

Rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos: tecnologias e maior segurança no consumo

Vívyan Alice Clemente Vieira¹, Ana Carolina Nascimento¹, Júlia da Costa Carneiro Cruz¹, Lara Beatriz de Oliveira Mateus¹, Gabrielle Venâncio Muniz Souza¹, Emília Maricato Pedro dos Santos¹

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Medicina, Departamento de Medicina Veterinária, Grupo de Pesquisa em Inspeção, Tecnologia e Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal – GPPoa UFJF, Curso de Medicina Veterinária (vivyan.clemente@estudante.ufjf.br; anacarolinanascimento12@outlook.com; julia9carneiro@hotmail.com; lara.beatriz@estudante.ufjf.br; gabrielle.venancio@estudante.ufjf.br; emilia.maricato@ufjf.br)

1. INTRODUÇÃO

Em uma era de globalização, os consumidores estão cada vez mais em busca de informações sobre os alimentos que ingerem diariamente, preocupando-se com a qualidade e segurança destes. Nas últimas décadas, muitos surtos alimentares, ocasionados por Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), foram responsáveis por gerar grandes problemas de saúde pública, despertando a atenção da população para a exigência de uma cadeia produtiva mais segura. A partir do surgimento de casos de doenças adquiridas pelo homem por meio do consumo de alimentos de origem animal contaminados, como a Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB), muitos países da União Europeia, Japão e Austrália iniciaram o processo de rastreabilidade dos produtos alimentícios, ou seja, a criação de um histórico de toda etapa de produção, registrando a origem de cada ingrediente e fornecedor até o alimento pronto (Liu *et al.*, 2019)

O Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos (SISBOV), do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), foi criado em 2002 para visando a adequação a exigências do mercado, sobretudo externo, por produtos rastreáveis, monitorando a entrada do animal na propriedade rural por meio do registro de sua origem, vacinas, alimentação e tratamentos. Para isso, estas informações importantes são atribuídas a um código de barras específico para cada animal e a identificação do animal pode ser implementada por meio de brincos auriculares, marcação com ferro quente ou dispositivos eletrônicos, específicos para cada animal e não reutilizáveis. Entretanto, o programa tem caráter de adesão voluntária, o que dificulta a plena implantação do rastreamento na produção brasileira de alimentos de origem animal nos demais setores (Brasil, 2018).

Para manter a competitividade e comercialização de produtos de origem animal, o mercado internacional é exigente quanto à matéria-prima e aos produtos finais, de

forma que a identificação do animal vivo e todo o seu processo de criação até sua produção torna-se essencial para impulsionar a exportação pela maior qualidade atribuída (Girish; Barbuddhe, 2020). Diante disso, este estudo teve como objetivo elucidar a relevância e funcionalidade da rastreabilidade na produção de alimentos de origem animal seguros, e de qualidade bem como os avanços tecnológicos que auxiliam no aprimoramento desta ferramenta.

2. METODOLOGIA

Realizou-se, em setembro de 2024, uma revisão de literatura, utilizando-se as bases de dados *ScienceDirect* e Portal de Periódicos CAPES/MEC para uma busca sistematizada das informações. A pesquisa foi realizada a partir dos seguintes descritores: “*animal products*”, “*food*”, “*inspection*”, “*safety*”, “*traceability*”. Na procura das publicações foi utilizado o operador lógico “*and*”, de modo a combinar os descritores utilizados e o cruzamento de dados. Como critérios de inclusão, preconizou-se trabalhos na língua inglesa, no período de 2019 a 2024, além de legislações relacionadas à temática desta revisão. Foram excluídas cartas ao editor, monografias, teses, dissertações e demais publicações que não abordavam diretamente o tema do presente estudo, bem como aquelas duplicadas. Assim, obteve-se aproximadamente 40.000 trabalhos, e, a partir destes, selecionou-se 12 para leitura, síntese e discussão do tema, que foram organizados na forma deste resumo expandido.

3. DISCUSSÃO

Rastreabilidade é definida como uma ferramenta que permite o acompanhamento de toda uma cadeia produtiva e, quando inserida no sistema de inspeção sanitária de alimentos, é utilizada como uma aliada para garantia da segurança dos alimentos, uma vez que facilita o processo de recolhimento e *recall* de alimentos em casos de surtos alimentares, além auxiliar na identificação do problema e direcionar a solução deste (FAO/WHO, 2006). Para isso, as empresas devem manter o registro com a descrição de todos os itens que envolvem a produção, desde os ingredientes, embalagens, fabricação, transporte e distribuição no comércio, sendo responsáveis pelo produto até a mesa do consumidor (Brasil, 2022).

Este processo tornou-se essencial na indústria de alimentos, uma vez que vem sendo utilizado como um mecanismo para evitar fraudes, como a adulteração, substituição e adição de ingredientes que são motivadas geralmente por cunho econômico, gerando riscos à saúde, visto que pode expor o consumidor a perigos e alérgenos de forma ludibriada (Soon *et al.*, 2019). Assim, a rastreabilidade emprega uma maior responsabilização às indústrias e desestimula essas ações, pois indica exatamente ao longo da cadeia produtiva onde houve a falha, facilitando a penalização destas. Em virtude do fato de os alimentos de origem animal oriundos de cadeias produtivas rastreadas apresentarem maior qualidade e segurança, os

consumidores ficam dispostos a pagar mais por um produto rastreável (Jin *et al.*, 2021).

A identificação durante a cadeia produtiva pode ser feita de diferentes maneiras. A Identificação por Radiofrequência (IR) pode ser aplicada tanto em animais vivos quanto no alimento pronto, sendo composta por uma etiqueta, leitor e banco de dados correspondentes ao alvo de rastreio. A IR pode ser inserida ou fixada no animal, por meio de *transponders* e brincos, e as informações podem ser obtidas por meio da associação com o Código de Resposta Rápida (QR code), tornando-a uma boa opção de tecnologia aplicada à rastreabilidade de alimentos. Entretanto, podem existir falhas na IR, uma vez que os métodos de identificação nos animais têm uma taxa de perda de 2 % ao longo da vida, além de, no momento de abate, estes serem separados da carcaça, podendo perder a veracidade do rastreamento (Zhao *et al.*, 2020).

No caso de produtos cárneos, um método disponível para auxiliar no processo de rastreabilidade e confiabilidade é a genotipagem. Para evitar adulterações, sobretudo falsificações, a espécie animal pode ser conferida a partir de marcadores de ácido desoxirribonucleico (DNA), no qual compara-se a sequência genotípica da amostra em análise com um banco de informações padrão estabelecido para o esperado da espécie indicada no rótulo do produto. O DNA pode ser coletado em qualquer etapa da produção, seja por meio de amostras de sangue, folículo piloso ou tecido, e por ser invariável e único em um animal, essa tecnologia é de grande eficácia para a garantia da rastreabilidade (Saikia *et al.*, 2022).

Para que essas informações estejam disponíveis para acesso público, o *Blockchain* (BC) é uma tecnologia emergente que gerencia um sistema de armazenamento de dados digitalmente e de forma imutável. Assim, após os dados serem registrados, não é possível alterá-los sem autorização, o que dificulta a manipulação destes. O BC é composto por blocos criptografados por *hash* e devido a essa descentralização, há uma maior proteção contra *hackers* e perda de dados. Esta ferramenta garante transparência e acessibilidade, na qual o consumidor pode validar as informações em tempo real, porém enfrenta uma resistência das empresas devido à exposição de dados e o receio do aproveitamento destes por concorrentes no setor alimentar (Duan *et al.*, 2024).

Para estabelecer a rastreabilidade de um lote de produtos, a cadeia de suprimentos deve enviar os dados envolvidos na produção para órgãos regulatórios e, no caso de aprovação, é emitido um certificado que é encaminhado para os “nós” presentes no BC para análise da credibilidade das informações. Uma vez aceita pelo BC, as informações geram data, hora e valor de *hash*, além de um código identificador (ID) do produto que é armazenado nos blocos, de forma que as informações são atualizadas a cada transação realizada, do transporte até a entrega dos produtos no mercado (Manisha; Jagadeeshwar, 2023).

Com isso, a rastreabilidade gera benefícios em todos os elos envolvidos no processamento de produtos de origem animal, pois, além de proporcionar um alimento mais seguro, esta ferramenta permite que o produtor tenha preferência no

fornecimento de insumos e que a indústria agregue valor a sua produção, estabelecendo uma imagem de prestígio no mercado, o que permite uma precificação maior em relação às empresas que não aderem a essa ferramenta (Liu, 2022).

4. CONCLUSÃO

A rastreabilidade na produção de alimentos mostra-se como uma ferramenta importante para melhorar a segurança alimentar, além de atender à demanda do mercado e dos consumidores. Ainda, pode auxiliar na resolução de surtos alimentares, prevenir adulterações e agregar valor aos produtos de origem animal. Com isso, tecnologias como a IR, genotipagem e BC são indispensáveis para aprimorar a confiança e transparência nas cadeias produtivas, permitindo o controle desde a origem dos ingredientes até a mesa do consumidor. Ademais, o desenvolvimento de novas tecnologias mostra-se essencial para facilitar a implementação da rastreabilidade e incentivar a adesão de mais estabelecimentos, garantindo um futuro mais seguro para a população.

Palavras-chave: produtos de origem animal; rastreamento; segurança de alimentos.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 51, de 1 de outubro de 2018. Institui o Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos – SISBOV. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 08 out. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/rastreabilidade-animal/arquivos-pdf/INMAPAN511.10.2018.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC n. 655, de 24 de março de 2022. Dispões sobre o recolhimento de alimentos e sua comunicação à Anvisa e aos consumidores. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 30 mar. 2022. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6414416/RDC_655_2022_.pdf/4109271b-3397-45f1-8ae0-a2668b63ba92. Acesso em: 26 set. 2024.

DUAN, K.; ONYEAKA, H.; PANG, G.; MENGUE, Z. Pioneering food safety: Blockchain's integration in supply chain surveillance. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 18, n. 1, p. 101281, 2024. DOI: 10.1016/j.jafr.2024.101281.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization. World Health Organization. Principles for traceability/product tracing as a tool within a food inspection and certification system (CXG 60-2006). In: **Codex Alimentarius**. Roma: FAO, 2006. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B60-2006%252FCXG_060e.pdf. Acesso em: 26 set. 2024.

GIRISH, P. S.; BARBUDDHE, S. B. Meat traceability and certification in meat supply chain. **Meat Quality Analysis**, v. 1, n. 1, p. 153-17, 2020. DOI: 10.1016/B978-0-12-819233-.00010-0.

JIN, C.; LEVI, R.; LIANG, Q.; RENEGAR, N.; ZHOU, J. Food safety inspection and the adoption of traceability in aquatic wholesale markets: a game-theoretic model and empirical evidence. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, n. 10, p. 2807-2819, 2021. DOI: 10.1016/S2095-3119(21)63624-9.

LIU, H. Combating unethical producer behavior: The value of traceability in produce supply chains. **Internacional Journal of Production Economics**, v. 244, n. 1, p. 108374, 2022. DOI: 10.1016/j.ijpe.2021.108374.

LIU, R.; GAO, Z.; NAYGA JR., R. M.; SNELL, H. A.; MA, H. Consumers' valuation for food traceability in China: does trust matter? **Food Policy**, v. 88, n. 1, p. 101768, 2019. DOI: 10.1016/j.foodpol.2019.101768.

MANISHA, N.; JAGADEESHWAR, M. BC driven IoT-based food quality traceability system for dairy product using deep learning model. **High-Confidence Computing**, v. 3, n. 3, p. 100121, 2023. DOI: 10.1016/j.hcc.2023.100121.

SAIKIA, R. R.; BORPUZARI, R. N.; BORPUZARI, T.; THAKURIA, K. J.; CHOUDHURY, S. Traceability of meat and meat products. **The Science World Magazine A Monthly e-Magazine**, v. 2, n. 3, p. 252-259, 2022. DOI: 10.5281/zenodo.6328469.

SOON, J. M.; KRZYZANIAK, S. C.; SHUTTLEWOOD, Z.; SMITH, M.; JACK, L. Food fraud vulnerability assessment tools used in food industry. **Food Control**, v. 101, n. 1, p. 225-232, 2019. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.03.002.

ZHAO, J.; LI, A.; JIN, X.; PAN, L. Technologies in individual animal identification and meat products traceability. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 34, n. 1, p. 48-57, 2020. DOI: 10.1080/13102818.2019.1711185.