



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Rastreabilidade na gestão da cadeia de suprimentos de alimentos: identificação de dados críticos para um recall em uma empresa de moagem de farinha no Brasil

M.Sc. Pablo Isaias Rojas Fernandez

PPGEP – UTFPR - PG

Eng. Dayana Miluska Heredia León

PPGEP – UTFPR – PG

D.Sc. João Luiz Kowaleski

PPGEP – UTFPR – PG

D.Sc. Prof. Dr. Flávio Trojan

PPGEP- UTFPR- Ponta Grossa

Resumo: Nos últimos anos, a Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM) evoluiu para incluir objetivos sociais e ambientais, resultando na Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos (SSCM). Essa mudança é impulsionada pela conscientização sobre sustentabilidade e pela pressão de clientes e partes interessadas. A rastreabilidade é um fator-chave para a sustentabilidade alimentar, garantindo segurança e produção responsável. O estudo busca identificar os dados críticos necessários para um sistema de rastreabilidade eficaz em uma empresa de moagem de farinha no Brasil, abordando os desafios da falta de dados e a complexidade das cadeias de suprimento. A metodologia inclui um questionário semiestruturado e entrevistas com especialistas. As respostas foram transcritas com a ferramenta Whisper e analisadas com Atlas TI e chatPDF. Os resultados mostram que a rastreabilidade é essencial para garantir a qualidade e segurança do produto, cobrindo desde o processamento até a distribuição. Os dados críticos incluem registros de Pontos Críticos de Controle, monitoramento de peso e integridade das embalagens, controle de inventário e dados financeiros. O estudo conclui que os dados críticos estão alinhados com normas internacionais e legislações brasileiras. Com a nova Regulamentação da União Europeia sobre Cadeias de Suprimento Livre de Desmatamento, a rastreabilidade será vital para cumprir requisitos regulatórios e promover práticas sustentáveis. Implementar um sistema de rastreabilidade robusto não só assegura a segurança alimentar, mas também posiciona a empresa como líder em sustentabilidade no mercado global.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos, Rastreabilidade, Segurança alimentar, Farinha de trigo.

Traceability in Food Supply Chain Management: Identification of Critical Data for a Recall in a Flour Milling Company in Brazil

Abstract:

In recent years, Supply Chain Management (SCM) has evolved to include social and environmental objectives, resulting in Sustainable Supply Chain Management (SSCM). This shift has been driven by increasing awareness of sustainability and pressure from customers and stakeholders. Traceability is a key factor for food supply chain sustainability, ensuring safety and responsible production. This study aims to identify the critical data needed for an effective traceability system in a flour milling company in Brazil, addressing challenges such as data gaps and supply chain complexity. The methodology includes a semi-structured questionnaire and interviews with experts. Responses were transcribed using the Whisper tool and analyzed with Atlas TI and chatPDF.

Results show that traceability is essential for ensuring product quality and safety, covering all stages from processing to distribution. Critical data includes records of Critical Control Points, monitoring of weight and packaging integrity, inventory control, and financial data. The study concludes that the critical data are aligned with international standards and Brazilian regulations. With the upcoming European Union Regulation on Deforestation-Free Supply Chains, traceability will be vital for meeting regulatory requirements and promoting sustainable practices. Implementing a robust traceability system not only ensures food safety but also positions the company as a leader in sustainability in the global market.

Keywords: Supply Chain, Traceability, Food Safety, Wheat Flour.

1. Introdução

Nos últimos anos, a Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM) passou por uma transformação significativa, evoluindo de um foco predominantemente econômico para uma abordagem mais abrangente que incorpora objetivos sociais, ambientais e econômicos (AHL; SEARCY, 2013; KHAN et al., 2021; PALAZZO; VOLLERO, 2022). Essa mudança foi impulsionada pelo aumento da conscientização sobre sustentabilidade (KHAN et al., 2021), a pressão de clientes e partes interessadas (GONG et al., 2019), e a necessidade de abordar questões que ainda afetam os pilares tradicionais da sustentabilidade no setor alimentício. Entre essas questões estão as emissões de Gases de Efeito Estufa (GHG) (SALA et al., 2017), a exploração de recursos naturais como água e solo (KUMMU et al., 2012), o uso de Organismos Geneticamente Modificados (GMOs), pesticidas e fertilizantes químicos (MCLAUGHLIN; KINZELBACH, 2015), e a gestão do desperdício de alimentos (GIUSEPPE; MARIO; CINZIA, 2014). Essas preocupações têm levado à evolução do conceito de SCM para uma abordagem mais sustentável, conhecida como Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos (SSCM).

Essa evolução abrange as atividades tradicionais da gestão da cadeia de suprimentos, como o gerenciamento de fluxos de informações, produtos e financeiros, incluindo inventários, armazéns e transporte. Além disso, considera a gestão de desafios ambientais, sociais, econômicos e éticos (por exemplo, por meio de padrões e sistemas de gestão), a integração da digitalização (como blockchain e inteligência artificial) e a gestão das partes interessadas internas e externas (como fornecedores, varejistas, consumidores finais e formuladores de políticas) (LEAL FILHO et al., 2020).

Segundo Kazancoglu et al. (2023) um dos fatores-chave para a sustentabilidade das cadeias de suprimento alimentares e a rastreabilidade, eles destacam sua importância para assegurar a segurança alimentar e a produção sustentável, especialmente na fase de produção, onde fornecedores podem estabelecer sistemas documentados que atendam aos requisitos. A rastreabilidade é também fundamental para sustentar a credibilidade das alegações de sustentabilidade e minimizar riscos à reputação associados a práticas sociais ou ambientais inadequadas (ISLAM; CULLEN, 2021; NORTON et al., 2014). Exemplos incluem o uso de sistemas de rastreabilidade completos para evitar a entrada de peixes ilegais ou não regulamentados nas cadeias de abastecimento de frutos do mar (BORIT; OLSEN, 2012) e garantir que produtos nos supermercados não provêm de áreas desmatadas, mas de fazendas que preservam o bioma amazônico (KAZUE AKABANE; PAPA LOPES; PEREIRA DA SILVA, 2010). A rastreabilidade é também um método eficiente para verificar a adoção de boas práticas de bem-estar animal (GOLAN et al., 2004; ISLAM; CULLEN, 2021). Portanto, a rastreabilidade é uma ferramenta essencial para garantir características dos produtos como origem, qualidade e respeito pelas pessoas e pelo meio ambiente (NORTON et al., 2014; KUIT; WAARTS, 2014; LEÓN-BRAVO; CICCULLO; CANIATO, 2022).

Apesar da importância reconhecida da rastreabilidade, existem desafios significativos na sua implementação, especialmente na indústria de moagem de farinha no Brasil. A falta de

dados críticos e a complexidade das cadeias de suprimento representam barreiras importantes para a adoção efetiva de sistemas de rastreabilidade. Este estudo se propõe a identificar os dados críticos que devem ser registrados em um sistema de rastreabilidade para garantir a eficácia de um recall em uma empresa de moagem de farinha no Brasil. Através de uma consulta a especialistas e uma análise detalhada do contexto brasileiro, buscamos oferecer soluções práticas para superar esses desafios, melhorar a sustentabilidade e a transparência nas cadeias de suprimento alimentares. Com isso, esperamos contribuir para a implementação de práticas mais robustas e eficazes, que assegurem a segurança alimentar e fortaleçam a resiliência do setor de moagem de farinha.

Este trabalho está dividido em cinco seções. A primeira é a introdução, que apresenta o contexto do estudo, a importância da segurança alimentar e a necessidade de um sistema de rastreabilidade eficaz na cadeia de suprimento de alimentos, com um foco particular na indústria de moagem de farinha no Brasil. A segunda seção é o referencial, que descreve o arcabouço teórico e as normativas relevantes no Brasil, analisando a legislação vigente e as melhores práticas em rastreabilidade alimentar. A terceira seção é a metodologia, que detalha a abordagem de pesquisa utilizada, incluindo a consulta a especialistas e a análise do contexto brasileiro para identificar os dados críticos necessários em um sistema de rastreabilidade. A quarta seção apresenta os resultados obtidos a partir da análise, destacando as barreiras atuais e as possíveis soluções para melhorar a rastreabilidade na cadeia de suprimento. Finalmente, a quinta seção oferece as conclusões, que resumem as descobertas do estudo e sugerem recomendações para a implementação de sistemas de rastreabilidade mais eficazes na indústria alimentar.

2. Referencial teórico

Este quadro teórico aprofunda os conceitos-chave de segurança alimentar e rastreabilidade nas cadeias de abastecimento alimentar, sublinhando o seu papel crucial na gestão da qualidade e integridade dos produtos. Além disso, são examinadas as normas e leis brasileiras que regulamentam essas áreas, garantindo que os alimentos que chegam ao consumidor atendam aos mais altos padrões de segurança e qualidade.

2.1 Segurança alimentar

Uma das principais razões pelas quais a segurança alimentar é vital nas cadeias de suprimento é seu papel na prevenção de doenças transmitidas por alimentos. Segundo a Organização Mundial da Saúde, as doenças transmitidas por alimentos afetam milhões de pessoas em todo o mundo, causando problemas de saúde significativos e perdas econômicas (DAGNE et al., 2019). A implementação de protocolos sólidos de segurança alimentar em toda a cadeia de suprimento pode reduzir significativamente a incidência dessas doenças. Por exemplo, a integração de sistemas de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP) ajuda a identificar possíveis perigos e estabelecer pontos críticos de controle para mitigar os riscos (DUGASSA FUFA, 2023). Esse enfoque proativo é essencial para garantir que os produtos alimentícios estejam livres de contaminação em todas as etapas da cadeia de suprimento, da fazenda à mesa.

Além disso, a segurança alimentar está intimamente ligada à confiança dos consumidores nos produtos alimentícios. Os consumidores estão cada vez mais preocupados com a segurança e a qualidade dos alimentos, e esperam transparência dos produtores e fornecedores de alimentos (FORSYTHE, 1996). Pesquisas indicam que os consumidores estão dispostos a pagar um prêmio por produtos alimentícios que sejam rastreáveis e tenham padrões de segurança verificados (MOSHTAGHIAN; BOLTON; ROUSTA, 2023). Essa disposição para investir em produtos alimentícios seguros sublinha a importância de manter altos padrões de segurança alimentar dentro das cadeias de suprimento. Os sistemas de rastreabilidade, que permitem o acompanhamento dos produtos alimentícios

desde sua origem até o consumidor, desempenham um papel crucial na melhoria da transparência e na criação de confiança do consumidor (BOURANTA; PSOMAS; VOUZAS, 2019). Ao fornecer informações sobre a segurança e a qualidade dos produtos alimentícios, os sistemas de rastreabilidade ajudam a reduzir a assimetria de informações entre consumidores e produtores, promovendo assim um ambiente alimentar mais seguro (YEUNG; YEE, 2019).

O cumprimento normativo é outro aspecto crítico da segurança alimentar nas cadeias de suprimento. Governos de todo o mundo estabeleceram regulamentações rigorosas de segurança alimentar para proteger os consumidores e garantir que as empresas alimentícias cumpram os padrões de segurança (ABDELHAKIM; HEWEDI; ADAM, 2020). Por exemplo, a União Europeia exige sistemas de rastreabilidade que obrigam as empresas alimentícias a acompanhar os produtos nas etapas anteriores e posteriores da cadeia de suprimento (LATORRES et al., 2016). O cumprimento dessas normas não só ajuda a prevenir repercussões legais, mas também promove uma cultura de segurança e responsabilidade dentro da indústria alimentícia (DJEKIC et al., 2024). O não cumprimento das normas de segurança alimentar pode ter consequências graves, como retiradas de produtos, perdas econômicas e danos à reputação da marca (CHUNG et al., 2020).

Além disso, as implicações econômicas da segurança alimentar nas cadeias de suprimento são significativas. Medidas eficazes de segurança alimentar podem gerar economias ao reduzir a incidência de doenças transmitidas por alimentos e minimizar o impacto financeiro das retiradas de produtos (AMIR ASHRAF et al., 2021). Por exemplo, a implantação de sistemas de rastreabilidade pode agilizar os processos de retirada, permitindo que as empresas identifiquem e retirem rapidamente do mercado os produtos afetados, reduzindo assim os possíveis riscos à saúde e os custos associados (XIANG, 2015). Além disso, investir em segurança alimentar pode melhorar a eficiência operacional e a logística, o que, em última análise, beneficia os resultados das empresas alimentícias (ZHAO et al., 2020).

2.2 Princípios dos Sistemas de rastreabilidade

Os princípios de rastreabilidade são amplamente descritos na literatura como diretrizes para implementar a rastreabilidade de maneira eficiente em uma Cadeia de Suprimento Alimentar (ISLAM; CULLEN, 2021). Esses princípios são considerados as características fundamentais de um sistema (ALPA, 1994) refletindo seu propósito e operação eficaz (ISLAM; CULLEN, 2021). Embora em estudos sobre rastreabilidade alimentar se utilizem diversas terminologias alternativas, como componentes, características ou elementos (OLSEN; BORIT, 2018); todas essas designações se referem ao funcionamento efetivo dos Sistemas de Rastreamento e, portanto, podem ser substituídas pelo termo princípios (ISLAM; CULLEN, 2021). O Quadro 1 resume os princípios dos Sistemas de Rastreamento encontrados na literatura, bem como aqueles presentes nas normas e leis nacionais e internacionais.

Quadro 1 - Princípios dos sistemas de rastreabilidade alimentar

Instituição ou autor	Princípios/Requisitos
ABNT NBR ISO 22005:2008	Convém que os sistemas de rastreabilidade sejam: • verificáveis; • aplicados de forma consistente e imparcial; • orientados para resultados; • eficazes em custos; • de fácil aplicação; • de acordo com qualquer regulamento ou política aplicáveis; • de acordo com os requisitos de exatidão estabelecidos.
CODEX ALIMENTARIUS, (2023)	Os seguintes princípios cobrem o contexto, a justificativa, o design e a aplicação da rastreabilidade/rastreamento de produtos como uma

Instituição ou autor	Princípios/Requisitos
	ferramenta para uso de uma autoridade competente dentro de um sistema de inspeção e certificação de alimentos: Contexto • A rastreabilidade é uma ferramenta entre outras dentro do sistema de controle de alimentos; • Um sistema de inspeção e certificação de alimentos com ou sem um sistema de rastreabilidade pode alcançar os mesmos objetivos, por exemplo, em relação à segurança alimentar; • Um país exportador não precisa replicar exatamente a ferramenta do país importador. Razão de ser: • A rastreabilidade melhora a eficácia e/ou eficiência das medidas dentro do sistema de controle de alimentos; • Não melhora a segurança alimentar por si só, mas pode contribuir para a eficácia de outras medidas; • Facilita a proteção do consumidor contra fraudes e o comércio baseado em descrições imprecisas. Design • Pode ser aplicada a todas ou a etapas específicas da cadeia alimentar, conforme os objetivos; • Deve permitir identificar de onde veio e para onde foi o alimento em cada etapa relevante; • Os objetivos, alcance e procedimentos devem ser transparentes. Aplicação • Devem ser consideradas as capacidades dos países em desenvolvimento; • Se um país importador tem objetivos que o exportador não pode cumprir, deve considerar assistência técnica ou prazos mais longos de implementação; • O sistema não deve ser mais restritivo ao comércio do que o necessário; • A aplicação deve ser prática, tecnicamente viável e economicamente rentável; • Deve basear-se nos riscos de segurança alimentar ou nas características das práticas enganosas que se pretende abordar; • Deve ser implementado caso a caso, quando apropriado.
Legislação da União Europeia (EUR LEX, 2002)	• Obrigatório para alimentos, forragem, animais e substâncias relacionadas com a produção de alimentos/rações; • Aplica-se a todas as etapas: produção, processamento e distribuição; • As empresas devem ser capazes de identificar fornecedores e destinatários desses produtos; • Sistemas e procedimentos necessários para registrar e fornecer essas informações às autoridades quando solicitadas; • Os produtos devem estar etiquetados ou identificados para facilitar a rastreabilidade (documentação ou informações relevantes); • Requisitos específicos para diferentes setores podem ser adotados por meio de um procedimento designado.
Legislação dos Estados Unidos (a data de cumprimento obrigatório começa em 20 de janeiro de 2026) (FDA, 2023)	• O sistema deve ser capaz de rastrear os alimentos ao longo da cadeia de suprimento, desde a sua origem até o seu destino final; • O sistema deve ser capaz de rastrear os alimentos em um prazo de 24 horas; • O sistema deve ser preciso e completo, e deve incluir informações sobre os fornecedores, os clientes e os transportadores; • O sistema deve ser capaz de manter os registros; • O sistema deve ser consistente em toda a cadeia de suprimento; • O sistema deve ser flexível e capaz de se adaptar às mudanças na cadeia de suprimento.
Legislação Brasileira	Cadeia produtiva das carnes de bovinos e de búfalos (BRASIL, 2009): • Identificação individual dos animais: Todos os animais devem ser identificados de forma individual e inequívoca, de modo que seja possível

Instituição ou autor	Princípios/Requisitos
	rastreá-los em toda a cadeia produtiva. A identificação deve ser feita por meio de marca a fogo, tatuagem ou outra forma permanente e aditável; • Registro das informações de movimentação: Devem ser registrados todos os eventos de movimentação dos animais, desde a sua origem até o seu destino final. As informações registradas devem incluir a identificação do animal, a data e a hora da movimentação, o local de origem e o destino; • Integração das informações: As informações de movimentação dos animais devem ser integradas em um sistema único, que permita o rastreamento de qualquer animal ao longo da cadeia produtiva. Cadeia produtiva de produtos vegetais frescos (ANVISA, 2018): Princípios • Identificação única: Cada lote de produtos vegetais frescos devem ser identificado de forma única e inequívoca; • Registro das informações de movimentação: Devem ser registrados todos os eventos de movimentação dos produtos vegetais frescos, desde a sua origem até o seu destino final; • Integração das informações: As informações de movimentação dos produtos vegetais frescos devem ser integradas em um sistema único. Requisitos • Identificação dos lotes: Os lotes devem ser identificados por meio de um código alfanumérico ou outro tipo de identificação que seja compatível com o sistema de rastreabilidade adotado; • Registros: Os entes da cadeia produtiva devem manter registros das informações obrigatórias dispostas nos Anexos I e II da Instrução Normativa; • Apresentação de informações: Os detentores de produtos vegetais frescos comercializados a granel, no varejo, devem apresentar à autoridade competente informação relativa ao nome do produtor ou da unidade de consolidação e o nome do país de origem; • Manutenção de registros: Os registros das informações devem ser mantidos à disposição das autoridades competentes por um período de 18 meses após o tempo de validade ou de expedição dos produtos vegetais frescos.
(FOOD STANDARDS AGENCY, 2002)	• Identificação do produto; • Documentação de horário, localização e transformação; • Um sistema para vincular esses dados.
(FOLINAS; MANIKAS; MANOS, 2006; JANSEN-VULLERS; VAN DORP; BEULENS, 2003) 399 citações no Google acadêmico	• Integridade física do lote; • Coleção de dados; • Identificação do produto e vinculação de processos; • Relatórios.
(KELEPOURIS; PRAMATARI; DOUKIDIS, 2007) 611 citações no Google acadêmico	• Identificação única de produtos, unidades logísticas e localizações; • Captura e registro de dados de rastreabilidade; • Gerenciamento de links e recuperação de dados de rastreabilidade; • Comunicação de dados de rastreabilidade.
(OLSEN; BORIT, 2018) 195 citações no Google acadêmico	• Identificação de TRUs; • Documentação de transformações; • Registro dos atributos dos TRUs.
(ISLAM; CULLEN, 2021) 80 citações no Google acadêmico	• Identificação de TRU (Granularidade de TRU, Identificação Única); • Gravação de dados (diferentes tipos de dados, meio de gravação de dados); • Integração de dados (integração de dados para rastreabilidade interna, integração de dados para rastreabilidade externa); • Acessibilidade de dados (nível de acesso aos dados, visualização de dados).

TRU = Unidade rastreável de recursos, ela engloba a necessidade de definir a menor unidade de produto a ser rastreada (ou seja, a TRU) e também a necessidade de as identificar.

Fonte: Adaptado e atualizado de Islam e Cullen (2021)

Após uma revisão detalhada dos princípios descritos na literatura, Islam e Cullen (2021), observaram que os autores frequentemente usam expressões sobrepostas e contraditórias para descrever os princípios de rastreabilidade. Eles identificaram os aspectos comuns e os fundamentos subjacentes que vinculam a definição de rastreabilidade e seu processo de implementação. Islam e Cullen propõem quatro princípios principais (**Figura 1**) e examinam os vários requisitos associados a essas abordagens de implementação ao longo desta seção.

Figura 1 - Princípios de um sistema de rastreabilidade alimentar



Fonte: Islam e Cullen (2021)

2.3 Leis e regulamentos aplicáveis

Os principais reguladores de alimentos no Brasil são o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o Ministério da Saúde (MS), por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O MAPA fiscaliza e faz cumprir um grande número de regulamentações relacionadas à produção, comercialização, importação e exportação de produtos de origem animal, frutas e vegetais in natura, bebidas alcoólicas e não alcoólicas, sucos, grãos, sementes e ração animal, e a ANVISA fiscaliza a maioria regulamentos relativos a produtos alimentares processados (FONSECA; HUYNH, 2019). Como visto no **Quadro 2**.

Quadro 2 - Categorias de produto de competência do MAPA e ANVISA

Categorias de produto de competência do MAPA	
- Produtos vegetais in natura - Produtos vegetais minimamente processados (vegetais descascados, picados, higienizados e embalados) - Produtos de origem animal (definidos no decreto 9.013/2017)	Bebidas e produtos para o preparo de bebidas (incluindo bebidas alcoólicas e não alcoólicas, vinagre e polpas de frutas)
Categorias de produto de competência da ANVISA	
- Açúcar e produtos para adoçar - Águas envasadas - Alimentos com alegação - Alimentos especialmente formulados para crianças (incluindo fórmulas infantis, alimentos de transição e cereais infantis) - Alimentos para controle de peso e dietas com restrição de nutrientes - Alimentos semiprontos e prontos, excluídos os de origem animal e as bebidas - Balas bombons e gomas de mascar - Café, cevada, chá, e produtos solúveis - Chocolate e produtos de cacau - Farinha, amidos e farelos - Fórmula para alimentação enteral e para erro inato do metabolismo	- Gelados comestíveis (sorvetes e picolés) - Gelo - Mistura para preparo de alimentos - Novos alimentos - Óleos e gorduras vegetais - Produtos de cereais, incluindo massas, biscoitos e produtos de panificação - Produtos de vegetais, de frutas e cogumelos, excluídos aqueles de competência da agricultura - Produtos proteicos de origem animal - Sal - Suplemento alimentar - Temperos, especiarias e molhos

Fonte: Governo Federal do Brasil (2022a)

O sistema institucional brasileiro também possui as seguintes normas técnicas como: rotulagem de alimentos, resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 da ANVISA que aprovou o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados (BRASIL, 2002); a Instrução Normativa nº 22 de 24 de novembro de 2005 do MAPA, que aprovou o Regulamento Técnico para rotulagem de produtos embalados de origem animal (BRASIL, 2005); a Instrução Normativa Conjunta INC nº 2, de 07 de fevereiro de 2018 feita pela ANVISA e o MAPA, definindo os procedimentos para a aplicação da rastreabilidade em toda a cadeia produtiva de produtos vegetais frescos (ANVISA, 2018); a resolução RDC nº 655 de 24 de março de 2022 da ANVISA que dispõe sobre o recolhimento de alimentos inclusive os in natura. Portanto, existe um conjunto de decretos, normas e resoluções voltado para a produção de alimentos, favorecendo a rastreabilidade adequada dos produtos brasileiros (FURQUIM; GARBER; CYRILLO, 2016).

3. Metodologia

Nesta fase do estudo, foi elaborado um questionário semiestruturado composto por 10 perguntas para investigar os fatores que influenciam a rastreabilidade alimentar em uma empresa multinacional de moagem de farinha no Brasil. O questionário foi projetado para oferecer uma visão completa dos dados críticos registrados durante um recall de rastreabilidade, incluindo perguntas abertas e fechadas para coletar tanto dados qualitativos quanto quantitativos.

A elaboração do questionário começou com a definição cuidadosa dos temas, organizados de forma lógica para garantir um fluxo natural e uma cobertura abrangente de todos os aspectos relevantes do estudo. Posteriormente, foi realizada uma entrevista online através do Google Meet, com duração aproximada de 20 minutos. Durante a entrevista, foi obtido o consentimento para gravar a sessão, o que permitiu uma análise detalhada posterior.

As gravações, armazenadas no formato MPEG-1 Audio Layer 3, foram transcritas utilizando a ferramenta Whisper (v.20231117.0) através do Google Colaboratory. O Whisper, uma ferramenta de inteligência artificial, minimizou significativamente os erros de transcrição, garantindo a precisão do texto (LOPEZOSA; CODINA; BOTÉ-VERICAD, 2023).

Finalmente, para a análise dos dados, foi utilizado o software especializado Atlas TI (v24.0) juntamente com a plataforma chatPDF. Essas ferramentas facilitaram a interpretação e a extração de informações chave das respostas coletadas, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Passos a seguir para a consulta a especialistas



Fonte :Adaptado Lopezosa,Codina e Boté-Vericad (2023)

4. Resultados

Um sistema de rastreabilidade robusto é indispensável para garantir a segurança alimentar e o cumprimento das normas regulatórias. Neste estudo, foram rastreados 4180 pacotes de farinha de trigo de 5 kg ao longo de toda a cadeia de suprimento, desde a matéria-prima até o consumidor final.

No setor de embalagem, a coleta de dados críticos é essencial para assegurar que o produto final seja embalado de maneira segura e cumpra com os padrões de qualidade estabelecidos. Esses registros permitem rastrear e monitorar cada etapa do processo de embalagem, desde o peso do produto até a integridade das embalagens, garantindo que não haja falhas que comprometam a segurança alimentar. A seguir, serão detalhados os dados específicos que devem ser registrados para este setor (ver Quadro 3).

Quadro 3- Informações necessárias do setor de envase

Registros de monitoramento dos PCCs e PPROs	Dados sobre os Pontos Críticos de Controle (PCCs) e os Programas de Pré-Requisitos Operacionais (PPROs) que garantem a segurança e a qualidade durante o envase.
Registros de peso	Informação sobre o peso exato do produto embalado para garantir conformidade com os padrões estabelecidos.
Registros de envase referentes a esta produção	Documentação de todo o processo de envase, incluindo número de lote, data, e operador responsável
Registro de monitoramento do QCP (solda de embalagem)	Verificação da integridade das soldas das embalagens para evitar contaminação ou perdas de produto.
Balanco de massa da embalagem primária utilizada	Controle do número de embalagens primárias utilizadas comparado com a produção efetiva, para evitar desvios ou perdas

Fonte: Autoria própria com base na consulta (2024)

O setor de depósito de produto acabado e logística é responsável por gerenciar a entrada, armazenamento, e expedição dos produtos finais. Os dados coletados nesta etapa são cruciais para garantir o controle de estoque, a rastreabilidade dos lotes, e a correta distribuição dos produtos. Esse controle permite uma resposta rápida e eficiente em caso de recall, assegurando que os produtos defeituosos ou contaminados possam ser localizados e retirados do mercado rapidamente. (ver Quadro 4).

Quadro 4 - Informações necessárias de logística e do depósito de produto acabado

Dados referentes a entradas e saídas do material no armazém (desde o sistema SAP)	Rastreamento detalhado de quando e onde cada lote foi armazenado e para onde foi enviado.
Dados referentes à expedição do produto	Informações completas sobre o transporte, incluindo documentos de transporte, notas fiscais, datas e destinos.
Quantidade expedida e quantidade em estoque SAP	Controle de inventário em tempo real, garantindo que as quantidades reportadas sejam precisas e correspondam ao físico
Registro de avaria	Documentação de qualquer dano ou perda de produto durante o armazenamento ou transporte.
Checklist do envio do material para os centros de distribuição	Verificação final antes do envio para garantir que o produto esteja conforme com as especificações.
Informações dos clientes finais	Detalhes dos clientes que receberam o produto, para facilitar o rastreamento em caso de recall.

Fonte: Autoria própria com base na consulta (2024)

No setor de moagem, a precisão na coleta de dados é fundamental para garantir a qualidade do produto final. Este setor é responsável por transformar o trigo em farinha, e a rastreabilidade de cada lote depende da documentação detalhada dos testes de qualidade, das misturas realizadas, e do controle da umidade. Esses registros são essenciais para garantir que a farinha produzida atenda aos padrões estabelecidos e seja segura para o consumo. (ver Quadro 5).

Quadro 5 - Informações necessárias do setor de moagem

Testes	Registros dos testes de qualidade realizados no processo de moagem para garantir que a farinha atenda aos padrões.
Informações referentes às caixas de farinha e estoque	Documentação detalhada sobre as quantidades produzidas e armazenadas.
Misturas de trigo com aditivos	Registros das fórmulas utilizadas, garantindo rastreabilidade dos ingredientes.
Trigo utilizado (informações de contrato como procedência e resultados da descarga de trigo)	Detalhes sobre a origem do trigo e a conformidade do material recebido com as especificações contratuais.
Registro de monitoramento de QCP (Umidade)	Controle da umidade durante o processo de moagem, essencial para a qualidade do produto final.

Fonte: Autoria própria com base na consulta (2024)

O setor de depósito de matéria-prima lida com a recepção e armazenamento dos insumos necessários para a produção. A coleta de dados nesta fase é vital para assegurar que todos os ingredientes utilizados na fabricação da farinha sejam de alta qualidade e estejam em conformidade com as especificações. Esses registros garantem a rastreabilidade dos insumos desde a sua origem, permitindo um controle rigoroso sobre a qualidade dos produtos finais. (ver Quadro 6).

Quadro 6 - Informações necessárias do depósito de matéria-prima

Laudos dos insumos utilizados na produção	Certificados de qualidade dos insumos, confirmando que estão em conformidade com as especificações.
Checklist de descargas dos insumos	Verificação de que os insumos foram recebidos corretamente e em boas condições.

Fonte: Autoria própria com base na consulta (2024)

O setor de faturamento é responsável pela documentação legal das transações comerciais, incluindo a emissão de notas fiscais para a saída de produtos e a entrada de insumos. A coleta de dados aqui é crucial para garantir a conformidade fiscal e a rastreabilidade financeira, além de facilitar o rastreamento dos lotes em caso de recall. Esses registros permitem uma visão clara e precisa sobre o fluxo de mercadorias e insumos na empresa (ver Quadro 7).

Quadro 7 - Informações necessárias de faturamento

Notas fiscais de saída do lote	Documentação legal que acompanha a venda e distribuição do produto, necessária para rastrear lotes específicos.
Notas fiscais de recebimento dos insumos utilizados no lote	Registros de todas as matérias-primas adquiridas, essenciais para garantir a rastreabilidade desde a origem dos insumos.

Fonte: Autoria própria com base na consulta (2024)

No setor de Garantia de Qualidade, os dados críticos coletados são essenciais para garantir que tanto a farinha base quanto o produto final atendam aos requisitos de qualidade e segurança. Esses dados permitem verificar a conformidade do produto em cada etapa do processo, desde o recebimento da matéria-prima até a expedição do produto final. A seguir, são detalhados os dados críticos específicos que são armazenados nesse setor (ver Quadro 8).

Quadro 8 - Informações necessárias de garantia de qualidade

Farinha base	
Análise Sensorial	Avaliação do aroma, cor, sabor e textura da farinha para garantir a conformidade com os padrões de qualidade.
Umidade	Nível de umidade na farinha base, crucial para a estabilidade e prevenção de deterioração
Falling Number	Índice que mede a atividade da amilase, indicando a qualidade do trigo utilizado
Peso Hectolitro	Densidade da farinha, que afeta a eficiência do processamento e a qualidade do produto final

Peso de Mil Grãos	Medida do peso de mil grãos de trigo, importante para avaliar a qualidade do lote.
Avariados	Proporção de grãos danificados ou defeituosos, que podem afetar a qualidade da farinha.
Impurezas	Presença de materiais estranhos ou contaminantes na farinha.
Infestação	Verificação de pragas ou sinais de infestação na farinha, essencial para garantir a segurança alimentar
Produto Acabado	
Umidade	Controle da umidade no produto final para garantir a qualidade e a durabilidade.
Cor	Avaliação da cor do produto acabado, que deve estar dentro dos padrões estabelecidos.
Cinzas	Conteúdo mineral da farinha, que indica a pureza do produto.
Glúten Úmido	Medição da quantidade de glúten, que influencia a elasticidade e a qualidade do pão.
Estabilidade Farinográfica	Teste que avalia a estabilidade da massa durante o processo de amassamento.
Falling Number	Verificação da atividade enzimática, que impacta a qualidade da farinha
Absorção Farinográfica	Capacidade da farinha de absorver água, fundamental para a qualidade da massa.
Tempo de Desenvolvimento Farinográfica	Tempo necessário para desenvolver a massa, indicador da qualidade da farinha.
Análise Microbiológica	Testes para detectar microorganismos como <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella</i> , garantindo a segurança do produto.
Análise de Minerais	Verificação de elementos como ferro, ácido fólico e arsênio, para garantir que estejam dentro dos limites seguros.
P/L e W	Índices que medem a força e a elasticidade do glúten, fundamentais para a qualidade do pão.
Granulometria	Distribuição do tamanho das partículas da farinha, que afeta a textura e a qualidade do produto final.
Acidez Graxa	Medição da rancidez na farinha, que pode impactar o sabor e a qualidade.
Análise de Toxinas	Testes para aflatoxinas, zearalenona, ocratoxinas e DON (deoxinivalenol), que garantem a segurança do produto.
Materiais Macroscópicos e Microscópicos	Verificação da presença de contaminantes físicos ou biológicos, que podem comprometer a segurança do produto.
Metais Pesados	Testes para detectar níveis de arsênio, cádmio e chumbo, assegurando que estão abaixo dos limites permitidos.

Fonte: Autoria própria com base na consulta (2024)

5. Conclusões

Neste estudo qualitativo, foi realizada uma entrevista semiestruturada com um especialista em rastreabilidade de uma multinacional dedicada à produção, transformação e distribuição de farinha de trigo. Os resultados revelam que os dados críticos na cadeia de suprimento estão alinhados com os padrões internacionais estabelecidos pela norma ISO 22000 e pela RDC N.º 655/2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Ao longo da cadeia, foram identificados e registrados de forma abrangente o número do lote, os detalhes das matérias-primas e fornecedores, os dados de processamento e produção, as datas de vencimento e produção, bem como as informações de distribuição, controle de qualidade, rotulagem e embalagem, e os dados dos clientes finais.

Além disso, identificou-se que o sistema Enterprise Resource Planning (ERP) implementado na empresa é vital para coletar e armazenar essas informações de maneira sistemática e acessível, facilitando uma resposta rápida e eficaz na identificação e retirada de produtos em caso de qualquer eventualidade relacionada à segurança alimentar. Essa abordagem integrada assegura não apenas o cumprimento das normas, mas também a proteção da saúde pública e a preservação da confiança do consumidor.

No entanto, a partir de 30 de dezembro de 2024, entrará em vigor na União Europeia a nova Regulamentação sobre Cadeias de Suprimento Livre de Desmatamento. Esta normativa exigirá que as empresas que comercializam ou exportam certos produtos agrícolas, incluindo aquelas dedicadas à produção e distribuição de farinha de trigo, garantam que seus produtos e ingredientes não provêm de terras que tenham sido desmatadas ou degradadas após 31 de dezembro de 2020. Caso a empresa deseje manter sua participação de mercado nessa região, será imprescindível que adapte suas práticas de rastreabilidade para cumprir com esses novos requisitos regulatórios.

Nesse contexto, a rastreabilidade não só será crucial para garantir a segurança alimentar, mas também se tornará um pilar fundamental para promover práticas sustentáveis e preservar a confiança do consumidor em mercados internacionais. A integração de um sistema robusto de rastreabilidade que abarque tanto a segurança alimentar quanto o cumprimento das normas ambientais permitirá à empresa não só cumprir com as regulamentações, mas também se destacar como líder em sustentabilidade em um ambiente global cada vez mais competitivo.

Referências

ABDELHAKIM, A.; HEWEDI, M.; ADAM, S. Finding the Missing Pieces of Food Safety Training Puzzle on Nile Cruises: a Delphi Approach. **International Journal of Heritage, Tourism and Hospitality**, v. 14, n. 2, p. 173–185, 1 dez. 2020.

AHI, P.; SEARCY, C. A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 329–341, ago. 2013.

ALPA, G. General Principles of Law. **Annual Survey of International & Comparative Law**, v. 1, n. 1, p. 1–39, 1994.

AMIR ASHRAF, S. et al. UPLC-MS: An Emerging Novel Technology and Its Application in Food Safety. In: **Analytical Chemistry - Advancement, Perspectives and Applications**. [s.l.] IntechOpen, 2021.

ANVISA. Instrução normativa conjunta – INC nº 2, de 7 de fevereiro de 2018. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, v. 2018, p. 1–4, 2018.

BORIT, M.; OLSEN, P. Evaluation framework for regulatory requirements related to data recording and traceability designed to prevent illegal, unreported and unregulated fishing. **Marine Policy**, v. 36, n. 1, p. 96–102, jan. 2012.

BOURANTA, N.; PSOMAS, E.; VOUZAS, F. The effect of service recovery on customer loyalty: the role of perceived food safety. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v. 11, n. 1, p. 69–86, 18 mar. 2019.

BRASIL. Rdc Nº 259, De 20 De Setembro De 2002. **Diário Oficial da União**, v. 2002, n. D, p. 12, 2002.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 22, de 24 de novembro de 2005. **Diário Oficial da União de 25/11/2005 , Seção 1 , Página 15**, v. 60, 2005.

BRASIL. **Lei Nº 12.097, de 24 de Novembro de 2009.**

CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 38, n. 5, p. 360–387, jun. 2008.

CHUNG, E. Y. et al. Improving Food Safety and Food Quality: The Case of Nestle. **International Journal of Tourism and Hospitality in Asia Pasific**, v. 3, n. 1, p. 57–67, 20 fev. 2020.

CODEX ALIMENTARIUS. **Principles for traceability/Product tracing as a toll within a food inspection and certification system**. [s.l.: s.n.]. v. 5th Editio

DAGNE, H. et al. Food Safety Practice and Its Associated Factors among Mothers in Debarq Town, Northwest Ethiopia: Community-Based Cross-Sectional Study. **BioMed Research**

International, v. 2019, p. 1–8, 4 jun. 2019.

DJEKIC, I. et al. Confronting Views of Companies and Authorities on Food Safety Issues—A Cross-Country Survey. **Foods**, v. 13, n. 5, p. 773, 1 mar. 2024.

DUGASSA FUFA, D. Food Safety. In: **Health Risks of Food Additives - Recent Developments and Trends in Food Sector [Working Title]**. [s.l.] IntechOpen, 2023.

EUR LEX. **Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council.**

FDA. **Norma final de la FSMA: Requisitos para los registros de trazabilidad adicionales para ciertos alimentos.**

FOLINAS, D.; MANIKAS, I.; MANOS, B. Traceability data management for food chains. **British Food Journal**, v. 108, n. 8, p. 622–633, ago. 2006.

FONSECA, F.; HUYNH, H. Brazil- Food and Agricultural Import Regulations and Standards Report. **United States Department of Agriculture**, p. 1–34, 2019.

FOOD STANDARDS AGENCY. Traceability in the Food Chain A preliminary study. **Health San Francisco**, n. March, p. 51, 2002.

FORSYTHE, R. H. Food Safety: A Global Perspective. **Poultry Science**, v. 75, n. 12, p. 1448–1454, dez. 1996.

FURQUIM, N. R.; GARBER, M. F.; CYRILLO, D. C. Traceability in the beef production chain in Brazil. / Trazabilidad en la cadena productiva de la carne bovina en Brasil. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 17, p. 1–17, 2016.

GIUSEPPE, A.; MARIO, E.; CINZIA, M. Economic benefits from food recovery at the retail stage: An application to Italian food chains. **Waste Management**, v. 34, n. 7, p. 1306–1316, jul. 2014.

GOLAN, E. et al. Traceability in the US food supply: Economic theory and industry studies. **Economic Research Service, US Department of Agriculture, Agricultural Economic Report**, v. 830, n. 830, p. 56, 2004.

GONG, M. et al. The role of customer awareness in promoting firm sustainability and sustainable supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 217, p. 88–96, nov. 2019.

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. **Controle sanitário de alimentos.**

ISLAM, S.; CULLEN, J. M. Food traceability: A generic theoretical framework. **Food Control**, v. 123, p. 107848, 2021.

JANSEN-VULLERS, M. H.; VAN DORP, C. A.; BEULENS, A. J. M. Managing traceability information in manufacture. **International Journal of Information Management**, v. 23, n. 5, p. 395–413, 2003.

KAZANCOGLU, Y. et al. Investigating the impact of COVID-19 on sustainable food supply chains. **Journal of Modelling in Management**, v. 18, n. 4, p. 1250–1273, 2023.

KAZUE AKABANE, G.; PAPA LOPES, C.; PEREIRA DA SILVA, F. O Sistema de Rastreabilidade para a Sustentabilidade no Agronegócio Brasileiro. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 4, n. 2, p. 80–95, 2010.

KELEPOURIS, T.; PRAMATARI, K.; DOUKIDIS, G. RFID-enabled traceability in the food supply chain. **Industrial Management & Data Systems**, v. 107, n. 2, p. 183–200, mar. 2007.

KHAN, S. A. R. et al. A state-of-the-art review and meta-analysis on sustainable supply chain management: Future research directions. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, p. 123357, jan. 2021.

KUIT, M.; WAARTS, Y. **Small scale farmers, certification schemes and private standards. Costs and Benefits of certification and verification for small scale producers in cocoa, coffee, cotton, fruit and vegetable sectors.** Wageningen: [s.n.].

KUMMU, M. et al. Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts

on freshwater, cropland, and fertiliser use. **Science of The Total Environment**, v. 438, p. 477–489, nov. 2012.

LATORRES, J. M. et al. COGNITIVE EVALUATION AS A FOOD SAFETY TOOL – A FOOD HANDLER CASE STUDY. **Journal of Food Safety**, v. 36, n. 4, p. 497–502, 12 nov. 2016.

LEAL FILHO, W. et al. (EDS.). **Responsible Consumption and Production**. Cham: Springer International Publishing, 2020.

LEÓN-BRAVO, V.; CICCULLO, F.; CANIATO, F. Traceability for sustainability: seeking legitimacy in the coffee supply chain. **British Food Journal**, v. 124, n. 8, p. 2566–2590, jul. 2022.

LOPEZOSA, C.; CODINA, L.; BOTÉ-VERICAD, J.-J. Testeando ATLAS.ti con OpenAI: hacia un nuevo paradigma para el análisis cualitativo de entrevistas con inteligencia artificial. **Digital documentation and interactive communication Research group**, 2023.

MCLAUGHLIN, D.; KINZELBACH, W. Food security and sustainable resource management. **Water Resources Research**, v. 51, n. 7, p. 4966–4985, jul. 2015.

MOSHTAGHIAN, H.; BOLTON, K.; ROUSTA, K. Public preferences for nutritional, environmental and food safety characteristics of upcycled foods in Sweden. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 58, n. 10, p. 5616–5625, 11 out. 2023.

NORTON, T. et al. A guide to traceability. **United Nations Global Compact Office**, p. 45, 2014.

OLSEN, P.; BORIT, M. The components of a food traceability system. **Trends in Food Science and Technology**, v. 77, n. June 2017, p. 143–149, 2018.

PALAZZO, M.; VOLLERO, A. A systematic literature review of food sustainable supply chain management (FSSCM): building blocks and research trends. **The TQM Journal**, v. 34, n. 7, p. 54–72, dez. 2022.

SALA, S. et al. In quest of reducing the environmental impacts of food production and consumption. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 387–398, jan. 2017.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1699–1710, out. 2008.

STORØY, J.; THAKUR, M.; OLSEN, P. The TraceFood Framework – Principles and guidelines for implementing traceability in food value chains. **Journal of Food Engineering**, v. 115, n. 1, p. 41–48, mar. 2013.

XIANG, B. Study on Safety Management of Food Traceability Based on Food Supply Chain. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 8, n. 6, p. 394–397, 10 jun. 2015.

YEUNG, R. M. W.; YEE, W. M. S. Travel destination choice: does perception of food safety risk matter? **British Food Journal**, v. 122, n. 6, p. 1919–1934, 8 nov. 2019.

ZHAO, J. et al. Technologies in individual animal identification and meat products traceability. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 34, n. 1, p. 48–57, 1 jan. 2020.