XXVIII SIMPEP
Simpósio de Engenharia de Produção
"ENSINO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: COMO PREPARAR AS NOVAS GERAÇÕES PARA OS DESAFIOS DO SÉCULO XXI"
10, 11 E 12 DE NOVEMBRO DE 2021

# RASTREABILIDADE NA GESTÃO DE RECALL DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

**JOÃO GUILHERME PULITA –** joao.guilherme@estudante.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

**HELENA CANESIN –** helena.canesin@estudante.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR

**LUCAS LIMA DE OLIVEIRA –** lucas.oliveira@estudante.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR

**ANDREA LAGO DA SILVA -** deialago@ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR

***Área:*** *2 - LOGÍSTICA*
***Sub-Área:*** *2.1 – GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS*

***Resumo:*** *AS CADEIAS DE SUPRIMENTOS DE ALIMENTOS ESTÃO CADA VEZ MAIS COMPLEXAS E SUSCETÍVEIS A RISCOS QUE PODEM OCASIONAR FALHAS NA QUALIDADE DO PRODUTO E, CONSEQUENTEMENTE, RESULTAR EM UM EVENTO DE RECALL. UM RECALL REPRESENTA RISCOS À SAÚDE DOS CONSUMIDORES, ALÉM DE SER PREJUDICIAL TAMBÉM AO DESEMPENHO ECONÔMICO DAS EMPRESAS ENVOLVIDAS, ASSIM COMO NA SUA REPUTAÇÃO. TORNAM-SE IMPRESCINDÍVEIS, PORTANTO, MEDIDAS QUE IDENTIFIQUEM MAIS RAPIDAMENTE POSSÍVEIS FALHAS E MITIGUEM RISCOS NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS, AUXILIANDO NA GESTÃO DE RECALLS DE ALIMENTOS. DENTRE ESSAS AÇÕES, A RASTREABILIDADE É ABORDADA EM DIVERSOS ESTUDOS COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE DE QUALIDADE ALIMENTAR. SÃO OBSERVADAS, PORÉM, LACUNAS NA LITERATURA SOBRE SEU USO NA GESTÃO DE RECALLS EM CADEIAS DE ALIMENTOS. NO INTUITO DE PREECHER ESSA LACUNA, ESSE ARTIGO BUSCA RESPONDER À SEGUINTE QUESTÃO: QUAL É O PAPEL DA RASTREABILIDADE NA GESTÃO DE RECALLS DE ALIMENTOS? FORAM SELECIONADOS SETENTA E CINCO ARTIGOS, REVISADOS POR PARES E SUBMETIDOS À ANÁLISE DE CONTEÚDO COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE QDA MINER. COM ISSO, IDENTIFICARAM-SE DEZ APLICAÇÕES DA RASTREABILIDADE NAS CADEIAS DE ALIMENTOS, TRÊS PRINCIPAIS TIPOS DE RISCOS QUE LEVAM A RECALLS DE ALIMENTOS E O PAPEL DESEMPENHADO PELA RASTREABILIDADE ANTES, DURANTE E APÓS UM RECALL DE ALIMENTOS.*

***Palavras-chaves:*** *RASTREABILIDADE; RECALL; CADEIA DE SUPRIMENTOS DE ALIMENTOS.*

# TRACEABILITY IN FOOD RECALL MANAGEMENT: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

**Abstract:** *FOOD SUPPLY CHAINS ARE INCREASINGLY BECOMING COMPLEX AND SUSCEPTIBLE TO RISKS THAT COULD CAUSE PRODUCT QUALITY FAILURE AND, CONSEQUENTLY, RESULT IN A RECALL EVENT. A RECALL REPRESENTS RISKS TO THE HEALTH OF CONSUMERS, IN ADDITION TO BEING HARMFUL TO THE ECONOMIC PERFORMANCE OF THE COMPANIES INVOLVED, AS WELL AS TO THEIR REPUTATION. THEREFORE, ACTIONS THAT IDENTIFY POSSIBLE FAILURES AND MITIGATE RISKS IN THE SUPPLY CHAINS BECOME ESSENTIAL, HELPING IN THE MANAGEMENT OF FOOD RECALLS. AMONG THESE ACTIONS, TRACEABILITY IS ADDRESSED IN SEVERAL STUDIES AS A FOOD QUALITY CONTROL INSTRUMENT. SOME GAPS, HOWEVER, WERE OBSERVED IN THE LITERATURE ABOUT ITS USE IN FOOD RECALL MANAGEMENT. IN ORDER TO FILL THIS GAP, THIS ARTICLE SEEKS TO ANSWER THE FOLLOWING QUESTION: WHAT IS THE ROLE OF TRACEABILITY IN THE MANAGEMENT OF FOOD RECALLS? SEVENTY-FIVE PEER REVIEWED ARTICLES WERE SELECTED AND SUBMITTED FOR CONTENT ANALYSIS, WITH THE AID OF QDA MINER SOFTWARE. THEREFORE, TEN APPLICATIONS OF TRACEABILITY IN FOOD CHAINS, THREE MAIN TYPES OF RISKS LEADING TO FOOD RECALLS AND THE ROLE PLAYED BY TRACEABILITY BEFORE, DURING AND AFTER A RECALL WERE IDENTIFIED.*

***Keywords:*** *TRACEABILITY; RECALL; FOOD SUPPLY CHAIN.*

## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, as cadeias de suprimentos de alimentos estão cada vez mais complexas e fragmentadas devido à crescente globalização do mercado, que trouxe o desafio de garantir a segurança do alimento e a dependência de um número crescente de atores e movimentações de produtos, informações e pessoas entre nações (DIABAT et al., 2012; BEHNKE; JANSSEN, 2020; CASINO et al., 2020). De modo particular, a indústria alimentícia é vulnerável a riscos que, quando propagados ao longo de suas cadeias, podem levar à ocorrência de um evento de *recall* (CHAUDHURI et al., 2016). Assim, um *recall* pode ser definido como o recolhimento de um lote ou de toda produção de um determinado produto do mercado, de forma a proteger o consumidor de potenciais riscos à saúde provenientes do consumo de tal alimento (KUMAR, 2014; JOHNSON-HALL, 2017).

Segundo Aung e Chang (2014), a fim de mitigar o crescimento de problemas relativos à qualidade dos alimentos, algumas políticas e padrões relacionados a sua gestão foram desenvolvidos para a indústria de alimentos. Uma delas é a rastreabilidade, que surge como forma de garantir a qualidade e segurança dos alimentos (KUMAR; HEUSTIS; GRAHAM, 2015) a partir da disponibilização de informações a respeito da origem da matéria-prima e localização do produto, atuando como uma ferramenta de rastreamento e comunicação ao longo da cadeia de suprimentos (HALEEM; KHAN; KHAN, 2019). Nota-se, contudo, que há uma lacuna quando se trata da utilização da rastreabilidade no contexto de gestão de riscos em cadeias de alimentos (RINGSBERG, 2014). Além disso, tem-se que, atualmente, o entendimento acerca dos múltiplos riscos que afetam essas cadeias é limitado (CHAUDHURI et al., 2016). Por fim, os estudos recentes sobre *recalls* de produtos são voltados, em sua maioria, a bens duráveis (como automóveis e brinquedos), enquanto pesquisas direcionadas à gestão de riscos em *recalls* de alimentos são escassas (JOHNSON-HALL, 2017). Buscando expandir o conhecimento e preencher essa lacuna, esse artigo busca responder a seguinte pergunta:

***"Qual é o papel da rastreabilidade na gestão de recalls de alimentos?"***

## 2. METODOLOGIA

Essa pesquisa possui uma abordagem qualitativa, visto que examina o contexto da ocorrência de *recalls* em cadeias de suprimentos de alimentos, interpretando o papel de rastreabilidade para gestão de *recalls*. Desse modo, realizou-se uma revisão sistemática de literatura (RSL), orientada pela seguinte questão de pesquisa: **Qual é o papel da**

**rastreabilidade na gestão de *recalls* de alimentos?** Assim, esse artigo utiliza a revisão sistemática de literatura segundo as etapas definidas por Tranfield, Denyer e Smart (2003), conforme aponta o Quadro 1.

QUADRO 1 – Protocolo da revisão sistemática de literatura

| Estágio | Detalhes |
|---|---|
| **Leitura de escopo** | - Busca nos principais periódicos na área de Operações e Supply Chain os temas Gestão de Riscos, *Recall* e Rastreabilidade para identificação de constructos e palavras-chave, a fim de direcionar a formulação das perguntas de pesquisa. |
| **Condução da revisão** | - Pesquisa nas bases de dados: EBSCO, *Compendex, Scielo, Scopus e Web of Science*;<br>- Pesquisas até setembro de 2020 sem restrição de início;<br>- Uso da ferramenta *Parsifal* para exclusão de duplicações;<br>- 1º filtro: leitura do título, resumo e triagem de palavras-chave;<br>- 2º filtro: introdução, conclusão e análise dos critérios de inclusão e exclusão;<br>- 3º filtro: leitura e avaliação de artigos completos. |
| **Análise de dados** | - Leitura atenta dos trabalhos;<br>- Uso do software QDA *Miner* para codificar e analisar o conteúdo com base no que se pretende responder a partir das perguntas da pesquisa;<br>- Análise de conteúdo dos artigos selecionados para responder às perguntas da revisão usando as ferramentas do QDA *Miner*. |

Fonte: adaptado de Tranfield, Denyer e Smart (2003)

A partir da leitura de escopo, foram identificados constructos para a elaboração das questões e *strings* de busca utilizadas nessa RSL, exibidas no Quadro 2.

QUADRO 2 – Questões da RSL e *strings* de busca utilizadas

| Questões | Strings |
|---|---|
| 1) Quais são as principais aplicações da rastreabilidade na cadeia de suprimentos de alimentos? | (“trac*”) AND ((“food*”) NEAR/5 (“supply chain*” OR “supply net*” OR “value chain*” OR “net* chain” OR “net* value”)) |
| 2) Quais são os principais tipos de riscos em *recall* na cadeia de suprimentos de alimentos? | ((“risk*” OR “hazard*” OR “threat*”) AND “recall*”) AND (“food*” AND (“supply chain*” OR “supply net*” OR “value chain*” OR “net* chain” OR “net* value”)) |
| 3) Qual é o papel da rastreabilidade na gestão de *recalls* em cadeias de suprimentos de alimentos? | ((“risk*” OR “hazard*” OR “threat*” OR “disruption*” OR “disaster*”) AND “trac*” AND “recall*”) AND (“food*” NEAR/5 (“supply chain*” OR “supply net*” OR “value chain*” OR “net* chain” OR “net* value”)) |

Fonte: elaborado pelos autores

No total, as bases utilizadas retornaram 1010 artigos, dos quais 472 eram duplicados. Ao longo das etapas de filtragem de artigos, foram incluídos três artigos por referência cruzada, que passaram pelos mesmos filtros e critérios de análise que os demais artigos. Por fim, foram selecionados 75 artigos, publicados em 49 periódicos distintos revisados por pares, para a análise de conteúdo. Nesta etapa, foi utilizado o *software* QDA Miner para a codificação dos artigos selecionados. Tal processo foi realizado a partir de um *codebook*, elaborado com base nos requisitos propostos por Krippendorff (2013), a fim de categorizar e codificar os dados disponíveis de forma mutuamente exclusiva e exaustiva.

## 3. RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A partir da leitura dos artigos selecionados, foi possível definir dez aplicações da rastreabilidade em cadeias de alimentos, sintetizadas no Quadro 3.

QUADRO 3 – Aplicações da rastreabilidade na cadeia de alimentos

| Aplicação | Descrição | Autores |
|---|---|---|
| **Armazenamento de informações** | Armazenar dados históricos sobre o fluxo de produtos, de forma segura, para fins de rastreamento desde o produtor até o ponto de venda. | Bertolini, Bevilacqua e Massini (2006); Storoy, Thakur e Olsen (2013); Aung e Chang (2014); Ringsberg (2014); Salah et al. (2019). |
| **Certificações e padrões** | Obter certificação ISO 22005 e padrões do tipo GS1, GlobalGAP, Diretrizes de Boas Práticas para Rastreabilidade do *British Retail Consortium* (BRC), Padrão Internacional para Auditoria de Fornecedores de Alimentos (IFS) e *Safe Quality Food* (SQF). | Storoy, Thakur e Olsen (2013); Aung e Chang (2014); Dabbene, Gay e Tortia (2014). |
| **Gestão da vida de prateleira (*shelf life*)** | Identificar e classificar os alimentos em relação à sua validade, sobretudo produtos perecíveis. | Wang, Li e Li (2009); Zou et al. (2014); Galvez, Mejuto e Simal-Gandara (2018); Tsang et al. (2019). |
| **Gestão de estoques** | Obter informações em tempo real do status e quantidades de produtos em estoque. | Kumar et al. (2009); Wang, Li e Li (2009). |
| **Gestão de *recalls*** | Minimizar ocorrência, escopo, custos e tempo de *recalls* de alimentos. | Kelepouris, Pramatari e Doukidis (2007); Wang, Li e Li (2009); Kumar, Heustis e Graham (2015). |
| **Legislações** | Desenvolver sistemas de rastreabilidade de alimentos para estar em conformidade com regulamentações impostas por países e blocos econômicos, sejam elas obrigatórias ou não. | Gessner, Volonin e Fish (2007); Thakur, Martens e Hurburgh (2011); Wognum et al. (2011); Bosona e Gebresenbet (2013); Aung e Chang (2014); Kumar, Heustis e Graham (2015). |
| **Monitoramento das características físico-químicas** | Monitorar temperatura, umidade e qualidade nutricional dos alimentos em tempo real, a fim de reduzir perdas causadas pela deterioração da qualidade devido à variação de tais parâmetros. | Exposito, Gay-Fernandez e Cuinas (2013); Aung e Chang (2014); Parreno-Mercante et al. (2014); Thakur e Foras (2015); Alfian et al. (2017); Dong et al. (2020). |
| **Requisitos de mercado** | Atender a requisitos de mercados que demandem rastreabilidade, como por exemplo, exportação de carne para UE. | Klein et al. (2014). |
| **Sustentabilidade** | Medir a pegada de carbono do processo produtivo, construir confiança entre os *stakeholders* mediante a gestão de registros de rastreamento e servir como prova de autenticidade dos alimentos. | Wognum et al. (2011); Farooq et al. (2016); Feng et al. (2020). |
| **Transparência** | Promover a visibilidade ao longo da cadeia, permitindo a coleta e a difusão de informações para todos os agentes final. | Bertolini, Bevilacqua e Massini (2006); Galvez, Mejuto e Simal-Gandara (2018); Dong et al. (2020). |

Fonte: elaborado pelos autores

Devido aos potenciais riscos associados a produtos não seguros, as empresas devem ser capazes de manter a rastreabilidade em toda a cadeia de suprimentos a fim de fornecer suporte aos *recalls* (KUMAR; HEUSTIS; GRAHAM, 2015). Um exemplo é a possibilidade

de, no caso de um incidente que ameace segurança de alimento, direcionar precisamente os lotes de produtos que devem ser retirados do mercado de forma rápida a partir do uso de informações de rastreabilidade, auxiliando na redução da abrangência de um *recall* (KELEPOURIS; PRAMATARI; DOUKIDIS, 2007; WANG; LI; LI, 2009; COSTA et al., 2013).

Potter et al. (2012) classificam os riscos relacionados a *recalls* de alimentos em três grupos: biológicos, químicos e operacionais, conforme mostrado no Quadro 4, relacionando suas respectivas causas e os principais autores encontrados nesta RSL.

QUADRO 4 – Classificação de riscos associados a *recalls* de alimentos

| Risco | Causas | Autores |
|---|---|---|
| **Operacional** | Relacionam-se à rotulagem e embalagem incorretas, contaminação na produção e adulterações economicamente motivadas ou terroristas. | Gessner, Volonino e Fish (2007); Dani e Deep (2010); Potter et al. (2012); Aung e Chang (2014); Kumar (2014); Charlebois e Haratifar (2015); Johnson-Hall (2017). |
| **Biológico** | Incluem contaminações por patógenos, mofo, biotoxinas, micotoxinas e doenças transmissíveis. | Gessner, Volonino e Fish (2007); Potter et al. (2012); Piramithu, Farahani e Grunow (2013); Adam et al. (2016); Bamgboje-Ayodelea, Ellis e Turner (2016); Allata, Valero e Benhadja (2017). |
| **Químico** | São associadas à presença de corantes, drogas, medicamentos, pesticidas, resíduos químicos, metais pesados e radioatividade. | Wang, Li e Li (2009); Potter et al. (2012); Chavez e Seow (2012); Charlebois e Haratifar (2015); Allata, Valero e Benhadja (2017). |

Fonte: elaborado pelos autores

Os atores nas cadeias de alimentos já estão cientes da necessidade de se garantir a rastreabilidade de seus produtos, a fim de mitigar impactos decorrentes de rupturas ligadas à segurança dos alimentos (RINGSBERG, 2014). No momento que ocorre um *recall*, a resposta mais importante a ser dada pelas empresas é a execução adequada e a gestão do procedimento em questão (KUMAR; BUDIN, 2006). Para tanto, a rastreabilidade desempenha um papel fundamental, já que a habilidade de rastrear rotas de produtos pode garantir *recalls* eficientes e ajudar produtores e distribuidores a minimizar seus riscos (REGATTIERI; GAMBERI; MANZINI, 2007).

Para entender a gestão de riscos, este trabalho baseia-se na classificação das três fases de gestão de rupturas de cadeias de suprimentos abordadas por Scholten, Scott e Fynes (2019), a saber: Preparação, Resposta e Recuperação. A partir da literatura revisada sobre *recall*, os autores desse artigo dividiram o evento de *recall* em três fases: antes, durante e depois, a fim de descrever o papel da rastreabilidade na sua gestão. Considerando Bischof e Wilfinger (2019), enquanto a fase de Preparação possui um caráter proativo (ou seja, antes da ocorrência de um *recall*), as demais fases possuem caráter reativo (após a ocorrência do

*recall*).

### 3.1. PRÉ-RECALL

Um sistema de rastreabilidade de alimentos é uma estratégia proativa baseada em informações para gestão da segurança dos mesmos. Esse sistema facilita a identificação de riscos alimentares e *recalls* ordenados no caso de um evento, buscando prevenir perigos à segurança dos produtos alimentícios (TANG et al., 2015) e auxilia na redução de fraudes e falsificações de alimentos (CHARLEBOIS; HARATIFAR, 2015). Desse modo, sistemas de rastreabilidade podem ser ferramentas de mitigação de risco para todos os atores da cadeia, uma vez que são capazes de identificar não-conformidades ao longo das diferentes fases de processamento do alimento (PURWANDOKO et al., 2019). Sistemas de rastreabilidade dotados de inovações tecnológicas são capazes de fornecer informação em tempo real sobre status de qualidade e segurança dos alimentos, o que possibilita *recalls* rápidos quando os padrões de tais status forem violados e aumenta a transparência da cadeia (WANG; LI; LI, 2009, WANG; YUE; ZHOU, 2017).

Além disso, dados de rastreabilidade em tempo real, como histórico da transportadora e registro de temperatura, permitem identificar rapidamente a origem do problema em uma cadeia de suprimentos e corrigi-lo de forma rápida e eficiente (WANG; LI; LI, 2009). Thakur, Martens e Hurburgh (2011) destacam o papel da capacidade de vincular as informações de lotes de saída (remessas) aos lotes de entrada, como importante em situações emergenciais de segurança de alimentos. Outras informações relevantes que sistemas de rastreabilidade devem registrar para auxiliar na gestão de tais situações são: a) origem e tipos de alimentos/rações, ingredientes, autenticidade, espécie e idade (para carne bovina); (b) processos em todos os estágios da cadeia de suprimentos (produção primária, processamento posterior, teste, armazenamento, distribuição, varejo, consumo); e (c) recursos utilizados (pessoas, máquinas, equipamentos de transporte) (BOSONA; GEBRESENBET, 2013).

### 3.2. DURANTE O RECALL

Costa et al. (2013) afirmam que o real valor da rastreabilidade é representado pelo menor tempo necessário para intervir no caso de incidentes de segurança de alimentos, em que há a necessidade de retirar todo o estoque do mercado e individualizar a origem do problema. Assim, Adam et al. (2016) relatam que um sistema robusto de rastreabilidade ao longo de toda a cadeia pode fornecer a base para um *recall* preciso e oportuno após um surto de doença transmitida por alimentos, além de limitar a exposição dos consumidores a alimentos potencialmente perigosos e a responsabilidade da companhia. Nesse sentido,

Ringsberg e Mirzabeiki (2014) também afirmam que a rapidez na realização de *recall*s de alimentos é verificada a partir da implementação da tecnologia RFID, que proporciona uma redução no tempo de identificação dos produtos afetados.

Segundo Kumar, Heustis e Graham (2015), um bom sistema de rastreabilidade deve ser capaz de determinar em quais etapas e em que momento ocorreu um erro, caso algo dê errado. Frente a *recall*s de alimentos, as ferramentas de rastreabilidade permitem que as empresas identifiquem a origem de onde vêm os produtos contaminados, além de poder rastrear o caminhão de entrega que transporta tais produtos e identificar até mesmo as lojas e gôndolas onde estão expostos (MEDEDJEL; BELALEM; NEKI, 2017).

De acordo com Gessner, Volonino e Fish (2007), quanto menos completos e precisos forem os registros de rastreabilidade, maiores serão as margens de segurança de um *recall* (ou seja, a quantidade a ser retirada do mercado), o que leva ao recolhimento de muitos produtos não contaminados devido à incerteza. Assim, Wang, Li e Li (2009) apontam que um sistema de rastreabilidade eficaz auxilia na redução do escopo potencial de um *recall* de alimentos e no volume de produtos que deve ser retirado, uma vez que pode identificar lotes com problemas, isolá-los e localizar os produtos relacionados a potenciais riscos à saúde, possibilitando o fornecimento de informações precisas ao público (TANG et al., 2015). Lin et al. (2020) destacam o papel do Blockchain que permite que os gerentes de compras rastreiem todas as informações online em tempo real, o que possibilita a fácil localização dos produtos individuais contaminados, sem a necessidade de realizar o *recall* de todos os produtos associados.

Por fim, Kelepouris, Pramatari e Doukidis (2007) afirmam que, uma vez identificada alguma deficiência relacionada a alimentos, um sistema de informações de rastreabilidade pode reduzir custos de *recall*. Isso acontece devido ao direcionamento preciso aos lotes de produtos que devem ser retirados do mercado, ocorrendo em custos menores com vendas perdidas, descarte de produtos e danos ao perfil de mercado da empresa.

### 3.3. PÓS-RECALL

Segundo Regattieri, Gamberi e Manzini (2007), somente é possível efetuar um *recall* e uma busca eficaz sobre o que causou os problemas a partir de um sistema de rastreamento eficiente. Isso envolve, de acordo com Bhatt, Hickey e McEntire (2013), uma investigação baseada em rastreamento a montante (documentar os caminhos de distribuição de produtos de diversos locais) a fim de determinar se há um ponto de convergência na cadeia de suprimentos, como data em comum e locais de colheita ou fabricação. Os mesmos autores

argumentam que determinar esse ponto de convergência é um fator crítico para a condução de uma investigação de origem, a fim de determinar como a contaminação ocorreu e prevenir problemas futuros.

Já para os produtores, a rastreabilidade é vista como uma parte de um sistema geral de gestão da qualidade com custo reduzido, capaz de auxiliar na melhoria contínua e na minimização de impacto dos riscos relacionados à segurança (AUNG; CHANG, 2014). Segundo Kumar (2014), a melhoria contínua é um requisito importante para o progresso de qualquer empresa. De acordo com o autor, assim que um *recall* é concluído, é importante que as empresas avaliem seus processos, a fim de melhorá-los. Ou seja, à medida em que ocorrem defeitos ou eventos adversos em um processo, a rastreabilidade é utilizada a fim de descobrir as causas de tais variações, o que pode levar ao desenvolvimento de controles ou processos aprimorados (SKILTON; ROBINSON, 2009).

Além disso, de acordo com Piramuthu, Farahani e Grunow (2013), a escolha do nível de rastreabilidade e da tecnologia envolvida não implica apenas em custos, mas também influencia a responsabilidade dos diferentes membros da cadeia de suprimentos. Nesse sentido, os autores definem “responsabilidade” como custo incorrido quando se detecta uma contaminação. Assim, em última análise, a identificação da fonte de contaminação facilita o isolamento e correção da causa da contaminação, o pagamento por danos causados pelo “culpado” e a exoneração ou compensação das partes “inocentes”. Ou seja, uma vez identificado, o agente responsável pela contaminação paga o custo do *recall* do produto (PIRAMITHU; FARAHANI; GRUNOW, 2013).

Por fim, Adam et al. (2016) argumentam que o uso de *Big Data Analytics* em um sistema de rastreabilidade que englobe toda a cadeia pode relacionar os dados do produtor com os do consumidor, gerando um grande repositório. De acordo com os autores, tais dados podem ser usados por algoritmos de análise para a criação de um sistema de detecção precoce de doenças animais, problemas em relação à segurança dos alimentos e bioterrorismo. Além disso, eles também podem ser utilizados para a previsão, agrupamento, associação, correlação, classificação e otimização de surtos causados por alimentos (ADAM et al., 2016). Dessa forma, os autores concluem que isso pode resultar em uma melhor e mais rápida tomada de decisão, o que facilita respostas mais velozes e eficazes frente a surtos de alimentos. Nesse sentido, Li et al. (2017) também relacionam o uso de análise de dados a fim de extrair informações importantes que auxiliem na gestão da cadeia de suprimentos de alimentos pré-embalados. O Quadro 5 sintetiza as funções da rastreabilidade durante as fases de gestão de *recall* de alimentos.

QUADRO 5 – Papel da rastreabilidade nas fases de gestão de *recall* de alimentos

| **Fases da gestão de rupturas** | **Fases do *recall*** | **Papel da rastreabilidade** | **Autores** |
|---|---|---|---|
| **Preparação** | Antes | Identificação de não-conformidades ao longo da cadeia. | Charlebois e Haratifar (2015); Tang et al. (2015); Purwandoko et al. (2019). |
| | | Registro de informações importantes para *recalls.* | Hu et al. (2009); Thakur, Martens e Hurburgh (2011); Bosona e Gebresenbet (2013). |
| | | Redução de fraudes e falsificações de alimentos. | Charlebois e Haratifar (2015). |
| | | Redução na produção e distribuição de produtos não seguros ao consumo. | Wang, Li e Li (2009). |
| | | Controle e garantia da qualidade de alimentos. | Wang, Li e Li (2009); Wang, Yue e Zhou (2017); Tsang et al. (2019). |
| **Resposta** | Durante | Identificação das partes afetadas. | Kumar (2014); Mededjel, Belalem e Neki (2017). |
| | | Minimização de escopo do *recall.* | Wang, Li e Li (2009); Lin et al. (2020). |
| | | Rapidez na realização do *recall.* | Costa et al. (2013); Ringsberg e Mirzabeiki (2014). |
| | | Identificação da origem da contaminação. | Mededjel, Belalem e Neki (2017). |
| | | Diminuição de custos. | Kelepouris, Pramatari e Doukidis (2007); Lin et al. (2020). |
| | | Limitação da exposição dos consumidores a alimentos perigosos. | Adam et al. (2016). |
| **Recuperação** | Após | Melhoria de processos. | Skilton e Robinson (2009). |
| | | Identificação da causa. | Bhatt, Hickey e McEntire (2013). |
| | | Fornecimento de informação para responsabilização. | Piramuthu, Farahani e Grunow (2013). |
| | | Fornecimento de dados para prevenção de *recalls.* | Adam et al. (2016). |

Fonte: elaborado pelos autores

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato que riscos são inerentes às cadeias de suprimentos de alimentos, uma vez que elas estão cada vez mais globalizadas e sujeitas a rupturas. Contudo, é desejável que as empresas tentem mitigar tais riscos a partir de ferramentas como a rastreabilidade, a fim de evitar a ocorrência de crises e surtos relacionados à segurança e qualidade dos alimentos que impactem a vida dos consumidores finais. Assim, esta pesquisa é inédita ao caracterizar o papel da rastreabilidade na gestão de *recalls* de alimentos, ou seja, não apenas na mitigação de riscos causadores de *recalls*, mas também durante e após tal processo, o que não havia sido

observado ainda na literatura levantada. Para tanto, foram elencadas as principais aplicações da rastreabilidade na cadeia de suprimentos de alimentos, bem como os principais riscos que levam à ocorrência de *recalls* de alimentos, a fim de determinar a influência da rastreabilidade na gestão de *recalls* de alimentos.

Duas são as contribuições dessa pesquisa. Os resultados permitem que profissionais de cadeias de alimentos tenham noção da importância da rastreabilidade de alimentos, bem como dos principais riscos que geram *recalls*, a fim de traçar estratégias de mitigação eficientes. Além disso, apresenta possíveis utilizações da rastreabilidade antes, durante e depois de um *recall* de alimentos, expandindo a literatura acerca do tema. Destaca-se que, apesar do recorte específico desse trabalho, os *recalls* não são restritos apenas ao ramo alimentício, ou seja, as contribuições aqui identificadas podem auxiliar outros ramos, como farmacêutico e de bens de consumo em geral. Para pesquisas futuras, estimula-se o estudo sobre o uso de tecnologias de informação em sistemas de rastreabilidade de alimentos, sobretudo no que tange à gestão de *recalls*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por apoiar o projeto através dos processos 2019/10425-5, 2020/06309-7 e 2020/04329-0 e ao CNPQ pela bolsa PQ 304241/2019-9 no tema relacionado.

## REFERÊNCIAS

ADAM, B. D.; HOLCOMB, R.; BUSER, M.; MAYFIELD, B.; THOMAS, J.; O'BRYAN, C. A.; CRANDALL, P.; KNIPE, D.; KNIPE, R.; RICKE, S. C. Enhancing Food Safety, Product Quality, and Value-Added in Food Supply Chains Using Whole-Chain Traceability. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 19, p. 191–213, 2016.

ALFIAN, G.; RHEE, J.; AHN, H.; LEE, J.; FAROOQ, U.; IJAZ, M. F.; SYAEKHONI, M. A. Integration of RFID, wireless sensor networks, and data mining in an e-pedigree food traceability system. **Journal of Food Engineering**, v. 212, p. 65–75, 2017.

ALLATA, S.; VALERO, A.; BENHADJA, L. Implementation of traceability and food safety systems (HACCP) under the ISO 22000:2005 standard in North Africa: The case study of an ice cream company in Algeria. **Food Control**, v. 79, p. 239–253, 2017.

AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. **Food control,** v. 39, p. 172-184, 2014.

BAMGBOJE-AYODELEA, A.; ELLISA, L.; TURNERA, P. A food recall case study in Australia - Towards the development of food safety applications for consumers. **International Journal of Food Studies**, v. 5, n. 1, p. 84–94, 2016.

BEHNKE, K.; JANSSEN, M. Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. **International Journal of Information Management**, v. 52, p. 101969, 2020.

BERTOLINI, M.; BEVILACQUA, M.; MASSINI, R. FMECA approach to product traceability in the food industry. **Food Control**, v. 17, n. 2, p. 137–145, 2006.

BHATT, T.; HICKEY, C.; MCENTIRE, J. C. Pilot projects for improving product tracing along the food supply system. **Journal of food science**, v. 78 Suppl 2, n. September 2011, p. B34–B39, 2013.

BISCHOF, C.; WILFINGER, D. Big data-enhanced risk management. **Transactions of Famena**, v. 43, n. 2, p. 73–84, 2019.

BOSONA, T.; GEBRESENBET, G. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. **Food control**, v. 33, n. 1, p. 32-48, 2013.

CASINO, F.; KANAKARIS, V.; DASAKLIS, T. K.; MOSCHURIS, S; STACHTIARIS, S; PAGONI, M.; RACHANIOTIS, N. Blockchain-based food supply chain traceability: a case study in the dairy sector. **International Journal of Production Research**, p. 1-13, 2020.

CHARLEBOIS, S.; HARATIFAR, S. The perceived value of dairy product traceability in modern society: An exploratory study. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 5, p. 3514–3525, 2015.

CHAUDHURI, A.; SRIVASTAVA, S. K.; SRIVASTAVA R. K.; PARVEEN, Z. Risk propagation and its impact on performance in food processing supply chain. **Journal of Modelling in Management**, v. 11, n. 2, p. 660–693, 2016.

CHAVEZ, P. J. A.; SEOW, C. Managing food quality risk in global supply chain: A risk management framework. **International Journal of Engineering Business Management**, v. 4, n. 1, p. 1–8, 2012.

COSTA, C.; ANTONUCCI, F.; PALLOTTINO, F.; AGUZZI, J; SARRIÁ, D.; MENESATTI, P. A Review on Agri-food Supply Chain Traceability by Means of RFID Technology. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 2, p. 353–366, 2013.

DABBENE, F.; GAY, P.; TORTIA, C. Traceability issues in food supply chain management: A review. **Biosystems Engineering**, v. 120, p. 65–80, 2014.

DANI, S.; DEEP, A. Fragile food supply chains: reacting to risks. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 13, n. 5, p. 395–410, 2010.

DIABAT, A.; GOVINDAN, K.; PANICKER, V. V. Supply chain risk management and its mitigation in a food industry. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 11, p. 3039-3050, 2012.

DONG, Y.; FU, Z.; STANKOVSKI, S.; WANG, S.; LI, X. Nutritional Quality and Safety Traceability System for China's Leafy Vegetable Supply Chain Based on Fault Tree Analysis and QR Code. **IEEE Access**, v. 8, n. Figure 1, p. 161261–161275, 2020.

EXPÓSITO, I.; GAY-FERNÁNDEZ, J. A.; CUIÑAS, I. A complete traceability system for a wine supply chain using radio-frequency identification and wireless sensor networks. **IEEE Antennas and Propagation Magazine**, v. 55, n. 2, p. 255–267, 2013.

FAROOQ, U.; TAO, W.; ALFIAN, G.; KANG, Y.; RHEE, J. EPedigree traceability system for the agricultural food supply chain to ensure consumer health. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 9, p. 1–16, 2016.

FENG, H.; WANG, X.; DUAN, Y.; ZHANG, J.; ZHANG, X. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. **Journal of Cleaner Production**, p. 121031, 2020.

GALVEZ, J. F.; MEJUTO, J. C.; SIMAL-GANDARA, J. Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v. 107, p. 222–232, 2018.

GESSNER, G. H.; VOLONINO, L.; FISH, L. A. One-up, one-back ERM in the food supply chain. **Information Systems Management**, v. 24, n. 3, p. 213–222, 2007.

HALEEM, A.; KHAN, S.; KHAN, M. I. Traceability implementation in food supply chain: A grey-DEMATEL approach. **Information Processing in Agriculture**, v. 6, n. 3, p. 335-348, 2019.

HU, Z.; JIAN, Z.; XIAOSHUAN, S.; WEISONG, M. Modeling method of traceability system based on information flow in meat food supply chain. **WSEAS Transactions on Information Science and Applications**, v. 6, n. 7, p. 1094–1103, 2009.

JOHNSON-HALL, T. D. Ensuring food safety by preventing food recalls: The impact of locus of failure, regulatory agency discovery, breadth, and firm size on corrective action. **Journal of Marketing Channels**, v. 24, n. 3-4, p. 115-135, 2017.

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

KLEIN, A. Z.; DA COSTA, E. G.; VIEIRA, L. M.; TEIXEIRA, R. The use of mobile technology in management and risk control in the supply chain: The case of a Brazilian beef chain. **Journal of Global Information Management**, v. 22, n. 1, p. 14–33, 2014.

KRIPPENDORFF, K. **Content Analysis**: An Introduction to Its Methodology (3a). Los Angeles: Sage Publications, 2013.

KUMAR, P.; REINITZ, H. W.; SIMUNOVIC, J.; SANDEEP, K. P.; FRANZON, P. D. Overview of RFID technology and its applications in the food industry. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 8, 2009.

KUMAR, S. A knowledge based reliability engineering approach to manage product safety and recalls. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 11, p. 5323-5339, 2014.

KUMAR, S.; BUDIN, E. M. Prevention and management of product recalls in the processed food industry: A case study based on an exporter's perspective. **Technovation**, v. 26, n. 5–6, p. 739–750, 2006.

KUMAR, S.; HEUSTIS, D.; GRAHAM, J. M. The future of traceability within the US food industry supply chain: A business case. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 64, n. 1, p. 129-146, 2015.

LI, Z.; LIU, G.; LIU, L.; LAI, X; XU, G. IoT-based tracking and tracing platform for prepackaged food supply chain. **Industrial Management and Data Systems**, v. 117, n. 9, p. 1906–1916, 2017.

LIN, W.; HUANG, X.; FANG, H.; WANG, V.; HUA, Y.; WANG, J.; YIN, H.; YI, D.; YAU, L. Blockchain Technology in Current Agricultural Systems: From Techniques to Applications. **IEEE Access**, v. 8, p. 143920–143937, 2020.

MEDEDJEL, M.; BELALEM, G.; NEKI, A. Towards a traceability system based on cloud and fog computing. **Multiagent and Grid Systems**, v. 13, n. 1, p. 47–68, 2017.

PARRENO-MARCHANTE, A.; ALVAREZ-MELCON, A.; TREBAR, M.; FILIPPIN, P. Advanced traceability system in aquaculture supply chain. **Journal of Food Engineering**, v. 122, n. 1, p. 99–109, 2014.

PIRAMUTHU, S.; FARAHANI, P.; GRUNOW, M. RFID-generated traceability for contaminated product recall in perishable food supply networks. **European Journal of Operational Research**, v. 225, n. 2, p. 253–262, 2013.

POTTER, A.; JASON, M.; LAWSON B.; GRAHAM, S. Trends in product recalls within the agri-food industry: Empirical evidence from the USA, UK and the Republic of Ireland. **Trends in food science & technology**, v. 28, n. 2, p. 77-86, 2012.

PURWANDOKO, P. B.; SEMINAR, K. B.; S.; S. Development of a smart traceability system for the rice agroindustry supply chain in Indonesia. **Information (Switzerland)**, v. 10, n. 10, 2019.

REGATTIERI, A.; GAMBERI, M.; MANZINI, R. Traceability of food products: General framework and experimental evidence. **Journal of food engineering**, v. 81, n. 2, p. 347-356, 2007.

RINGSBERG, H. Perspectives on food traceability: a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 19, p. 558-576, 2014.

RINGSBERG, H. A.; MIRZABEIKI, V. Effects on logistic operations from RFID- and EPCIS-enabled traceability. **British Food Journal**, v. 116, n. 1, p. 104–124, 2014.

SALAH, K.; NIZAMUDDIN, N; JAYARAMAN, R.; OMAR, M. Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain. **IEEE Access**, v. 7, p. 73295–73305, 2019.

SCHOLTEN, K.; SCOTT, P. S.; FYNES, B. Building routines for non-routine events: supply chain resilience learning mechanisms and their antecedents. **Supply Chain Management: An International Journal**, 2019.

SKILTON, P. F.; ROBINSON, J. L. Traceability and normal accident theory: How does supply network complexity influence the traceability of adverse events? **Journal of Supply Chain Management**, v. 45, n. 3, p. 40–53, 2009.

STOROY, 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, 2013.

TANG, Q.; LI, J.; SUN, M.; LV, J.; GAI, R.; MEI, L.; XU, L. Food traceability systems in China: The current status of and future perspectives on food supply chain databases, legal support, and technological research and support for food safety regulation. **BioScience Trends**, v. 9, n. 1, p. 7–15, 2015.

THAKUR, M.; FORÅS, E. EPCIS based online temperature monitoring and traceability in a cold meat chain. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 117, p. 22–30, 2015.

THAKUR, M.; MARTENS, B. J.; HURBURGH, C. R. Data modeling to facilitate internal traceability at a grain elevator. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 75, n. 2, p. 327–336, 2011.

TRANFIELD, D.; DENYER D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v.14, p.207-222, 2003.

TSANG, Y. P.; CHOY, K. L.; WU, C. H.; HO, G. T. S.; LAM, H. Y. Blockchain-Driven IoT for Food Traceability with an Integrated Consensus Mechanism. **IEEE Access**, v. 7, p. 129000–129017, 2019.

WANG, J.; YUE, H.; ZHOU, Z. An improved traceability system for food quality assurance and evaluation based on fuzzy classification and neural network. **Food Control**, v. 79, p. 363–370, 2017.

WANG, X.; LI, D.; LI, L. Adding value of food traceability to the business: A supply chain management approach. **International Journal of Services Operations and Informatics**, v. 4, n. 3, p. 232–257, 2009.

WOGNUM, P. M. et al. Systems for sustainability and transparency of food supply chains - Current status and challenges. **Advanced Engineering Informatics**, v. 25, n. 1, p. 65–76, 2011.

ZOU, Z.; CHEN, Q.; UYSAL, I.; ZHENG, L. Radio frequency identification enabled wireless sensing for intelligent food logistics. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 372, n. 2017, 2014.