. Processo produtivo e rastreabilidade.....	25
3.1.4. Inovação e rastreabilidade.....	26
3.1.5. Origem e rastreabilidade.....	28
3.1.6. Segurança e rastreabilidade.....	30
3.1.7. Modelo conceitual proposto.....	32
3.2. Metodologia.....	32
3.3. Resultados e Discussões.....	34
3.3.1. Perfil da amostra.....	34
3.3.2. Análise confirmatória dos constructos.....	35
3.3.3. Avaliação do modelo estrutural.....	36
3.4. Conclusões.....	39
4. RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS: ANÁLISE DE DISCURSO E AGREGAÇÃO DE VALOR NA VISÃO DOS AGENTES PRODUTIVOS.....	41
4.1. Análise do discurso.....	41
4.2. Metodologia.....	42
4.3. Resultados e Discussão.....	45
4.3.1. Agregação de valor e segurança.....	46

4.3.2. Tecnologias e inovações	48
4.3.3. Benefícios e desafios da rastreabilidade	49
4.4. Conclusões.....	50
5. A CONTRIBUIÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS PARA A RASTREABILIDADE DO AÇÚCAR	53
5.1. Revisão da Literatura.....	54
5.1.1. O Mercado do açúcar.....	54
5.1.2. Produção integrada, Boas Práticas Agrícolas e Boas Práticas De Fabricação	57
5.1.2.1. Produção integrada	57
5.1.2.2. Boas Práticas Agrícolas	58
5.1.2.3. Boas Práticas de Fabricação	60
5.1.3. Agregação de valor.....	60
5.1.4. Incentivos para rastreabilidade	62
5.1.5. Adoção de tecnologias.....	64
5.1.6. Benefícios gerenciais.....	67
5.1.7. Redução de assimetria	68
5.1.8. Modelo conceitual proposto	72
5.2. Metodologia.....	73
5.3. Resultados e Discussões	76
5.3.1. Perfil da amostra.....	76
5.3.2. Perfil do produtor e utilização de rastreabilidade.....	77
5.3.3. Nível de maturidade, conhecimento e uso da rastreabilidade	79
5.3.4. Incentivos, adoção, benefícios e assimetria.....	83
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	93
ANEXOS	109

RESUMO

A contribuição de novas tecnologias na rastreabilidade de alimentos

Elemento estratégico da agropecuária sustentável, a rastreabilidade é um tema incipiente e que justifica a investigação para contribuir com o desenvolvimento científico, gerencial e do ecossistema de inovação. Por estes motivos, a presente dissertação tem como objetivo identificar os mecanismos de rastreabilidade de alimentos utilizados atualmente pelas empresas agroindustriais e se há contribuições para agregação de valor e confiança em produtos alimentícios. Da mesma forma, se propõe a identificar quais tecnologias já são utilizadas para rastreabilidade em alimentos - com um recorte para o segmento do açúcar brasileiro -, quais inovações estão sendo desenvolvidas para o tema no setor assim como identificar, na visão dos agentes, produtores rurais e consumidores, quais os benefícios e desafios para as cadeias produtivas. A dissertação é composta por mapeamento de tecnologias de rastreabilidade em uso no mercado, por pesquisa quantitativa sobre como a rastreabilidade e inovações são percebidas pelos consumidores de alimentos, por estudo qualitativo de análise do discurso de agentes da cadeia produtiva em relação aos desafios e benefícios da rastreabilidade em produtos alimentícios rastreados, além de pesquisa quantitativa realizada com produtores de cana-de-açúcar para avaliar a contribuição de novas tecnologias e agregação de valor com a rastreabilidade do açúcar. Como parte dos resultados observou-se que rastreabilidade gera benefícios em toda a cadeia no que tange a conformidade socioambiental, transparência, confiabilidade e redução de assimetria de informações. Pelo lado do mercado, consumidores têm disposição a pagar mais por atributos de inovação/tecnologia e processo produtivo. Pelo lado do setor produtivo, produtores de maior porte e mais capitalizados conseguem adotar e investir em rastreabilidade mesmo sem incentivos por parte de agentes da cadeia, sejam públicos ou privados. Por fim, conclui-se que há oportunidade da utilização de novas tecnologias de rastreabilidade para agregação de valor com redução da assimetria e oportunismo, resultando na redução de custos de transação em toda a cadeia.

Palavras-chave: Rastreabilidade, Alimentos, Açúcar, Tecnologia, Consumo

ABSTRACT

The contribution of new technologies to food traceability

A strategic element of sustainable agriculture, traceability is an incipient topic that justifies research to contribute to scientific, managerial development and the innovation ecosystem. For these reasons, this dissertation aims to identify the food traceability mechanisms currently used by agro-industrial companies and whether there are contributions to adding value and trust in food products. Likewise, it proposes to identify which technologies are already used for traceability in food - with a focus on the Brazilian sugar segment -, which innovations are being developed for the topic in the sector as well as identify, in the agents' view, what are the benefits and challenges for production chains. The dissertation is composed of mapping traceability technologies in use in the market, quantitative research on how traceability and innovations are perceived by food consumers, a qualitative study of discourse analysis of agents in the production chain in relation to the challenges and benefits of traceability in tracked food products and a quantitative research carried out with sugarcane producers to evaluate the contribution of new technologies and added value with sugar traceability. As part of the results, it was observed that traceability generates benefits throughout the chain in terms of socio-environmental compliance, transparency, reliability and reduction of information asymmetry. On the market side, consumers are willing to pay more for innovation/technology attributes and the production process. On the productive sector side, larger and more capitalized farmers are able to adopt and invest in traceability even without incentives from agents in the chain, whether public or private. Finally, it is concluded that there is an opportunity to use new traceability technologies to add value by reducing asymmetry and opportunism, resulting in the reduction of transaction costs throughout the chain.

Keywords: Traceability, Food, Sugar, Technology, Consumption

1. INTRODUÇÃO

Inovações agrícolas têm transformado o cenário do agronegócio, com oportunidades de negócios para empreendedores e investidores, abrindo novas fronteiras na economia global. A agricultura está vivendo uma nova revolução, na qual a ciência dos dados e o mundo digital alavancarão a eficiência no campo tanto aumentando a produtividade quanto diminuindo a utilização dos recursos naturais (Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária [IMEA], 2018). Além de resultados agronômicos, essas novas tecnologias permitem também uma produção mais sustentável e alinhada com os anseios da sociedade. Isso porque a adoção de novas tecnologias é um caminho que vem se intensificando para minimizar perdas, reduzir resíduos derivados da atividade e aumentar a produtividade de forma ambiental, social e economicamente sustentável (Dias, Jardim e Sakuda, 2019).

Elemento estratégico para uma agropecuária sustentável e transparente, a rastreabilidade ainda é um tema pouco difundido no meio acadêmico e no mercado consumidor, algo que justifica a investigação para contribuir com o desenvolvimento científico e gerencial. Autores como Hobbs (2003), Verbeke (2005), Van Rijswijk e Frewer (2008) já trouxeram contribuições de como a rastreabilidade influencia a percepção e decisão de consumidores, porém em mercados externos ao Brasil. Por isso, o que se propõe com esse dissertação é uma complementação desses estudos com pesquisa sobre como as novas tecnologias contribuem com a rastreabilidade de alimentos e produtos alimentícios junto a mercados consumidores.

Estudar o tema é algo atual e relevante, já que o novo cenário do mercado agrícola digital capacitará consumidores com informações sobre histórico de alimentos e segurança no ponto de compra, agregando valor e auxiliando na melhor tomada de decisão. Além disso, o mercado digital agrícola integrará sistemas em toda a cadeia de suprimentos, permitindo um melhor compartilhamento de informações entre fornecedores, distribuidores, varejistas, consumidores e indústrias de serviços de apoio (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa], 2018).

Nesse contexto, para atender às demandas dos consumidores e integrar agentes, um dos conceitos relacionados ao uso de tecnologias da informação que pode ser destacado é a da rastreabilidade. Com o uso de diferentes tecnologias, a rastreabilidade envolve a capacidade de rastrear um produto e seu histórico ao longo de toda ou parte de uma cadeia de produção, desde a colheita até o transporte, armazenamento, processamento, distribuição e vendas (Moe, 1998). A rastreabilidade, que em alguns países já é prática obrigatória para determinados

produtos agropecuários em função da sanidade e da garantia da origem (Verbeke, 2005), também pode gerar ganhos ao negócio com planejamento da distribuição, redução de desperdícios e adição de valor na entrega aos consumidores, seja pela qualidade e maior frescor dos alimentos, pelo preço justo a se pagar no varejo, seja pela transparência na cadeia produtiva. Uma iniciativa que já consolida este tipo de resultado é o Programa de Rastreabilidade e Monitoramento de Alimentos (RAMA, 2021), idealizado pela Associação Brasileira de Supermercados [ABRAS]. Atendendo principalmente aos objetivos da garantia de origem e controle de resíduos tóxicos, desde 2011, este programa já rastreou mais de quatro milhões de toneladas de Frutas, Legumes e Verduras (FLVs).

Produtores com suas lavouras, *startups* com invenções. Cada um com seus desafios, mas ambos empreendedores engajados em produzir mais e melhores alimentos. E a rastreabilidade permitindo que isso seja transmitido para a ponta, para quem vai comprar, processar ou consumir. Inovações e tecnologias, gerando transparência e valor para um setor que ainda tem muito espaço para consolidar inovações. Mas, será que as cadeias produtivas de alimentos já conseguem agregar valor com o uso de tecnologias para rastreabilidade? Será que o mercado já enxerga valor nos produtos alimentícios que já são rastreados e nas tecnologias que permitem esse rastreamento?

1.1. Problema de pesquisa

Apesar de já estar presente em alguns segmentos da agropecuária, o tema da rastreabilidade ainda é incipiente na academia e no mercado, com oportunidade para investigação exploratória sobre a sua real contribuição na cadeia produtiva, disseminação de informações sobre o conceito para pesquisadores e implementação prática entre agentes do agronegócio nacional. Com base nisso e na literatura consultada, para o presente estudo define-se o seguinte problema: Qual a contribuição da rastreabilidade para agregação de valor na cadeia produtiva de alimentos?

Além de confirmar se de fato há alguma contribuição da rastreabilidade para a adição de valor na cadeia produtiva, o problema em questão também tem relevância por trazer luz a um tema que ainda é pouco difundido entre os elos que compõem o sistema de produção de alimentos e que contribuem com a agregação de valor em seus respectivos papéis, da produção ao processamento e consumo.

1.2. Objetivos

Com base no que foi citado e considerando que sistemas produtivos envolvem diversos atores, com diferentes papéis e perspectivas, sendo a rastreabilidade um fio condutor que permite melhor integração e geração de valor entre os elos da cadeia de produção de alimentos, para esse estudo fica estabelecido como objetivo geral identificar os mecanismos de rastreabilidade de alimentos utilizados atualmente pelas empresas agroindustriais e se há contribuições para agregação de valor e confiança em produtos alimentícios. Já como objetivos específicos, ficam estabelecidos os seguintes itens: 1) Identificar quais tecnologias consolidadas já são utilizadas para a rastreabilidade; 2) Identificar quais novas tecnologias de rastreabilidade estão sendo desenvolvidas/aplicadas no setor de alimentos; e 3) Identificar, na visão dos agentes, os benefícios e desafios da rastreabilidade para as cadeias produtiva do açúcar.

1.3. Estrutura do trabalho

Além do problema de pesquisa e objetivos definidos acima, essa dissertação também utilizará como base os dados e resultados de atividades exploratórias realizadas pelo autor ao longo das disciplinas do mestrado em administração na Esalq-USP, que serviram como norteadores para geração de insights e hipóteses desse estudo.

Na primeira parte é apresentada um mapeamento realizado para identificar as tecnologias de rastreabilidade em uso no mercado assim como o resultado de levantamento complementar em base de patentes nacionais e internacionais para uma visão de tecnologias entrantes. Em sequência, na segunda parte, é apresentada a revisão de literatura, metodologia, discussões e resultados de pesquisa realizada para avaliar como a rastreabilidade e inovações complementares são percebidas pelos consumidores de alimentos e de como isso poderia ser utilizado como um diferencial competitivo de marketing pelas empresas produtoras na cadeia produtiva.

Já na terceira parte é apresentada o resultado de estudo, com abordagem qualitativa, feito por meio da análise do discurso de agentes da cadeia produtiva em relação aos aspectos que tratam dos desafios e benefícios da rastreabilidade em produtos alimentícios rastreados. Por fim, na quarta parte, com objetivo de obter melhor substrato quanto a contribuição de novas tecnologias de rastreabilidade e sua conseqüente agregação de valor em setor específico do agronegócio, são apresentados a revisão de literatura, resultados e conclusões de estudo

quantitativo realizado com produtores de cana-de-açúcar direcionado para a rastreabilidade do açúcar.

2. MAPEAMENTO DE TECNOLOGIAS E PROCESSOS DE RASTREABILIDADE

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Com o intuito de mapear quais tecnologias consolidadas já são utilizadas para rastreabilidade de alimentos assim como identificar quais novas tecnologias de rastreabilidade e processos estão sendo desenvolvidos/aplicados no setor de alimentos, foi realizada pesquisa bibliográfica onde foi possível identificar 17 tecnologias e processos que têm relação com a rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos.

As tecnologias identificadas podem ser visualizadas no Anexo A dessa dissertação, que apresenta descrição pormenorizada, segmentos em uso e categorização de sua aplicação a partir da divisão em: antes da porteira, dentro da porteira e depois da porteira. Essa divisão segue o conceito já utilizado e difundido no mercado agropecuário, mas que pode ser definido a partir das visões de Araujo (2007), Callado e Callado (2008) e Dias et al. (2022), da seguinte forma:

- Antes da porteira: todos os insumos a serem utilizados antes do processo de produção como maquinários, implementos, recursos hídricos, corretivos para o solo, fertilizantes, sementes, defensivos, suplementos minerais para nutrição animal. Também entram nessa categoria a prestação de serviços voltados ao agronegócio, como assistência técnica, análises laboratoriais, financiamento de safra, créditos de carbono, marketplace de insumos, genômica e inseminação artificial.

- Dentro da porteira: corresponde ao que é realizado dentro da propriedade rural, em lavoura ou rebanhos, desde fases de preparo ao processo de produção até o final do ciclo produtivo, com geração de um produto rural para comercialização, distribuição ou para realizar uma primeira transformação.

Em se tratando de tecnologias aplicadas, de acordo com Figueiredo, Jardim e Sakuda (2022), dentro da porteira são considerados itens como conectividade e telecomunicação, internet das coisas, telemetria, detecção de pragas, monitoramento de clima, irrigação, sensoriamento remoto, monitoramento por imagens e sistemas de gestão de propriedade rural.

- Depois da porteira: engloba as atividades de logística, distribuição e comercialização dos produtos rurais, que pode chegar ao consumidor final na forma original, *in natura*, ou após passarem por processamento, transformação ou industrialização. No que tange a tecnologias, são consideradas as soluções de armazenamento, infraestrutura e logística, indústria e processamento de alimentos 4.0, sistemas de embalagem, de segurança e rastreabilidade de alimentos.

Seguindo essa categorização, na tabela abaixo, é possível destacar algumas das tecnologias e processos mapeados no levantamento bibliográfico como os marcadores moleculares, metrificação de carbono e auditoria de certificações (antes da porteira); caderno de campo digital, IoT - internet das coisas, plataformas/apps, geotecnologias, sensoriamento remoto e biometria digital (dentro da porteira); balanço de massa, código de barra, QR code, RFID (identificação por rádio frequência), blockchain e tokenização (depois da porteira).

Tabela 1. Tecnologias e processos relacionados a rastreabilidade de alimentos

Antes da porteira	Auditoria de certificação; Metrificação de carbono; Fingerprint; Marcador molecular.
Dentro da porteira	Caderno de campo; Caderno de campo digital; Sistemas de TI; IOT (Internet of things); Plataformas e apps; Geotecnologias; Imageamento; Biometria digital.
Depois da porteira	Balanço de massa; Código de barra; QR Code; RFID; Blockchain; Tokenização.

Fonte: Elaborado pelo autor

Mais detalhes, referências e respectivas aplicações das tecnologias mapeadas estão disponíveis no Anexo A. Além disso, como atividade complementar à formatação do quadro de tecnologias mencionado, também foi realizada uma busca em bases de patentes nacionais e internacionais com a finalidade de assegurar que potenciais tecnologias, ainda em fase de registro de patentes, também permitissem um melhor embasamento e direcionamento da pesquisa. As informações e insights obtidos nesse levantamento estão descritos no item a seguir.

2.1. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial [INPI] é uma autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços [MDIC], que

tem como atribuição executar em âmbito nacional as normas de regulação de propriedade industrial. No Brasil, é a organização que é responsável por registros de marcas, desenhos industriais, indicações geográficas, programas de computador e topografias de circuitos integrados, assim como concessões de patentes e modalidades de transferência de tecnologia.

Em relação aos pedidos de patente, o INPI adota a CIP - Classificação Internacional de Patentes (IPC, na sigla em inglês) e, desde 2014, a Classificação Cooperativa de Patentes (CPC, na sigla em inglês) para classificar os pedidos. Das classificações de CIP/INPI disponíveis para consulta no portal de buscas do INPI, destacam-se três seções e, respectivas subseções, com itens que podem ter relação ao tema de rastreabilidade de produtos agropecuários e alimentos:

Seção A: Necessidades Humanas

- A01 - Agricultura; Silvicultura; Pecuária; Caça; Captura em Armadilhas; Pesca
- A22 - Matança de Animais; Beneficiamento da Carne; Processamento de Aves Domésticas ou Peixes
- A23 - Alimentos Ou Produtos Alimentícios; Tratamento Dos Mesmos, Não Abrangido Por Outras Classes

Seção B: Operações de Processamento; Transporte; Separação; Mistura

- B02 - Trituração, Pulverização ou Desintegração; Beneficiamento Preliminar do Grão Antes da Moagem
- B65 - Transporte; Embalagem; Armazenamento; Manipulação de Material Delgado ou Filamentar

Seção C: Química; Metalurgia

- C11 - Óleos Animais ou Vegetais, Gorduras, Substâncias Graxas ou Ceras; Ácidos Graxos Derivados dos Mesmos; Detergentes; Velas
- C12 - Bioquímica; Cerveja; Álcool; Vinho; Vinagre; Microbiologia; Enzimologia; - Engenharia Genética ou de Mutação
- C13 Indústria do Açúcar

A lista completa de itens e subitens de classificação de CIP/INPI com potencial relação ao tema de rastreabilidade pode ser consultada no Anexo B dessa dissertação. Com base nessas classificações previamente identificadas, foi feita uma busca considerando um recorte temporal de 10 anos, utilizando os termos de pesquisa “rastreabilidade”, “rastreo”, “traceability”, “tracing”, “alimento”, “food”, “fruta”, “comida” e os códigos de CIP/INPI da

Seção A - Necessidades Humanas; Seção B - Operações de Processamento; Transporte e Seção C – Química, metalurgia. O resultado pode ser visto na figura a seguir:

Figura 1. Resultado da busca à base INPI

The screenshot shows the INPI search results page. At the top, there is a navigation bar with links for 'Participe', 'Serviços', 'Legislação', and 'Canais'. Below this is the INPI logo and the text 'Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Ministério da Economia'. The search results are displayed in a table with the following columns: Pedido, Depósito, Título, and IPC. The search criteria and summary are also visible.

Pedido	Depósito	Título	IPC
BR 11 2023 001619 3	27/07/2021	JUNTA DE RASTREABILIDADE E MATERIAL DE EMBALAGEM DE COMPRESSÃO	F16J 15/00
BR 10 2020 008114 4	23/04/2020	SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE IMUNIZAÇÃO ANIMAL	H04L 12/28
BR 10 2019 027832 3	26/12/2019	ETIQUETA COM FUNÇÃO DE LACRE PARA TRATAMENTO DE ORIGEM E DESTINO DE HORTIFRUTICOLAS	G09F 3/10
BR 10 2018 072752 4	05/11/2018	EQUIPAMENTO APERFEIÇOADO DE LEITURA AUTOMATIZADO DE MICRO-ORGANISMOS EM CARTELAS PADRÃO PARA TESTE DE ÁGUA	B01L 3/00
BR 21 2018 070320 1	02/09/2016	CONTAINER ISOTÉRMICO PARA ALIMENTOS A GRANEL COM MELHORIA PARA PROTEGER ETIQUETAS	B65D 81/38
BR 10 2013 005341 4	27/02/2013	PROCESSO DE OBTENÇÃO DE EXTRATO SECO PADRONIZADO DE MESOCARPO FRESCO DE <i>Orbignya phalerata</i> Mart. (BABAÇU) COM ATIVIDADE IMUNOMODULATÓRIA	A61K 36/889
BR 10 2012 031761 3	13/12/2012	SISTEMA DE GESTÃO E DOSADOR DE ALIMENTOS AUTOMÁTICO PARA ANIMAIS (BOVINOS, OVINOS, CAPRINOS E AVES)	A01K 5/02
PI 0505949-6	19/12/2005	SISTEMA PARA IDENTIFICAÇÃO E RASTREAMENTO INTEGRAL DE ANIMAIS POR SMARTCARD	G11B 7/24

Resumo: '(RASTREABILIDADE* OR TRACEABILITY* OR TRACING* OR RASTREIO*) AND (ALIMENTO* OR FOOD* OR FRUTA* OR COMIDA)' \Data de depósito: '01/10/2003' a '01/10/2023' \
Foram encontrados 8 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 1.

Fonte: Extraído do site do INPI

Além disso, para uma visão específica para o que poderia derivar da Embrapa, dada a sua representatividade na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, também foi realizada uma busca específica aos registros realizados por essa organização. Na figura abaixo está o resultado dessa consulta realizada para os termos de “rastreadabilidade”, “traceability”, e o código de CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica, que no caso da Embrapa é o 00348003/0001-10.

Figura 2. Resultado da busca à base INPI, com CNPJ Embrapa

The screenshot shows the INPI search results page. At the top, there is a navigation bar with 'BRASIL', 'Acesso à informação', 'Participe', 'Serviços', 'Legislação', and 'Canais'. Below this is the INPI logo and the text 'Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Ministério da Economia'. The main heading is 'Consulta à Base de Dados do INPI' with links for '[Início | Ajuda?]'. There are links for '» Consultar por: Base Patentes | Finalizar Sessão'. The search results section is titled 'RESULTADO DA PESQUISA (01/10/2023 às 18:04:31)'. The search criteria are: 'Pesquisa por: CPF ou CNPJ do Depositante: '00348003000110' \Resumo: '(RASTREABILIDADE* OR TRACEABILITY*)' \Data de depósito: '01/10/2003' a '01/10/2023' \ Foram encontrados 1 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 1.' Below this is a table with one row of results.

Pedido	Depósito	Título	IPC
BR 10 2014 020091 6	13/08/2014	SISTEMA AUTOMÁTICO DE PESAGEM EM CAMPO COM ENVIO REMOTO DE DADOS	A01K 29/00

At the bottom, it says 'Páginas de Resultados: 1'.

Fonte: Extraído do site do INPI

Considerando as duas consultas realizadas, com o mesmo critério de período temporal para registros realizados nos últimos 10 anos, foram identificados apenas nove processos de registro de patentes com potencial relação ao tema de rastreabilidade. Aqui é importante destacar que cada processo dá acesso a uma documentação específica dos registros onde é possível avaliar conteúdo complementar e se há uma relação direta ou não com processos ou tecnologia de rastreabilidade.

A partir da leitura dessa documentação, foi possível identificar que apenas quatro dos nove registros de patentes da consulta realizada possuem relação direta ou indireta com rastreabilidade de produtos agropecuários:

- Etiqueta com função de lacre para origem Hortifruti;
- Sistema de imunização animal;
- Containers para transporte de alimentos a granel;
- Sistema para identificação e rastreamento integral de animais por Smartcard;
- Sistema automático de pesagem em campo com envio remoto de dados (Embrapa).

Pelo que se observa, desse baixo número de registros de patentes realizados em uma década no país, é possível inferir que ainda há muito espaço para o desenvolvimento de tecnologias para rastreabilidade no Brasil, fato que reforça a relevância dos objetivos dessa dissertação. No entanto, é importante destacar um fato recorrente entre desenvolvedores de tecnologias baseadas em *softwares* de não registrarem seus inventos para que não haja compartilhamento de dados ou exposição pública de suas respectivas linhas de código, código fonte ou algoritmos. É importante destacar essa informação uma vez que essa característica, de não registro das patentes por receio de exposição pública, pode omitir eventuais novas

tecnologias ou processos de rastreabilidade que estejam em desenvolvimento em centros acadêmicos, empresas de base tecnológicas e startups.

2.2. Patentscope

O Patentscope é um portal mantido pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO em inglês), que possibilita o acesso a atividades e serviços relacionados ao Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT), que reúne 193 países e a qual o Brasil faz parte via INPI. Este portal permite elaborar gráficos com os resultados das buscas e disponibiliza o acesso a uma base que contém pedidos de patente depositados via PCT em nível interacional.

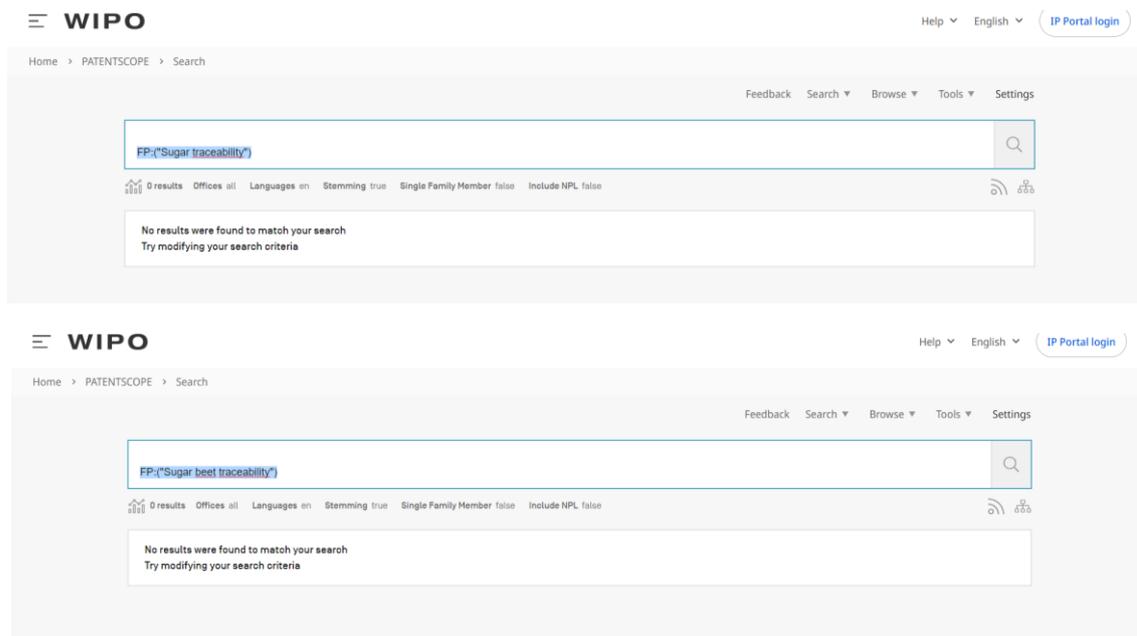
Com a finalidade de embasar essa fase de avaliação de registros de patentes em nível internacional, foram realizadas buscas na plataforma a partir dos termos em inglês para “Rastreabilidade de alimentos”, “Rastreabilidade de açúcar” e “Rastreabilidade de açúcar de beterraba”, uma vez que esse produto é representativo no mercado europeu. O resultado dessa busca aparece na tabela e figura a seguir.

Tabela 2. Resultado da busca à base Patentscope para “Rastreabilidade de alimentos”

Countries	Applicants	Inventors	IPC code	Publication Dates				
China	138	19	ZHANG XIA	8	G06Q	118	2014	4
United States of America	12	5	WANG QIONGFENG	7	G08K	59	2015	5
PCT	6	5	HAINAN ZHONGKEMAITIAN TECH CO LTD	5	G06F	40	2016	3
European Patent Office	5	5	DUCKETT, JEANNE	6	G01N	13	2017	5
Australia	4	4	LTD	5	G01N	13	2017	5
Canada	4	4	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CO	4	H04L	11	2018	13
India	2	4	XUE BIN	6	C12N	7	2019	22
Japan	1	3	YANGGUANG YIGOU [HUNAN] TECH CO LTD	4	C12Q	7	2020	53
		3	JEANNE DUCKETT	4	G01G	6	2021	30
		3	JIANG YANG	4	G01G	6	2021	30
		3	LI SUJUAN	4	A47J	5	2022	23
		3	JIANGSU INSTITUTE OF POULTRY SCIENCES	3	B65G	5	2023	8
		3	WANG SHAOPIENG	4	B65G	5	2023	8
		3	LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL SECURITY LLC	3				
		3	QINGDAO ZHONGKE SOFTWARE CO LTD	3				
		2	BEIJING COMINGTEK BIOTECH CO LTD	2				

Fonte: Extraído do site Patentscope

Figura 3. Resultados da busca à base Patentscope para “Sugar traceability” e “Sugar beet traceability”



Fonte: Extraído do site Patentscope

Para “rastreabilidade de alimentos” foram identificados 172 registros e para “rastreabilidade de açúcar” e “rastreabilidade de açúcar de beterraba” não foram identificados nenhum resultado. Com base nesse resultado é possível inferir que, mesmo em âmbito internacional, há uma lacuna no registro de novas tecnologias ou processos para a rastreabilidade de açúcar. Olhando para a seção de países, é possível afirmar que o registro de patentes para novas tecnologias ou processos de rastreabilidade já estão ocorrendo em economias internacionais, como a China que detém o maior número de registros dessa consulta, algo que pode denotar a sua relevância como desenvolvedora de tecnologias, assim como sua importância como compradora de alimentos e produtos agropecuários.

Uma outra evidência em relação a relevância do desenvolvimento do tema dessa dissertação é que, ao realizar consultas adicionais com termos de busca complementares como “Sugar”, “Sugar beet” e “Sugar cane”, foram apresentados diversos resultados de registros de patentes. Ou seja, de maneira geral, há um indício de que o setor de pesquisa e desenvolvimento do açúcar em nível internacional já recebe atenção e investimento. Existe aqui, então, uma oportunidade global já que o açúcar é consumido em todo o mundo. Considerando que o exercício de busca de patentes internacionais também poderia ser uma fonte de geração de insights para essa dissertação, num olhar mais amplo também foi possível identificar registros de novas tecnologias ou processos que têm relação com a cadeia sucroalcooleira como:

- Melhorias no processo produtivo de açúcar e etanol;
- Processos para otimização da produção de sacarose e açúcar branco;
- Desenvolvimento de antibióticos alternativos para produção de açúcar e etanol;
- Uso de microrganismos, enzimas e bactérias para conversão de sacarose em etanol
- Métodos de extração e fermentação;
- Subprodutos e coprodutos (biomassa, bioplástico entre outros);
- Produção de hidrogênio a partir da cana de açúcar.

No que diz respeito aos países que aparecem vinculados a esses registros, destacam-se os Estados Unidos, Austrália, Europa, Reino Unido, Índia e Malásia – expoentes já conhecidos do mercado produtor de açúcar/sacarose e etanol a partir de matérias-primas como a cana-de-açúcar, beterraba ou milho. No Anexo C dessa dissertação é possível visualizar os gráficos e tabelas geradas para todas as consultas extraídas do Patentscope.

3. FATORES QUE INFLUENCIAM A PERCEPÇÃO E A DISPOSIÇÃO A PAGAR POR ALIMENTOS RASTREADOS

Esse estudo exploratório teve como objetivo identificar como a rastreabilidade e inovações complementares são percebidas pelos consumidores de alimentos e como isso poderia ser utilizado como um diferencial competitivo de marketing pelas empresas produtoras na cadeia produtiva. Na primeira parte é apresentada a revisão da literatura destacando as hipóteses evidenciadas e, na segunda parte, são apresentados os materiais e métodos utilizados para o levantamento e na sequência apresenta uma discussão a partir dos resultados obtidos.

3.1. Revisão da Literatura

Antes de se propor um modelo conceitual para o estudo, se fez necessário uma revisão da literatura disponível afim de se obter embasamento para os construtos e hipóteses testadas. A revisão a seguir passa pela rastreabilidade de alimentos, disposição a pagar assim como pelo desdobramento do tema pelos aspectos do processo produtivo, inovação, origem e segurança.

3.1.1. Rastreabilidade de alimentos

De acordo com Olsen e Borit (2013), rastreabilidade é a capacidade de acessar qualquer ou todas as informações relacionadas a aquilo que está sob consideração, ao longo de toda o seu ciclo de vida, por meio de identificações registradas. Os mesmos autores destacam que sistemas de rastreabilidade reduzem riscos e geram benefícios como: 1) Redução de custos e mão de obra relacionada à melhor logística de informações e menos retrabalho com input de dados internamente; 2) Redução de custos e mão de obra relacionada à troca de informações entre parceiros de negócios por meio de uma melhor integração de sistemas eletrônicos; 3) Acesso a informações mais precisas e oportunas precisava tomar melhores decisões em relação a como e o que produzir; 4) Vantagem competitiva por meio da capacidade de documentar características desejáveis do produto, em particular relacionadas à sustentabilidade, ética e baixo impacto ambiental.

No que diz respeito a cadeia produtiva de alimentos, é possível olhar de forma mais específica para a rastreabilidade na definição do Codex Alimentarius (Organização das

Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura [FAO], 2021) como sendo a capacidade de seguir o movimento de um alimento através dos estágios específicos de produção, processamento e distribuição. Opara (2003), complementa afirmando que em relação a produtos alimentares, a rastreabilidade representa a capacidade de identificar a fazenda onde foi cultivado e com quais fontes de insumos, bem como a capacidade total de rastrear para frente ou para trás, por meio de registros, para determinar a localização específica e ciclo de vida na cadeia de suprimentos.

Lembrando que na ponta da cadeia estão os consumidores e que eles podem optar por diferentes produtos e alternativas quando estão decidindo qual alimentos vão comprar ou consumir, é relevante entender como esses mesmos consumidores percebem a rastreabilidade ou como ela passar a servir de atributo de valor para produtos alimentícios. Nesse sentido, Chrysochou, Chrysochoidis e Kehagia (2009) definem que um dos principais benefícios percebidos da rastreabilidade é sua capacidade de fornecer aos consumidores informações adicionais relacionadas ao produto, onde o valor que os consumidores atribuem a um produto alimentício depende do grau de informação disponível para eles. Da mesma forma, os consumidores estão dispostos a pagar mais por produtos que fornecem informações adicionais. Em estudo conduzido pelos mesmos autores, resultados apontaram os seguintes fatores como importantes para os dados fornecidos pela rastreabilidade e que podem influenciar as percepções dos consumidores: confiança nas informações fornecidas, níveis percebidos de conveniência, impacto na qualidade e segurança do produto, impacto na saúde dos consumidores e no meio ambiente e possíveis consequências éticas e de privacidade (Chrysochou et al., 2009).

Ainda com relação às informações geradas e disponibilizadas ao longo da cadeia produtiva, é possível destacar o benefício atribuído às tecnologias de rastreabilidade com a redução da assimetria informacional. Reforçam essa visão Zylbersztajn e Machado (2001) ao indicarem que a tecnologia da informação, ao se tornar suporte amplamente difundida nas operações de rastreabilidade na cadeia produtiva, pode diminuir assimetrias informacionais e, com isso, os custos de transação, possibilitando redefinir as estruturas de coordenação então criadas para rastrear alimentos. De acordo com Spers (2003), a maior parte das cadeias produtivas trabalham em meio à assimetria informacional, pois normalmente o vendedor sabe muito mais a respeito da qualidade e da segurança do produto do que o comprador, fato que permite a ocorrência de ação oportunística por parte dos agentes do mercado (Akerlof, 1970)

A assimetria informacional ocorre em transações quando uma das partes envolvidas possui alguma informação privada, não adquirível sem custos pelas demais partes. A

assimetria de informação pode resultar no fenômeno do risco moral – comportamento pós-contatual da parte que possui uma informação privada e pode dela tirar proveito em prejuízo à sua contraparte (Rezende & Farina, 2001). E nesse aspecto, a rastreabilidade pode contribuir com a redução da assimetria informacional ao equalizar o nível de informações entre vendedores/fornecedores e compradores/consumidores, gerando visibilidade, transparência e confiabilidade nas transações.

Na produção de alimentos há envolvimento e interação de diversos agentes da cadeia produtiva, antes, dentro e depois da porteira. E pelo que foi exposto, a rastreabilidade surge como uma linha guia para dar visibilidade sobre processos produtivo, garantindo origem, com inovação e segurança para que consumidores se mostrem mais confiantes e dispostos a adquirir os seus alimentos a partir de informações confiáveis e auditáveis.

3.1.2. Disposição a pagar

A disposição a pagar, em inglês *willingness to pay* (WTP), de acordo com Homburg, Koschate e Hoyer (2005), é a quantia máxima de dinheiro que um consumidor está disposto a gastar por um produto ou serviço. Economistas referem-se ao WTP como o preço de reserva. Portanto, WTP é uma medida do valor que uma pessoa atribui a uma experiência de consumo ou uso de um serviço em unidades monetárias (Homburg et al., 2005). Liu, Gao, Nayga Jr, Snell e Ma (2019), afirmam que consumidores estão dispostos a pagar um preço *premium* por alimentos de qualidade e segurança associados aos atributos de informações de rastreabilidade. Ainda nessa visão, os mesmos autores afirmam que, além da rastreabilidade, outros atributos do produto, como origem e certificação, também afetaram significativamente as preferências do consumidor.

Jin, Zhang e Xu (2017), após revisão de estudos com foco em WTP e alimentos rastreados, complementam afirmando que consumidores de diferentes países e regiões apresentam disposição a pagar um prêmio por alimentos com atributos de rastreabilidade. No entanto, os mesmos autores, Jin et al. (2017), explicam que consumidores com diferentes características sociodemográficas diferem em sua preferência pela quantidade de informações de rastreabilidade fornecidas. Assim, as características sociodemográficas e a segmentação do mercado devem ser consideradas ao decidir a quantidade de informações registradas em um sistema de rastreabilidade de alimentos. Hobbs (2003), no entanto, traz uma visão sobre WTP e preço ao ponderar que as restrições de orçamento/recursos dos consumidores normalmente limitam a disposição a pagar. Além disso, a WTP para uma garantia adicional de segurança

alimentar pode diferir entre as categorias de produtos, dependendo das percepções de risco do consumidor em relação a cada tipo de produtos.

No caso de carnes rastreadas, como destacado em estudo de meta análise da WTP conduzida por Cicia e Colantuoni (2010), consumidores de diferentes países estão direcionando uma importância cada vez maior nos atributos rastreáveis da carne, em particular para atributos de segurança, origem e bem-estar animal. Diferentes tipos de carne e respectivas fontes - como suínos, bovinos, aves, etc. - podem afetar a disposição a pagar dos consumidores em função aos diferentes graus de confiança sobre os sistemas de criação e controle ao longo da cadeia de produção (uso de hormônios, potencial de incidência de doenças). O tipo de carne também pode ser importante porque diversos escândalos envolveram esses setores da carne, afetando seriamente a quantidade e o preço, além de levar os consumidores a buscarem garantias do produto (Cicia & Colantuoni, 2010).

Já no caso de frutas, especificamente maçãs, como avaliado em estudo conduzido por Liu et al. (2019) com consumidores chineses, há uma associação ao aumento da renda com o aumento da demanda por alimentos de alta qualidade e mais seguros. E nesse caso em específico os consumidores chineses se mostraram mais dispostos a pagar um valor extra por produtos de rastreabilidade que podem ajudar a garantir a segurança do produto. Liu et al. (2019) complementam afirmando que isso oferece uma oportunidade para os produtores utilizarem rótulos com recurso de rastreabilidade para certificação da segurança alimentar e para atender às demandas de mercados de médio e alto poder aquisitivo. No entanto, deve-se observar que a rotulagem de alimentos rastreáveis também não é gratuita. A obtenção de um certificado de rastreabilidade também acarreta no aumento de custos. Por isso, alertam que é importante identificar uma estratégia adequada de produção e rotulagem. Estratégia como a utilizada nos cafés da marca Nespresso, que expõem em suas embalagens o ícone do certificado Rainforest Alliance, organização internacional sem fins lucrativos que promove uma intersecção entre empresas, agricultura e florestas para negócios responsáveis. Rainforest Alliance e Nespresso são parceiras desde 2003 quando desenvolveram o Programa Nespresso AAA de Qualidade Sustentável™.

Por fim, tomando como base estudo conduzido por Burnier, de Sousa Guerra e Spers (2020), com representantes da indústria, há a indicação de que a rastreabilidade “da fazenda para a mesa” é relevante para as operações de negócios como uma forma de tornar tangível a segurança dos alimentos. No entanto, foi detectado que o tipo de rastreabilidade - da fazenda à mesa ou da indústria à mesa - deve ser testado por meio de avaliação de WTP para entender como os tipos de rastreabilidade são avaliados em comparação com produtos não rastreáveis

(Hobbs, 2003; Verbeke, 2005; Van Rijswijk e Frewer, 2008). Isso porque é possível que os consumidores estejam mais preocupados com a origem relacionada à indústria (frigoríficos e processadores) do que a origem relacionada às fazendas e granjas.

3.1.3. Processo produtivo e rastreabilidade

A produção agropecuária se caracteriza como uma atividade de crescente complexidade, que demanda ao produtor lidar com aspectos técnicos, mercadológicos, de recursos humanos e ambientais. Essa complexidade tem levado a uma mudança do perfil do produtor e, em regiões tecnificadas em propriedades rurais orientadas para mercado, produtores já se caracterizam como agentes produtivos que tomam decisões e obtêm informações de modo similar aos empresários urbanos (Zylberstajn, Neves e Nassar, 2000). Além das propriedades rurais, onde ocorre a produção primária, ao avaliar o impacto da rastreabilidade na cadeia produtiva e, por consequência aos consumidores, também é importante destacar o papel da agroindústria. Composta pelos agentes que atuam na fase de transformação dos alimentos, de acordo como Zylbersztajn et al. (2000), é na agroindústria que ocorrem processos de adicionar atributos aos produtos, mas sem transformá-lo (primeira transformação) ou quando o produto de origem primária sofre transformação física (segunda transformação).

O agronegócio brasileiro é uma referência em termos de produtividade e possui relevância em diversas culturas agrícolas e categorias de produtos como alimentos, fibras e biocombustíveis. Mas, com uma crescente demanda mundial por água, alimentos e fibras, impulsionada pelo aumento da população nos países em desenvolvimento e novos padrões de consumo, há uma pressão para se desenvolva uma agropecuária com uso mais controlado dos recursos naturais. Esse cenário se mostra favorável para que haja o desenvolvimento de tecnologias com foco no incremento da segurança alimentar e da saúde, assim como para reduzir os impactos ambientais (Embrapa, 2018).

Neves (2012) enfatiza a complexidade de agentes envolvidos no agronegócio ao definir o sistema de agroindustrial como um sistema que inclui os suprimentos, as fazendas, operações de estocagem, processamento, atacado e varejo envolvidos em um fluxo, desde a produção de insumos até o consumidor final. A partir do momento em que os produtos agropecuários saem das propriedades onde foram originados e seguem adiante pelo fluxo do sistema agroindustrial, pode haver adição de valor na transformação em que são submetidos, mas também pela forma como passam a ser rastreados.

Rezende e Farina (2001) afirmam que com o desenvolvimento de novas tecnologias visando o aumento da produção de alimentos e a redução dos custos produtivos, diversos recursos foram aplicados à agropecuária, como o uso maciço de defensivos agrícolas, fertilizantes, hormônios e melhoramento genético. Mas, com o passar do tempo, ficaram evidentes os efeitos colaterais deste processo, como a contaminação do meio ambiente e a presença de resíduos de insumos químicos nos alimentos, criando insegurança entre os consumidores mais bem informados. Nesse ponto, nota-se como a rastreabilidade e outras tecnologias podem ser chave para gerar valor com informação, determinando de onde um produto veio, como foi produzido, quais insumos foram utilizados e por onde passou até chegar às mãos do consumidor. E já é possível identificar no mercado brasileiro casos que mostram como isso se materializa, como nos exemplos da Federação de Produtores de Café do Cerrado Mineiro e nos projetos do Grupo de Trabalho da Pecuária Sustentável [GTPS] com pecuaristas, processadores e varejistas. Com base no que foi exposto é possível definir a seguinte hipótese:

H1a: O conhecimento e a percepção positiva sobre os processos produtivos estão diretamente relacionados com o desejo a pagar mais pela rastreabilidade.

3.1.4. Inovação e rastreabilidade

Como exposto por Rodrigues, Capanema, Guimarães e Carneiro (2013), inovação é o processo que inclui as atividades técnicas, a concepção, o desenvolvimento e a gestão e que resulta na comercialização e utilização de novos ou melhorados produtos e processos. Conhecido por ser um dos primeiros economistas a considerar a inovação tecnológica como propulsor do desenvolvimento capitalista, Schumpeter (1939) classificou as inovações em cinco categorias: novos produtos, novos métodos de produção, novos mercados, novas fontes de matéria-prima e novas formas de organização. No que diz respeito ao agro, Waack (2010) indica que a competitividade dos sistemas agroindustriais tem relação com à sua capacidade de gerir o processo de desenvolvimento tecnológico em cada um de seus elos e no sistema como um todo, onde a inovação ligada a produtos, processos ou serviços é essencial para a obtenção e manutenção de sua competitividade. No entanto, apesar do alto nível de tecnificação de propriedades rurais com foco ao mercado, de acordo com Rodrigues et al. (2013) a participação das empresas agropecuárias no desenvolvimento de novas tecnologias de produto e de processo é pequena já que as inovações que adota são desenvolvidas pelas

empresas baseadas em ciência e tecnologia (genética, sementes, defensivos, maquinário, softwares de gestão). Isso mostra uma dependência dos produtores por fornecedores de base tecnológica, porém não descarta o papel das propriedades rurais como campo de prova para validação e geração de escala para novas tecnologias para aumento de produtividade, redução de custos de produção e melhor uso dos recursos naturais.

Seguindo adiante no fluxo do sistema agroindustrial, Rodrigues et al. (2013) também afirma que a indústria de alimentos mantém interface tecnológica com diversos outros agentes industriais, favorecendo inovações ao longo de toda a cadeia produtiva, tanto na agropecuária (produtores de matéria-prima que demandam tecnologias de outros setores) quanto nas indústrias de embalagens, química, de máquinas e equipamentos. Ghazalian e Furtan (2007) indicam que a inovação pode resultar no aumento da diferenciação de produtos, o que proporciona aos consumidores mais opções de variedade e/ou produtos de maior qualidade. Portanto, a inovação dos produtos pode levar à abertura de novos mercados consumidores. Neves (2012), reforça essa ideia ao destacar que, no ramo alimentício, a inovação ocorre como exigência dos novos consumidores pela criação de alimentos mais nutritivos, mais práticos e mais seguros; que ofereçam mais comodidade para o preparo, tenham atributos nutricionais e funcionais, que favoreçam a saudabilidade e que sejam de fontes naturais e orgânicas.

Pelo que foi exposto, nota-se uma demanda crescente por produtos inovadores e melhorados que, além de terem características físicas e benefícios complementares, permitam ainda uma visibilidade e transparência aos consumidores para saberem de onde vieram e como foram produzidos. E nesse aspecto, Chrysochou et al. (2009) afirmam que a rastreabilidade se tornou uma ferramenta bastante importante e essencial no setor agroalimentar. Incidentes de segurança alimentar, aumento da demanda por produtos diferenciados, por inovações em qualidade de medição, rastreamento e por tecnologias de gerenciamento de informação levaram a rastreabilidade para a vanguarda da cadeia de alimentos e a colocaram em maior contato com os consumidores. E consumidores mais tecnificados, são consumidores mais informados.

As tecnologias da informação e da comunicação (TIC) permitem que consumidores conheçam melhor o que consomem, acompanhem a reputação das marcas, avaliem empresas concorrentes, tenham mais informações sobre principais características, desenvolvimento, qualidade e relação custo-benefício dos produtos e serviços à sua disposição (Embrapa, 2018).

A crescente demanda por rastreabilidade traz a reboque também um pacote tecnológico com uma série de ferramentas que passam desde sistemas de gerenciamentos de

armazéns, códigos de barras, *QR codes*, etiquetas inteligentes ou por radiofrequência (RFID), chegando ao *blockchain* e soluções *mobile* como apps para *smartphones*. Por conceito, todas essas tecnologias podem até ser de difícil compreensão ou interação por parte dos consumidores, mas como indicam Galvez, Mejuto e Simal-Gandara (2018), tecnologias como o *blockchain* possibilitam a rastreabilidade de ponta a ponta, trazendo uma linguagem tecnológica comum para a cadeia alimentar, enquanto permitem que os consumidores acessem a história e trajetória dos alimentos em seus rótulos por meio de seus smartphones.

A rastreabilidade envolve um complexo fluxo de dados, no entanto, alguns exemplos de mercado já começam a mostrar como é possível entregar produtos com mais transparência e rapidez no acesso à informação. Como no caso da BRF, em parceria com a rede varejista Carrefour e a “big tech” IBM, que desenvolveu projeto para utilização de *blockchain* para embalagens inteligentes para produtos de origem suína. Já no segmento da vinicultura, essa facilidade no uso da tecnologia aparece no exemplo do aplicativo Vivino, que permite que consumidores tenham acessos a informações como características sensoriais, preço, produção e origem de vinhos de todo o mundo. Diante do que foi apresentado, é possível definir a seguinte hipótese:

H2a: O conhecimento e a percepção positiva sobre a inovação estão diretamente relacionados com o desejo a pagar mais pela rastreabilidade.

3.1.5. Origem e rastreabilidade

Em compasso com o que já foi descrito acima, sobre a demanda dos consumidores por informações daquilo que consomem assim como de onde vieram, a rastreabilidade também se mostra como uma ferramenta que ajuda a atender essa demanda ao dar visibilidade aos consumidores no que diz respeito a origem dos alimentos. Sabio e Spers (2020), indicam que o aumento do interesse dos consumidores pela origem dos alimentos é motivado por uma maior preocupação com a composição dos produtos, bem como uma preocupação em relação ao impacto social, econômico e ambiental do que eles estão consumindo. Afirmam, ainda, que os produtores e a agroindústria estão atendendo a essa necessidade de informação, concentrando esforços para destacar a origem dos alimentos e agregar valor aos produtos, pois o atributo da origem pode ser um determinante para escolhas de alimentos.

Neves (2010), reforça essa ideia ao afirmar que, associado à segurança alimentar, o conceito de rastreabilidade visando descrever na embalagem do produto todo o sistema

produtivo do mesmo (origem, onde foi processado, quem o distribuiu e outras informações) é crescente nos segmentos de mercados mais exigentes, sobretudo com o advento dos produtos geneticamente modificados. Além disso, Vebarke (2005) complementa que os consumidores parecem querer informações que os ajudem a alcançar uma alimentação equilibrada, que evitem determinados ingredientes alérgenos ou ingredientes que eles não estejam de acordo, ou conheçam a origem e as condições ambientais, éticas e tecnológicas em que o alimento foi produzido. No entanto, como identificado em estudo de Andrade et al. (2013), é importante destacar uma questão referente a percepção dos consumidores em relação a possível aumento de preço dos alimentos quando rastreados. Isso porque os consumidores ressaltaram a importância de conhecer o produto desde a origem. E, sob a ótica dos consumidores participantes do estudo, a rastreabilidade poderá encarecer os produtos, mas, com a contrapartida de aumentar a confiança em relação à segurança dos alimentos.

De acordo com a Embrapa (2018), a rastreabilidade dos produtos que contenham informações de seu local de origem, insumos utilizados, colheita, abate, processamento, conservação, qualidade, armazenamento e transporte se tornará condição essencial para atendimento ao consumidor que exigirá transparência em relação a tais características. O interesse do consumidor em segurança alimentar precipitou um foco maior na rastreabilidade e garantias de qualidade, incluindo rotulagem de origem do produto e métodos de produção. Em muitos casos, isso se efetiva como resposta da agroindústria a oportunidades de diferenciação de produtos. Ou pode derivar de estratégias do setor privado e varejo para reduzir a exposição ao risco e manter a confiança do consumidor (Hobbs, 2003).

Sobre a região de origem, Giraud e Halawany (2006) destacam que os produtos alimentícios da própria região dos consumidores são preferidos aos produtos de origem desconhecida. A preferência pelo alimento regional pode ser interpretada como uma transferência de imagem entre a região e o produto, que está adquirindo um valor emocional para o consumidor. As preferências regionais são maiores para produtos frescos do que para alimentos processados. Os mesmos autores (Giraud & Halawany, 2006) afirmam que em países como França, Grécia, Itália e Espanha, a rastreabilidade é considerada um critério de compra e confiança sobretudo quando se toma como fornecedor de informação da origem, dos produtores e dos ingredientes. Johansson (1989) citado por Grunert (2005), contribui com essa visão ao afirmar que dois tipos de mecanismos podem ser responsáveis por isso. Primeiro, os consumidores podem usar essa percepção para vincular o produto ao conhecimento da região de origem, o que pode ser relevante para a formação de uma avaliação de qualidade; em segundo lugar, os consumidores podem usar essa percepção

durante as compras repetidas para reidentificar um produto, cuja qualidade eles consideraram satisfatória – um processo que pode ser especialmente relevante quando o produto não possui uma marca forte (como os produtos agrícolas).

A rastreabilidade e a garantia de origem, bem como os certificados de sistemas de gestão de qualidade e segurança e a rotulagem informativa, são formas de comunicação que contribuem para a credibilidade das marcas e aumenta a confiança, a preferência e a fidelização dos consumidores (Embrapa, 2018). Ainda em relação a origem e a comunicação em embalagens, Galvez et al. (2018) afirmam que os consumidores em todo o mundo estão cada vez mais exigindo garantias de que a origem e o conteúdo de seus alimentos estejam de acordo com as informações do rótulo. E, nesse aspecto, o mesmo autor afirma que consumidores, produtores e órgãos reguladores têm reconhecido a autenticidade e origem dos produtos alimentícios como um importante critério de qualidade.

Por fim, Galvez et al. (2018) destacam, ainda, como tecnologias como a do *blockchain* estão impulsionando mudanças de processos na cadeia produtiva para facilitar o acesso à informação sobre a composição dos alimentos assim como a sua origem, da fazenda à mesa, em segundos, a fim de evitar a falsificação e ajudar a cadeia produtiva a atender os clientes nas exigências de precisão, transparência e rapidez. Uma realidade que poderia denotar distância entre a tecnologia e os consumidores, mas que já se materializa inclusive no mercado nacional em soluções de rastreabilidade com foco em origem e com base em *blockchain* como as desenvolvidas pelas startups brasileiras Ecotrace, com soluções para rastreio da cadeia da carne, e pela Arabyka, que firmou parceria para desenvolvimento de app com a Syngenta para rastreabilidade e origem na cafeicultura. Diante do que foi exposto acima, é possível levantar a seguinte hipótese:

H3a: O conhecimento e a percepção positiva sobre a origem do produto estão diretamente relacionados com o desejo a pagar mais pela rastreabilidade.

3.1.6. Segurança e rastreabilidade

Consumidores mais conscientes e informados valorizam a confiabilidade, demandando produtos seguros e de qualidade atestada. Essa tendência valoriza a garantia de origem, os selos de qualidade, a tipicidade, a certificação e a rastreabilidade de alimentos. (Embrapa, 2018).

Verbake (2005) cita que o crescimento da demanda de mercado por alimentos de qualidade em geral e a ocorrência de crises de segurança alimentar em vários países aumentaram a consciência dos consumidores sobre a qualidade e segurança dos alimentos. Grunert (2005) acrescenta que a segurança é um dos atributos dos produtos alimentícios que podem ser utilizados pelos consumidores em sua avaliação de alternativas de produtos e na formação de expectativas de qualidade. Portanto, a segurança deve ser considerada como parte integrante da qualidade e contribui para determinar as intenções de compra e escolha.

Röhr, Lüddecke, Drusch, Müller e Alvensleben (2005) destacam que a segurança alimentar pode ser empregada como uma dimensão de credibilidade, onde os atributos de credibilidade são caracterizados por uma maior necessidade de informações. Além do papel dos consumidores na exigência por produtos seguros, o mesmo autor também evidencia o papel das autoridades públicas ao exercerem pressão na indústria de alimentos e rações para desenvolver sistemas de gestão de qualidade para melhorar a segurança alimentar, reestruturar o sistema de inspeção de alimentos e melhorar a informação disponibilizada ao consumidor, obtendo, assim, a sua confiança.

Em estudo desenvolvido por Andrade et al. (2013) para medir a percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, com foco em segurança e rastreabilidade, os consumidores demonstraram grande preocupação com os riscos associados à contaminação, seja por químicos ou microbiológicos. Além disso, resultados da mesma pesquisa apontaram que: 1) A preocupação e o envolvimento demonstrados com as questões de segurança e rastreabilidade sugerem que a indústria e os distribuidores de alimentos devem dar maior atenção ao tema, de modo a atender às demandas do consumidor e, por consequência, favorecer a satisfação com o produto; 2) O conhecimento do consumidor sobre segurança dos alimentos e rastreabilidade sofre grande influência dos meios de comunicação. Cabendo à indústria e aos varejistas comunicar melhor sobre o tema, no sentido de desmistificar alguns pré-conceitos estabelecidos pelos consumidores.

Pelas evidências da literatura e pelo que foi descrito sobre os anseios e demandas dos consumidores quanto a segurança dos alimentos, nota-se que a rastreabilidade tem um papel fundamental para que as informações circulem pelos elos da cadeia produtiva e gerem valor ao garantir origem, segurança e gerar confiança. No entanto, fica nítido também a oportunidade e o espaço para que melhor uso da rastreabilidade por agentes do pós-porteira, como no caso da *startup* Safetrace, que possui patente para o “Método de Rastreabilidade de Cortes Cárneos”, e da empresa de base tecnológica Paripassu (Genesis Group), um dos parceiros do programa RAMA da Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) para

monitoramento e rastreamento do nível de defensivos químicos na categoria de hortifrutis. Tomando como base o que foi apresentado, é possível sugerir a seguinte hipótese:

H4a: A percepção positiva sobre a segurança está diretamente relacionada com o desejo a pagar mais pela rastreabilidade.

3.1.7. Modelo conceitual proposto

Com base na revisão da literatura e no que foi exposto acima, foi possível definir um modelo de pesquisa com as seguintes hipóteses para validação como exposto na figura a seguir:

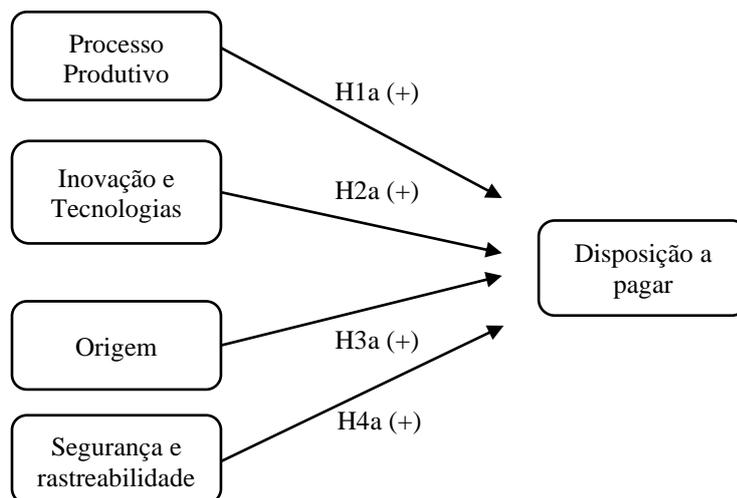


Figura 4. Modelo de hipóteses cobertos pelo estudo

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2. Metodologia

De acordo com Vieira (2002), A pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou de determinado fenômeno, mas não tem o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação. Normalmente ela se baseia em amostras grandes e representativas. O formato básico de trabalho é o levantamento (*Survey*). O mesmo autor, indica que a pesquisa descritiva é utilizada, entre outros objetivos, para: 1) Estudos de mercado, que descrevem o seu tamanho, o poder de compra dos consumidores, a disponibilidade de distribuidores e o perfil dos consumidores; 2)

Estudos de imagem, que determinam as percepções dos consumidores com relação à empresa e seus produtos; 3) Estudos do uso de produtos, que descrevem padrões de consumo.

Com o objetivo de avaliar os fatores que influenciam na percepção e disposição de consumidores a pagar por alimentos rastreados, para o presente estudo foi realizada uma pesquisa descritiva, quantitativa, por meio de *Survey* online e com obtenção de respostas via questionário do *Google Forms* composto por 24 questões estruturadas. Foi utilizada a escala *Likert* de sete pontos de concordância iniciando em 1 (discordo totalmente) até 7 (concordo totalmente). Uma escala para processos produtivos (PROD) foi elaborada a partir de estudos de Chrysochou et al. (2009), Barcellos, Abicht, Brandão, Canozzi e Collares (2012), Röhr et al. (2005) e Hobbs (2003) para medir a importância e relevância de aspectos inerentes a rastreabilidade nos processos produtivos de alimentos. Para Inovação e Tecnologias (TEC), aplicou-se uma escala adaptada de estudos de Galvez et al. (2018), Manning, Bearden e Madden (1995) para capturar impressões sobre como a tecnologia pode gerar e disponibilizar informações sobre produtos alimentícios.

Baseado em estudos de Chrysochou et al. (2009), Burnier et al. (2020) e Liu et al. (2019), foi possível estabelecer uma escala para medir o quanto os consumidores levam em consideração a origem dos produtos alimentícios que consomem/escolhem (ORIG). Para avaliar a percepção quanto a segurança e rastreabilidade (SEG), utilizou-se uma escala adaptada de Liu et al. (2019) e Van Rijswijk e Frewer (2008) para medir impressões sobre a relação da rastreabilidade e saúde dos consumidores. Por fim, para avaliar a disposição a pagar (WTP), aplicou-se uma escala adaptada de Burnier et al. (2020), Röhr et al. (2005) e Chrysochou et al. (2009) para avaliar a disposição a pagar por parte dos consumidores para produtos alimentícios rastreados destacando origem, meio ambiente e risco quanto a contaminação e doenças. O Questionário estruturado e as respectivas escalas podem ser vistos no Anexo D dessa dissertação.

Quanto ao processo de amostragem, foi aplicada uma abordagem não probabilística onde, de acordo com Malhotra e Dash (2010), a amostragem depende do julgamento pessoal do pesquisador ao invés da chance de seleção probabilística dos elementos da amostra. Utilizou-se a amostragem por conveniência, técnica de amostragem não probabilística usada para se obter uma amostra de elementos convenientes, onde a seleção da amostragem é delegada ao entrevistador (Malhotra & Dash, 2010). Após um período de pré-teste, o questionário permaneceu aberto para coleta durante duas semanas no mês de junho de 2021 com retorno de 164 respondentes, amostra com tamanho adequado ao estudo pela sua característica não probabilística e que não tem como objetivo trazer resultados que projetem a

população. As respostas foram analisadas estatisticamente via técnica PLS de modelagem de equações estruturais, que é baseada em método de regressão que maximiza a variância (Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2009). O *Software* utilizado foi o *SmartPLS* versão 3.3 (Ringle, Wende e Becker, 2015) e mais detalhes serão descritos no item a seguir. No entanto, vale destacar que não é objetivo dessa dissertação expor os pormenores do método PLS que foi um dos métodos utilizados juntamente com outros diferentes métodos que compuseram o estudo. Para mais informações sobre PSL ver Wisman (2017) e Delai (2019).

3.3. Resultados e Discussões

Os resultados desse estudo são apresentados e discutidos nas quatro subseções a seguir. A primeira destaca o perfil da amostra dos respondentes da pesquisa. A segunda sintetiza os resultados e a validade da análise confirmatória dos constructos. Já a terceira apresenta o resultado das hipóteses testadas e a validação do modelo conceitual proposto. Por fim, na sequência são expostas as implicações e contribuições do modelo conceitual desse trabalho.

3.3.1. Perfil da amostra

A pesquisa obteve um retorno de 164 respondentes, sendo que destes 72% sabiam o que era o conceito de rastreabilidade e 28% não tinham conhecimento do tema. Do total de respondentes, 52% se identificam com o gênero feminino e 48% com o gênero masculino, sendo que a média de idade dos participantes foi de 37 anos, com uma de variação de idades entre 20 e 76 anos. Em relação a escolaridade, houve predominância de respondentes com perfil de Pós-graduação completa (incluindo mestrado e MBA) representando 49,4%, seguido de Ensino superior completo com 29,3%, cursando Pós-graduação com 11% e cursando Ensino Superior com 8%. Quanto a renda média mensal, 31,1% afirmaram ter uma renda entre 4 e 10 salários-mínimos (R\$ 4.400 a R\$ 11.000,00). 21,3% se declaram com renda entre 10 e 20 salários-mínimos (R\$ 11.000,00 a R\$ 22.000,00), seguidos de 20,1% que declaram renda entre 2 e 4 salários-mínimos (R\$ 2.200,00 a R\$ 4.400,00). Por fim, no que diz respeito a localização, houve concentração ao Estado de SP com 81,1% dos respondentes, mas também houve registro de participação de respondentes de outras localidades do Brasil como MG com 3,7%, RS com 3%, RJ e GO ambos com 1,8%, PR, MT, BA e DF com 1,2% respectivamente.

3.3.2. Análise confirmatória dos constructos

Para a análise foram considerados os dados de 118 respondentes (participantes que conheciam o conceito de rastreabilidade) com o objetivo de validar a adequação das escalas definidas para a pesquisa assim como o modelo apresentado na Figura 4. Utilizou-se o coeficiente Alfa de Cronbach (CR) que é usado para validar a construção de testes e sua aplicabilidade assim como para medir o nível de confiança de uma escala, onde valida a significância com a qual os itens de um instrumento estão correlacionados (Cortina, 1993). Já a validade discriminante foi verificada por meio do *Software SmartPLS* utilizando o critério de Fornell e Larcker (1981), onde a Variância Média Extraída (Average Variance Extracted - AVEs), deve ser maior que 0,50 para ter validade. Na Tabela 3, é demonstrada a relação das hipóteses com estes indicadores.

Tabela 3. Cálculos de validade discriminante dos construtos

	WTP	TEC	ORIG	PROD	SEG
Disposição a Pagar (WTP)	0,881				
Inovação e Tecnologia (TEC)	0,445	0,948			
Origem (ORIG)	0,470	0,340	0,843		
Processo Produtivo (PROD)	0,594	0,497	0,646	0,724	
Segurança (SEG)	0,440	0,466	0,572	0,582	0,771
CR	0,853	0,889	0,863	0,687	0,668
AVE	0,776	0,900	0,711	0,524	0,555

Fonte: Elaborado pelo autor

Pela análise do CR, onde os valores devem ser maiores que 0,60 para serem considerados aceitáveis (Hair et al., 2009), e pelo valor das AVEs que foram superiores a 0,50, é possível afirmar que o modelo de pesquisa proposto para o estudo é confiável e pode ser utilizado para medir os fatores que influenciam a percepção e disposição de consumidores a pagar por produtos rastreados. Com a validação destes indicadores, foi possível estabelecer o FIT do modelo de pesquisa que é representado na figura abaixo:

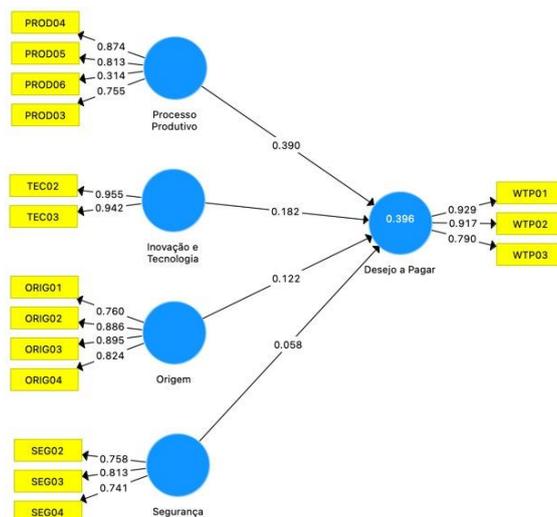


Figura 5. Modelo dos fatores que influenciam a percepção e disposição a pagar por produtos rastreados.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.3. Avaliação do modelo estrutural

A Tabela 4 resume os resultados da análise do modelo estrutural onde a relação entre os constructos propostos em todas as hipóteses obteve valores positivos, indicando favorecer de forma positiva a disposição de consumidores a pagar por alimentos rastreados. No entanto, apesar dos fatores de inflação da variância (VIF) de todas as hipóteses serem aceitáveis por estarem abaixo de 3.000, como definido por Ringle, Silva e Bido (2015), duas das hipóteses não apresentaram um nível de significância relevante: H3a (ORIG ->WTP) e H4 (SEG->WTP).

Tabela 4. Avaliação do modelo estrutural

Hipóteses	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	VIF	f ²	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
H1a: PROD -> WTP	0,390	0,388	2.138	0,118	0,098	3,979	0,000**
H2a: TEC -> WTP	0,182	0,184	1.421	0,039	0,080	2,277	0,023*
H3a: ORIG -> WTP	0,122	0,121	1.913	0,013	0,096	1,271	0,204 ^{ns}
H4a: SEG -> WTP	0,058	0,076	1.797	0,003	0,100	0,579	0,563 ^{ns}

n = 118 / **nível de significância de $p \leq 0,01$ / *nível de significância de $p \leq 0,05$ / ns – não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor

Esse resultado não significativo em relação as hipóteses de Origem (ORIG) e Segurança e rastreabilidade (SEG), sugere uma possível percepção dos consumidores de que, apesar de positivos, esses atributos não os predisponham a uma disposição a pagar por

produtos alimentícios rastreados. Como exposto na revisão da literatura por Vebarke (2005), os consumidores querem informações que os ajudem a conhecer a origem e as condições ambientais, éticas e tecnológicas em que o alimento foi produzido. Galvez et al. (2018) complementam essa visão ao afirmar que os consumidores estão exigindo cada vez mais garantias de que a origem e o conteúdo de seus alimentos estejam de acordo com as informações do rótulo. No entanto, como exposto por Andrade et al. (2013), há uma percepção dos consumidores em relação a possível aumento de preço dos alimentos quando rastreados e, Hobbs (2003), complementa indicando que as restrições de orçamento dos consumidores normalmente limitam a disposição a pagar.

Dessa forma, é possível inferir que talvez haja uma posição por parte dos consumidores de que origem e segurança devem ser atributos garantidos pelas autoridades públicas e agentes da cadeia produtiva, sem necessariamente terem que pagar a mais para isso. E essa condição é reforçada por Andrade et al. (2013) ao indicarem que a indústria e os distribuidores de alimentos deveriam dar maior atenção e comunicar melhor às questões de segurança e rastreabilidade, de modo a atender às demandas do consumidor e, por consequência, favorecer a satisfação com o produto e desmistificar alguns pré-conceitos estabelecidos pelos consumidores. Röhr et al. (2005) complementam esse argumento ao afirmar o papel das autoridades públicas para exercer pressão na indústria de alimentos de modo a melhorar a segurança alimentar, reestruturar o sistema de inspeção de alimentos e melhorar a informação disponibilizada ao consumidor.

No que diz respeito ao resultado da hipótese de Processos produtivos (PROD), se destacando das demais hipóteses com um nível de significância de $p \leq 0,01$, é possível afirmar que a rastreabilidade “da fazenda para a mesa” é relevante para as operações de negócios como uma forma de tornar tangível a segurança alimentar aos consumidores, assim como em estudo conduzido por Burnier et al. (2020). Reafirmado pelo resultado da pesquisa, nota-se como a rastreabilidade pode ser chave para gerar valor ao processo produtivo com informação, determinando o histórico de um produto ao longo de toda ou parte de uma cadeia de produção, até chegar às mãos do consumidor (Moe, 1998) e interferir de forma positiva em sua percepção e disposição a pagar por alimentos rastreados.

E em relação a essa disposição a pagar (WTP), foi possível avaliar a disposição dos entrevistados por meio da pergunta: “O quanto você acha que um produto rastreado deveria custar a mais em %?” (Chrysochou et al., 2009; Röhr et al., 2005). Dos 118 respondentes, 22% acham que um produto deveria custar “5%” a mais do que os produtos não rastreados, 24% citaram que um produto deveria custar “10%” a mais, 6% indicaram o valor de “15%” a

mais e 7% dos respondentes indicaram “20%” a mais. Dessa forma, é possível afirmar que há uma percepção mais concentrada na disposição a pagar entre “5%” a “10%” a mais por um produto rastreado.

Com o aumento da população nos países em desenvolvimento e novos padrões de consumo, há uma pressão para se desenvolva uma agropecuária com uso mais controlado dos recursos naturais (Embrapa, 2018). E nesse ponto é possível abrir a discussão sobre a hipótese de Inovação e tecnologias (TEC), que também teve significância relevante no estudo ($p \leq 0,05$) e que segue a tendência apontada por Dias et al. (2019) de que a adoção de novas tecnologias vem se intensificando para minimizar perdas e aumentar a produtividade de forma ambiental, social e economicamente sustentável (Dias et al., 2019).

E essa relação positiva da tecnologia e a disposição a pagar por alimentos por parte dos consumidores está em linha com Ghazalian e Furtan (2007) quando afirmam que a inovação pode resultar no aumento da diferenciação de produtos, o que proporciona aos consumidores mais opções de variedade e/ou produtos de maior qualidade. Neves (2012), reforça esse argumento ao destacar que, no ramo alimentício, a inovação ocorre como exigência dos novos consumidores pela criação de alimentos mais nutritivos, mais práticos e mais seguros. Por fim, Galvez et al. (2018) corroboram com essa discussão ao dizerem que tecnologias possibilitam a rastreabilidade de ponta a ponta e permitem que os consumidores acessem a história e trajetória dos alimentos em seus rótulos por meio de seus smartphones.

Pela visão de Jin et al. (2017), consumidores com diferentes características sociodemográficas diferem em sua preferência pela quantidade de informações de rastreabilidade fornecidas. Dessa forma, as características sociodemográficas e a segmentação do mercado devem ser consideradas ao decidir a quantidade de informações registradas em um sistema de rastreabilidade de alimentos. Além disso, como apontado em estudo de Liu et al. (2019), há uma associação ao aumento da renda com o aumento da demanda por alimentos de alta qualidade e mais seguros. Porém, como foi observado na Tabela 5, dos 118 respondentes do estudo que afirmam conhecer o conceito de rastreabilidade, apenas 34,7% já utilizou ou utiliza algum tipo de aplicativo ou recurso de smartphone para obter informações sobre produtos rastreados enquanto 65,3% ainda não utilizou esse tipo de tecnologia.

Tabela 5. Rastreabilidade e perfil sociodemográfico

Características Sociodemográficas	Já utilizou aplicativo para obter informações de rastreabilidade		Não utiliza aplicativo para obter informações de rastreabilidade	
	%	n	%	n
Renda				
Até 2 salários-mínimos (R\$2.200,00)	2%	1	8%	6
Entre 2 e 4 salários-mínimos (R\$2.200 – 4.400,00)	22%	9	18%	14
Entre 4 e 10 salários-mínimos (R\$4.400 – 11.000,00)	20%	8	30%	23
Entre 10 e 20 salários-mínimos (R\$11.000 – 22.000,00)	27%	11	25%	19
Acima de 20 salários-mínimos (acima de R\$22.000,00)	12%	5	13%	10
Prefere não declarar	17%	7	6%	5
Total da amostra	34,7%	41	65,3%	77
Escolaridade				
Ensino médio (completo)	5%	2	0%	0
Ensino superior (cursando)	2%	1	5%	4
Ensino superior (completo)	32%	13	22%	17
Pós-graduação (cursando)	7%	3	12%	9
Pós-graduação (completa)	54%	22	61%	47
Total da amostra	34,7%	41	65,3%	77

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, não há uma grande variação nas características do perfil da amostra estudada em função da renda ou da escolaridade entre quem utiliza algum tipo de tecnologia ou não. Apesar da limitação relativa à amostragem, que pode não refletir a realidade do mercado brasileiro em sua plenitude, esse resultado de pouca variação nas características demográficas pode ser um indício de que, assim como para as questões de origem (ORIG), os agentes da cadeia de produção de alimentos ainda precisam investir em marketing como forma de educar e desmitificar a rastreabilidade para consumidores e, por consequência, reduzir a assimetria de informações sobre produção, origem e aumentar a sua disposição a pagar por alimentos rastreados. Fato defendido por Andrade et al. (2013), ao afirmarem que o conhecimento do consumidor sobre rastreabilidade sofre grande influência dos meios de comunicação, cabendo à indústria e aos varejistas comunicar melhor sobre o tema.

3.4. Conclusões

O estudo teve como objetivo avaliar os fatores que influenciam a percepção e a disposição de consumidores a pagar por alimentos rastreados. Com base nos resultados, é possível afirmar que o modelo de pesquisa proposto foi validado e permitiu avaliar a relação entre rastreabilidade e os fatores do processo produtivo, inovação e tecnologias, origem e

segurança. Apesar dos consumidores demandarem informações que garantam origem e as condições de segurança em que o alimento foi produzido, em linha com o que indicam Verbake (2005) e Galvez et al. (2018), pelo resultado não significativo para as hipóteses de origem e segurança, o resultado do estudo sugere que consumidores têm disposição a pagar mais por atributos de tecnologia e processo produtivo, mas com uma possível percepção de que origem e segurança devem ser garantidos pelas autoridades públicas e agentes da cadeia produtiva, sem que os consumidores necessariamente tenham que pagar a mais para isso.

Como implicação gerencial, recomenda-se que autoridades públicas, produtores, certificadores, indústria, agentes integradores e varejistas de alimentos estruturem programas de marketing e ações de comunicação para disseminar e educar sobre o conceito. Recomendação em linha com o que sugerem Andrade et al. (2013) e Röhr et al. (2005) e que abre espaço para que consumidores passem a compreender a função e o valor que a rastreabilidade agrega à cadeia produtiva e ao seu próprio benefício em termos de saúde e segurança. Isso inclusive poderia mitigar a percepção em relação a possível aumento de preço dos alimentos rastreados (Hobbs, 2003) assim como reduzir a assimetria da informação entre produtores e consumidores quanto a qualidade dos produtos e confiabilidade (Rezende & Farina, 2001). Já em reforço a Ghazalian e Furtan (2007) e Neves (2012) sobre como a inovação e tecnologias permitem diferenciação de produtos – com mais qualidade, praticidade e transparência no acesso à informação de produção – recomenda-se que *startups* e empresas de base tecnológica tenham maior atenção ao tema e desenvolvam aplicativos como oportunidade de gerar negócios para interação dos consumidores com produtos rastreados.

Como limitação do estudo, a amostragem de natureza não probabilística não reflete a realidade da população brasileira, com evidências da concentração dos respondentes no estado de São Paulo (81,1%) e predominância de um perfil de Pós-graduação completa (49,4% incluindo mestrado e MBA). Outra limitação foi que apenas 34,7% dos respondentes já utilizaram ou utilizam algum tipo de aplicativo ou recurso de smartphone para obter informações sobre produtos rastreados, o que não permitiu uma análise conclusiva sobre aspectos da facilidade de uso da inovação para a rastreabilidade. Por fim, observa-se a necessidade de novos estudos com foco em rastreabilidade de alimentos para investigação do tema com maior abrangência amostral e variação sociodemográfica de respondentes que permita representatividade de outras regiões do país e públicos de diferentes formações escolares e nível de renda, assim como um direcionamento para segmentos específicos de produtos alimentícios como forma de estabelecer diferentes variáveis em função das características e especificidades do setor agrícola a ser estudado.

4. RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS: ANÁLISE DE DISCURSO E AGREGAÇÃO DE VALOR NA VISÃO DOS AGENTES PRODUTIVOS

De forma complementar ao estudo realizado com consumidores, com um propósito exploratório e afim de obter *insights* para a dissertação, foi realizado estudo adicional por meio da análise do discurso de agentes da cadeia produtiva em relação aos aspectos que tratam da rastreabilidade em produtos alimentícios rastreados.

Com abordagem não probabilística, em técnica de amostragem por conveniência e por meio de entrevista semiestruturada, foi possível entrevistar e capturar as visões de oito especialistas que possuem envolvimento em processos de produção, desenvolvimento de tecnologias e fomento de boas práticas agropecuárias. Este estudo utiliza como base o referencial teórico já apresentado nos itens anteriores. Porém, nos itens a seguir é possível visualizar referencial teórico utilizado para o conceito de análise de discurso, a metodologia aplicada assim como os resultados e conclusões.

4.1. Análise do discurso

De acordo com Pêcheux (2006), a análise do discurso permite o reconhecimento de um real específico sobre o qual ele se instala: o real da língua. Ou, ainda de forma mais ampla, como uma condição da existência da linguística sob a forma da existência do simbólico. Orlandi (2005) complementa afirmando que não há discurso sem sujeito e não há sujeito sem ideologia. Ainda nesse contexto, o discurso teria como lugar fundamental a subjetividade, algo que permite compreender como a língua acontece nos indivíduos. A formação discursiva representa o lugar de constituição do sentido e de identificação dos sujeitos. Gill (2002), conclui essa conceituação ao afirmar que a linguagem não é um meio neutro de refletir ou descrever o mundo, isso porque há uma importância central da linguagem na construção da vida social. Nesse sentido, afirma, ainda, que a ênfase na natureza retórica dos enunciados dirige nossa atenção para as maneiras como todo discurso é organizado a fim de se tornar persuasivo, ou seja, como isso influencia as pessoas e o meio social (Gill, 2002).

Para Gill (2002) um dos objetivos da análise de discurso é identificar as funções ou atividades da fala e dos textos e de como eles são realizados. Pela ótica da mesma autora, os quatro principais temas da análise de discurso são: 1) Preocupação com o discurso em si mesmo; 2) Visão da linguagem como construtivista (criadora) e construída; 3) Ênfase no discurso como forma de ação; 4) Convicção na organização retórica do discurso (organização

retórica). Orlandi (2005) complementa essa visão indicando que o texto é a unidade fundamental da linguagem, sendo que um texto pode ser oral ou escrito e seguir além, podendo se estender a noção de texto às linguagens não verbais e até mesmo o não dizer e o silêncio. Já quanto a interpretação dos discursos, a mesma autora determina três pressupostos: 1) Não há sentido sem interpretação; 2) A interpretação está presente em dois níveis: o de quem fala e o de quem analisa; 3) A finalidade do analista de discurso não é interpretar, mas compreender como um texto funciona e como produz sentidos. Por fim, Pêcheux (2006) afirma que todo enunciado é suscetível de tornar-se outro, diferente de si mesmo, se deslocar discursivamente do seu sentido para derivar para um outro. Todo enunciado é uma série de pontos de deriva possíveis, oferecendo lugar à interpretação e é nesse espaço que ocorre a análise do discurso.

Em linha com o propósito da dissertação, levando em consideração a revisão da literatura e com o objetivo de utilizar a análise de discurso para avaliar e interpretar os diferentes discursos dos agentes da cadeia produtiva de alimentos em relação a rastreabilidade, esse estudo exploratório se apresenta como algo efetivo para compreender os diferentes posicionamentos dos integrantes da cadeia assim como gera *insights* para aprofundamento na identificação da agregação de valor, benefícios e desafios da rastreabilidade em produtos alimentícios.

4.2. Metodologia

De acordo com Lakatos e Marconi (2010), método científico é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista. Para esse estudo, adota-se o método dedutivo que, segundo Lakatos e Marconi (2010), fundamenta-se em premissas e tem o objetivo de explicá-las levando a uma conclusão verdadeira. Os mesmos autores ainda destacam as diferentes finalidades entre método indutivo e dedutivo, onde o dedutivo tem o propósito de explicar o conteúdo das premissas e o indutivo tem o desígnio de ampliar o alcance dos conhecimentos.

Creswell (2014) afirma que a pesquisa qualitativa é um meio para explorar e entender o significado que os indivíduos atribuem a um problema social ou humano. É indutiva com foco no significado individual e na importância da interpretação. O mesmo autor reitera o quanto é importante para a seleção de um projeto de pesquisa, independente ao método que será aplicado, de se considerar o problema de pesquisa, as experiências pessoais

do investigador e o público que será objeto da pesquisa em si (Creswell, 2014). De acordo com Gephart (2004) a pesquisa qualitativa emprega os significados em uso pelos membros da sociedade para explicar como eles experimentam diretamente realidades da vida cotidiana. O mesmo autor afirma que metodologias qualitativas devem ser usadas em formas que sejam consistentes com as visões teóricas ou paradigmáticas adotadas ou com os problemas específicos que serão explorados. E, por mais óbvio que possa parecer, reforça que pesquisa qualitativa requer metodologia qualitativa. Vieira (2002) conclui essa discussão ao afirmar que a pesquisa qualitativa é criticada por ser muito subjetiva, mas seus métodos garantem a “objetivação do fenômeno estudado”. Além disso, como ponderam Vidich e Lyman (2006), todos os métodos de pesquisa são, de alguma forma, qualitativos e igualmente objetivos; o uso de dados quantitativos ou procedimentos matemáticos não elimina o elemento de interpretação subjetiva inerente à pesquisa social.

Diante do que foi exposto, tomando como base o problema e objetivo da dissertação assim como a revisão da literatura, será utilizada a abordagem qualitativa por meio de análise de discurso como forma de compreender e interpretar os diferentes discursos dos agentes produtivos em relação a rastreabilidade, seus desafios e potenciais contribuições na geração de valor na cadeia de produção de alimentos. Orlandi (2005) destaca que analistas de discurso tratam a sua atividade como um processo/questão de ideologia. Criam condições teóricas e metodologias para poder observá-la e enxergar o funcionamento do discurso. Com base nisso e seguindo como referência a recomendação de Gill (2002), é possível organizar a realização da análise de discurso por meio das seguintes etapas: 1) Formular questões iniciais de pesquisa; 2) Escolher os textos a serem analisados; 3) Transcrever os textos em detalhe; 4) Fazer uma leitura cética e interrogativa; 5) Codificar o conteúdo; 6) Analisar; 7) Testar a fidedignidade e validade. Apesar dessa estruturação, como indicado por Fairclough (1992), é importante destacar que cada análise é única e que não há procedimento fixo para se fazer análise de discurso, os indivíduos a abordam de diferentes maneiras, de acordo com a natureza específica do projeto e conforme suas respectivas visões do discurso.

Quanto ao processo de amostragem, foi aplicada uma abordagem não probabilística onde, de acordo com Malhotra e Dash (2016), a amostragem depende do julgamento pessoal do pesquisador ao invés da chance de seleção probabilística dos elementos da amostra. Utilizou-se a amostragem por conveniência, técnica de amostragem não probabilística usada para se obter uma amostra de elementos convenientes, onde a seleção da amostragem é delegada ao entrevistador (Malhotra & Dash, 2016). Nesse sentido, como sujeitos de pesquisa, foram selecionados oito especialistas da cadeia produtiva de alimentos que possuem

envolvimento em processos de produção, desenvolvimento de tecnologias e fomento de boas práticas agropecuárias, considerando entre eles produtores rurais (cooperativa e grande produtor rural individual), desenvolvedores de tecnologia (startup, organização pública de pesquisa e grande corporação), organização certificadora, entidade de representação setorial do agronegócio e representante de agroindústria (processador de alimentos). No Quadro 1 é possível visualizar o perfil dos entrevistados:

Quadro 1. Perfil dos Entrevistados

Entrevistado	Cargo	Instituição / Organização	Segmento
E1	Diretor de novos negócios	<i>Startup</i>	Inovação Agrícola
E2	Gerente de inovação aberta	Agroindústria	Produção de alimentos
E3	Gerente executiva	Certificadora	Agricultura
E4	Gerente de vendas corporativas	Empresa de tecnologia	Tecnologia
E5	Pesquisador de tecnologia rural	Organização pública de pesquisa	P&D
E6	Superintendente	Cooperativa de produtores rurais	Produção agrícola
E7	Gerente de sustentabilidade	Entidade de representação setorial	Agronegócio
E8	Analista de sustentabilidade	Corporação Agrícola	Produção agrícola

Fonte: Elaborado pelo autor

No que diz respeito aos procedimentos de coleta de dados em pesquisas qualitativas, Creswell (2014) indica quatro tipos básicos de coleta de dados como as observações e entrevistas semiestruturadas, análise de documentos e materiais audiovisuais. Além disso realça a importância de planejar a coleta considerando os participantes e elementos do ambiente onde estão. Para o presente estudo, optou-se pela entrevista semiestruturada que tem como objetivo principal a obtenção de informações do entrevistado sobre determinado assunto ou problema (Lakatos & Marconi, 2010). Vale, ainda, citar a visão de Gaskell (2002) ao afirmar que a entrevista qualitativa também pode ser empregada como uma base para construir referencial para pesquisas futuras e fornecer dados para testar expectativas e hipóteses desenvolvidas fora de uma perspectiva teórica específica. A seguir, no Quadro 2, é possível visualizar as questões utilizadas para guiar as entrevistas.

Quadro 2 – Questões da entrevista

	Questão	Referência
1	Considerando a sua atuação na empresa/entidade XX, qual sua visão sobre rastreabilidade?	Chrysochou et al. (2009), Burnier et al. (2020), Verbake (2005)
2	No contexto de origem e segurança dos alimentos, consegue destacar alguma contribuição da rastreabilidade para a cadeia produtiva?	Van Rijswijk e Frewer (2008), Grunert (2005), Sabio e Spers (2020)
3	Mudando a sua perspectiva, agora como consumidor(a) de alimentos, consegue citar um benefício ou valor percebido num produto alimentício rastreado?	Chrysochou et al. (2009), Ghazalian e Furtan (2007)
4	Em termos de marketing e diferenciais competitivos, acredita que consumidores já percebiam valor e tenham disposição a pagar mais por um alimento rastreado?	Liu et al. (2019), Röhr et al. (2005), Andrade et al. (2013), Hobbs (2003)
5	Entre os projetos ou atividades em que esteja inserido ou até mesmo referências de mercado que tenha conhecimento, consegue citar quais tecnologias já estão em uso para a rastreabilidade de alimentos?	Galvez et al. (2018), Rodrigues et al. (2013), Barcellos et al. (2012), Dias et al. (2019)
6	Em termos de inovação ou tendências para a rastreabilidade de alimentos, indicaria alguma nova tecnologia que esteja em validação ou ainda precise se consolidar na cadeia produtiva de alimentos?	Galvez et al. (2018), Rodrigues et al. (2013), Barcellos et al. (2012), Dias et al. (2019)
7	Em sua visão como representante da empresa/entidade XX, quais os principais benefícios e desafios da rastreabilidade para a cadeia produtiva de alimentos?	Barcellos et al. (2012)
8	Se tivesse que indicar de maneira objetiva um atributo de geração de valor da rastreabilidade para o setor de alimentos, o que vem à mente? Qual palavra utilizaria? (associação livre)	Chrysochou et al. (2009), Verbake (2005)
9	Levando em conta a relação entre produtores rurais, agroindústria, <i>startups</i> , empresas de tecnologia e consumidores, considera que a rastreabilidade no Brasil já seja algo efetivo na cadeia produtiva de alimentos?	Embrapa (2018), Rodrigues et al. (2013)

Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, vale destacar que a plataforma *online Zoom* foi o meio utilizado para a realização das entrevistas, com autorização prévia dos entrevistados para gravação por meio de recurso disponibilizado na própria plataforma. Os áudios das gravações foram transcritos em sua integridade com o intuito de se manter a autenticidade dos relatos.

4.3. Resultados e Discussão

Gill (2002) afirma que fazer análise de discurso implica questionar nossos próprios pressupostos e as maneiras como nós habitualmente damos sentidos às coisas. E aqui cabe destacar as diferenças sobre aquilo sobre o que “gostariam de dizer e o que será entendido”. Emissor e receptor num processo de geração e absorção do discurso que, segundo Pêcheux

(2006), passa necessariamente por três caminhos: 1) O do acontecimento; 2) O da estrutura; 3) O da tensão entre descrição e interpretação da análise do discurso.

Gaskell (2002) complementa afirmando que toda pesquisa com entrevistas é um processo social, uma interação ou um empreendimento cooperativo, em que as palavras são o meio principal de troca. Por fim, Gill (2002), pondera que são possíveis várias estratégias para codificar e cada pesquisador deve desenvolver a sua, mas essencialmente a codificação é uma maneira de organizar as categorias de interesse. Considerando os especialistas entrevistados e tomando como base o objetivo do presente estudo, para a codificação foi possível estabelecer as categorias a seguir.

4.3.1. Agregação de valor e segurança

Quanto aos processos e mecanismos utilizados para agregação de valor e segurança em produtos alimentícios rastreados, há consenso entre os especialistas entrevistados de que a rastreabilidade agrega valor à cadeia produtiva como um todo, atribuindo aspectos de segurança, origem, confiança, transparência, acesso à informação e até mesmo aumento de produtividade uma vez que, para poder implementar a rastreabilidade ou obter certificações correlatas, os agentes produtivos precisam necessariamente mapear processos e registrar todas as atividades inerentes à originação, produção, beneficiamento e transporte dos produtos alimentícios. Também há consenso de que rastreabilidade só se faz com cooperação e integração dos agentes sendo que, além da vantagem competitiva, para situações de bloqueio por alguma contestação de comprador ou eventual *recall* de produtos em decorrência de situação sanitária, a rastreabilidade é chave para que haja melhor resposta e ação dos agentes envolvidos para reação ou reparação.

Quanto ao conteúdo e análise das entrevistas, Orlandi (2005) ressalta que a interpretação tem uma relação fundamental com a materialidade da linguagem e a análise de discurso trabalha a relação da língua com a sua exterioridade. Sua finalidade não é descrever nem interpretar, mas compreender os processos de significação que trabalham o discurso. Nesse sentido, nota-se que as entrevistas desse *corpus* se dividem em duas posições mais nítidas e que refletem, de um lado, a visão de quem vive a parte produtiva e o desafio de entregar com qualidade e segurança seguindo direcionadores de mercado e, de um outro lado, a visão de quem já traz um posicionamento de mercado incorporado por estar inserido num ambiente corporativo e de orquestração de cadeias produtivas. Pelas diferenças discursivas das partes entrevistadas, observa-se que, apesar de haver elementos textuais indicando um

nível de cooperação para integração de processos produtivos da fazenda à “ponta” do consumo, os aspectos de reputação de marca, confiabilidade, gestão de risco, *compliance*, acesso à informação e a mercado são muito mais presentes no discurso dos especialistas da agroindústria e corporações, como evidenciado nos trechos abaixo:

“... Então assim **eu tenho uma garantia**, uma segurança de que **meu produto está em compliance**. Eu não vou ter nenhuma **exposição na companhia** em estar produzindo ou comprando de local proibido ou inadimplente”. (E8)

“(…) na minha visão é a segurança de alimento, a segurança de processo e parte mais **de governança...** e também **para as empresas a parte de competitividade** e que estão se preocupando e liderando nessa frente, querendo **manter a sua competitividade e estar comply** em termos de regulação, seja no Brasil ou em qualquer outro país”. (E4)

Já em contraponto, no discurso de especialistas inseridos no ambiente produtivo rural, são mais presentes os elementos como desafio de adoção tecnológica, geração de escala e o custo a ser pago para a custo de implementação de rastreabilidade, indicada como algo que vem sendo puxado pelo mercado, como mostra o trecho a seguir:

“Um grande problema em toda essa história é **quem paga a conta**. Porque se a indústria está assumindo esse custo, ela vai repassar isso para alguém... sempre para **o elo mais frágil da cadeia** que, às vezes, não está preocupado com isso, mas teve que abarcar um custo que a **indústria desencadeou** para ter acesso a um recurso financeiro, por exemplo, ou um juro mais baixo ou a um financiador europeu... precisou criar um sistema de rastreabilidade, **mudou o custo de produção** e vai impactar no valor do produto final”. (E5).

Apesar das diferentes posições, em linha com a literatura consultada (Chrysochou et al., 2009; Burnier et al., 2020; Verbake, 2005; Van Rijswijk & Frewer, 2008; Grunert, 2005; Sabio & Spers, 2020), é possível inferir sobre como esse foco da agroindústria e corporações na rastreabilidade para conformidade socioambiental pode trazer um benefício sistêmico de boas práticas para toda a cadeia em função de preservação ambiental, redução de desmatamento ilegal, mitigação de trabalho escravo, uso adequado de insumos químicos, melhor uso de recursos naturais assim como o pagamento de prêmio ao produtor pela qualidade do produto rastreado ou pelos serviços ambientais prestados. Talvez o ponto de equilíbrio necessário seja de reduzir a assimetria das informações do real interesse das corporações no uso da rastreabilidade, para balancear percepções e diluir os custos de implementação em escala para inclusão de pequenos produtores e demais agentes.

4.3.2. Tecnologias e inovações

No que diz respeito às tecnologias que já são utilizadas para a rastreabilidade de alimentos, foi possível identificar uma variação de soluções atuais que já fazem parte desse escopo tanto no ambiente produtivo das fazendas como dos demais elos da cadeia, entre elas foram citadas a inteligência artificial, os sensores, imagem satelital, mapas geográficos, ambientes *multicloud* (integração em servidores em nuvem), plataformas digitais e *mobile*, QR code e sistemas de monitoramento logístico. Contudo, reforçando a visão de Galvez et al. (2018), o *blockchain* foi um consenso entre todos os entrevistados como a tecnologia que, apesar de ainda incipiente em algumas cadeias produtivas de alimentos, certamente servirá como a grande plataforma agregadora dos sistemas e soluções de rastreabilidade no futuro. Entre as características positivas destacadas dessa tecnologia, houve menção da capacidade de auditoria no Brasil e exterior, mantendo registro e integridade de dados ao longo do tempo, sem risco de adulteração e de maneira protegida, podendo ser acessado por *multistakeholders* na cadeia.

Porém, também é consenso entre os especialistas consultados, sejam eles desenvolvedores de tecnologia ou usuários, de que é necessária uma geração de escala e, por consequência, redução de custo de utilização para amadurecimento do uso nos diferentes elos e portes da cadeia. O trecho a seguir destaca esse ponto e já abre espaço para uma outra questão que é a possibilidade de se realizar rastreabilidade sem grandes investimentos tecnológicos:

“(...) o blockchain é uma delas. Mas, eu acho que assim... muitas vezes o mapeamento de processos eu acho que **ele já consegue validar muita coisa**. (...) Igual eu falei, **difícilmente um produtor rural** que está numa região do interior, mas dentro de uma cooperativa, vai conseguir usar uma tecnologia como o blockchain pra validar um produto dele que foi produzido no local tal, na região tal, e vai chegar até o consumidor.” (E6)

Os entrevistados enxergam a tecnologia como agregadora e uma das alavancas para tracionar a rastreabilidade. Mas, pela análise textual dos enunciados, foi possível identificar que já há processos consolidados em determinadas cultura agrícolas que também permitem a rastreabilidade, a validação, confiabilidade e a transparência das informações ao longo da cadeia sem necessariamente utilizar uma tecnologia que demande altos investimentos como a do *blockchain*. Foram citados os mapeamentos de processos, as auditorias de qualidade, as certificações e selos que atestam boas práticas de produção (emitidos por uma terceira parte qualificada) assim como o conceito de balanço de massa, que é aplicado em algumas culturas

como a da cana-de-açúcar, onde há registro da originação, volumes de produção e dados de taxas de conversão final em *softwares* de gerenciamento ou até mesmo planilhas *Excel*, como mencionado no seguinte trecho:

“Pode ser **um QR code** na nota fiscal, pode ser. Mas, talvez não precise chegar a essa complexidade de modelo e **nem mesmo o blockchain...**(...) então poderia simplesmente ser uma base de coordenadas geográficas mesmo que você **consiga demonstrar** de onde está vindo, através de um balanço de massa. É possível também.” (E8)

Apesar das alternativas atuais ao *blockchain*, no trecho abaixo há uma ponderação quanto a complexidade e particularidade da cadeia em que se esteja inserido. Algo que vai na direção da literatura (Verbeke, 2005; Van Rijswijk & Frewer, 2008) e que pode fazer a diferença em termos de competitividade e controle de informação em cadeias mais longas e complexas, como no caso da pecuária (Ex.: bovinos, aves e suínos):

“Mas, não é um requisito. **Dá para fazer** ainda de maneiras **muito mais simples**, porém conforme você tem uma **cadeia mais complexa** onde você precisa trazer mais dados e precisa trabalhar com mais sigilo de informação, acaba que o **blockchain** está sendo uma tecnologia mais utilizada.” (E1)

Por fim, além do *blockchain*, em relação a novas tecnologias de rastreabilidade que estão sendo desenvolvidas ou aplicadas no setor de alimentos, foi possível capturar pela visão mais ampla dos entrevistados, que se caracterizam como desenvolvedores de tecnologias, uma gama de tecnologias e tendências que poderão agregar em rastreabilidade como os marcadores moleculares para grãos, imagem satelital com infravermelho, sistemas de identificação de produtos, *tokenização* de ativos e metrificadores de pegada de carbono para pagamentos por serviços ambientais aos produtores em função da preservação de reserva legal, APPs (áreas de preservação permanente) e manutenção de floresta em pé.

4.3.3. Benefícios e desafios da rastreabilidade

Transparência nos processos, garantia de origem, confiabilidade, segurança, melhor capacidade de intervenção frente a crises ou *recall* de produtos, melhor produtividade e acesso a mercados foram os principais benefícios da rastreabilidade identificado nos elementos textuais analisados. No entanto, pela análise discursiva e dos enunciados das entrevistas, foi possível identificar que um dos principais benefícios é a redução da assimetria de informação (Akerlof, 1970; Spers, 2003; Rezende & Farina, 2001), onde a rastreabilidade

pode contribuir com equalização do nível de informações entre os elos da cadeia até chegar nos consumidores, gerando visibilidade, transparência e confiabilidade nas transações e no consumo:

“(…) o benefício da rastreabilidade é justamente esse. você **conseguir comprovar a procedência** dessas regiões de onde o seu produto está sendo produzido e ter a **segurança** e que não são regiões que sofrem problemas socioambientais (...) **a chave da rastreabilidade é posse, poder e controle da informação.**” (E3)

“Eu rastreio, mas eu tenho que ter o **controle total da informação** e eu tenho que **garantir** que **a informação** que está sendo rastreada ela **é verdadeira**”. (E5)

Contudo, apesar dos benefícios e ganhos potenciais em redução de assimetria de informação em toda a cadeia, é necessário ressaltar que ainda há muitos desafios a serem superados para a consolidação da rastreabilidade em alimentos no Brasil. Sem exceção, todos os entrevistados verbalizaram pelo menos um desafio relacionado ao tema e que poderiam ser sintetizados em: 1) Integração de cadeias: cadeias desorganizadas, cadeias longas vs. cadeias curtas e desmembradas, diferentes perfis de produtores (sitiantes vs. tecnificados); 2) Déficit do pequeno produtor em relação ao uso de tecnologias e nível de digitalização; 3) Medo e resistência cultural de produtores em abrir e compartilhar informações; 4) Falta de infraestrutura de conectividade; 5) Falta de políticas públicas para incentivo, educação e financiamento de adoção tecnológica; 6) Falta de políticas públicas para legislação de rastreabilidade. Desafios que denotam a realidade da produção agrícola no Brasil que, apesar de ser referência mundial, ainda demanda atenção e desenvolvimento relevante dos pequenos produtores que compõem a massa produtiva do setor, como destacado no trecho a seguir:

“Do ponto de vista de desafios, a gente tem um desafio ainda muito significativo de conectividade no campo. (...) mas, o maior **desafio ainda é como levar informação**, levar engajamento pro pequeno produtor que às vezes está numa área isolada e **é onde que acontece a produção no Brasil**”. (E1)

4.4. Conclusões

O estudo avaliou por meio da análise de discurso as diferentes percepções de especialistas selecionados do agronegócio em relação a geração de valor da rastreabilidade assim como identificou as tecnologias atuais em aplicação para os processos de rastreio de alimentos. Pela visão gerencial, foi possível observar que a rastreabilidade e tecnologias

correlatas são habilitadoras e geram benefícios para toda a cadeia produtiva principalmente no que corresponde a conformidade socioambiental, transparência e acesso a informações. No entanto, pela análise do discurso dos entrevistados, foi possível observar diferentes posicionamentos, entre agentes do ambiente produtivo em comparação aos agentes da agroindústria e corporações, em relação ao custo da adoção da rastreabilidade e o desafio de geração de escala e acesso de pequenos produtores às tecnologias. Contudo, identificou-se que um dos principais benefícios da rastreabilidade é a redução da assimetria de informação, onde há contribuição com equalização do nível de informações geradas e compartilhadas entre os elos da cadeia até chegar nos consumidores, gerando visibilidade, transparência e acesso a nichos de mercado, com confiabilidade nas transações e no consumo.

Do ponto de vista acadêmico, como houve consenso entre os entrevistados de que a rastreabilidade se apresenta como elemento estratégico para uma agropecuária sustentável e transparente, se justifica a realização de novas investigações para contribuir com o desenvolvimento científico e consolidação do tema em âmbito nacional até mesmo para suprimir a lacuna que existe em relação a literatura estrangeira. Por isso, recomenda-se a realização de novos estudos com uma base mais ampla de entrevistados e com metodologias que permitam explorar o tema ou confirmar e validar, em amostragem estatística, o que foi capturado nos resultados desse estudo.

Por fim, e como forma de contribuir ainda mais com o avanço da teoria e prática da rastreabilidade, é recomendável que os agentes da cadeia produtiva de alimentos se organizem para maior sinergia e direcionamentos de ações nas seguintes frentes:

1) Conexão dos agentes produtivos com o ecossistema de inovação – conexão de produtores e demais agentes das cadeias produtivas de alimentos com a academia, pesquisadores, *spin-offs*, incubadoras, *startups*, desenvolvedores de tecnologia e corporações para balizamento de visões, experimentação em campo com projetos-piloto e geração de escala de forma a levar as tecnologias de rastreabilidade para toda a cadeia, incluindo pequenos produtores;

2) Engajamento de pequenos produtores – organização dos agentes produtivos para aplicação de extensão rural, educação sobre tecnologias, geração de escala para a rastreabilidade e remuneração aos pequenos produtores pelos serviços ambientais prestados e preservação de recursos naturais, algo que poderia gerar impacto e empoderamento de comunidades rurais pelo acesso à digitalização, pelo prêmio obtido com a qualidade do produto cultivado e rastreado ou pela metrificação e remuneração, por exemplo, da neutralização da pegada de carbono com o uso de tecnologias adicionais;

3) Políticas públicas – organização dos agentes produtivos e entidades setoriais para estabelecimento de políticas públicas para investimento em infraestrutura de conectividade, incentivo à educação e acesso a crédito para adoção de tecnologias por parte de produtores rurais e cooperativas agrícolas.

5. A CONTRIBUIÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS PARA A RASTREABILIDADE DO AÇÚCAR

Uma vez que foi possível realizar um mapeamento das tecnologias em uso para a rastreabilidade de alimentos, analisar a disposição de consumidores a pagarem por alimentos rastreados, assim como analisar o discurso e percepção de especialistas do mercado em relação a geração de valor da rastreabilidade para alimentos, essa dissertação já apresenta resultados que possibilitam a ponderação sobre a relevância do tema da rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos.

No entanto, como os resultados obtidos até o momento também apresentam limitações, com a finalidade de gerar melhor substrato em relação a contribuição de novas tecnologias para rastreabilidade de alimentos e a sua consequente agregação de valor, entende-se ser possível obter melhor embasamento com direcionamento e análise para setor específico do agronegócio. E nesse aspecto, dada a relevância do setor da cana-de-açúcar na economia brasileira e a característica do açúcar ser utilizado em diferentes agroindústrias, seja para a produção de alimentos ou bebidas (Cruz, Coelho & Torres, 2020; Oliveira, Galli, Louzada, Figueira & Moraes, 2017) optou-se pela realização de pesquisa complementar direcionada a esse segmento.

Como foi observado nas conclusões obtidas até aqui, as novas tecnologias demandam adoção e uso em escala para sua consolidação. Nesse sentido, os produtores rurais e gestores agrícolas podem se apresentar como um fator-chave para implementação da rastreabilidade e geração do valor esperado pela tecnologia adotada (Sabio & Spers, 2020; Neves, 2012, Ghazalian & Furtan, 2007; Rodrigues et al., 2013). Dessa forma, propõe-se analisar a contribuição de novas tecnologias para a rastreabilidade do açúcar tomando como base os produtores de cana-de-açúcar.

A seguir será apresentada uma revisão da literatura relacionada e as referências que dão base para a escolha desse segmento e público. Vale destacar, entretanto, que os dados secundários e referências de mercado consultadas se limitam ao período de dezembro de 2023, quando houve início de coleta de dados em campo seguindo modelo de pesquisa e metodologia que serão apresentados em detalhes nas próximas seções dessa dissertação.

5.1. Revisão da Literatura

Para propor modelo conceitual para a pesquisa, se fez necessária a revisão da literatura disponível para, assim, estruturar os construtos e hipóteses a serem testadas. A revisão a seguir passa pelo mercado do açúcar, pelos conceitos de produção integrada, boas práticas agrícolas e boas práticas de fabricação; assim como pelo desdobramento do tema de agregação de valor passando pelos aspectos de incentivos para a rastreabilidade, adoção de tecnologias, benefícios gerenciais e redução de assimetria.

5.1.1. O Mercado do açúcar

De acordo com Antonio Júnior (2003), é possível dividir a história dos adoçantes na alimentação humana em antes e depois da descoberta e difusão do açúcar de cana. Considerada uma das primeiras commodities mundiais na relação de comércio entre os povos, o açúcar de cana esteve presente em grande parte das culturas e classes sociais nas diferentes épocas da história. Olhando a cana por um prisma mais amplo, o Sistema Agroindustrial (SAG) da cana-de-açúcar tem como principal objetivo a obtenção da sacarose para a produção de açúcar, etanol, bioenergia, além de alguns subprodutos como o bagaço da cana e a vinhaça, que pode ser utilizada para a fertirrigação e, mais recentemente, produção do biogás (Cruz, Coelho e Torres, 2020).

Como afirmam Oliveira, Galli, Louzada, Figueira e Moraes (2017) o setor sucroalcooleiro contribui com aproximadamente 2,28% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, ou o equivalente a R\$ 13 bilhões anuais, sendo o açúcar um item de alta relevância das exportações que compõem esse número. De acordo com dados da União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia [UNICA] (2023), o Brasil é o maior produtor (36,9 milhões de toneladas) e o maior exportador de açúcar do mundo, com 27,8 milhões de toneladas exportadas no ciclo 2022/2023, volume que corresponde a 21% da produção global e 42% da exportação mundial. Mesmo em novos nichos de mercado, como o do açúcar orgânico, o Brasil também é referência em produção e liderança na exportação com volume em torno de 181 mil toneladas anuais (de Franco Petrônio, Marjotta-Maistro, Montebello e Rodrigues, 2022).

Pelo que expõem Schmitz, Seale e Buzzanell (2002), o açúcar brasileiro é produzido principalmente em duas regiões distintas, a Centro-Sul e a região Norte-Nordeste. A primeira com características de alta produção, colheita mecanizada e condições de cultivo muito

competitivos em termos de custo e escala. Já a segunda, é caracterizada por produção em áreas costeiras, mais propensas a secas periódicas e menor rendimento produtivo em função de características de solo e colheita manual. Na tabela 6, com dados extraídos do site da União Nacional da Bioenergia [UDOP] (2023), é possível conferir mais detalhes e volumes de produção de cada uma dessas regiões:

Tabela 6. Acompanhamento da Produção Canavieira 2023/2024

UF	PRODUÇÃO TOTAL		Região: Centro-Sul		
	Cana (t)	Açúcar (t)	Anidro (m³)	Hidratado (m³)	Total Etanol (m³)
ES	1.575.103	81.442	44.902	16.009	60.911
GO	44.090.049	1.501.741	710.663	2.212.717	2.923.380
MG	45.786.558	3.033.474	741.747	1.062.195	1.803.942
MS	27.332.734	1.151.256	608.174	1.274.952	1.883.126
MT	10.545.148	300.831	922.488	1.389.307	2.311.795
PR	21.332.879	1.543.478	429.265	276.662	705.927
RJ	561.576	18.628	0	28.573	28.573
RS	0	0	5	24	29
SP	207.888.425	14.893.738	3.302.772	3.801.141	7.103.913
Total	359.112.472	22.524.588	6.760.016	10.061.580	16.821.596

(*) "Não estão contabilizados os estoques físicos de unidades que já estejam ativas em safra posterior"

UF	PRODUÇÃO TOTAL		Região: Nordeste		
	Cana (t)	Açúcar (t)	Anidro (m³)	Hidratado (m³)	Total Etanol (m³)
AC	0	0	0	0	0
AM	1.783	0	0	0	0
CE	0	0	0	0	0
MA	1.135.283	10.891	71.177	9.726	80.903
PA	456.159	30.402	16.827	5.853	22.680
PI	482.976	30.161	8.588	8.330	16.918
RO	0	0	0	0	0
TO	1.507.111	0	64.976	53.012	117.988
Total	3.583.312	71.454	161.568	76.921	238.489

UF	PRODUÇÃO TOTAL		Região: Norte		
	Cana (t)	Açúcar (t)	Anidro (m³)	Hidratado (m³)	Total Etanol (m³)
AL	0	0	0	0	-
BA	2.570.242	37.503	65.566	109.514	175.080
PB	370.741	6.979	7.595	10.003	17.598
PE	29	792	0	216	216
RN	159.490	7.939	1.625	1.906	3.531
SE	0	0	0	0	-
Total	3.100.502	53.213	74.786	121.639	196.425

Total Brasil	365.796.286	22.649.255	6.996.370	10.260.140	17.256.510
---------------------	--------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------

Fonte: União Nacional da Bioenergia [UDOP] / Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira

Retornando ao tema dessa seção, de acordo com dados de relatório do Centro de Tecnologia Canavieira [CTC] (2022), o açúcar é o adoçante mais popular do mundo. Cerca de 80% da produção mundial tem origem na cana-de-açúcar, considerada e os outros 20% vêm

da beterraba açucareira (produto consolidado principalmente no mercado europeu). Sobre a fabricação do açúcar de cana em si, como sintetiza Machado (2016), é um processo que tem como objetivo a extração do caldo contido na cana, em processamento industrial feito em usinas, com geração de variados tipos de açúcares oferecidos ao mercado, como o demerara, mascavo, cristal, refinado, líquido e VHP (do inglês *Very High Polarization*).

Machado (2016) indica, ainda, que a relação entre o setor industrial sucroalcooleiro e seus clientes da indústria de alimentos processados é um exemplo concreto das atuais transformações que visam a criação de vantagens competitivas e o aumento da capacitação produtiva e logística das empresas. Além disso, como reitera de Queiroz et al. (2022), a coordenação dos agentes na cadeia sucroenergética tendeu a influenciar a dinâmica e estratégias futuras, desde a operação até a distribuição do produto na cadeia produtiva.

E onde há logística e distribuição, há condições inerentes para que se aplique rastreabilidade. No esquema da figura abaixo, adaptado de Cruz et al. (2020), é possível destacar os quatro elos do SAG da cana-de-açúcar que evidenciam a importância da logística na cadeia e evidenciam a oportunidade para mais e melhor rastreabilidade no segmento: fornecedores de insumos, a produção da cana-de-açúcar, as usinas e o consumidor final.

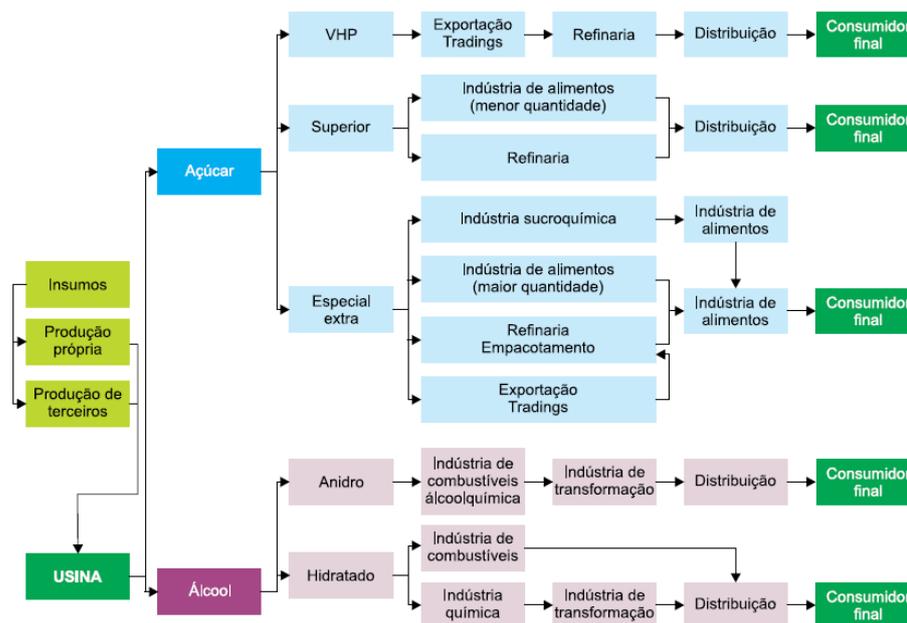


Figura 6. Sistema Agroindustrial da cana-de-açúcar

Fonte: Adaptado de Cruz et al. (2020)

A tendência à integração entre o setor sucroalcooleiro e as indústrias de alimentos e bebidas atende à demanda do setor fortalecer seu posicionamento face ao mercado

agroindustrial de alimentos (Machado, 2016). Num ambiente de alta complexidade e receitas como o da produção do açúcar, mas que ainda é tradicional em determinadas práticas de gestão, as novas tecnologias de rastreabilidade podem surgir como oportunidade para reforçar esse posicionamento, atribuir valor e mais transparência na relação entre os seus agentes, na indústria e no campo. Essa ponderação para o campo e para a parte originadora, representada pelos produtores de cana, é relevante para o contexto da rastreabilidade e equalização de informações entre os agentes dado que há 360 usinas em atividade no país e cerca de 70 mil produtores rurais dedicados à cultura da cana que, por consequência, são fornecedores no SAG da cana (UNICA, 2023).

Por fim, Silva, da Silva, Castro e Yano (2019) reforçam esse argumento ao afirmarem que a agroindústria da cana é complexa e requer rastreamento por envolver diversas etapas como produção e abastecimento da indústria em matéria-prima, gerenciamento de insumos agroindustriais, resíduos, subprodutos assim como o estoque e comercialização dos produtos finais.

5.1.2. Produção integrada, Boas Práticas Agrícolas e Boas Práticas De Fabricação

Como evidenciado na seção anterior, no ambiente do SAG cana, o açúcar é um produto rural submetido a transformação com alto nível de integração e orquestração de agentes. Nesse contexto e pelo fato de o açúcar ser um produto que tem referência direta com a produção rural e agroindustrial, surge uma conexão e espaço para a revisão dos conceitos de produção integrada, boas práticas agrícolas e boas práticas de fabricação.

5.1.2.1. Produção integrada

Pelo que define o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA] (2009), a Produção Integrada tem como base uma visão sistêmica que considera desde atividades em campo, como o manejo integrado de pragas, chegando à integração de todos os processos adjacentes de uma cadeia produtiva em questão. Sua implantação é estruturada em quatro pilares interligados: organização da base produtiva, sustentabilidade do sistema, monitoramento dos processos e informação e banco de dados.

Quando praticado, o Sistema Agropecuário de Produção Integrada (SAPI), atribui segurança e rastreabilidade ao alimento por meio de esforços combinados de todas as partes integrantes de uma cadeia produtiva. O sistema prevê o emprego de tecnologias que permitam o controle efetivo do sistema produtivo agropecuário com monitoramento de todas as etapas, desde a aquisição dos insumos até a oferta ao consumidor. (MAPA, 2009).

Originário da Europa, da década de 1980, o conceito da Produção Integrada foi desenvolvido para atender as exigências de consumidores e das cadeias de distribuição para alimentos com mais sanidade, ausência de resíduos de agrotóxicos e com conformidade socioambiental. No Brasil, o SAPI teve início em 2001 com a Produção Integrada de Frutas (PIF), por exigência do mercado da Comunidade Europeia como condição para continuidade de importação de frutas brasileiras, principalmente maçãs (MAPA, 2009).

Atualmente o SAPI também já está em implementação em outros produtos agropecuários no país como: grãos, carnes, leite, mel, raízes, hortaliças, flores e plantas medicinais. No entanto, apesar da relevância das técnicas da Produção Integrada na otimização do processo produtivo com benefício para produtos rurais mais seguros e saudáveis, seu conceito ainda é pouco disseminado no Brasil, sendo desconhecido pelo varejo e pelos consumidores finais. E aqui surge mais uma oportunidade de conexão com o tema da rastreabilidade e agregação de valor, com implementação da produção integrada para alimentos seguros, entre eles o açúcar, e maior conexão com o consumidor final.

5.1.2.2. Boas Práticas Agrícolas

As Boas Práticas Agrícolas (BPA) envolvem os princípios, normas e recomendações técnicas aplicadas nas etapas da produção, processamento e transporte de produtos vegetais alimentícios e não alimentícios. BPA são orientadas para uma oferta de alimento seguro com atenção à saúde humana, proteção do meio ambiente e melhores condições de trabalho aos produtores e comunidades rurais (MAPA, 2022b). Em síntese, é um conjunto de práticas e atendimento às normas para manejo preciso dos alimentos, garantindo integridade ao produto e assegurando saúde ao consumidor, das matérias-primas utilizadas na produção até o produto final para consumo.

Pelo que informa o MAPA (2022c), em novembro de 2021 foi instituído o Programa BPA Brasil - Portaria MAPA nº 337 - com o intuito de regulamentar as Boas Práticas Agrícolas e estabelecer requisitos mínimos para o enquadramento a programas geridos por

organizações públicas e privadas que promovam as BPA nas etapas primárias de cadeias produtivas agrícolas.

Com a instituição do Programa BPA Brasil foi possível estabelecer protocolos de boas práticas agrícolas assim como recursos de gestão e sistemas de informação para obtenção de dados sobre a qualidade e segurança dos alimentos, entre eles é possível destacar ferramentas de rastreabilidade, programas de inspeção, selos de qualidades e reputação de marcas (MAPA, 2022a). No segmento sucroenergético a Bonsucro é um exemplo de organização que atua na promoção global, certificação e desenvolvimento de ferramentas para boas práticas de produção.

A organização tem o propósito de apoiar coletivamente a produção e boas práticas de produção e uso sustentáveis da cana-de-açúcar. Promove ações para mitigação de efeitos climáticos, direitos humanos e geração de valor na cadeia produtiva (Bonsucro, 2023). Produtores e usinas associados a organização podem obter o direito de uso de certificação Bonsucro para atestar as suas boas práticas, obter prêmio na venda da cana ou de produtos alimentícios certificados e manter uma cadeia de abastecimento rastreável e perene. E vale destacar que, associadas à rastreabilidade, as certificações conferem um atributo de confiança a consumidores em âmbito global.

Por mais que já haja uma atuação da Bonsucro no segmento produtor de açúcar, de acordo com o MAPA (2022a), para que as BPA sejam efetivas deve-se utilizar tecnologias adequadas, respeitar os padrões de qualidade e limites de tolerância para insumos e químicos estabelecidos nas legislações vigentes e melhorar de forma contínua as práticas de produção alimentar. Além disso, ainda é recorrente o caso de empresas ou produtos que não seguem as regras estabelecidas, fabricando produtos rurais e alimentos não seguros aos consumidores.

Por esse prisma, de ainda haver espaço para melhor adesão das BPA, e até mesmo pelo fato de ser uma normativa federal recente, fica evidente que há espaço para melhor difusão das boas práticas agrícolas, inclusive, no segmento de produção açucareira. O Mapa (2022a) ainda reforça essa visão ao afirmar que as boas práticas estão em constante desenvolvimento, por meio de inovações e melhorias aderidas pelos agricultores, pelas universidades e empresas que podem contribuir para a melhoria das condições produtivas e do bem-estar no campo.

5.1.2.3. Boas práticas de fabricação

Nessa dissertação não se pretende explorar em detalhes os processos específicos da fabricação do açúcar. Mas, para fechar essa revisão conceitual das boas práticas e pelo fato do açúcar se caracterizar como um produto rural resultante do processo de transformação agroindustrial, é relevante, ao menos, pontuar o que são as Boas Práticas de Fabricação.

Na definição de Machado, de Souza e Pinto (2015), as Boas Práticas de Fabricação (BPF) representam uma importante ferramenta da qualidade para o alcance de níveis adequados de segurança dos alimentos, sendo que a sua adoção é um requisito da legislação vigente e faz parte dos programas de garantia da qualidade para o produto final. As BPF também são necessárias para controlar possíveis fontes de contaminação cruzada e para garantir que o produto atenda às especificações de identidade e de qualidade.

As boas práticas são aplicadas desde a recepção da matéria-prima até a expedição de produtos, contemplando os mais diversos aspectos da indústria de alimentos como: instalações industriais, pessoal, operações, controle de pragas, controle de ingredientes, registros, documentação e rastreabilidade (Machado et al., 2015).

Além da redução de riscos, Nascimento Neto e Neto (2006) acrescentam, ainda, que as BPF também possibilitam um ambiente de trabalho mais eficiente e satisfatório, otimizando todo o processo produtivo. Os mesmos autores ressaltam que o efeito geral da adoção das BPF é a redução de custos do processo de fabricação, mas sem perda de atributos de qualidade.

Pelo que foi exposto, é possível vincular a rastreabilidade de forma direta aos conceitos de produção integrada, BPA e BPF. Da mesma forma, fica evidente que a aplicação desses conceitos juntamente com ferramentas e tecnologias que permitam a rastreabilidade do açúcar podem agregar valor ao produto e, por consequência, à cadeia produtiva. Assim, pode-se inferir que a agregação de valor é uma consequência da implementação de rastreabilidade e mais detalhes dessa relação serão descritas no item a seguir.

5.1.3. Agregação de valor

Com base no resultado da pesquisa realizada para analisar o discurso de especialistas do setor agropecuário quanto a rastreabilidade, para os aspectos de agregação de valor (item 5.3.1 dessa dissertação), houve consenso de que a rastreabilidade agrega valor à cadeia

produtiva de alimentos atribuindo aspectos de segurança, origem, confiança, transparência, acesso à informação e aumento de produtividade.

No que diz respeito ao mercado consumidor, Chrysochou et al. (2009) definem que um dos principais benefícios percebidos da rastreabilidade é a capacidade de fornecer aos consumidores informações adicionais relacionadas ao produto que consomem. Além disso, como afirmam Liu et al. (2019), consumidores são dispostos a pagar um preço *premium* por alimentos de qualidade e segurança associados aos atributos de informações de rastreabilidade.

Rastreabilidade gerando dados que geram informações e permitem a formação de uma percepção por parte dos consumidores. Chrysochou et al. (2009) reforçam esse argumento quando afirmam que os dados fornecidos pela rastreabilidade podem influenciar a percepção de consumidores no que diz respeito a confiança nas informações fornecidas, impacto na qualidade e segurança do produto, impacto na saúde dos indivíduos e no meio ambiente.

Contudo, como pondera Machado (2000), a rastreabilidade é uma ferramenta de certificação voluntária apenas quando for um instrumento eficaz para adicionar valor ao produto e aumentar as margens de agentes internos da cadeia produtiva. O mesmo autor (Machado, 2000) reforça que a rastreabilidade, voluntária ou compulsória, só se torna efetiva quando fizer parte das estruturas e mecanismos permanentes de controle de transações. Esse contraponto com a menção aos agentes da cadeia produtiva permite a conexão aos produtores rurais, às transações em que estão envolvidos para a comercialização dos produtos que originam e de como o valor gerado pela rastreabilidade também deveria, ao menos, beneficiá-los.

Numa perspectiva de agregação de valor mais ampla, seja no segmento do açúcar ou de outra commodity agroindustrial, Mehannaoui, Mouss e Aksa (2023) sinalizam que um sistema de rastreabilidade eficaz numa cadeia de abastecimento alimentar pode fornecer adequadamente todas as informações demandadas pelos compradores, satisfazer os requisitos das agências relevantes e melhorar a segurança alimentar, bem como a confiança do consumidor.

Por fim, Qian et al. (2020) adicionam que sistemas de rastreabilidade são cruciais para as redes de abastecimento globais, pois possibilitam a capacidade de comercializar mercadorias em nível mundial. Entretanto, os mesmos autores (Qian et al., 2020) propõem que sistemas de rastreabilidade devem abranger todas as partes interessadas, incluindo governos, empresas e consumidores por conta de seus papéis individuais na implementação e

controle. Por esse prisma, de rastreabilidade dando acesso a mercado global com inclusão de todas as partes interessadas, surge a oportunidade para avaliar o papel do produtor de cana e seu papel na implementação da rastreabilidade do açúcar e como isso pode agregar valor para a sua atividade e para a cadeia em que está inserido.

5.1.4. Incentivos para rastreabilidade

Ao longo dessa dissertação já foi possível observar com nitidez quais são os incentivos para adoção da rastreabilidade assim como os processos e tecnologias relacionadas para a sua implementação. Contudo, é relevante destacar um evento contemporâneo global que incentivou e acelerou a promoção da rastreabilidade, que foi a pandemia da Covid-19. Como indicam Zhou e Xu (2022), com a propagação da Covid-19, além da infecção entre humanos, a preocupação quanto a propagação a partir de materiais e elementos compartilhados entre indivíduos também surgiu nas cadeias de abastecimento de alimentos refrigerados.

Mesmo com a erradicação da pandemia, ainda há o risco de novas ondas de contaminação em função de variantes do vírus e isso trouxe um novo ponto de atenção para a adoção de tecnologias e processos de rastreabilidade por parte de processadores e distribuidores quanto ao risco de contaminação viral. Nesse contexto, Savoldi (2021) enfatiza que a percepção sobre a necessidade de implantação das tecnologias é resultado do julgamento dos tomadores de decisão ao analisar atividades de risco, se apoiando na antecipação de soluções, mas com atenção à comunicação dos riscos entre leigos, técnicos e decisores.

Entende-se, assim, que a adoção de tecnologias de rastreabilidade pode mitigar riscos mapeados desde que haja comunicação desses mesmos riscos entre as partes envolvidas. Ou seja, a comunicação entre os agentes também como um fator de incentivo pois, como indica Savoldi (2021), a transformação digital leva ao fortalecimento das relações na cadeia de suprimentos, com coordenação conjunta de atividades promovendo cooperação, ganhos operacionais e alinhamento de expectativas.

Ainda sob o prisma de cadeia e respectivos incentivos para a adoção da rastreabilidade, é possível trazer uma contribuição de Ahmed e MacCarthy (2023) para não ficar apenas naquilo que incentiva a implementação e prática efetiva da rastreabilidade, mas entender também quais fatores influenciam a adoção no âmbito da cadeia de abastecimento.

Um estudo conduzido pelos mesmos autores (Ahmed & MacCarthy, 2023) identificou os principais fatores contextuais que influenciam o escopo da rastreabilidade:

- Propósito da rastreabilidade;
- Características de configuração da cadeia de suprimentos;
- Características de oferta e demanda;
- Características dos produtos e processos de negócios;
- Nível de confiança na cadeia de suprimentos;
- Capacidades de sistemas e tecnologias de rastreabilidade existentes;
- Requisitos de conformidade regulatória;
- Demanda dos clientes e do mercado;
- Custos e benefícios da rastreabilidade.

Essa visão dos fatores que influenciam no contexto da rastreabilidade numa cadeia de suprimentos também permite uma interpretação acerca dos incentivos para a implementação da rastreabilidade em si. Fazendo um paralelo com o mercado do açúcar, esses mesmos fatores listados poderiam servir como balizadores para a implementação de rastreabilidade por agentes, do segmento de forma individual ou de forma cooperada com as partes interessadas.

Além da visão macro da cadeia, é possível apresentar incentivos para rastreabilidade com enfoque aos produtores rurais a partir de estudo de Sá, Lemos e Jank (2023) que identificou elementos para a construção de um sistema de rastreabilidade e monitoramento na pecuária de corte brasileira. Nesse estudo os autores concluíram que os incentivos elencados para adoção de um sistema de rastreabilidade passam por instrumentos de crédito e de isenção tributária, bem como mecanismos privados para estabelecimento da rastreabilidade nas propriedades e para distribuição de valor ao longo da cadeia.

De Sá et al. (2023) lembram, ainda, que incentivos são mecanismos criados para fomentar a adesão dos agentes de uma determinada cadeia a responderem conforme o processo estabelecido. Sendo que, o desenho da governança e dos incentivos deve prever o risco de comportamento oportunista para não comprometer todo o sistema. Apesar do estudo ter sido conduzido na cadeia da pecuária de corte, há oportunidade de conexão dos incentivos identificados para outros segmentos como, por exemplo, o da produção do açúcar. A seguir, é feito um destaque para alguns desses incentivos e que poderiam ser aplicados aos produtores de cana:

Incentivos públicos:

- Redução de juros no plano safra para projetos que contemplem rastreabilidade;
- Criação de lista positiva para facilitar a aprovação de licenças ambientais.

Incentivos privados:

- Linhas dedicadas de investimento e crédito para pequenos produtores;
- Oferta de assistência técnica e financeira para aquisição de sistemas de informação;
- Gratuidade do processo de rastreabilidade, como forma de desonerar produtores da compra de dispositivos ou softwares;
- Acesso a crédito atrelado à programa de regularização ambiental.

Incentivos público-privados:

- Comercialização de informações de rastreabilidade mediante autorização de compartilhamento.

Pelo que se observa, os incentivos para adoção de rastreabilidade, de processos e tecnologias correlatas, podem ser provenientes de contextos globais ou locais, demandados por motivos de saúde pública ou por aspectos de uma cadeia de suprimentos em questão. Podem ser incentivos financeiros e não financeiros, públicos, privados ou público-privados. Assim, diante do que foi exposto, é possível definir a seguinte hipótese:

H1b: Incentivos estão diretamente relacionados com a adoção de tecnologias de rastreabilidade e, conseqüente, agregação de valor.

5.1.5. Adoção de tecnologias

Como indicam Islam e Cullen (2021), o avanço tecnológico e o aumento do interesse dos consumidores pela segurança alimentar e pela origem dos produtos levaram à expansão da quantidade de informação registrada e compartilhada no mercado. Isto culminou na aceleração da rastreabilidade e adoção de tecnologias entre os players do setor alimentar, tanto como uma prática voluntária assim como em resposta a requisitos de protocolos públicos ou privados obrigatórios.

Machado (2000) destaca que, além de afetar a maneira como as atividades de valor individuais são executadas, a Tecnologia da Informação (TI), cria novos fluxos de informação

e intensifica a capacidade das empresas explorarem a integração entre atividades, internas quanto externas à organização. A utilização de sistemas de TI e tecnologias correlatas elimina barreiras geográficas e possibilita a coordenação de ações mais efetivas da empresa com seus clientes e fornecedores.

Ao eliminar barreiras impostas por local e tempo às atividades de coordenação, o uso da TI pode ser viável para diminuir os custos de transação em transações com alimentos que exigem rastreabilidade. Entretanto, Machado (2000) pondera que a TI pode diminuir os custos de transação e viabilizar transações coordenadas pelo mercado, mas a rastreabilidade não precisa necessariamente de TI, pois dependerá do negócio e da escala das operações.

Além desse aspecto relacionado à natureza e porte da operação em que a rastreabilidade será implementada, há uma gama de opções tecnológicas disponíveis para o seu uso. Corallo, Latino, Menegoli e Striani (2020) destacam que diversas metodologias e tecnologias, tanto de hardware quanto de software, estão envolvidas no sistema de rastreabilidade, com o objetivo de: 1) identificar o produto, processo e ambiente; 2) coletar, analisar, armazenar e compartilhar as informações relacionadas; e 3) integrar o sistema em geral.

Anastasiadis, Manikas, Apostolidou e Wahbeh (2022) complementam afirmando que os sistemas de rastreabilidade sempre dependem de tecnologias inovadoras para alcançar colaboração na cadeia de suprimentos e visibilidade de informações. Os autores reforçam, ainda, que na última década as tecnologias como a computação em nuvem (cloud computing em inglês) e os modelos de software como serviço (do inglês, SaaS ou software as service) permitiram o avanço importantes de outras tecnologias disruptivas como o Big Data, Analytics, Blockchain e a Internet das Coisas (do inglês, IoT).

A adoção de novas tecnologias permite que competidores se destaquem no mercado e no meio rural, desde que estejam dispostos a experimentar e tenham apetite a testar algo novo, que não necessariamente poderá dar certo na primeira tentativa e nem trará resultados imediatos numa primeira safra. Apesar desse dilema da inovação, a rastreabilidade com utilização de novas tecnologias já começou a ser implementada no mercado brasileiro do açúcar e, certamente, vai permitir uma geração de valor para quem aproveitar a janela de oportunidade e se posicionar como adotantes inicial.

Nesse sentido, o pioneirismo da Embrapa mais uma vez se fez presente com o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Agrorastreabilidade (Sibraar). Esse sistema é baseado na tecnologia do blockchain e foi desenvolvido a partir de projeto piloto, com apoio da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo [Coplacana], para

rastreamento de açúcar mascavo na Usina Granelli, em Charqueada – SP. A tecnologia Sibraar possibilita que os dados de fabricação do produto sejam armazenados usando blockchain para garantir a temporalidade e registros imutáveis garantindo, dessa forma, a integridade das informações geradas ao longo do processo de produção. Em cada lote do açúcar mascavo da Granelli, que agora utiliza o Sibraar de maneira operacional, são disponibilizadas a data de produção, variedade de cana utilizada assim como a identificação e geolocalização da propriedade rural que forneceu a matéria-prima (Embrapa, 2022)

Outro caso de aplicação do blockchain na cadeia do açúcar é o da Biorefinaria Uisa, localizada em Nova Olímpia – MT. Por meio de um *QRCode* na embalagem de seu açúcar demerara, o consumidor final consegue acessar informações sobre plantio e colheita da cana assim como demais etapas de produção. O sistema tem como base o blockchain e foi implementado com suporte da consultoria IT Lean e de serviços da Google Cloud. Atualmente é utilizada para rastreio do açúcar demerara da marca Itamarati e será utilizada no futuro para rastrear outros produtos da empresa como o açúcar cristal e refinado, achocolatado e álcool gel (Exame, 2022).

Os dois casos de uso acima já evidenciam como as novas tecnologias podem ser habilitadoras de mais rastreabilidade e geração de valor na cadeia de produção do açúcar. E Zanetoni (2023) contribui com essa visão ao afirmar que a utilização do blockchain na agropecuária apoia na superação de limitações enfrentadas no setor, como o volume e diversidade dos dados gerados, a complexidade das cadeias produtivas e a sensibilidade em relação ao tempo/espaço. Dessa forma, pode ser utilizado como ferramenta de rastreabilidade em cadeias produtivas, auxiliando no processo de tomadas de decisões e agregação de valor aos produtos gerados.

Para Tan, Huang e Li (2023), a assimetria de informação continua a ser um problema predominante na rastreabilidade dos produtos agrícolas e, com suas propriedades de descentralização e resistência à violação, as plataformas com base em blockchain podem oferecer uma solução potencial. Todavia, é importante destacar um contraponto dos mesmos autores (Tan et al., 2023) sobre a questão de que a tecnologia do blockchain por si só não é capaz de eliminar as condutas de oportunismo dos agentes de determinadas cadeias produtivas. Para atender às preferências de compradores e consumidores ou obter lucro adicional, os produtores rurais ou qualquer outro intermediário da cadeia podem falsificar ou adulterar as informações de rastreabilidade que são carregadas na blockchain.

Embora existam modelos e novas tecnologias para rastreabilidade de alimentos surgindo no mercado, Zanetoni (2023) conclui que o índice de implantação nas cadeias

produtivas ainda é relativamente baixo, uma vez que os sistemas de rastreabilidade são dependentes de um banco de dados, que permite armazenar e consultar as informações. Nesse panorama, o custo e a escala para adoção também podem ser relevantes na hora de um produtor avaliar uma nova tecnologia. Compreender o que o leva a adotar uma determinada solução, dentro da porteira, pode ser chave para avaliar como isso também gera valor para o seu negócio e para a cadeia em que está inserido. Com base no que foi apresentado, é possível formular a seguinte hipótese:

H2b: Adoção de tecnologias de rastreabilidade está diretamente relacionada com agregação de valor.

5.1.6. Benefícios gerenciais

Pelo que se observa da literatura e dos resultados já apresentados nessa dissertação, um dos benefícios diretos da rastreabilidade na agropecuária é a geração de transparência nas operações do campo ao prato. Essa visão fica em consenso com o que afirmam Latino, Menegoli, Lazoi e Corallo (2022), de que uma cadeia de abastecimento transparente pode melhorar a eficiência do mercado, o compartilhamento de informações entre os agentes, apoiar a qualidade e diferenciação de produtos e otimizar processos gerenciais. Os mesmos autores, Latino et al. (2022), complementam que a transparência na cadeia de abastecimento permite que as partes interessadas possam acessar informações sobre produtos ou mercadorias sem perda, ruído ou distorção de informações.

Sob o ponto de vista gerencial e de governança, Banterle e Stranieri (2008) destacam que a melhoria da segurança dos alimentos obtida por sistemas de rastreabilidade não está relacionada apenas ao fluxo crescente de informações transacionados, mas também à atribuição de papéis e responsabilidades inerentes a cada agente participante da cadeia de abastecimento. Além disso, com um sistema de rastreabilidade o nível de incerteza nas transações diminui e aumenta a dependência bilateral dos agentes envolvidos (Banterle & Stranieri, 2008).

Vale lembrar que, seja pela decisão de um produtor rural originador de cana ou de uma indústria produtora de açúcar, as decisões gerenciais com base em dados de rastreabilidade podem influenciar a percepção de consumidores no que diz respeito a confiança nas informações compartilhadas, qualidade e segurança do produto, impacto em sua

saúde (Chrysochou et al., 2009), tanto quanto a preocupação em relação ao impacto social, econômico e ambiental do que eles estão consumindo (Sabio & Spers, 2020).

Em estudo realizado por Zhou e Xu (2022), com revisão sistemática de literatura sobre rastreabilidade em cadeias de alimentos, houve conclusão de que as tomadas de decisões corporativas pelo âmbito da rastreabilidade se apoiam em três aspectos: 1) viabilidade de investir em sistemas de rastreabilidade; 2) processos de compras e suprimentos rastreáveis, *recall* de produtos, compartilhamento de informações e coordenação de canais de distribuição; e 3) otimização/melhoria da implementação da rastreabilidade.

No entanto, os mesmos autores (Zhou & Xu, 2022), recomendam que sejam feitas novas investigações para contribuição gerencial pela falta de consciência do impacto tecnológico atribuído à rastreabilidade. Isso porque, muitos pesquisadores ainda mantêm uma percepção da rastreabilidade apenas como uma ferramenta para monitorar o processamento de alimentos, mas não conseguem observar os atributos de “visibilidade” e a totalidade que a tecnologia de rastreabilidade oferece.

Pelo que se observa da literatura, a rastreabilidade pode gerar benefícios gerenciais como a transparência no fluxo de dados entre as partes, conformidade socioambiental ou a protocolos públicos e privados de segurança do alimento, mais qualidade dos produtos finais, mais governança na cadeia produtiva e, por consequência, agregar valor em cadeias produtivas, como, por exemplo, a da produção do açúcar. Diante disso, é possível formular a seguinte hipótese:

H3b: Benefícios gerenciais obtidos com tecnologias de rastreabilidade estão diretamente relacionados com agregação de valor.

5.1.7. Redução de assimetria

No clássico “A natureza da firma”, Coase (1937) explícita que a razão das organizações existirem é que, às vezes, o custo de gerenciar transações econômicas por meio de mercados é maior do que o custo de gerenciar as transações econômicas dentro dos limites de uma organização. Nesse aspecto, os custos de negociar e concluir um contrato separado para cada transação de troca que ocorre em um mercado também devem ser levados em consideração. Existem custos associados ao funcionamento dos mercados que podem exceder os custos da organização interna. Assim, a firma apresentada por Coase tem natureza

contratual, e aparece como uma resposta eficiente dos agentes econômicos para coordenar a produção (Zylbersztajn, 2005).

Da firma idealizada por Coase seguindo para o ajuste daquilo que estudiosos classificaram como suas deficiências, entre elas a falta de precisão sobre quais transações deveriam ser deixadas para o mercado e quais deveriam ser internalizadas nas firmas, entra em cena um modelo mais completo para gerenciar as transações econômicas: a teoria dos custos transacionais [TCT]. Como pontuado por Zylbersztajn (2005), na essência, a TCT considera incentivos de eficiência com base no desenho de arranjos institucionais, que tanto podem ser contratos formais ou outras formas de coordenação amparadas por reputação ou laços sociais. Assume-se a possibilidade da presença de oportunismo pós-contratual, que associada a investimentos em ativos específicos leva os agentes a anteciparem e mitigarem os problemas pós-contratuais, desenhando medidas de precaução.

Os custos de transação surgem porque as informações são caras e assimetricamente mantidas pelas partes para troca. Os custos de medir as múltiplas dimensões valiosas dos bens ou serviços trocados, do desempenho dos agentes, e os custos de cumprimento de acordos determinam os custos de transação (North, 1995). E aqui vale destacar que a assimetria informacional ocorre em transações quando uma das partes envolvidas possui alguma informação privada, não adquirível sem custos pelas demais partes. Além disso, a assimetria de informação pode resultar no fenômeno do risco moral – comportamento pós-contratual da parte que possui uma informação privada e pode dela tirar proveito em prejuízo à sua contraparte (Rezende & Farina, 2001).

De acordo como Barney e Hesterly (1998), uma afirmação básica da TCT é que mercados e hierarquias são instrumentos alternativos para completar um conjunto de transações. Como instrumentos para completar um conjunto de transações, mercados e hierarquias são também chamados "mecanismos de governança". Zylbersztajn (2018) reforça que o argumento do custo de transação, proposto por Williamson, baseia-se na existência de diferentes características mensuráveis da transação: frequência, incerteza e especificidade do ativo, que, na presença de oportunismo, definem a governança de alinhamento eficiente de forma discriminatória, impulsionada por um custo de transação.

Nessa condição, como indica Siffert Filho (1995), o negócio principal das empresas dependerá da capacidade de estabelecer relações com fornecedores e distribuidores que não sejam marcadas por posturas oportunistas, de curto prazo, mas, sim, sejam capazes de empregar os mais eficientes meios para realização das transações para arbitrar riscos, reduzir assimetrias e manter incentivo às partes.

Pelo que se observa da literatura, a redução de assimetria e do oportunismo podem fazer a diferença para o resultado de empresas, entre elas as organizações do meio rural e agroindustrial. E na gestão desses empreendimentos, a orquestração das transações com novas tecnologias pode ser ainda mais efetiva. Rindfleisch (2020) indica que aplicações futuras da teoria dos custos de transação também podem precisar repensar o papel e a relevância do oportunismo. E, como o mesmo autor afirma, de fato, o surgimento de novas tecnologias, como inteligência artificial e *blockchain*, combinado com a crescente onipresença de mecanismos de revisão e reputação online provavelmente tornará assimetria de informações e o comportamento oportunista uma situação cada vez mais arriscada e difícil.

De acordo com Schmidt e Wagner (2019), o *blockchain* é essencialmente um livro-razão distribuído, baseado em consenso e, principalmente, imutável de registros de transações. Essa tecnologia facilita o registro de transações em sistema por meio de computação em rede e regras de consenso, substituindo assim a necessidade de intervenção humana e confiança pessoal, afetando as características de cada relação de troca transacional. Em outras palavras, a confiança do sistema substitui a confiança pessoal com uma ampla gama de implicações.

Ahluwalia, Mahto e Guerrero (2020) acrescentam que as tecnologias baseadas na arquitetura *blockchain* têm potencial para revolucionar os custos de transação, tanto em termos de custo quanto de conveniência. Expõem, ainda, que as tecnologias base *blockchain* podem influenciar as decisões organizacionais de uma empresa devido à sua capacidade de descentralizar e reduzir os custos de transação, criando assim confiança nas contrapartes. Por fim, Schmidt e Wagner (2019), adicionam que a teoria dos custos de transação está preocupada com qualquer problema que possa ser colocado direta ou indiretamente como um problema de contratação e o *blockchain* fornece uma nova abordagem para contratação digital na forma de contratos inteligentes (*smart contracts*). Especificamente, o *blockchain* limita o comportamento oportunista, a incerteza ambiental e comportamental, que impulsionam os custos de transação. Em resumo, há potencial para a tecnologia reduzir a complexidade transacional, a assimetria de informações e a incompletude contratual como indicado na figura abaixo.

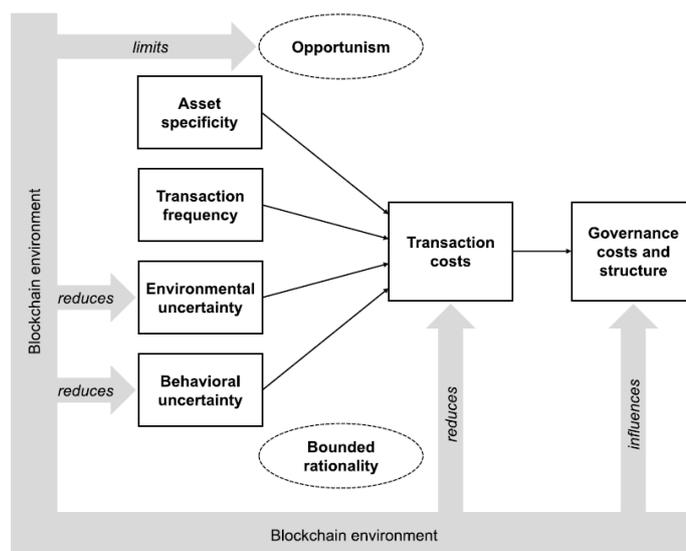


Figura 7. Framework de implicações potenciais do *blockchain*

Fonte: Extraído de Schmidt e Wagner (2019)

Reduzindo custos e permitindo transações imutáveis e transparentes, bem como registros validados, o *blockchain* é uma das novas tecnologias utilizadas na rastreabilidade que pode permitir, por exemplo, relações de cadeia de suprimentos mais orientadas para o mercado. É uma tecnologia promissora para a rastreabilidade na cadeia do açúcar, mas provavelmente não é a única (ver anexo A). Outro aspecto que envolve tecnologia e que poderá impactar ainda mais o futuro das transações são as relações transacionais realizadas em plataformas digitais.

Como indicam Nagle, Seamans e Tadelis (2020), com a frequência das transações digitais junto com informações de rastreamento relacionadas a transação, as reputações podem ser desenvolvidas para cada parte, o que, por sua vez, ajuda a mitigar as preocupações de informações assimétricas. No fluxo das transações digitais é possível estabelecer modelos de avaliação para classificar compradores e fornecedores por diferentes métricas, entre elas o nível de confiabilidade.

As transações mediadas digitalmente podem envolver não apenas a transferência de dinheiro de um comprador para um vendedor, mas, em muitos casos, também a transferência de informações sobre cada parte. Essas transações mediadas digitalmente deixam rastros digitais - dados sobre o preço de compra, hora do dia, forma de pagamento, outros itens disponíveis para compra ao mesmo tempo e os preços desses itens e isso cria um registro que pode ser útil tanto para o comprador e o vendedor, reduzindo potencialmente a incerteza interpretativa (Nagle et al., 2020).

Se analisarmos especificamente as transações do SAG cana-de-açúcar, de Queiroz et al. (2022) ressaltam que um dos pontos mais importantes e de conflito desse sistema agroindustrial é da transação entre produtores de cana e usinas. Que se traduz numa relação de tensão na qual as partes não apresentam comportamento de parceiras, com relacionamentos estáveis e de longo prazo, com divisão de riscos e margens. Ao contrário, o que se vê, na maioria dos casos, é uma relação imediatista e de curto prazo. Certamente a assimetria de informações e oportunismo estão inseridos ali.

No SAG cana também há preponderância de transações entre usinas e indústria de alimentos e bebidas, assim como transações entre usinas e agentes intermediadores como as tradings e organizações de exportação. Em função da complexidade particular do SAG cana, a utilização de novas tecnologias para melhor coordenação entre os seus agentes torna-se essencial para o arranjo de contratos institucionais e garantia de estabilidade de originação e entrega de matéria prima, transformação e distribuição de produtos finais (entre eles o açúcar e as suas variações) com mais rastreabilidade e transparência.

Fechando essa revisão teórica, North (1993) indica que os custos de transação surgem porque as informações são caras e mantidas de forma assimétrica pelas partes para troca. Machado (2000) complementa afirmando que os agentes econômicos realizam suas transações baseados em informações assimétricas, informação imperfeita e falhas de mercado. Com base no que foi apresentado e dado que a as novas tecnologias podem reduzir os custos de transação, mitigar a assimetria de informação e, por consequência, distribuir valor de forma mais equalizada na cadeia produtiva, é possível estabelecer a seguinte hipótese:

H4b: Redução de assimetria obtida com tecnologias de rastreabilidade está diretamente relacionada com agregação de valor.

5.1.8. Modelo conceitual proposto

Com base na revisão da literatura e no conteúdo exposto nos itens acima, foi possível definir um modelo de pesquisa com as seguintes hipóteses para validação como exposto na figura abaixo:

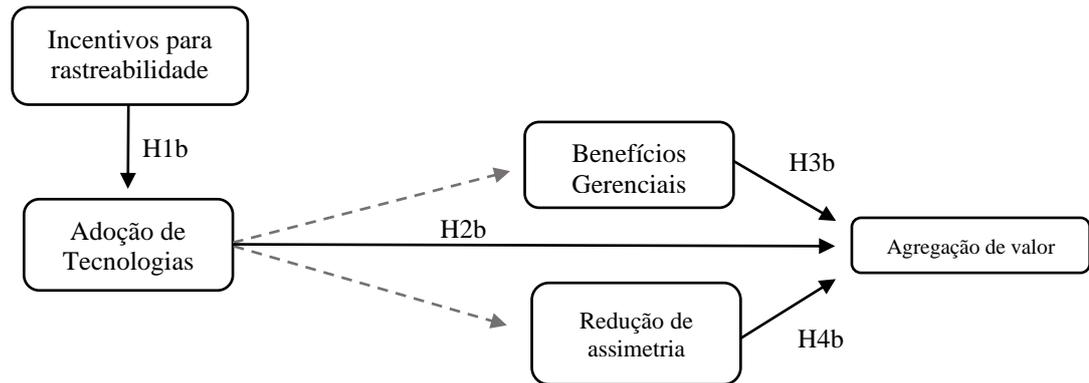


Figura 8. Modelo de hipóteses proposto para o estudo

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2. Metodologia

De acordo com Vieira (2002), a pesquisa descritiva permite caracterizar determinada população ou fenômeno, mas sem o compromisso de explicar os fenômenos que descreve. O mesmo autor afirma que, na pesquisa descritiva, o formato básico aplicado é o levantamento. Creswell (2010), acrescenta que a pesquisa de levantamento, do tipo *Survey*, proporciona uma descrição quantitativa ou numérica de tendências, de atitudes ou de opiniões de uma população estudando uma amostra. Inclui estudos com utilização de questionários ou entrevistas estruturadas para a coleta de dados, com o objetivo de generalizar a partir de uma amostra de determinada população.

Quanto ao problema de pesquisa e as abordagens a serem utilizadas, Creswell (2010) pondera que alguns tipos de problemas de pesquisa social requerem abordagens específicas. O autor afirma que se o problema requer a) a identificação de fatores que influenciam um resultado, b) a utilidade de uma intervenção ou c) o entendimento dos melhores preditores de resultados, então uma abordagem quantitativa é a melhor. Vieira (2002) acrescenta, ainda, que métodos quantitativos também podem ser utilizados para abordar tipos particulares de problemas teóricos como análise da estrutura organizacional e o impacto de novas tecnologias nas organizações.

Com base no que foi exposto e alinhado com o problema de pesquisa dessa dissertação - que se propõe a compreender qual a contribuição da rastreabilidade para agregação de valor e confiabilidade na cadeia produtiva de alimentos - foi realizada uma pesquisa descritiva, quantitativa, por meio de *Survey* online para avaliar a contribuição de

novas tecnologias de rastreabilidade e agregação de valor na cadeia produtiva do açúcar. A coleta de dados ocorreu via questionário do *Google Forms*, composto por 33 questões estruturadas, com utilização de escala *Likert* de sete pontos de concordância iniciando em 1 (discordo totalmente) até 7 (concordo totalmente).

Quanto ao processo de amostragem, foi utilizada a abordagem não probabilística, que tem como base o julgamento pessoal do pesquisador ao invés da chance de seleção probabilística dos elementos da amostra. Além disso, foi utilizada a amostragem por conveniência onde a seleção da amostragem é delegada ao entrevistador para obtenção de elementos convenientes (Malhotra & Dash, 2010).

Apesar da opção pela seleção da amostragem por conveniência, é importante ressaltar que houve direcionamento da pesquisa para que as respostas das pesquisas fossem feitas por produtores de cana-de-açúcar, na figura de proprietários ou gestores agrícolas, responsáveis pela gestão e operação nas propriedades rurais. E para aumentar esse alcance foram feitas ativações a base de produtores de associações e organizações setoriais como Coplacana, Organização de Plantadores de Cana do Estado São Paulo [Orplana], Solidaridad, entre outros.

O questionário estruturado pode ser visto no “Anexo E” dessa dissertação. Porém, é possível descrever aqui a forma como o mesmo foi estruturado e as respectivas escalas utilizadas. Para avaliar os Incentivos para Rastreabilidade (INCEN) foi elaborada uma escala a partir de estudos de de Corallo et al (2020), de Sá et al. (2023), Campo, Silva e Spers (2021) e Campo e Vian (2023) como forma de avaliar os incentivos financeiros e não financeiros que podem incentivar a implementação da rastreabilidade.

Para avaliar aspectos de adoção de tecnologias (ADOT), utilizou-se uma escala adaptada de estudos de Venkatesh, Thong e Xu (2012), Corallo et al. (2020), Neves (2020), Fellows (2006), Massruhá et al. (2022), Embrapa (2018), Frachini et al (2018), Maraseni et al. (2021), Northrup et al. (2021), Gimenez (2015), Faleiro, (2007), Marques et al. (2019), Rosa e Paiva, (2009).

Ainda no escopo de ADOT, e como forma de avaliar o grau de maturidade tecnológica dos respondentes, foi utilizada uma adaptação da escala da Academia Alemã de Ciências e Engenharia [ACATECH], que mede o índice de maturidade de adoção tecnológica da indústria 4.0 (Becker et al., 2017). Vale mencionar que o modelo ACATECH apresenta seis estágios de maturidade baseados no nível de digitalização, tomada de decisão e implementação de tecnologias: 1) Informatização; 2) Conectividade; 3) Visibilidade; 4) Transparência; 5) Capacidade Preditiva; e 6) Adaptabilidade (Marinho, 2002).

Baseado em referências de Venkatesh et al. (2012) e Corallo et al. (2020), foi possível estabelecer uma escala para medir os benefícios gerenciais potenciais que podem derivar da utilização da rastreabilidade (BENEF). Já para avaliar aspectos de redução de assimetria (REDU), utilizou-se uma escala adaptada de Anastasiadis et al. (2022), Rezende e Farina (2001) e Schmidt e Wagner (2019) para medir as impressões sobre a troca, nivelamento e transparência a partir de informações de rastreabilidade.

Depois de um período de pré-teste, o questionário permaneceu aberto para coleta durante seis semanas, nos meses de dezembro de 2023 e janeiro de 2024, com retorno de 40 respondentes. Seguindo o modelo conceitual proposto, havia a intenção inicial de realizar a análise das respostas estatisticamente via técnica PLS de modelagem de equações estruturais baseada no método de regressão que maximiza a variância (Hair et al., 2009) e com aplicação do *Software SmartPLS* versão 3.3 (Ringle, Wende e Becker, 2015).

No entanto, em função da limitação do tamanho amostral obtido com os 40 respondentes e, mesmo que sua característica fosse não probabilística sem a finalidade de trazer resultados que projetem toda a população, foi necessário analisar as respostas por meio da estatística descritiva. Essa decisão leva em consideração as diretrizes utilizadas para a metodologia de equações estruturais que, em comparação a outras técnicas, demanda uma amostragem maior para que haja variabilidade suficiente para estimar os parâmetros do modelo (Hair et al., 2009).

Reinartz, Haenlein e Henseler (2009) afirmam que na modelagem de equações estruturais um tamanho mínimo é necessário para gerar resultados com precisão suficiente enquanto Hwang, Malhotra, Kim, Tomiuk e Hong (2010), indicam que a maioria dos trabalhos com modelagem de equações estruturais tem amostras com tamanhos entre 150 e 500.

Como define Morais (2005), a estatística descritiva pode ser considerada como um conjunto de técnicas analíticas usadas para resumir o conjunto dos dados obtidos numa determinada investigação sendo que, na interpretação dos dados, deve-se produzir um resumo verbal ou numérico ou utilizar métodos gráficos para descrever as suas principais características. Oliveira e Oliveira (2011), complementam afirmando que a estatística descritiva se resume ao estudo de uma amostra, sendo que o principal objetivo é a obtenção de características amostrais e a construção de representações gráficas para apresentação de informações em forma resumida.

Morais (2005) ainda afirma que as medidas de estatística descritiva são definidas por parâmetros quando se referem à população e por estatísticas quando se referem às amostras.

E, nesse aspecto, sinaliza que as medidas de localização estão entre as medidas descritivas mais utilizadas e, entre elas, destacam-se as medidas de tendência central como a média aritmética, mediana e moda.

Diante do que foi apresentado, para as análises realizadas optou-se pela estatística descritiva, com análise por estatística que se referem a amostra obtida no estudo, usando como medida descritiva de localização a média aritmética. Mais detalhes sobre as respostas e resultados serão descritos no item a seguir.

5.3. Resultados e Discussões

Os resultados desse estudo são apresentados e discutidos nas duas subseções a seguir. A primeira destaca o perfil da amostra dos respondentes da pesquisa. A segunda sintetiza os resultados, insights e reflexões obtidas a partir do cruzamento e segmentação dos produtores a partir da sua relação com o uso da rastreabilidade.

5.3.1. Perfil da amostra

A pesquisa obteve um retorno de 40 respondentes, sendo que destes 75% sabiam o que é ou já tinham ouvido falar sobre rastreabilidade na cadeia produtiva do açúcar, enquanto 25% não tinham conhecimento do tema e não foram considerados nas análises. Do total de respondentes que conhecem o conceito de rastreabilidade, 87% se identificam com o gênero masculino e 13% com o gênero feminino, sendo que a média de idade dos participantes foi de 45 anos, com uma de variação de idades entre 23 e 78 anos. Em relação a escolaridade, houve predominância de respondentes com perfil de Pós-graduação completa representando 63% da amostra, seguido de Ensino superior completo com 30%, cursando Pós-graduação com 3% e Ensino Médio completo com 3%. Quanto a renda média mensal, 3% afirmaram ter uma renda entre 2 e 4 salários-mínimos (R\$ 2.640,00 a R\$ 5.280,00), 13% se declaram com renda entre 4 e 10 salários-mínimos (R\$ 5.280,00 a R\$ 13.200,00), seguidos de 30% que declaram renda entre 10 e 20 salários-mínimos (R\$ 13.200,00 a R\$ 26.400,00), 33% que declaram renda acima de 20 salários-mínimos (acima de R\$ 26.400,00) e 20% que preferiram não declarar. Por fim, no que diz respeito a localização, houve concentração ao Estado de SP com 83% dos respondentes, mas também houve registro de participação de respondentes de outras

localidades da região Centro-Sul de produção de cana-de-açúcar como MG e MS, ambos com 7% dos respondentes, e GO com 3%.

5.3.2. Perfil do produtor e utilização de rastreabilidade

Da amostra de respondentes selecionada para as análises, 46,7% dos produtores afirmaram que já utilizam algum processo ou tecnologia de rastreabilidade em sua operação de cana-de-açúcar, enquanto 43,3% afirmaram que não utilizam e 10% afirmaram que pretendem utilizar.

A partir da classificação dos produtores em relação a escolaridade e renda cruzando com a classificação da utilização da rastreabilidade, entre produtores que já utilizam rastreabilidade, é possível inferir que o nível de renda e de escolaridade podem ser fatores que influenciam na utilização da rastreabilidade de suas operações. Nesse aspecto e em linha com Sá, Lemos e Jank (2023), produtores com mais recursos financeiros possivelmente tenham mais recursos para investimento nas tecnologias de rastreabilidade e, seguindo o racional de Corallo et al. (2020), com maior nível de instrução tenham melhor capacidade para assimilação e implementação de novos processos de gestão em suas propriedades.

Já em relação ao tamanho da propriedade, entre os produtores que utilizam rastreabilidade nota-se uma concentração de 16,7% entre aqueles que operam em grandes propriedades (de 2.000 ha a mais de 10.000 ha) o que também pode sugerir um reflexo do fator renda e porte do produtor na adoção de tecnologias relacionadas. No entanto, um dado que chama a atenção é o de 13,3% não operarem em área própria, o que pode evidenciar o argumento de Corallo et al. (2020) sobre a necessidade da aplicação da rastreabilidade pela necessidade de conformidade com regulamentações socioambientais da produção, nesse caso realizada na área rural de terceiros e com riscos potenciais a serem mitigados pela rastreabilidade. E aqui vale destacar que há uma diferença substancial do perfil da produção de cana em São Paulo (com produtores independentes/terceiros) e Goiás (produção verticalizada em área própria ou de terceiros).

Seguindo na análise, quando observada a parcela que não utiliza a rastreabilidade em suas operações, nota-se uma concentração de 36,7% de produtores que atuam em propriedades de pequeno e médio porte (de 10 ha até 2.000 ha). Isso pode reforçar a característica de que adotantes iniciais de tecnologias são aqueles que operam em grandes propriedades e possuem capacidade de escala para melhor relação do custo de adoção e implementação. No entanto, isso também se apresenta como uma oportunidade de mercado

para desenvolvedores de tecnologia ganharem escala e, por consequência, ofertarem suas soluções em melhor condição de preço para adoção por parte dos pequenos e médios produtores.

Na tabela a seguir é possível visualizar os dados e cruzamentos realizados para essas primeiras análises.

Tabela 7. Perfil do produtor e utilização de rastreabilidade

Perfil do produtor	Utiliza		Não Utiliza		Pretende Utilizar		Total de Produtores	
	%	N	%	N	%	N	%	N
Renda								
Entre 2 e 4 salários-mínimos (R\$2.640 – 5.280,00)	3,3%	1	0,0%	0	0,00%	0	3,3%	1
Entre 4 e 10 salários-mínimos (R\$5.280 - 13.200,00)	6,7%	2	10,0%	3	0,00%	0	16,7%	5
Entre 10 e 20 salários-mínimos (R\$13.200 - 26.400,00)	10,0%	3	13,3%	4	3,33%	1	26,7%	8
Acima de 20 salários-mínimos (acima de R\$26.400,00)	16,7%	5	16,7%	5	0,00%	0	33,3%	10
Prefiro não declarar	10,0%	3	3,3%	1	6,67%	2	20,0%	6
Total da amostra	46,7%	14	43,3%	13	10,00%	3	100,0%	30
Escolaridade	%	N	%	N	%	N	%	N
Ensino médio (completo)	0,0%	0	3,3%	1	0,0%	0	3,3%	1
Ensino superior (completo)	13,3%	4	13,3%	4	3,3%	1	30,0%	9
Pós-graduação (cursando)	0,0%	0	3,3%	1	0,0%	0	3,3%	1
Pós-graduação (completa)	33,3%	10	23,3%	7	6,7%	2	63,3%	19
Total da amostra	46,7%	14	43,3%	13	10,00%	3	100,0%	30
Tamanho da Propriedade	%	N	%	N	%	N	%	N
De 10 a 50 ha	3,3%	1	3,3%	1	0,0%	0	6,7%	2
De 50 a 100 ha	3,3%	1	3,3%	1	3,3%	1	10,0%	3
De 100 a 500 ha	10,0%	3	6,7%	2	3,3%	1	20,0%	6
De 500 a 2.000 ha	0,0%	0	23,3%	7	0,0%	0	23,3%	7
De 2.000 a 10.000 ha	10,0%	3	0,0%	0	3,3%	1	13,3%	4
Mais que 10.000 ha	6,7%	2	0,0%	0	0,0%	0	6,7%	2
Não opera em área própria	13,3%	4	6,7%	2	0,0%	0	20,0%	6
Total da amostra	46,7%	14	43,3%	13	10,0%	3	100,0%	30

Fonte: Elaborado pelo autor

Além da análise do produtor pelas suas características sociodemográficas e uso da rastreabilidade, foi possível avaliar o seu perfil em relação aos demais tipos de cultivos produzidos ou criação de animais em sua operação. Com dados apresentados na tabela 8, esse recorte é relevante pois 40% da amostra selecionada para o estudo conjuga a produção de

cana com outras culturas como a soja, milho e outros 26,67% realizam integração lavoura e pecuária; seja com a produção de cana e pecuária ou com cana, soja e pecuária.

Rastreabilidade não é exclusiva para a cana-de-açúcar e, pelo que se vê, há possibilidade para consolidação de tecnologias e plataformas que permitam rastrear o que é produzido na propriedade, independente da cultura ou do rebanho que esteja ali presente. Em consenso com o que indica Campo (2022), esses dados mostram um potencial para desenvolvedores de tecnologia atenderem a demanda de mercado de maneira consolidada, integrando tecnologias, mas considerando as particularidades do que é produzido nas fazendas.

Tabela 8. Produtores, cultivos e integração lavoura e pecuária

Produtores de cana e outras culturas		
	%	N
Cana-de-açúcar	33,33%	10
Cana-de-açúcar, Soja, Milho	10,00%	3
Cana-de-açúcar, Soja, outros	16,67%	5
Cana-de-açúcar, outros	13,33%	4
Produtores com integração lavoura e pecuária		
	%	N
Cana-de-açúcar, Soja e Pecuária	10,00%	3
Cana-de-açúcar e Pecuária	16,67%	5
Total	100%	30

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.3. Nível de maturidade, conhecimento e uso da rastreabilidade

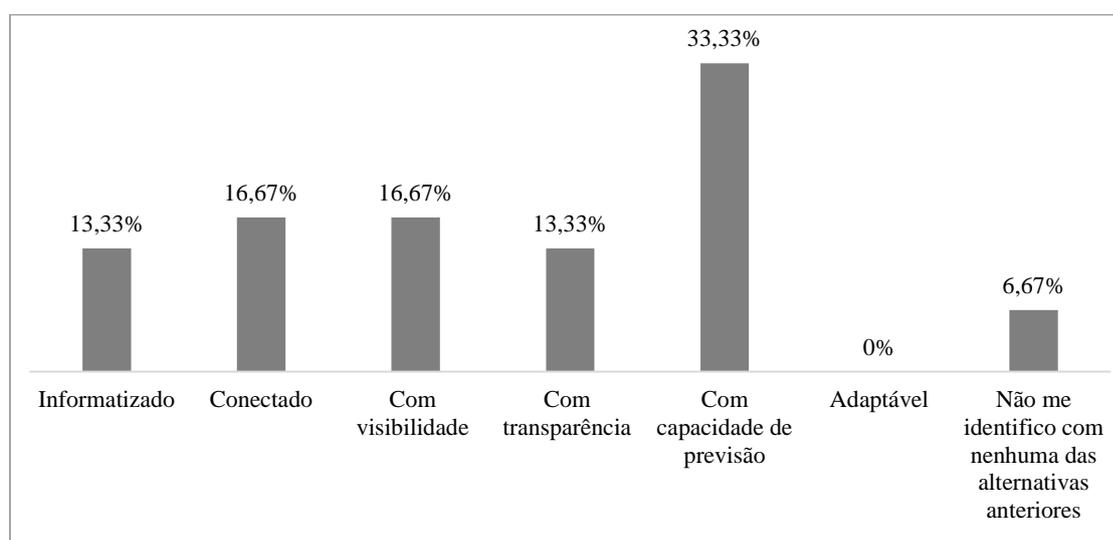
Para avaliar o grau de maturidade tecnológica dos respondentes, foi utilizada adaptação da escala ACATECH, que mede o índice de maturidade de adoção tecnológica da indústria 4.0 (Becker et al., 2017) e que faz classificação a partir seis estágios de maturidade e do nível de digitalização, tomada de decisão e implementação de tecnologias. Do menor para o maior nível de maturidade, os estágios se apresentam em: 1) Informatização; 2) Conectividade; 3) Visibilidade; 4) Transparência; 5) Capacidade Preditiva; e 6) Adaptabilidade.

Entre as respostas da amostra selecionada pelo o estudo, houve uma concentração de 33,33% para o nível “Com capacidade de previsão” que equivale ao estágio em que se utiliza dados para antecipar situações operacionais e tomar decisões, mas que ainda são feitas por

peças (Marinho, 2002). Os estágios “Conectado” e “Com visibilidade” apareceram na sequência, ambos com 16,67%, enquanto os estágios “Informatizado” e “Com transparência” obtiveram 13,33% respectivamente.

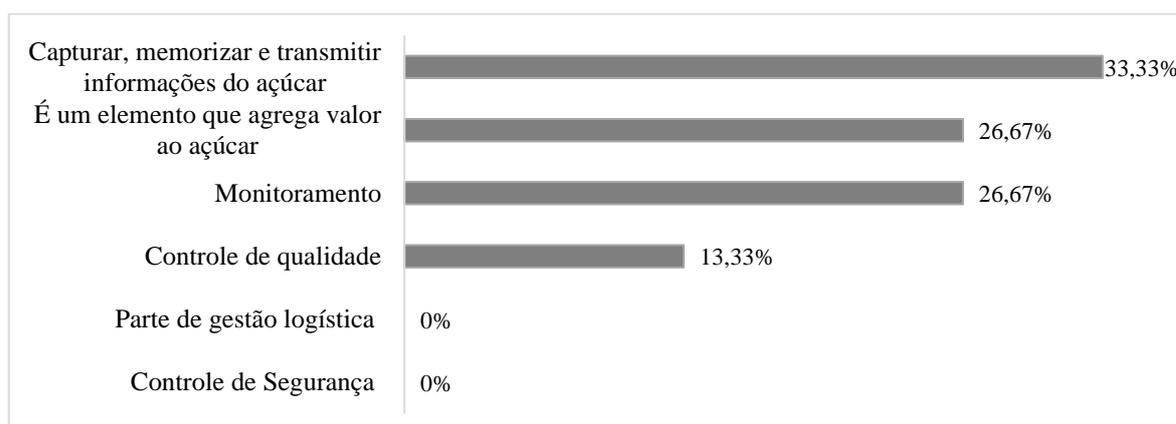
Nenhum produtor se identificou no nível mais alto da escala, “Adaptável”, e 6,67% responderam que não se identificam com nenhum dos estágios descritos, o que pode denotar um perfil de baixa maturidade tecnológica e gestão sem utilização e tomada de decisão a partir de ferramentas digitais. O gráfico a seguir sintetiza essa visão.

Figura 9. Nível de maturidade e uso de tecnologias na gestão do negócio



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

Ainda sob o viés de gestão e como forma de balizar o nível de conhecimento sobre o conceito de rastreabilidade por parte dos respondentes, com base em escala de Corallo et al. (2020), foi feita uma pergunta para identificar qual seria a melhor descrição de “Rastreabilidade” na cadeia de produção do açúcar. A opção “Capturar, memorizar e transmitir informações do açúcar” foi a que obteve o maior destaque com 33,33% das respostas; “É um elemento que agrega valor ao açúcar” e “Monitoramento” obtiveram 26,67% respectivamente e “Controle de Qualidade” teve 13,33% das respostas. As opções “Parte da gestão logística” e “Controle de segurança” não obtiveram nenhuma resposta, o que pode denotar uma maior percepção por parte dos produtores de cana de que o conceito de rastreabilidade está relacionado com geração de valor e não se resume mais apenas a aspectos operacionais, de movimentação logística, ou de processos de vistoria e controle de qualidade. O gráfico abaixo traz síntese desse resultado.

Figura 10. O conceito de “Rastreabilidade” na visão dos produtores

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

Quanto ao conhecimento das tecnologias e processos relacionados a rastreabilidade, na tabela 9, foi possível classificar as respostas a partir de quem já utiliza algum processo ou tecnologia de rastreabilidade em sua operação de cana-de-açúcar, quem não utiliza e quem pretende utilizar.

Tabela 9. Conhecimento sobre Processos e Tecnologias de Rastreabilidade

Processos e Tecnologias de Rastreabilidade	Conhecem e Rastreiam Cana		Conhecem e Não Rastreiam		Conhecem e Pretendem Rastrear	
	%	Citações	%	Citações	%	Citações
Caderno de campo ou caderno de campo digital	8,1%	10	13,3%	11	8,7%	2
Balanço de massa	5,6%	7	1,2%	1	8,7%	2
Sistemas de TI	8,9%	11	8,4%	7	8,7%	2
Código de barra	7,3%	9	8,4%	7	8,7%	2
Auditoria para obtenção de certificações	11,3%	14	9,6%	8	4,3%	1
QR Code	7,3%	9	7,2%	6	4,3%	1
IoT (Internet das coisas)	4,8%	6	6,0%	5	4,3%	1
Plataformas e aplicativos de celular	7,3%	9	7,2%	6	8,7%	2
Geotecnologias / Imagens de satélite	8,1%	10	8,4%	7	8,7%	2
Imageamento / Sensoriamento remoto	8,1%	10	6,0%	5	8,7%	2
Blockchain	5,6%	7	7,2%	6	4,3%	1
Tokenização (representação digital de ativo rural)	3,2%	4	2,4%	2	4,3%	1
Fingerprint (impressão digital de commodities)	3,2%	4	4,8%	4	4,3%	1
Metrificação de carbono	6,5%	8	3,6%	3	4,3%	1
Marcador molecular (plantas ou animais)	1,6%	2	3,6%	3	4,3%	1
Biometria digital para animais	3,2%	4	2,4%	2	4,3%	1
	100,0%	124	100,0%	83	100,0%	23

Fonte: Elaborado pelo autor

Dos 16 processos e tecnologias listados, usando a classificação de “antes, dentro e depois da porteira” (Araujo, 2007; Callado & Callado, 2008; Dias et al., 2022), é possível destacar os seguintes itens entre os mais conhecidos pelos produtores:

- Antes da porteira: Auditoria de certificação para conformidade, padronização de boas práticas de produção e obtenção de certificações;
- Dentro da porteira: Caderno de campo e caderno de campo digital (incluídos na mesma categoria pelo atributo que conferem, independente se no meio físico ou digital); Sistemas de TI; Plataformas e aplicativos de celular; Geotecnologias / Imagens de satélite; Imageamento / Sensoriamento remoto;
- Depois da porteira: Código de barra e QR Code.

Em contraponto, quando a análise foca para o que de fato já é utilizado nas propriedades, por produtores que já utilizam processos ou tecnologias de rastreabilidade em suas operações de cana-de-açúcar (14 produtores), é possível notar uma maior presença de outros elementos que não estavam entre os mais citados da pergunta anterior. Entre eles itens já consolidados na produção de cana, nas interações entre produtores e usinas/processadores e que passaram a fazer parte do *framework* da rastreabilidade, como o IoT (dentro da porteira) e o balanço de massa (depois da porteira), assim como expoentes de novas tecnologias como a metrificação de carbono e os marcadores moleculares (antes da porteira) e o Blockchain (depois da porteira). Na tabela a seguir é possível ver a síntese das respostas.

Tabela 10. Processos e Tecnologias de Rastreabilidade em uso na cana-de-açúcar

Processos e Tecnologias de Rastreabilidade em uso	Produtores de cana que já rastreiam	
	%	Citações
Auditoria para obtenção de certificações	71%	10
Plataformas e aplicativos de celular	71%	10
Caderno de campo ou caderno de campo digital	64%	9
Geotecnologias / Imagens de satélite	64%	9
Sistemas de TI	57%	8
Balanço de massa	36%	5
Imageamento / Sensoriamento remoto	36%	5
Código de barra	14%	2
IoT (Internet das coisas)	14%	2
Blockchain	14%	2
Metrificação de carbono	14%	2
QR Code	7%	1
Marcador molecular (plantas ou animais)	7%	1
Tokenização (representação digital de ativo rural)	0%	0
Fingerprint (impressão digital de commodities)	0%	0

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.4. Incentivos, adoção, benefícios e assimetria

No questionário do estudo foi utilizada a escala Likert de sete pontos de concordância - iniciando em 1 (discordo totalmente) até 7 (concordo totalmente) - para avaliar os recursos de incentivo para rastreabilidade (INCEN), adoção de tecnologias (ADOT), benefícios gerenciais obtidos com a rastreabilidade (BENEF) e redução de assimetria (REDU). Entretanto, como não foi possível analisar as respostas via técnica PLS de modelagem de equações estruturais por conta do tamanho da amostra obtida, optou-se pela análise via estatística descritiva a partir da média aritmética ponderada das respostas (Morais, 2005). A seguir, são apresentados alguns insights e reflexões do que foi observado.

No que diz respeito aos incentivos (INCEN), entre produtores que já utilizam algum processo ou tecnologia de rastreabilidade em sua operação de cana-de-açúcar, foi possível observar que há uma discordância sobre os incentivos públicos e privados serem suficientes para rastreabilidade e normatização de boas práticas. Algo que denota a relevância da maior participação de agentes públicos e privados para o estabelecimento de incentivos para adoção e implementação na cadeia produtiva do açúcar e de outras culturas, ainda mais pela

possibilidade dos produtores de cana também estarem envolvidos no cultivo de milho, soja e pecuária.

Produtores que já rastreiam, também sinalizaram um maior nível de concordância quanto a necessidade de investimento elevado para implementação da rastreabilidade. No entanto, quando expostos a aspectos de adoção de tecnologias (ADOT) os mesmos produtores concordam com a afirmação de que possuem os recursos financeiros necessários para adoção de rastreabilidade em suas operações, além de concordarem que as tecnologias de rastreabilidade são compatíveis com outras tecnologias que utilizam.

Com base no perfil da amostra - que apresentou concentração de produtores que rastreiam cana entre os que possuem maior nível de renda, instrução e propriedade – é possível inferir que produtores de maior porte e mais capitalizados conseguem adotar e investir em rastreabilidade mesmo sem incentivos financeiros por parte de agentes da cadeia. Da mesma forma, seria possível inferir que tecnologias de rastreabilidade seriam compatíveis com outras tecnologias já utilizadas em suas propriedades pelo fato de já terem um nível de maturidade e gestão tecnológica mais elevados.

Em contraponto, há uma base de produtores que não rastreiam e produtores que pretendem rastrear sinalizando concordância relevante quanto a incentivos de rastreabilidade (INCEN), o que pode indicar uma disposição a utilizar a rastreabilidade mediante assistência técnica e orientação, acesso a crédito ou a linha de investimento vinculada a rastreabilidade e, reforçando o argumento de Sá, Lemos e Jank (2023), se pudessem obter remuneração pelos dados de rastreabilidade gerados em suas produções.

Esse cenário, poderia ser melhor explorado no âmbito de mercado como uma oportunidade para desenvolvedores de tecnologia, startups, processadores e cooperativas criarem mecanismos para incentivo e adoção de tecnologias de rastreabilidade por meio de modelos de negócio baseado em suporte técnico, acesso a crédito e remuneração para os dados gerados. Na tabela a seguir é possível visualizar a síntese das respostas avaliadas.

Tabela 11. Incentivos & Adoção

Incentivos para Rastreabilidade (INCEN)	Produtores que não rastreiam / Produtores que pretendem rastrear
Questão	Likert / Média Ponderada
Eu utilizaria tecnologias de rastreabilidade se obtivesse a assistência técnica e orientação para a minha educação sobre o tema	5,44
Eu utilizaria tecnologias de rastreabilidade se obtivesse acesso a crédito ou a linha de investimento vinculada a rastreabilidade	5,75
Eu utilizaria tecnologias de rastreabilidade para obter remuneração pelos dados gerados em minha produção	6,19
Incentivos para Rastreabilidade (INCEN)	Produtores que rastreiam
Questão	Likert / Média Ponderada
Há incentivos públicos e privados suficientes para rastreabilidade e normatização de boas práticas	3,14
É necessário um investimento financeiro elevado para implementação de sistemas de rastreabilidade	5,14
Adoção de tecnologias (ADOT)	Produtores que rastreiam
Questão	Likert / Média Ponderada
As tecnologias de rastreabilidade são compatíveis com outras tecnologias que utilizo	5,43
Possuo os recursos financeiros necessários para adoção de rastreabilidade em minha operação	5,14

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação aos potenciais benefícios gerenciais obtidos com rastreabilidade (BENEF), num recorte considerando apenas produtores que não rastreiam e produtores que pretendem rastrear, observa-se uma concordância quanto a atributos de gestão que poderiam ser obtidos com a rastreabilidade assim como uma expectativa de melhor preço pago por aquilo que produzem. Essa percepção segue o mesmo racional exposto por Corallo et al. (2020) e abre uma oportunidade para processadores, agroindústrias e cooperativas com demanda de rastreio de commodities utilizadas em produção de alimentos, como o açúcar, de expandir a sua rede de fornecedores com rastreabilidade atribuindo prêmio a cana-de-açúcar rastreada. Além de garantir a conformidade socioambiental da matéria-prima originada pelos produtores, isso poderia favorecer a continuidade do suprimento e melhorar a distribuição de recursos financeiros entre os agentes da cadeia produtiva rastreada, com pagamento de prêmio para produtores que passassem a fazer parte da cadeia rastreada. A tabela abaixo apresenta os dados que baseiam essa análise.

Tabela 12. Benefícios Gerenciais

Benefícios Gerenciais (BENEF)	Produtores que não rastreiam / Produtores que pretendem rastrear
Questão	<i>Likert / Média Ponderada</i>
Utilizar rastreabilidade me ajudaria a realizar atividades de gestão de forma mais eficiente	5,31
Utilizar rastreabilidade me ajudaria na conformidade com regulamentações socioambientais	5,38
Rastreabilidade possibilitaria melhor preço pago ao produtor	5,38
Rastreabilidade possibilitaria mais qualidade para o produto final	6,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, como resultado potencial da adoção de processos ou tecnologias de rastreabilidade e, por consequência, melhor gestão do negócio pelos benefícios gerados, produtores de cana que rastreiam a sua produção podem, ainda, se beneficiar pela condição da redução de assimetria (REDU) nas relações com os demais agentes da cadeia (Rezende & Farina, 2001; Campo & Vian, 2023; Schmidt & Wagner 2019). Entre os produtores que já rastreiam sua produção de cana, há elevada concordância de que rastreabilidade possibilita transparência e nivelamento de informações entre os agentes da cadeia de produção do açúcar, reduz as incertezas das transações, melhora o fluxo de informações na cadeia produtiva e, em linha com Anastasiadis et al. (2022), melhora a imagem do setor produtivo junto ao público de consumidores finais.

Por esse prisma e reforçando o argumento de Schmidt & Wagner (2019), nota-se a oportunidade da utilização de novas tecnologias de rastreabilidade para redução da assimetria e oportunismo, o que poderia resultar na redução de custos de transação em toda a cadeia. Apesar de ser um tema mais conceitual em sua essência e, talvez, ainda pouco discutido nos fóruns de produtores, a redução da assimetria por meio da rastreabilidade poderia se apresentar como algo que agrega valor na cadeia pela equalização do fluxo de informações, redução de incertezas nas transações e redução de custos transacionais entre os agentes. A tabela abaixo sintetiza os dados usados para essa análise.

Tabela 13. Redução de Assimetria

Redução de Assimetria (REDU)	Produtores que rastreiam
Questão	<i>Likert / Média Ponderada</i>
Rastreabilidade possibilita a troca transparente de informações entre os agentes da cadeia produtiva do açúcar	6,50
Rastreabilidade contribui no nivelamento de informações entre os agentes da cadeia de produção de açúcar	6,00
Tecnologias de rastreabilidade reduzem as incertezas das transações e melhoram o fluxo de informações na cadeia produtiva do açúcar	6,29
As informações de rastreabilidade melhoram a imagem da produção rural na percepção do consumidor final	6,36

Fonte: Elaborado pelo autor

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como elemento complementar aos estudos que compõem essa dissertação - mapeamento das tecnologias de rastreabilidade; pesquisa de avaliação da rastreabilidade e inovações na percepção de consumidores de alimentos; e análise do discurso de agentes da cadeia produtiva de alimentos quanto a desafios e benefícios da rastreabilidade - foi realizada pesquisa com produtores rurais com direcionamento para qual seria a contribuição das novas tecnologias para a rastreabilidade do açúcar.

Apesar da limitação da amostra obtida que, por consequência, não permitiu a validação do modelo de pesquisa e hipóteses propostas, foi possível realizar análise dos resultados obtidos e confirmar algumas premissas em resposta ao problema de pesquisa proposto na dissertação para avaliar a contribuição da rastreabilidade para agregação de valor na cadeia de alimentos.

Pela visão gerencial, foi possível inferir que o nível de renda e de escolaridade podem ser fatores que influenciam na utilização da rastreabilidade nas operações agrícolas. Produtores com mais recursos financeiros teriam mais autonomia para investimento nas tecnologias de rastreabilidade e, com maior nível de instrução, teriam melhor capacidade para assimilação e implementação de novos processos de gestão em suas propriedades.

A maioria dos produtores de cana ouvidos pela pesquisa conseguem associar rastreabilidade a “capturar, memorizar e transmitir informações do açúcar”, algo que denota geração de valor numa acepção mais ampla do conceito do que apenas a aspectos logísticos ou de processos de controle de qualidade. Entre aqueles que utilizam rastreabilidade, observa-se uma concentração de produtores que operam em grandes propriedades e produtores que não operaram em área própria, o que pode evidenciar uma necessidade de rastreio pelo requisito de conformidade a regulamentações socioambientais para a produção realizada na área de terceiros.

Já entre os produtores que não utilizam rastreabilidade, nota-se uma concentração dos que atuam em propriedades de pequeno e médio porte, o que poderia acentuar ainda mais a característica de que adotantes iniciais de tecnologias são aqueles que operam em grandes propriedades e possuem maior capacidade de adoção. Contudo, isso também se apresenta como uma oportunidade de mercado para tração, geração de escala e melhor condição de custo a partir da oferta de desenvolvedores de tecnologia para um público de produtores ainda não atendido.

Outra oportunidade identificada foi em relação as demais culturas agrícolas ou rebanhos presentes nas áreas em que há produção de cana, o que permitiria uma oferta de solução integrada de tecnologias de rastreabilidade, mas considerando a particularidade do que é produzido em áreas com integração de outras culturas ou de integração lavoura e pecuária.

A pesquisa trouxe contribuição adicional com a análise do grau de maturidade tecnológica dos respondentes e avaliação do conhecimento quanto as tecnologias e processos relacionados a rastreabilidade, atendendo, assim, aos objetivos da dissertação de identificar quais tecnologias já são utilizadas para a rastreabilidade e identificar quais novas tecnologias estão sendo desenvolvidas/aplicadas no setor.

A maioria dos produtores da amostra se identifica num grau de maturidade tecnológica “com capacidade de previsão”, em estágio de utilização de dados para antecipar situações operacionais e tomada de decisões (ACATECH). Porém, entre os respondentes houve produtores que não se identificaram com nenhum dos estágios descritos, o que pode representar um perfil de baixa maturidade tecnológica sem gestão com ferramentas digitais.

Entre os processos e tecnologias mapeadas para o estudo, há conhecimento por parte dos produtores para itens de “antes, dentro e depois da porteira”. Mas, para produtores que de fato já rastreiam a sua produção, esse conhecimento se converte na utilização de itens como auditoria para obtenção de certificações, sistemas de TI, caderno de campo digital, plataformas e aplicativos de celular, geotecnologias, além de expoentes de tecnologias incipientes como a metrificação de carbono, marcadores moleculares e o blockchain.

Do ponto vista acadêmico, apesar da limitação amostral, foi possível fazer uma correlação com as hipóteses do modelo conceitual da pesquisa para incentivos e adoção de tecnologias, benefícios gerenciais e redução de assimetria gerados pelo uso da rastreabilidade.

Foi possível inferir que produtores de maior porte e mais capitalizados conseguem adotar e investir em rastreabilidade mesmo sem incentivos por parte de agentes da cadeia, sejam públicos ou privados. Da mesma forma, foi possível supor que tecnologias de rastreabilidade seriam compatíveis com outras tecnologias já utilizadas em suas propriedades pelo fato de já terem um nível de maturidade e gestão tecnológica mais elevados. Por outro lado, observa-se uma base de produtores que não rastreiam e produtores que pretendem rastrear que poderiam potencialmente utilizar a rastreabilidade mediante assistência técnica, acesso a crédito vinculado a rastreabilidade ou se pudessem obter remuneração pelos dados gerados em suas produções.

No que diz respeito aos benefícios gerenciais obtidos com rastreabilidade, entre produtores que não rastreiam e produtores que pretendem rastrear, há consenso de que potenciais atributos para melhor gestão poderiam ser obtidos com a rastreabilidade, assim como uma expectativa de melhor preço pago por aquilo que produzem; algo que poderia se configurar em oportunidade de modelo de negócio entre produtores, usinas e processadores para ampliação do rastreamento na cadeia com atribuição de prêmio a cana-de-açúcar rastreada.

Por fim, entre os produtores que já rastreiam sua produção de cana, houve elevada concordância de que rastreabilidade possibilita transparência e nivelamento de informações entre os agentes, com redução de incertezas das transações e melhoria do fluxo na cadeia produtiva do açúcar. Dessa forma, fica evidente a oportunidade da utilização de novas tecnologias de rastreabilidade para agregação de valor com redução da assimetria e oportunismo, resultando na redução de custos de transação em toda a cadeia. Algo que, inclusive, poderia ser extrapolado para os demais setores de produção de commodities destinadas a produção agroindustrial de alimentos.

Uma consideração importante também diz respeito ao fato desta dissertação ter focado esforços em tecnologias para rastreabilidade, passando também por aspectos da percepção de consumidores e agentes da cadeia produtiva quanto a alimentos rastreados, sem necessariamente abordar o tema de certificações e de como esse recurso atribui valor, confiança e complementa os esforços de rastreabilidade.

E nesse horizonte, surge espaço para a recomendação de realização de pesquisas futuras com ampliação do foco de investigação da rastreabilidade com ênfase nas certificações, abordagem a produtores de diferentes setores agrícolas e inclusão de outros agentes da cadeia de produção de alimentos como cooperativas, agroindústrias, processadores e varejistas.

REFERÊNCIAS

- Ahluwalia, S., Mahto, R. V., & Guerrero, M. (2020). *Blockchain technology and startup financing: A transaction cost economics perspective*. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119854.
- Ahmed, W. A., & MacCarthy, B. L. (2023). *Blockchain-enabled supply chain traceability—How wide? How deep?*. *International Journal of Production Economics*, 263, 108963.
- Akerlof, G. A. (1970). *The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism*. In *Uncertainty in economics* (pp. 235-251). Academic Press.
- Andrade, J. C. D., Deliza, R., Yamada, E. A., Galvão, M. T. E. L., Frewer, L. J., & Beraquet, N. J. (2013). *Percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, sua segurança e rastreabilidade*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(3), 184-191.
- Anastasiadis, F., Manikas, I., Apostolidou, I., & Wahbeh, S. (2022). *The role of traceability in end-to-end circular agri-food supply chains*. *Industrial Marketing Management*, 104, 196-211.
- Alyrio, R. D. (2009). *Métodos e técnicas de pesquisa em administração*. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 58-60.
- Araújo, M. J. (2000). *Fundamentos de agronegócios*. Editora Atlas SA.
- Banterle, A., & Stranieri, S. (2008). *The consequences of voluntary traceability system for supply chain relationships*. An application of transaction cost economics. *Food Policy*, 33(6), 560-569.
- Barcellos, J. O. J., Abicht, A. D. M., Brandão, F. S., Canozzi, M. E. A., & Collares, F. C. (2012). *Consumer perception of Brazilian traced beef*. *Revista Brasileira de Zootecnia*.

- Barney, J.B., & Hesterly, W. (1998). *Economia das Organizações: entendendo a relação entre as organizações e a análise econômica*. In: Clegg, S. R.; Hardy, C.; Nord, W. R. Handbook de Estudos Organizacionais: modelos de análises e novas questões em estudos organizacionais. Vol. III. São Paulo: Atlas.
- Becker, T., Blocher, A., Bücker, I., Drewel, M., Faath, A., Harland, T., ... & Zeller, V. (2017). *Industrie 4.0 Maturity Index* [eng.]: Managing the Digital Transformation of Companies. Herbert Utz Verlag.
- Bonsucro. (2023). *About Bonsucro*. Recuperado de: <https://bonsucro.com/what-is-bonsucro/>
- Burnier, P. C., de Sousa Guerra, D., & Spers, E. E. (2020). *Measuring consumer perceptions over beef good practices and sustainable production process*. British Food Journal.
- Campo, R. B. B.; Silva, H.M.R.; Spers, E.E (2021). Fatores que influenciam a percepção e a disposição a pagar por alimentos rastreados. In: CLAV 2021 – Congresso Latino-Americano de Varejo e Consumo, 2021, On-line. Anais do CLAV 2021. São Paulo: FGV EAESP, 2021, v.14. p.1-15
- Campo, R. B. B. (2022). *Startups, unicórnios e a lenda da plataforma perfeita*. Vozes do Agro. Globo Rural. Recuperado de: <https://globorural.globo.com/Noticias/Opiniao/Vozes-do-Agro/noticia/2022/04/startups-unicornios-e-lenda-da-plataforma-perfeita.html>
- Campo, R. B. B.; Vian, C. E. F. (2023) *Rastreabilidade de alimentos: análise de discurso e agregação de valor na visão dos agentes produtivos*. In: Anais do 61º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). Anais. Piracicaba(SP) ESALQ/USP. Recuperado de: <https://www.even3.com.br/anais/sober2023/623717-rastreabilidade-de-alimentos--analise-de-discurso-e-agregacao-de-valor-na-visao-dos-agentes-produtivos>.
- Callado, A. A. C., & Callado, A. L. C. (2008). *Sistemas agroindustriais*. In: Callado, A. A. C. *Agronegócio*. 2. ed. Atlas, São Paulo, pp. 01-19.

- Cicia, G., & Colantuoni, F. (2010). *WTP for traceable meat attributes: A Meta-analysis* (No. 1018-2016-81675, pp. 678-690).
- Chrysochou, P., Chrysochoidis, G., & Kehagia, O. (2009). *Traceability information carriers. The technology backgrounds and consumers' perceptions of the technological solutions*. *Appetite*, 53(3), 322-331.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2023). *CNA Agri Trace: Rastreabilidade Vegetal*. Recuperado de <https://www.cnabrasil.org.br/agritrace-vegetal/>
- Cortina, J. M. (1993). *What is coefficient alpha? An examination of theory and applications*. *Journal of applied psychology*, 78(1), 98.
- Corallo, A., Latino, M. E., Menegoli, M., & Striani, F. (2020). *The awareness assessment of the Italian agri-food industry regarding food traceability systems*. *Trends in Food Science & Technology*, 101, 28-37.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo e misto*. Tradução: Dirceu da Silva e Magda França Lopes. 3 ed. Porto Alegre. Artmed
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 4ed. Los Angeles: Sage.
- Cruz, A. C., Coelho, M. G. P., & Torres, D. A. R. (2020). *Dinamismo e competitividade do Brasil nos mercados doméstico e internacional de açúcar*. *Revista de Política Agrícola*, 29(2), 119.
- Coase, R. H. (1937). *The nature of the firm*. *Economica*, v. 4, n. 16, p. 386-405.
- Cronbach, L. J. (1951). *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Centro de Tecnologia Canavieira (2022). *Relatório de Sustentabilidade, Safras 2020/2021 e 2021/2022*. Recuperado de: https://ctc.com.br/wp-content/uploads/2023/04/CTC_RS2021_2022_D9_1.pdf

de Franco Petrônio, L. C., Marjotta-Maistro, M. C., Montebello, A. E. S., & Rodrigues, L. (2022). *O agronegócio de açúcar orgânico no Brasil: principais regiões produtoras e inserção no mercado internacional*. Iheringia, Série Botânica., 77.

de Queiroz, A. M., de Oliveira, L. F., Carvalho, C. R. R., de Jesus, C. B., Meyrelles Filho, S. F., Vieira, E. R., & de Queiroz, S. F. (2022). *Os sistemas agroindustriais e a expansão do setor sucroenergético brasileiro e goiano*.

de Sá, C. D., Lemos, F. K., Jank, M. S. (2023). *Sistema de Rastreabilidade e monitoramento completo na pecuária de corte brasileira*. Insper Agro Global.

Delai, J. M. (2019). Factores clave en la intención de emprender de los estudiantes universitarios: el papel moderador del entorno (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).

Dias, C. N.; Jardim, F.; Sakuda, L. O. (2019). *Radar AgTech Brasil 2019: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro*. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brasília e São Paulo, 2019. Recuperado de: www.radaragtech.com.br

Dias, C., Gonçalves, M., Sakuda, I., de Souza, S. S., Jardim, F., Cleidson, N. D, S. I. N., ... & Francisco, I. J. (2022). *Radar Agtech Brasil 2020/2021: map of the Brazilian startups of the agricultural sector*.

Ecotrace. (2021). *Sobre a Ecotrace*. Recuperado de <https://ecotrace.info/sobre/>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. Brasília: Embrapa.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2022). *Brasil terá o primeiro açúcar mascavo rastreado com tecnologia blockchain*. Recuperado de: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/71508414/brasil-tera-o-primeiro-acucar-mascavo-rastreado-com-tecnologia-blockchain>

- Exame. (2022). *Biorrefinaria Uisa usa blockchain para rastrear seus bioprodutos*. Portal Exame. Recuperado de: <https://exame.com/bussola/biorrefinaria-uisa-usa-blockchain-para-rastrear-seus-bioprodutos/>
- Fairclough, N. (1992). *Discourse and Social Change*. Cambridge: Polity Press.
- Fellows, P. J. (2006). *Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática*. Tradução Florência Cladera Oliveira et al. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 251-259.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). *Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error*. Journal of marketing research, 18(1), 39-50.
- Franchini, J. C., Balbinot Junior, A. A., Jorge, L. D. C., Debiassi, H., Dias, W. P., Godoy, C. V., ... & de Oliveira, M. C. N. (2018). Uso de imagens aéreas obtidas com drones em sistemas de produção de soja.
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018). *Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis*. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 107, 222-232.
- Gaskell, G. (2002). *Entrevistas Individuais e Grupais*. In: Bauer, M. W.; Gaskell, G. Pesquisa Qualitativa, com Texto, Imagem e Som: um manual prático. Editora Vozes. Capítulo 3, p. 64-89.
- Gephart, R.P. Jr. (2004) *From the authors: qualitative research and the Academy of Management Journal*. Academy of Management Journal, v. 47, n. 4, p. 454-462.
- Ghazalian, P. L., & Furtan, W. H. (2007). *The effect of innovation on agricultural and agri-food exports in OECD countries*. Journal of Agricultural and Resource Economics, 448-461.
- Gil, A. C. (2002) *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.

- Gill, R. (2002). *Análise de Discurso*. In: Bauer, M. W.; Gaskell, G. Pesquisa Qualitativa, com Texto, Imagem e Som: um manual prático. Editora Vozes. Capítulo 10, p. 244-270.
- Gimenez, C. M. (2015). *Identificação biométrica de bovinos utilizando imagens do espelho nasal*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Giraud, G., & Halawany, R. (2006). *Consumers' perception of food traceability in Europe* (No. 736-2016-50823).
- GLOBALG.A.P. (2023). *Certification*. Recuperado de https://www.globalgap.org/uk_en/what-we-do/globalg.a.p.-certification/
- Grunert, K. G. (2005). *Food quality and safety: consumer perception and demand*. European review of agricultural economics, 32(3), 369-391.
- GS1. (2023). *QR Code e Código de Barras: quais suas diferenças e quando usá-los?* Recuperado de <https://blog.gs1br.org/qr-code-e-codigo-de-barras/>
- Grupo de Trabalho da Pecuária Sustentável (2021). *Monitoramento e Rastreabilidade conceitos complementares com propósitos distintos*. Recuperado de <https://gtps.org.br/noticias/monitoramento-e-rastreabilidade-conceitos-complementares-com-propositos-distintos/>.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman editora.
- Hobbs, J. E. (2003). *Consumer demand for traceability* (No. 943-2016-74671).
- Homburg, C., Koschate, N., & Hoyer, W. D. (2005). *Do satisfied customers really pay more? A study of the relationship between customer satisfaction and willingness to pay*. Journal of marketing, 69(2), 84-96.

- Hwang, H., Malhotra, N. K., Kim, Y., Tomiuk, M. A., & Hong, S. (2010). *A comparative study on parameter recovery of three approaches to structural equation modeling*. *Journal of Marketing research*, 47(4), 699-712.
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial (2023). *Pesquisa em Propriedade Industrial*. Recuperado de: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/>
- Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. (2018). *Onde estão as grandes oportunidades do Agro? Uma visão de dentro da porteira*. Cuiabá: Imea.
- Islam, S., & Cullen, J. M. (2021). *Food traceability: A generic theoretical framework*. *Food Control*, 123, 107848.
- Jin, S., Zhang, Y., & Xu, Y. (2017). *Amount of information and the willingness of consumers to pay for food traceability in China*. *Food Control*, 77, 163-170.
- Johansson, J. K. (1989). *Determinants and Effects of the Use of "Made in "Labels*. *International Marketing Review*.
- Júnior, A. O. S. (2003). *Os regimes alimentares da humanidade e suas transformações: origens e desenvolvimento do mercado de açúcar*. In *Anais do V Congresso Brasileiro de História Econômica e 6ª Conferência Internacional de História de Empresas [Proceedings of the 5th Brazilian Congress of Economic History and the 6th International Conference on Business History]* (No. 016). ABPHE-Associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica (Brazilian Economic History Society).
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. D. A. M. D. (2001). *Do trabalho científico*. São Paulo: Atlas.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. D. A. (2010). *Fundamentos da metodologia científica*. In *Fundamentos da metodologia científica*. São Paulo: Atlas
- Latino, M. E., Menegoli, M., Lazoi, M., & Corallo, A. (2022). *Voluntary traceability in food supply chain: a framework leading its implementation in Agriculture 4.0*. *Technological Forecasting and Social Change*, 178, 121564.

- Liu, R., Gao, Z., Nayga Jr, R. M., Snell, H. A., & Ma, H. (2019). *Consumers' valuation for food traceability in China: Does trust matter?*. Food Policy, 88, 101768.
- Machado, R. T. M. (2000). *Rastreabilidade, tecnologia da informação e coordenação de sistemas agroindustriais* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Machado, S. S. (2016). *Tecnologia da fabricação do açúcar*.
- Machado, R. L. P., de Souza Dutra, A., Pinto, M. S. V. (2015). *Boas práticas de fabricação (BPF)*. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos.
- Manning, K. C., Bearden, W. O., & Madden, T. J. (1995). *Consumer innovativeness and the adoption process*. Journal of consumer psychology, 4(4), 329-345.
- Malhotra, N. K., & Dash, S. J. M. R. (2010). *An applied orientation*. Marketing Research, 2.
- Maraseni, T., An-Vo, D. A., Mushtaq, S., & Reardon-Smith, K. (2021). *Carbon smart agriculture: An integrated regional approach offers significant potential to increase profit and resource use efficiency, and reduce emissions*. Journal of Cleaner Production, 282, 124555.
- Marinho, C. A. (2020). *Modelo de avaliação do nível de maturidade das tecnologias da indústria 4.0 aplicado ao setor sucroenergético*.
- Marques, A. C., Dias, A., Cardoso, H., Velada, I., Carvalho, T., Nobre, T., & Cabrita, M. J. (2019). *Uso de marcadores moleculares aplicados à rastreabilidade dos Azeites*.
- Massruhá, S. M. F. S., Leite, M. D. A., Oliveira, S. D. M., Meira, C. A. A., Luchiari Junior, A., & Bolfe, E. L. (2020). *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*.
- Mehannaoui, R., Mouss, K. N., & Aksa, K. (2023). *IoT-based food traceability system: Architecture, technologies, applications, and future trends*. Food Control, 145, 109409.

- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). *Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros*. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2022a). *Boas práticas agrícolas para a produção de alimentos seguros: Café, Feijão, Tomate, Morango e Hortaliças Folhosas*. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Sustentável e Irrigação. – Brasília: Mapa/SDI, 2022.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2022b). *O que são Boas Práticas Agrícolas?* Recuperado de: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/sustentabilidade/boas-praticas-agricolas/o-que-sao-bpa>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2022c). *Programa BPA Brasil*. Recuperado de: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/boas-praticasagricolas/programa-bpa-brasil>
- Moe, T. (1998). *Perspectives on traceability in food manufacture*. Trends in Food Science & Technology, 9(5), 211-214.
- Morais, C. (2005). *Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística*.
- Nagle, F., Seamans, R., & Tadelis, S. (2020). *Transaction cost economics in the digital economy: A research agenda*. Harvard Business School Strategy Unit Working Paper, (21-009).
- Nascimento Neto, F. D., Neto, F. D. N. (2006). *Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar*. Programa de Agroindustrialização da Agricultura Familiar. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica.
- Nespresso. (2021). *Teaming up on certification: the secret to sustainable quality*. Recuperado de https://www.nespresso.com/ch/en/our-choices/sustainable-coffee-quality/the-secret-to-sustainable-and-quality-coffee?utm_id=6a26af9d-9d10-4647-92cb-8895503c3228.

Neves, M. F. (2012). *Doutor Agro*. São Paulo: Editora Gente

Neves, F. F. B. (2020) *Caderno de campo: anotações diárias do empreendedor rural*.

North, D. C. (1993). *The new institutional economics and development*. Economic History, 9309002, 1-8.

North, D. C. (1995) *The new institutional economics and third world development*. In: *The new institutional economics and third world development*. Routledge, London and New York.

Northrup, D. L., Basso, B., Wang, M. Q., Morgan, C. L., & Benfey, P. N. (2021). *Novel technologies for emission reduction complement conservation agriculture to achieve negative emissions from row-crop production*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(28), e2022666118.

Oliveira, A., & Oliveira, T. A. (2011). *Elementos de estatística descritiva*.

Oliveira, P. (2017). *BRF e Carrefour se unem à IBM para rastreabilidade alimentos*. Mundo do Marketing. Recuperado de <https://www.mundodomarketing.com.br/ultimasnoticias/37634/brf-e-carrefour-se-unem-a-ibm-para-rastreabilidade-alimentos.html>.

Oliveira, A. D. M., Galli, L. D. L., Louzada, R., Figueira, S., & Moraes, A. D. (2017). *Competitividade Internacional da Exportações de Açúcar no Período de 1991-2014*. FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão.

Olsen, P., & Borit, M. (2013). *How to define traceability*. Trends in food science & technology, 29(2), 142-150.

Opara, L. U. (2003). *Traceability in agriculture and food supply chain: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects*.

- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. (2021). *Principles for traceability/product tracing as a tool within a food inspection and certification system*. Codex Alimentarius. Recuperado de <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>
- Oritain (2023). Oritain Science Explained. Recuperado de <https://oritain.com/our-science/oritain-science-explained/>
- Orlandi, E. P. (2005). *Discurso e Texto: formulação e circulação dos sentidos*. Editora Pontes.
- PariPassu. (2021). *Rastreado Paripassu*. Recuperado de <https://www.paripassu.com.br/rastreabilidade-e-recall>.
- Patentscope (2023). *World Intellectual Property Organization: Patent Scope Simple Search*. Recuperado de: <https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>
- Pêcheux, M. O (2006). *Discurso: estrutura ou acontecimento*. Editora Pontes.
- Qian, J., Ruiz-Garcia, L., Fan, B., Villalba, J. I. R., McCarthy, U., Zhang, B., ... & Wu, W. (2020). *Food traceability system from governmental, corporate, and consumer perspectives in the European Union and China: A comparative review*. Trends in Food Science & Technology, 99, 402-412
- RAMA (2012). *Programa de Rastreabilidade e Monitoramento de Alimentos*. Recuperado de <https://www.abras.com.br/rama/rama/>.
- Rainforest Alliance. (2021). *Who we are*. Recuperado de <https://www.rainforest-alliance.org>
- Região do Cerrado Mineiro (2021). *Denominação de Origem*. Recuperado de <https://www.cerradomineiro.org/index.php?pg=denominacaodeorigem#group5>.

- Reinartz, W., Haenlein, M., & Henseler, J. (2009). *An empirical comparison of the efficacy of covariance-based and variance-based SEM*. *International Journal of research in Marketing*, 26(4), 332-344.
- Rezende, C. L., & Farina, E. M. M. Q. (2001). *Assimetria informacional no mercado de alimentos orgânicos*. *Seminário Brasileiro da Nova Economia Institucional*, 2, 1-15.
- Rindfleisch, A. (2020). *Transaction cost theory: past, present and future*. *AMS Review*, v. 10, n. 1, p. 85-97.
- Ringle, C. M., Wende, S., & Becker, J. M. (2015). *SmartPLS 3* [computer software]. SmartPLS GmbH
- Ringle, C., da Silva, D., & Bido, D. (2015). *Structural equation modeling with the SmartPLS*.
- Bido, D., da Silva, D., & Ringle, C. (2014). *Structural Equation Modeling with the Smartpls*. *Brazilian Journal Of Marketing*, 13(2).
- Rodrigues, L. S., Capanema, L. X. D. L., Guimarães, D. D., & Carneiro, J. V. A. (2013). *Inovação na indústria de alimentos: importância e dinâmica no complexo agroindustrial brasileiro*. *BNDES Setorial*, n. 37, mar. 2013, p. 333-370.
- Röhr, A., Lüddecke, K., Drusch, S., Müller, M. J., & Alvensleben, R. V. (2005). *Food quality and safety—consumer perception and public health concern*. *Food control*, 16(8), 649-655.
- Rosa, AJ de M.; Paiva, S. R. (2009). *Marcadores moleculares e suas aplicações em estudos populacionais de espécies de interesse zootécnico*.
- Sabio, R. P., & Spers, E. E. (2020). *Does coffee origin matter? An analysis of consumer behavior based on regional and national origin*. In: *Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil* (pp. 297-320). Woodhead Publishing.
- Safe Trace S/A. (2021). *A Safe Trace*. Recuperado de <https://www.agrotransparencia.com.br/>.

- Sarto, V. H. R., de Almeida, L. T. (2015). *A teoria de custos de transação: uma análise a partir das críticas evolucionistas*. Revista Iniciativa Econômica, v. 2, n. 1.
- Savoldi, A. (2021). *Adoção de tecnologias 4.0 por produtores rurais: um estudo na Cooperativa Lar*.
- Schmitz, T. G., Seale, J. L., & Buzzanell, P. J. (2002). *Brazil's domination of the world sugar market*. Morrison School of Agribusiness and Resource Management, Arizona State University, Polytechnic Campus.
- Schmidt, C. G., Wagner, S. M. (2019). *Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective*. Journal of Purchasing and Supply Management, v. 25, n. 4, p. 100552.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles* (Vol. 1, pp. 161-174). New York: McGraw-Hill.
- Siffert Filho, N. F. (1995). *A economia dos custos de transação*.
- Silva, F. G. C., da Silva, F. C., Castro, A. D., & Yano, I. H. (2019). *Avaliação da técnica de blockchain na rastreabilidade na agroindústria a sucroenergética*.
- Spers, E. E. (2003) *Segurança do Alimento*. In: Gestão da Qualidade no Agribusiness. Orgs. Decio Zylbersztajn, Roberto Fava Scare. São Paulo: Atlas.
- Syngenta (2021). *Syngenta é pioneira no Brasil em rastreabilidade do café com tecnologia blockchain*. Recuperado de <https://www.syngenta.com.br/press-release/produtos-tecnologias/syngenta-e-pioneira-no-brasil-em-rastreabilidade-do-caffe-com>.
- Tan, Y., Huang, X., & Li, W. (2023). *Does blockchain-based traceability system guarantee information authenticity? An evolutionary game approach*. International Journal of Production Economics, 264, 108974.

- União Nacional da Bioenergia (2023). *Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira 2023/2024*. Recuperado de: https://www.udop.com.br/producao-brasileira-arquivos/15/28ago23_acompanhamento_producao_safra_2023a2024.pdf
- União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (2023). UNICAdata: observatório da cana e bioenergia. Fotografia do Setor Sucroenergético no Brasil e os Benefícios Econômicos, Ambientais e Sociais Gerados. Recuperado de <https://unicadata.com.br/listagem.php?idMn=158>
- Van Rijswijk, W., & Frewer, L. J. (2008). *Consumer perceptions of food quality and safety and their relation to traceability*. *British Food Journal*.
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). *Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology*. *MIS Quarterly*, 36(1), 157-178
- Verbeke, W. (2005). *Agriculture and the food industry in the information age*. *European review of agricultural economics*, 32(3), 347-368.
- Vidich, A. J.; Lyman, S. M. (2006) *Métodos Qualitativos: sua história na sociologia e na antropologia*. In: Denzin, K. N.; Lincoln, Y. S. *O Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens*. 2ed. Artmed. Capítulo 2, p.49-90
- Vieira, V. A. (2002). *As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing*. *Revista da FAE*, 5(1).
- Vivino (2021). *Sobre Vivino*. Recuperado de <https://www.vivino.com/about>
- Waack, R. S. (2010). *Gerenciamento de tecnologia e inovação em sistemas agroindustriais*. In: *Economia e gestão de negócios agroalimentares*. São Paulo: Pioneira/Pensa/USP, 323-47.
- Williamson, O. E. (1979). *Transaction-cost economics: the governance of contractual relations*. *The journal of law & economics*, v. 22, n. 2, p. 233-261.

- Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. New York 1985. S. 388ff.
- Williamson, O. E. (1993) *Opportunism and its critics*. Managerial and decision economics, p. 97-107.
- Wissmann, M. A. (2017). Responsabilidade social nas agroindústrias canavieiras no Brasil.
- Zanetoni, H. H. R. (2023). *Aplicação da tecnologia blockchain na rastreabilidade de produtos de origem animal*.
- Zhou, X., & Xu, Z. (2022). *Traceability in food supply chains: a systematic literature review and future research directions*. International Food and Agribusiness Management Review, 25(2), 173-196.
- Zylbersztajn, D. (2005). *Papel dos contratos na coordenação agro-industrial: um olhar além dos mercados*. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 43, p. 385-420.
- Zylbersztajn, D., & Machado, R. T. (2001). *Rastreabilidade e tecnologia da informação na coordenação do negócio de carne bovina no Reino Unido*. In III Congresso Internacional de Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares.
- Zylbersztajn, D., Neves, M. F., & Nassar, A. M. (2000). *Economia e gestão dos negócios agroalimentares*. Pioneira.

ANEXOS

ANEXO A. Mapeamento de tecnologias e processos relacionados a rastreabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

Antes da Porteira						
Tecnologias / Processos	Descrição	Proposta de Valor / Benefício Esperado	Limitações	Segmentos que já utilizam	Organizações que utilizam a tecnologia	Fonte consultada
Auditoria de certificação	Auditoria de processos agropecuários para conformidade e padronização de boas práticas de produção sustentável e uso de certificações	Acesso a mercado local e global / redução de exposição a riscos de reputação e segurança / Aumento da eficiência da gestão e dos processos produtivos	Processos de auditoria demandam níveis de governança e adequações de processos produtivas e investimento financeiro para contratação da terceira parte que auditará	Agropecuária em geral, mas com maior aplicação em segmentos com foco em nichos e exportação	Global Gap, Sistema B, Bonsucro, IBD, Rainforest Alliance, Imaflora	Adaptado de GlobalG.A.P.
Metrificação de carbono	Inventário de emissões de carbono com rastreamento de processos produtivos	Redução de emissões ou neutralização de CO2 nas operações produtivas / Geração de receita com créditos de carbono (tokenizados) ou acesso a mercados capitais com foco em ESG / Remuneração por serviços ambientais	Uso de tecnologias para a metrificação depende da adequação de propriedades às boas práticas para redução de missões Necessidade de terceira parte para auditoria	Agricultura com foco em exportação	Moss Earth, Waycarbon, Mycarbon, Um grau e meio, Regrow, Greenplat	Adaptado de Maraseni et al. (2021); Northrup, et al. (2021).

Fingerprint	Utilização de método baseado em ciência forense e espectrometria para verificação de origem de commodities	Criação de "impressão digital" com determinação de características químicas únicas da região produtora da commodity para atestar integridade e garantia da procedência	Tecnologia exclusiva de um único fornecedor Demanda investimento para caracterização da "impressão digital"	Produtos de nicho, com certificação e denominação de origem como Carne, Leite, Vinho, Café, Frutas, Quinoa, Macadâmia	Oritain, Pyramid Valley Vineyards, Federação de Cafeicultores do Cerrado Mineiro	Adaptado de Oritain
Marcador molecular	Marcadores moleculares são dados referentes a característica herdáveis presente no DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos (plantas ou animais)	Marcadores moleculares têm menor sensibilidade às variações ambientais em comparação a outras metodologias analíticas (cromatografia e espectrometria) Potencial de diagnóstico de autenticidade de alimentos, rastreabilidade e redução de fraudes	Limitação de escala em função de alto investimento Tecnologia disponível em número limitado de fornecedores com infraestrutura para a tecnologia	Pecuária (Genética e Inseminação) e segmentos com alto índice de fraude e adulteração (Ex.: azeites e vinhos)	Embrapa, Alta Genetics, ABS-Brasil, CRV Brasil	Adaptado de Marques et al. (2019) e Rosa e Paiva (2009).

Dentro da Porteira

Tecnologias / Processos	Descrição	Proposta de Valor / Benefício Esperado	Limitações	Segmentos que já utilizam	Organizações que utilizam a tecnologia	Fonte consultada
Caderno de campo	Repositório físico para registro de dados de aquisição e aplicação de insumos, utilização de mão de obra, movimentações agropecuárias e registros financeiros	O caderno de campo tem como objetivo auxiliar produtores no acompanhamento e gestão de rotinas produtivas	O registro é feito manualmente e não permite compartilhamento de dados em rede. Na transferência para ambiente digital, pode haver erro de digitação ou sobreposição de dados	Agricultura e Pecuária	Pequenas e médias propriedades de produção agropecuária	Adaptado de Neves, 2020. (Emater)
Caderno de campo digital	Formato digital de repositório para anotação e registro de dados operação e gestão de propriedades agropecuárias	Melhor registro de atividades, checklists e acompanhamento de rotinas para processos produtivos, gestão e tomadas de decisão em propriedades rurais	Demanda nível de instrução para operação dos programas e investimento para atualizações e integrações	Agricultura e Pecuária	Aegro, Elysios, Eattae, Hortify, CNA Agritrace, Agrosmart	Adaptado de CNA Agritrace
Sistemas de TI	Softwares e soluções de tecnologia da informação e comunicação (TIC) para gestão agropecuária ou processos específicos	Melhor planejamento e integração da gestão agropecuária, rotinas produtivas específicas e logística (manejo, preparo, plantio, colheita, armazenagem etc.)	Demanda nível de instrução para operação dos sistemas e investimento para atualizações e integrações	Agricultura e Pecuária	Embrapa Agricultura Digital, TOTVS, IBM, Aegro, Farmbox	Adaptado de Massruhá et al., 2020. (Embrapa Agricultura Digital)

IOT (Internet of things)	IOT se baseia na interconexão de itens físicos e virtuais baseada em tecnologias da informação, para identificação e integração a redes de comunicação.	Geração de dados para tomada de decisão, rastreamento, inventário de armazéns / Controle de lotes, big bags e silos bag / Identificação e rastreamento de unidades animais com dispositivos de identificação de radiofrequência (RFID/Tags).	Locais com falta de conectividade demandam padrão de comunicação alternativo / custo para investimento em larga escala (Ex.: identificação de rebanhos)	Agropecuária, processadores, agroindústrias, distribuidores e varejistas	SISBOV, GS1, Cloudfarms (Pig Passport)	Adaptado de Massruhá et al., 2020. (Embrapa Agricultura Digital)
Plataformas e apps	Plataformas web e aplicativos mobile com foco em gestão das áreas agrícolas, manejo de rebanhos, controles de lotes e talhões com recursos adicionais para identificação e rastreabilidade	Melhor registro de atividades, checklists e acompanhamento de rotinas para processos produtivos, gestão e tomadas de decisão em propriedades rurais / Geração de dados e códigos QR code para rastreamento	Demanda nível de instrução para operação dos programas e investimento para atualizações e integrações	Agricultura e Pecuária	Jetbov, BovControl, Milk's Rota, CNA Agritrace, Paripassu, FarmForce (Cargill), Vivino	Adaptado de Embrapa, 2018. (Visão 2030)
Geotecnologias	Tecnologias utilizadas para o processo de aquisição, visualização, processamento, análise e/ou disponibilização de dados geoespaciais	Compliance socioambiental, controle de garantias e origem / Controle de lotes e monitoramento de talhões via imagem satelital, GPS ou georreferenciamento	Demanda nível de instrução para operação dos programas e investimento recorrente para atualização de dados	Agropecuária, processadores, agroindústrias, traders e credores	ArcGIS, Vega Monitoramento, Agrottools, Farmers Edge, Brain Ag (Serasa), Terra Magna, A de Agro, Sensix Agro	Adaptado de Massruhá et al., 2020. (Embrapa Agricultura Digital)

Imageamento	Sensoriamento remoto, com captura e processamento de imagens de áreas rurais ou de rebanhos via drone ou VANTs (Veículos Aéreo Não Tripulado)	Identificação de mato competição, manejo de pragas, restituição de falhas de plantios ou restituição de linhas / Controle e contagem de rebanhos / Controle de áreas rurais em garantia de credores	Necessidade de aquisição de hardware/software e treinamento de equipe para realização de voos, captura e processamento <i>ou</i> Contratação de serviços para prestação dos voos e entrega das imagens	Agricultura e Pecuária	Drone Deploy, Xrobots, Natutec (by Koppert), ARPAC	Adaptado de Franchini et al. (2018)
Biometria digital	Sistemas de identificação, caracterização e registro de animais a partir da captura de imagens (visão computacional) e inteligência artificial	Atributos de bem-estar animal com eliminação de práticas invasivas como marcação a fogo ou brinco / Avaliação e padronizações de carcaça para frigoríficos / Registro e identificação de rebanhos e lotes, mas com características individuais de cada unidade animal	Alto custo de implantação com hardware e software / Tecnologia disponível em número limitado de fornecedores	Pecuária, Frigoríficos e Processadores	Databoi, @Tech, Olho do Dono, Brazil Beef Quality	Adaptado de Gimenez, (2015).

Depois da Porteira

Tecnologias / Processos	Descrição	Proposta de Valor / Benefício Esperado	Limitações	Segmentos que já utilizam	Organizações que utilizam a tecnologia	Fonte consultada
Balço de massa	Registro da transferência de massa que ocorre durante as operações industriais e agroindustriais	Utilizado para conhecer as quantidades de material em diferentes pontos de processamento, ajudando a estimar formulações, composições, rendimentos e eficiência produtiva	Considera volumes consolidados e limita a avaliação de origem em unidade unitária de matéria-prima utilizada no processamento industrial	Açúcar e etanol, citricultura, grãos	Usinas, processadores e cooperativas agroindustriais	Adaptado de Fellows, 2006.
Código de barra	Código de barras permite codificar dados para gestão logística, rastreabilidade e identificação de produtos em ponto de venda	código de barras dá acesso a dados de número de lote, data de validade, quantidades, número de pedido do cliente, etc.	O código de barras é lido por dispositivos infravermelho, enquanto o QR code pode ser lido por câmara de celulares	Agricultura e Pecuária	Produtores, processadores, agroindústrias, distribuidores e varejistas	Adaptado de GS1
QR Code	Códigos de barras multiuso que permite acesso a informações, eliminando a necessidade de múltiplos códigos na embalagem	O QR Code é frequentemente usado para o engajamento do consumidor, já que são reconhecidos por câmeras de smartphones	Requer conectividade para apontamento ao ambiente com conteúdo / Impressão incorreta ou aplicação em embalagens com texturas podem dificultar a captura dos dados	Agropecuária, processadores, agroindústrias, distribuidores e varejistas	GS1, Paripassu, CNA Agritrace, Hortify	Adaptado de GS1

Blockchain	Banco de dados digital distribuído com modelo de armazenamento que permite o registro de dados de modo permanente e inviolável.	Blockchain permite codificar o conteúdo de uma transação ou contrato com protocolos de integridade e autenticação baseados em cifras de uso único (não se sobrepõem) Sistemas de rastreabilidade com blockchain proporcionam uma forma segura e distribuída para fornecer informações de uma cadeia produtiva agrícola de ponta a ponta	Demanda níveis de governança e de processos produtivas para registros e alto investimento financeiro para processamento em plataforma Blockchain (própria ou de terceiros)	Agropecuária, processadores, agroindústrias, traders e credores	IBM Food Trust, EY, Nestlé, Safetrace, Ecotrace, EMBRAPA - Sistema Brasileiro de Agorrastreabilidade (Sibraar)	Adaptado de Massruhá et al., 2020. (Embrapa Agricultura Digital)
Tokenização	Tokenização consiste em criar uma representação digital de um ativo, com registro em Blockchain, com objetivo transacional	Tokenização de ativos agrícolas e commodities para lastro digital, antecipação de recebíveis, geração de caixa e rastreamento via smart contracts em blockchain	Demanda níveis de governança e de processos produtivos para registro de ativos e investimento financeiro para processamento de token	Agropecuária, processadores, agroindústrias, traders e credores	BovCrypto, Agrotoken, Covantis, Gavea	Adaptado de Massruhá et al., 2020. (Embrapa Agricultura Digital)

ANEXO B. Categorias de CIP/INPI com potencial relação ao tema de rastreabilidade

Fonte: extraídas do portal do INPI na internet

SEÇÃO A: NECESSIDADES HUMANAS

A01 - AGRICULTURA; SILVICULTURA; PECUÁRIA; CAÇA; CAPTURA EM ARMADILHAS; PESCA

A01F - PROCESSAMENTO DO PRODUTO COLHIDO (máquinas combinadas A01D 41/00); ENFARDAMENTO DE PALHA, FENO OU SIMILARES; APARELHO ESTACIONÁRIO OU INSTRUMENTOS MANUAIS PARA FORMAÇÃO OU ENFEIXAMENTO DE PALHA, FENO OU SIMILARES EM MEDAS; CORTE DE PALHA, FENO OU SIMILARES; ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS OU HORTÍCOLAS (disposições para formar ou assentar pilhas em conjunto com colheita A01D 85/00)

A01F 25/00 - Armazenamento de produtos agrícolas ou hortícolas; Suspensão dos frutos colhidos (maturação de frutos A23N 15/06; disposição em celeiros para o tratamento preparatório do tabaco A24B 1/02; embalagem ou armazenamento de lúpulos C12C 3/04)

A01G - HORTICULTURA; CULTIVO DE VEGETAIS, FLORES, ARROZ, FRUTAS, VINHAS, LÚPULOS OU ALGAS; SILVICULTURA; IRRIGAÇÃO (coleta de frutas, vegetais, lúpulos ou similares A01D 46/00; propagação de algas unicelulares C12N 1/12)

A22 - MATANÇA DE ANIMAIS; BENEFICIAMENTO DA CARNE; PROCESSAMENTO DE AVES DOMÉSTICAS OU PEIXES

A22C - PROCESSAMENTO DE CARNES, AVES DOMÉSTICAS OU PEIXES (conservação A23B; obtenção de composições de proteína para produtos alimentícios A23J 1/00; preparo de produtos alimentícios à base de peixe, carne ou aves A23L; desintegração, p. ex. picamento da carne, B02C 18/00; preparo de proteínas C07K 1/00)

A23 - ALIMENTOS OU PRODUTOS ALIMENTÍCIOS; TRATAMENTO DOS MESMOS, NÃO ABRANGIDO POR OUTRAS CLASSES

SEÇÃO B: OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO; TRANSPORTE; SEPARAÇÃO; MISTURA

B02 - TRITURAÇÃO, PULVERIZAÇÃO OU DESINTEGRAÇÃO; BENEFICIAMENTO PRELIMINAR DO GRÃO ANTES DA MOAGEM

B02B - BENEFICIAMENTO PRELIMINAR DO GRÃO ANTES DA MOAGEM; REFINAÇÃO DE FRUTAS GRANULOSAS PARA PRODUTOS COMERCIAIS PELO BENEFICIAMENTO DA SUPERFÍCIE (fabricação de massa diretamente de cereais A21C; conservação ou esterilização de cereais A23B; limpeza das frutas A23N; preparação do malte C12C)

B65 - TRANSPORTE; EMBALAGEM; ARMAZENAMENTO; MANIPULAÇÃO DE MATERIAL DELGADO OU FILAMENTAR

B65B - MÁQUINAS, APARELHOS OU DISPOSITIVOS PARA OU MÉTODOS DE EMBALAR ARTIGOS OU MATERIAIS; DESEMBALAGEM (dispositivos para empacotar e prensar charutos A24C 1/44; dispositivos para tensionar e prender atadeiras adaptadas para serem suportadas pelo artigo ou artigos a serem atados B25B 25/00; aplicação de elementos de fechamento em garrafas, jarras ou recipientes similares B67B 1/00-B67B 6/00; limpeza concomitante, enchimento e fechamento de garrafas B67C 7/00; esvaziamento de garrafas, jarras, latas, tonéis, barris ou recipientes similares B67C 9/00)

B65C - MÁQUINAS, APARELHOS, OU PROCESSOS PARA ROTULAR OU ETIQUETAR (gravação de pregos ou grampeamento em geral B25C, B27F; processos para aplicação de decalcomanias B44C 1/16; aplicação de rótulos para fins de embalagem B65B; rótulos, placas de identificação G09F)

B65D - RECIPIENTES PARA ARMAZENAMENTO OU TRANSPORTE DE ARTIGOS OU MATERIAIS, p. ex. SACOS, BARRIS, GARRAFAS, CAIXAS, LATAS, CAIXA DE PAPELÃO, ENGRADADOS, TAMBORES, POTES, TANQUES, ALIMENTADORES, CONTAINERS DE TRANSPORTE; ACESSÓRIOS, FECHAMENTOS OU GUARNIÇÕES PARA OS MESMOS; ELEMENTOS DE EMBALAGEM; PACOTES

B65G - DISPOSITIVOS DE TRANSPORTE OU DE ESTOCAGEM, p. ex. TRANSPORTADORES PARA CARREGAR OU PARA BASCULAR, SISTEMAS DE TRANSPORTADORES PARA LOJAS OU TRANSPORTADORES POR TUBO PNEUMÁTICO (embalagem B65B; manipulação de materiais delgados ou filamentar, p. ex. folhas de papel ou fios B65H; guindastes B66C; aparelhos portáteis ou móveis para levantamento ou reboque, p. ex. guindastes B66D; dispositivos para içar ou abaixar mercadorias para fins de carga e descarga, p. ex. empilhadeiras de garfo, B66F 9/00; esvaziamento de garrafas, potes, latas, tonéis ou recipientes similares, não incluído em outro local, B67C 9/00; entrega ou transferência de líquidos B67D; enchimento ou esvaziamento de recipientes para gases liquefeitos, solidificados ou comprimidos F17C; sistemas de tubulações para fluidos F17D)

SEÇÃO C— QUÍMICA; METALURGIA

C11 - ÓLEOS ANIMAIS OU VEGETAIS, GORDURAS, SUBSTÂNCIAS GRAXAS OU CERAS; ÁCIDOS GRAXOS DERIVADOS DOS MESMOS; DETERGENTES; VELAS

C12 - BIOQUÍMICA; CERVEJA; ÁLCOOL; VINHO; VINAGRE; MICROBIOLOGIA; ENZIMOLOGIA; ENGENHARIA GENÉTICA OU DE MUTAÇÃO

C13 INDÚSTRIA DO AÇÚCAR

ANEXO C. Consulta complementar ao Patentscope

Food Traceability

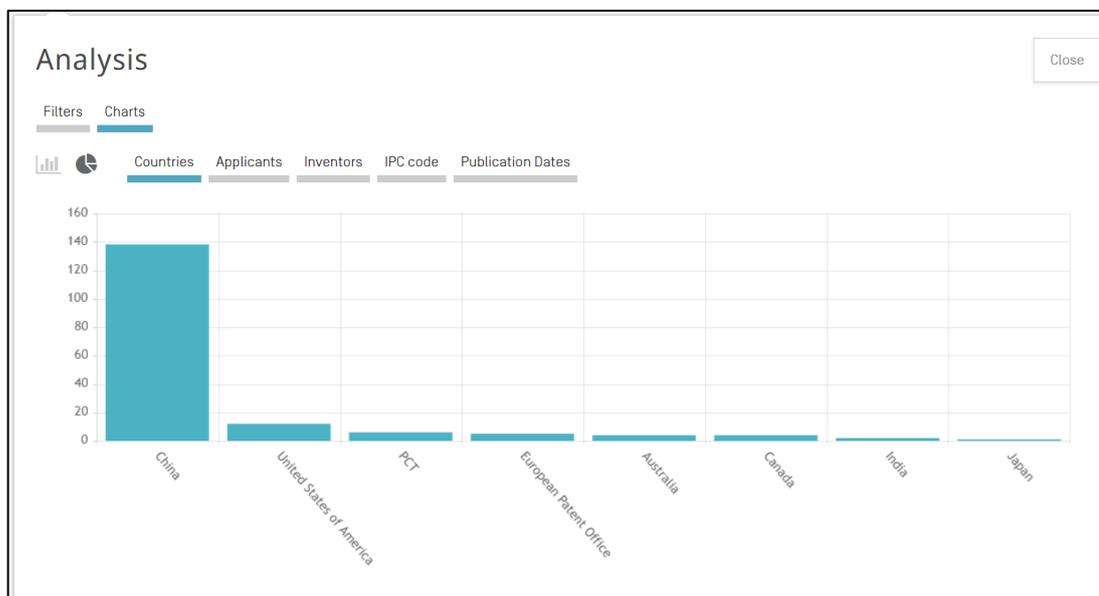


Figura 11. Consulta ao termo “Food Traceability” categorização por países da patente registrada
Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

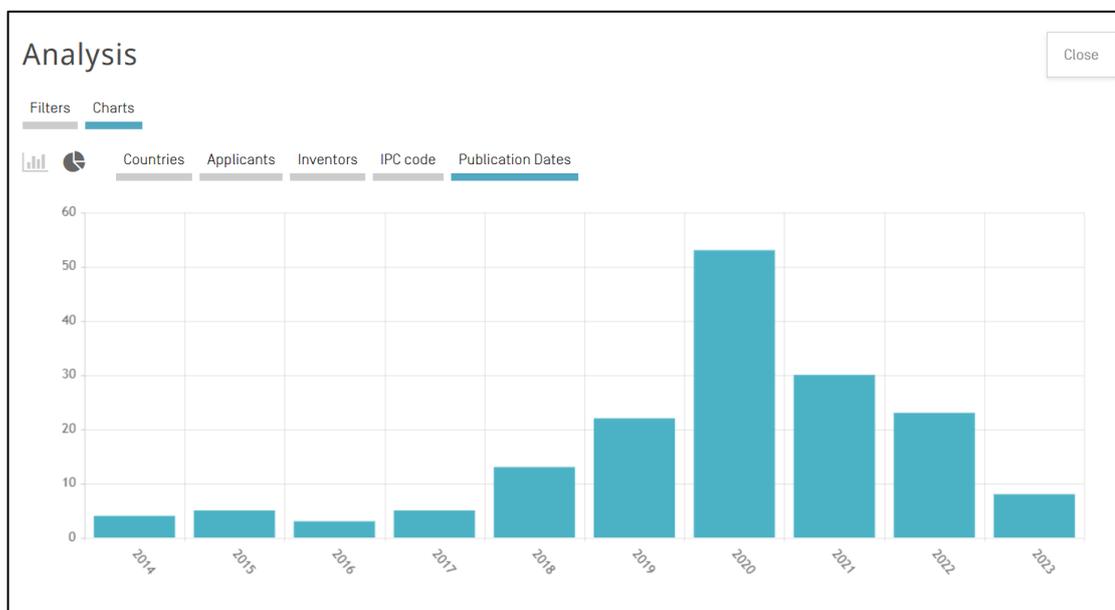


Figura 12. Consulta ao termo “Food Traceability” categorização pelo período/ano da patente registrada
Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

Sugar

"Sugar"

1,537,751 results Offices all Languages en Stemming true Single Family Member false Include NPL false

Analysis

Filters Charts

Countries	Applicants	Inventors	IPC code	Publication Dates			
United States of America	523,720	THE PROCTER AND GAMBLE COMPANY	12,921	GODDARD AUDREY 2,173	A61K 668,736	2014	63,875
PCT	273,908	GENENTECH INC	11,470	WOOD WILLIAM I. 2,060	A61P 291,868	2015	61,424
European Patent Office	154,136	NOVARTIS AG	9,384	GURNEY AUSTIN L. 1,990	C12N 236,424	2016	71,077
Canada	150,720	THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA	9,121	GODOWSKI PAUL J. 1,775	C07D 212,057	2017	69,296
Australia	116,048	BASF SE	7,954	KVASENKOV OLEG IVANOVICH [RU]	C07K 191,409	2018	67,483
China	105,957	F HOFFMANN LA ROCHE AG	7,372	SMITH VICTORIA 1,462	A23L 147,081	2019	67,334
India	54,578	JANSSEN PHARMACEUTICA NV	6,680	WATANABE COLIN K. 1,394	G01N 112,907	2020	68,004
United Kingdom	35,811	UNILEVER PLC	6,508	BAKER KEVIN P. 1,259	C12P 93,519	2021	68,979
Russian Federation	25,797	PIIONEER HI BRED INTERNATIONAL INC	6,465	DESNOYERS LUC 1,249	C12Q 92,821	2022	62,382
New Zealand	15,620	PFIZER INC	6,398	THE INVENTOR HAS WAIVED THE RIGHT TO BE MENTIONED 1,207	C07H 79,169	2023	42,517

Figura 13. Consulta ao termo “Sugar”

Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

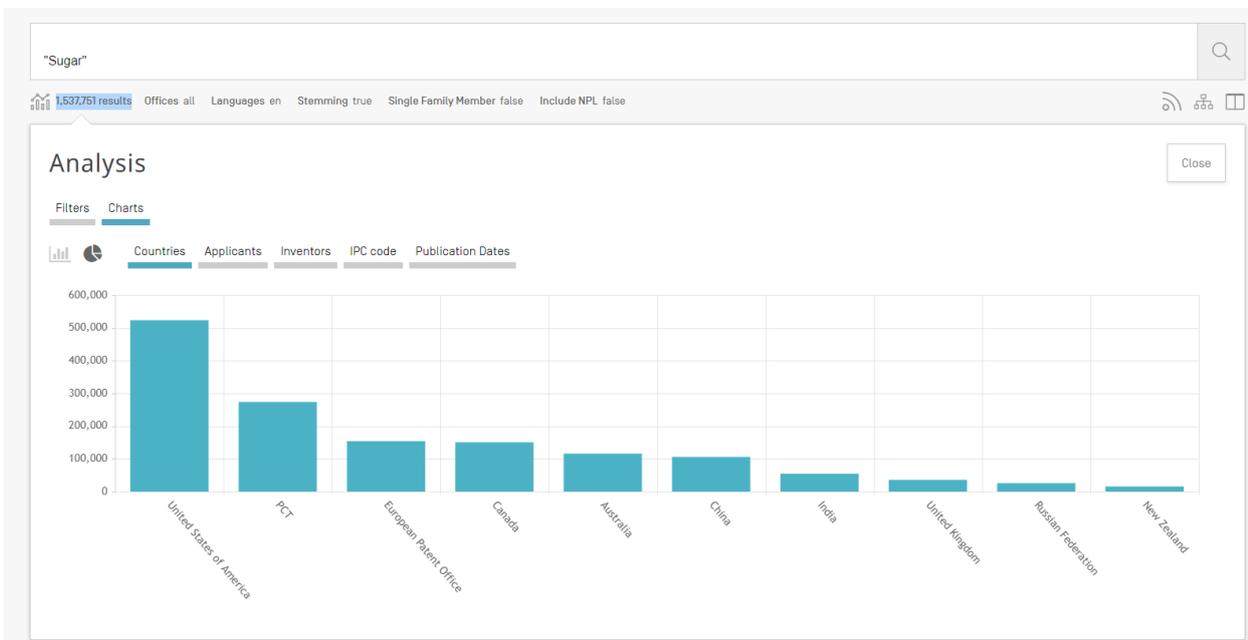


Figura 14. Consulta ao termo “Sugar” categorização por países da patente registrada

Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

Sugar beet

"Sugar beet" 🔍

73,674 results Offices all Languages en Stemming true Single Family Member false Include NPL false 📶 📄 🗑️

Analysis Close

Filters Charts

Countries	Applicants	Inventors	IPC code	Publication Dates					
United States of America	25,140	SYNGENTA PARTICIPATIONS AG	2,968	WACHENDORFF-NEUMANN ULRIKE	222	A01N	26,503	2014	3,691
PCT	14,435	BAYER CROPSCIENCE AG	2,522	ULRIKE WACHENDORFF-NEUMANN	214	C12N	22,155	2015	3,515
Canada	8,743	BASF SE	2,255	SCHMIDT ROBERT R.	210	C07D	12,693	2016	3,475
European Patent Office	7,654	PIONEER HI BRED INTERNATIONAL INC	1,673	WACHENDORFF-NEUMANN, ULRIKE	210	C12P	8,454	2017	3,176
Australia	6,562	BAYER AG	1,407	SANTEL HANS-JOACHIM	202	A01H	7,868	2018	2,913
India	3,385	NOVOZYMES A/S	1,404	BIERINGER, HERMANN	193	A61K	7,625	2019	2,800
United Kingdom	2,435	DOW AGROSCIENCES LLC	1,390	WILLMS, LOTHAR	190	A01P	7,517	2020	2,846
Israel	1,092	E I DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY	1,136	GRAMMENOS WASSILIOS	187	C07K	7,262	2021	2,883
South Africa	837	MONSANTO TECH LLC	1,120	ROSINGER, CHRISTOPHER HUGH	182	A23L	5,281	2022	2,735
New Zealand	780	SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED	1,112	LURSSEN KLAUS	180	C07C	4,536	2023	1,818

Figura 15. Consulta ao termo “Sugar beet”

Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

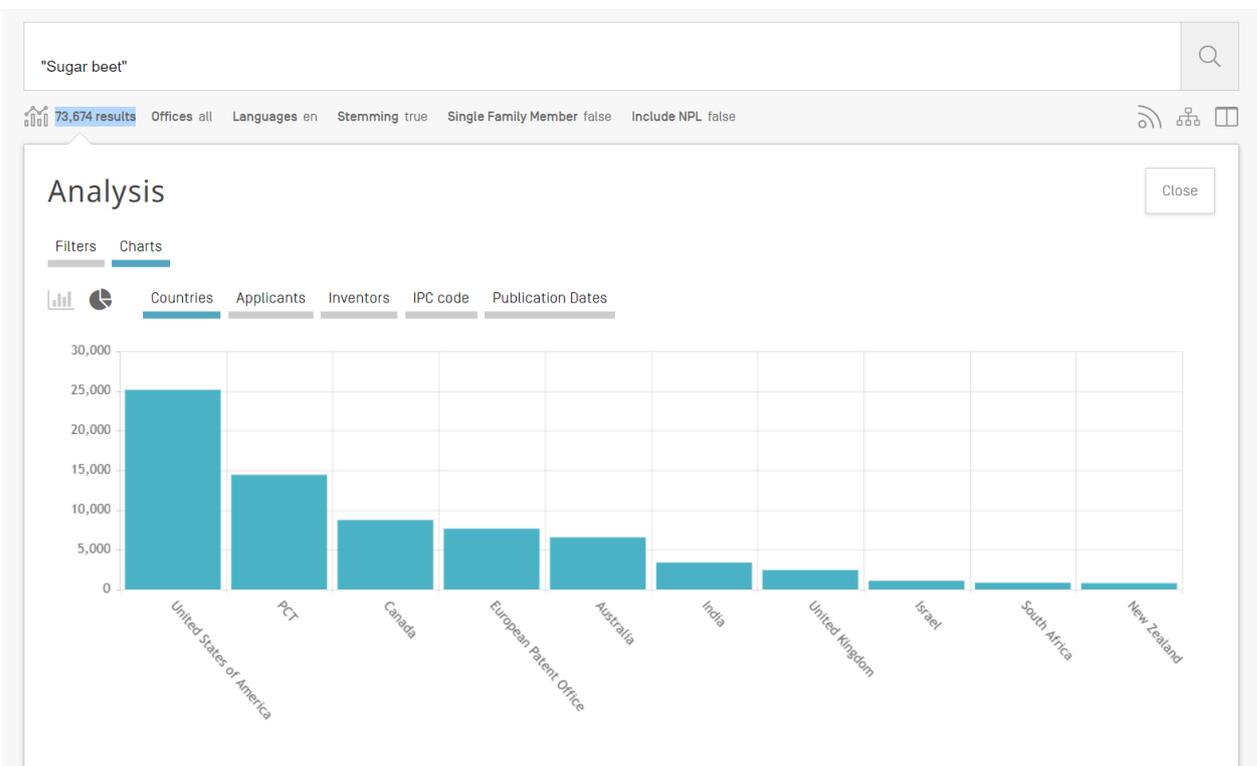


Figura 16. Consulta ao termo “Sugar beet” categorização por países da patente registrada

Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

Sugar & Sugar Cane

"Sugar, sugar cane"

152 results Offices all Languages en Stemming true Single Family Member false Include NPL false

Analysis

Filters Charts

Countries	Applicants	Inventors	IPC code	Publication Dates					
United States of America	52	NESTE OYJ	10	KANNAR, DAVID	7	C12P	42	2014	11
PCT	28	RHO RENEWABLES INC	7	ISHIZAKI KUNIHICO	5	C12N	33	2015	11
European Patent Office	17	BUCKMAN LABORATORIES INTERNATIONAL INC	6	MATSUMOTO SATOSHI	5	C13B	27	2016	6
Australia	14	HORIZON SCIENCE PTY LTD	5	MIURA YUKI	5	A01N	21	2017	13
United Kingdom	13	NUTRITION SCIENCE DESIGN PTE LTD	5	INAMIYA TAKATO	4	A23K	17	2018	2
Canada	12	APPLEXION	4	KAIDA EIZOU	4	A23L	17	2019	4
India	7	BIO ON SPA	4	KITCHEN, BARRY JAMES	4	A61K	16	2020	0
South Africa	3	BRIDGESTONE CO	4	APAJALAHTI JUHA	3	C07D	12	2021	6
Spain	2	SYNGENTA PARTICIPATIONS AG	4	CLARK, RICHARD A.	3	C02F	10	2022	2
Malaysia	2	ANAEROBE SYSTEMS	3	CORCORAN, MICHAEL L.	3	B01D	7	2023	2

Figura 17. Consulta ao termo “Sugar; Sugar cane”

Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

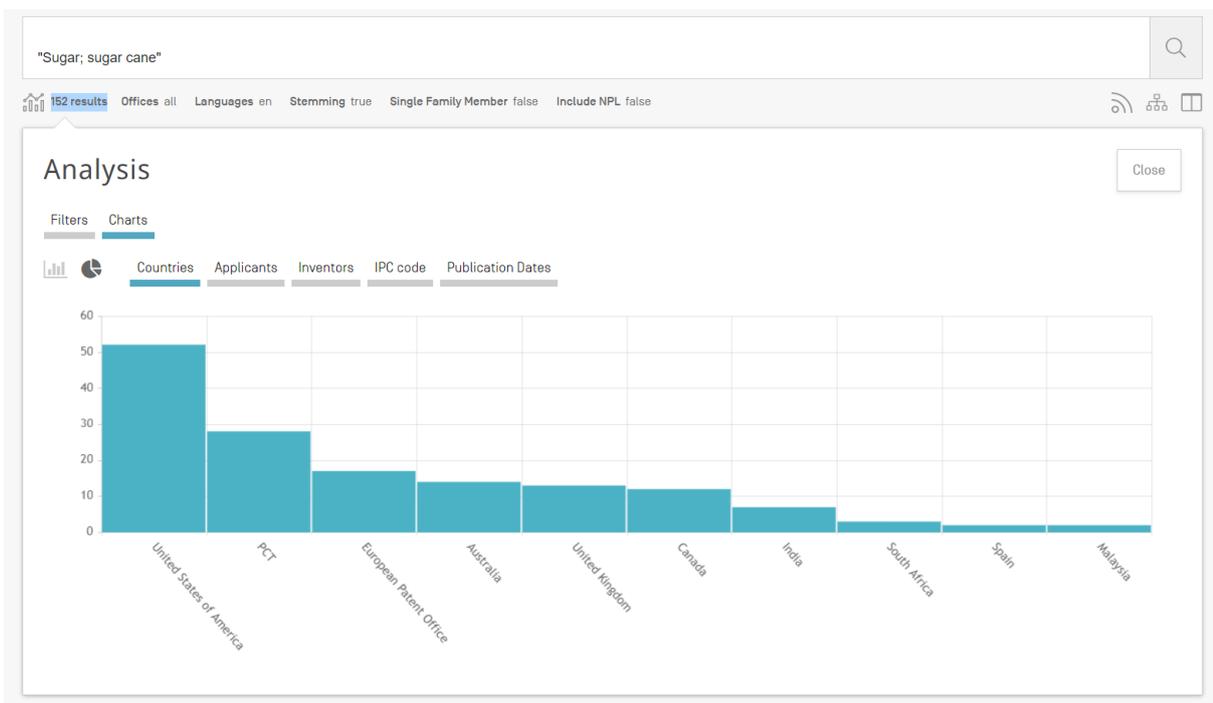


Figura 18. Consulta ao termo “Sugar; sugar beet” categorização por países da patente registrada

Fonte: Plataforma WIPO/Patentscope

ANEXO D. Questionário: Fatores que influenciam a percepção e a disposição a pagar por alimentos rastreados

Fonte: Elaborado pelo autor

Hipótese	Itens	Referências
Processo Produtivo H1a	Você sabe o que é ou já ouviu falar da palavra “Rastreabilidade” no contexto de produção de alimentos?	Chrysochou et al. (2009)
	Quais são os itens que você considera mais importante na hora da compra de produtos alimentícios?	Barcellos et al. (2012), Röhr et al. (2005)
	Eu avalio certificações sobre processos de produção antes de comprar produtos alimentícios	
	Eu considero importante produtos alimentícios que tenham certificações que comprovem a rastreabilidade dos processos de produção (da fazenda ao varejo)	Barcellos et al. (2012)
	Eu considero importante a credibilidade da fonte de informação sobre a rastreabilidade dos processos de produção de alimentos	Hobbs (2002)
	Eu considero o sistema de rastreabilidade do Brasil como eficiente	Chrysochou et al. (2009)
Inovação e Tecnologias H2a	Eu utilizaria tecnologias para buscar informações sobre produtos alimentícios	
	Eu utilizaria tecnologias para ter acesso a informações de segurança e sanidade de alimentos	
	Eu utilizaria tecnologias para prevenção de fraudes em alimentos	Adaptado de Galvez (2018), Manning et al. (1995)
	Eu utilizaria tecnologias para rastreabilidade de alimentos	
	Em relação ao uso de tecnologias para produção de alimentos e geração de informações, quais desses itens você consideraria como mais importante para o seu processo de compra?	
Origem H3a	Eu costumo ler rótulos/embalagens para obter informações sobre a origem de produtos alimentícios que consumo	Chrysochou et al. (2009)
	Eu levo em consideração a origem do produto em minhas compras	
	Eu só escolho produtos quando é possível identificar sua origem	Burnier et al. (2020), Liu et al. (2019)
	Eu só escolho produtos com definição de região de origem	
Segurança e rastreabilidade H4a	Eu considero um alimento seguro para a minha saúde avaliando sua data de validade	Van Rijswijk (2018)
	Eu considero um alimento seguro para a minha saúde avaliando informações de rótulos / embalagens	
	Eu considero um alimento seguro para a minha saúde avaliando certificações de rastreabilidade	adaptado de Liu et al. (2019) e Van Rijswijk e Frewer (2008)
	Eu confio em informações de segurança de produtos alimentícios rastreados	adaptado de Liu et al. (2019) e Van Rijswijk e Frewer (2008)
Disposição a pagar	Eu estaria disposto a pagar um pouco mais por um produto alimentício sabendo que ele é rastreado	Chrysochou et al. (2009)
	Eu estaria disposto a pagar um pouco a mais por um produto alimentício rastreado que comprove a região de origem	
	Eu estaria disposto a pagar um pouco a mais por um produto alimentício rastreado que comprove não agredir o meio ambiente	Burnier et al. (2020)
	Eu estaria disposto a pagar um pouco a mais por um produto alimentício rastreado que comprove um risco reduzido em relação a contaminações e doenças	Röhr et al. (2005)
	O quanto você acha que um produto rastreado deveria custar a mais em %?	Chrysochou et al. (2009), Röhr (2005)

ANEXO E.
açúcar

Questionário: A contribuição de novas tecnologias na rastreabilidade do

Fonte: Elaborado pelo autor

Hipótese	Itens	Referências
Pergunta filtro	Você sabe o que é ou já ouviu falar sobre “Rastreabilidade” na cadeia produtiva do açúcar?	Adaptado de Corallo et al. (2020)
	Qual sua idade (em anos)?	
	Com qual gênero você se identifica?	
	Qual a sua escolaridade?	
Introdução	Classificação do entrevistado	
	Qual a sua renda média mensal?	
	Em que região produz? (Cidade / Estado)	Adaptado de IBGE (2019)
	Qual é o tamanho da sua propriedade em hectares (ha)?	
	Quais os principais cultivos da sua propriedade?	
	Realiza alguma atividade de pecuária ou de criação animais na propriedade em que opera?	
Incentivos (INCEN)	H1.1b	Há incentivos públicos e privados suficientes para rastreabilidade e normatização de boas práticas
	H1.2b	Eu utilizaria tecnologias de rastreabilidade se obtivesse a assistência técnica e orientações para a minha educação sobre o tema
	H1.3b	É necessário um investimento financeiro elevado para implementação de sistemas de rastreabilidade
	H1.4b	Eu utilizaria tecnologias de rastreabilidade se obtivesse acesso a crédito ou a linha dedicadas de investimento atreladas a rastreabilidade
	H1.5b	Eu utilizaria tecnologias de rastreabilidade se tivesse o meu nome ou o nome da minha propriedade incluídos em lista positiva para acesso a clientes e mercados
	H1.6b	Eu utilizaria tecnologias de rastreabilidade para obter remuneração pelos dados gerados em minha produção

**Adoção de
Tecnologias
(ADOT)**

H2.1b

Como você se identificaria em relação ao nível de maturidade e uso de tecnologias na gestão do seu negócio?

Informatizado – iniciando uso de sistemas operacionais, principalmente para realizar tarefas repetitivas de maneira mais eficiente

Conectado – utiliza sistemas conectados para processos operacionais e uso conjunto de tecnologias

Com visibilidade – tem visibilidade de toda a operação e toma decisões baseadas em dados, ao invés de usar apenas a experiência

Com transparência – compreende por que algum problema está acontecendo na operação, com tecnologias e análise de grande volume de dados

Com capacidade de previsão – usa dados para antecipar situações operacionais e tomar decisões, mas que ainda são feitas por pessoas

Adaptável – usa modelo digital para se adaptar a mudanças e obter melhor resultado operacional. Delega decisões aos sistemas de TI, com pouca ou nenhuma ação de pessoas

Não me identifico com nenhuma das alternativas anteriores

Adaptado de Becker et al. (2017)

H2.2b

Em relação aos itens a seguir, quais melhor descrevem o conceito de “rastreadabilidade” na cadeia de produção do açúcar?

Monitoramento

Controle de segurança

Controle de qualidade

Capturar, memorizar e transmitir informações do açúcar

Parte de gestão logística

É um elemento que agrega valor ao açúcar

Adaptado de Corallo et al. (2020)

	<p>A seguir, entre os processos ou tecnologias envolvidas em rastreabilidade de produtos rurais, marque as opções que conheça ou tenha ouvido falar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caderno de campo ou caderno de campo digital - Balanço de massa - Sistemas de TI - Código de barra - Auditoria de certificação - para conformidade, padronização de boas práticas de produção e obtenção de certificações - QR Code - IoT (Internet das coisas) - interconexão de itens físicos e virtuais baseada em tecnologias da informação, para identificação e integração a redes de comunicação. - Plataformas e aplicativos - Geotecnologias - Imageamento / Sensoriamento remoto - Blockchain - modelo de armazenamento público (aberto) que permite o registro de dados de modo permanente e inviolável - Tokenização - representação digital de um ativo rural, com registro em Blockchain, para transações comerciais - Fingerprint – “Impressão Digital” de commodities via espectrometria para verificação de origem - Metrificação de carbono - inventário de emissões com rastreamento de processos produtivos - Biometria digital - Sistemas de identificação e registro de animais a partir da captura de imagens - Marcador molecular - dados referentes a característica herdáveis presente no DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos (plantas ou animais) 	<p>Adaptado de Corallo et al. (2020); Neves (2020); Fellows (2006); Massruhá et al. (2022); GS1; GlobalG.A.P.; CNA Agritrace; Embrapa (2018); Frachini et al (2018); Oritain; Maraseni et al. (2021); Northrup et al. (2021); Gimenez (2015); Faleiro, (2007); Marques et al. (2019); Rosa e Paiva, (2009).</p>
<p>H2.4b</p>	<p>Utiliza algum processo ou tecnologia de rastreabilidade em sua operação de cana-de-açúcar?</p>	<p>Adaptado de Corallo et al. (2020)</p>

	<p>Caso utilize, poderia destacar qual processo ou tecnologia de rastreabilidade utiliza em sua operação de cana-de-açúcar?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caderno de campo ou caderno de campo digital - Balanço de massa - Sistemas de TI - Código de barra - Auditoria de certificação - para conformidade, padronização de boas práticas de produção e obtenção de certificações - QR Code - IoT (Internet das coisas) - interconexão de itens físicos e virtuais baseada em tecnologias da informação, para identificação e integração a redes de comunicação. - Plataformas e aplicativos - Geotecnologias - Imageamento / Sensoriamento remoto - Blockchain - modelo de armazenamento público (aberto) que permite o registro de dados de modo permanente e inviolável - Tokenização - representação digital de um ativo rural, com registro em Blockchain, para transações comerciais - Fingerprint – “Impressão Digital” de commodities via espectrometria para verificação de origem - Metrificação de carbono - inventário de emissões com rastreamento de processos produtivos - Marcador molecular - dados referentes a característica herdáveis presente no DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos (plantas ou animais) 	<p>Adaptado de Corallo et al. (2020); Neves (2020); Fellows (2006); Massruhá et al. (2022); GS1; GlobalG.A.P.; CNA Agritrace; Embrapa (2018); Frachini et al (2018); Oritain; Maraseni et al. (2021); Northrup et al. (2021); Gimenez (2015); Faleiro, (2007); Marques et al. (2019); Rosa e Paiva, (2009).</p>
H2.5b		
H2.6b	Possuo o conhecimento necessário para utilizar rastreabilidade	
H2.7b	As tecnologias de rastreabilidade são compatíveis com outras tecnologias que utilizo	Adaptado de Venkatesh et al. (2012)
H2.8b	Possuo os recursos financeiros necessários para adoção de rastreabilidade em minha operação	
Benefícios Gerenciais (BENEF)		
H3.1b	Utilizar rastreabilidade aumentaria a produtividade das minhas operações em campo	Adaptado de Venkatesh et al. (2012)
H3.2b	Utilizar rastreabilidade me ajudaria a realizar atividades de gestão de forma mais eficiente	
H3.3b	Utilizar rastreabilidade me ajudaria na conformidade com regulamentações socioambientais	
H3.4b	Rastreabilidade possibilitaria melhor preço pago ao produtor	Adaptado de Corallo et al. (2020)
H3.5b	Rastreabilidade possibilitaria mais qualidade para o produto final	
Redução de Assimetria (REDU)		
H4.1b	Rastreabilidade possibilita a troca transparente de informações entre os agentes da cadeia produtiva do açúcar	Adaptado de Anastasiadis et al. (2022)
H4.2b	Rastreabilidade contribui no nivelamento de informações entre os agentes da cadeia de produção de açúcar	Adaptado de Campo e Vian (2023); Rezende e Farina (2001)
H4.3b	Tecnologias de rastreabilidade reduzem as incertezas das transações e melhoram o fluxo de informações na cadeia produtiva do açúcar	Adaptado de Schmidt e Wagner (2019)

- H4.4b** As informações de rastreabilidade ajudam a responder à demanda dos consumidores e a manter no mercado de produção de açúcar
- H4.5b** As informações de rastreabilidade melhoram a imagem da produção rural na percepção do consumidor final
- Adaptado de Anastasiadis et al. (2022)
-