

Rastreabilidade de Embalagens na Cadeia Logística

Ana Paula Nolêto
Gerente Técnica do Cetea

Abner Domingos
Pesquisador do Cetea

Rastreabilidade é a capacidade de identificar, registrar e acompanhar a trajetória de produtos, embalagens e unidades logísticas por toda a cadeia de suprimentos, do ponto de origem ao consumidor final. No contexto atual, a implementação de sistemas de rastreabilidade tornou-se um elemento estratégico para garantir maior controle sobre o fluxo de materiais e informações. Sua adoção é impulsionada por requisitos regulatórios e pelas crescentes exigências do mercado por qualidade, segurança, eficiência operacional e sustentabilidade nas operações logísticas, como detalhado a seguir.

Monitoramento das condições ambientais: Atualmente, tecnologias associadas à Internet das Coisas (IoT) possibilitam a integração de sensores às embalagens, permitindo o registro contínuo de parâmetros como temperatura, umidade, vibração e impacto. Esse controle é particularmente importante para o transporte de produtos perecíveis e sensíveis, como frutas, hortaliças, carnes, medicamentos e vacinas, em que variações ambientais mínimas podem comprometer a qualidade e o tempo de prateleira dos produtos. Dessa forma, o monitoramento em tempo real contribui para a redução de perdas pós-colheita e de desperdícios ao longo da cadeia de distribuição.

Segurança e integridade: O monitoramento das embalagens desempenha um papel essencial no atendimento às exigências legais, regulatórias e sanitárias, principalmente para cadeias logísticas que envolvem produtos alimentícios, farmacêuticos, químicos ou de alto valor agregado. A capacidade de rastrear rapidamente a origem, o lote e o percurso de um produto possibilitam respostas mais ágeis e eficazes diante de casos de não conformidade, contaminação, avarias ou processos de recall. Nesse contexto, sistemas de rastreabilidade reduzem riscos à saúde pública, minimizam impactos econômicos e fortalecem a confiança entre fornecedores, distribuidores e consumidores.

Melhoria da eficiência logística: A identificação precisa das embalagens de transporte possibilita maior agilidade nas operações de recebimento, separação, expedição e inventário, reduzindo erros operacionais e aumentando a produtividade. Em centros de distribuição automatizados, por exemplo, sistemas de leitura automática permitem o direcionamento das cargas em tempo real, contribuindo para a otimização do fluxo logístico e para a redução de custos associados a perdas, extravios e retrabalho.

Sustentabilidade: Os sistemas de rastreabilidade também desempenham papel fundamental na gestão de embalagens retornáveis e na implementação de modelos de economia circular. A identificação individualizada das embalagens reutilizáveis permite acompanhar ciclos de uso, localização, taxa de retorno e vida útil dos materiais, favorecendo práticas de logística reversa e reutilização. Além disso, a rastreabilidade auxilia no controle de resíduos de embalagens e na comprovação de conformidade com políticas ambientais e metas de reciclagem estabelecidas por legislações nacionais e internacionais.

Elementos dos sistemas de rastreabilidade

A **unidade rastreável** corresponde à menor unidade de produto monitorada ao longo da cadeia logística (Figura 1) e está diretamente relacionada ao **nível de granularidade do sistema**. Quanto maior a granularidade, menor a unidade rastreada e maior a precisão das informações, embora isso implique maior volume de dados e complexidade operacional. Em contrapartida, uma granularidade mais ampla reduz a quantidade de dados gerenciados, mas pode limitar a precisão e dificultar a identificação de problemas específicos. Dessa forma, a definição do nível de granularidade deve considerar os objetivos da rastreabilidade, os riscos envolvidos e os requisitos regulatórios e de mercado aplicáveis ao produto (Islan; Cullen, 2021; Aung; Chang, 2014; Tian, 2018).



FIGURA 1. Exemplo de unidade rastreável em uma operação logística genérica, representada por uma caixa de papelão ondulado.

A **identificação única** das unidades rastreáveis é outro princípio fundamental da rastreabilidade. Cada unidade de carga, lote ou embalagem deve possuir um código de identificação exclusivo, capaz de diferenciá-la das demais unidades presentes na cadeia de distribuição. Embora muitas empresas utilizem códigos internos, o compartilhamento de informações entre diferentes agentes exige a adoção de padrões globais de identificação, garantindo interoperabilidade e comunicação eficiente entre empresas, fornecedores, distribuidores e varejistas. Nesse contexto, padrões internacionais, como os desenvolvidos pela GS1 (Figura 2), assumem papel relevante ao permitir a identificação padronizada de unidades logísticas e comerciais por meio de códigos serializados e sistemas automáticos de leitura (Bouzembrak, 2019; Khan; Byun; Park, 2020).



FIGURA 2. Exemplos de códigos de barras padronizados pela GS1 (GS1 US, 2026).

A **gravação de dados** constitui outro componente fundamental dos sistemas de rastreabilidade. As empresas precisam definir quais informações serão registradas ao longo do processamento, armazenamento e distribuição dos produtos, considerando os objetivos do sistema, as exigências legais e as necessidades dos usuários. Entre as informações mais comuns estão a origem da matéria-prima, datas de processamento, condições de armazenamento, movimentações logísticas, parâmetros de qualidade e destino dos produtos. Além disso, é necessário definir os meios de registro, que podem variar desde controles manuais até sistemas digitais integrados com sensores automáticos inteligentes, etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification*) e bancos de dados em nuvem. A digitalização desses registros tem ampliado significativamente a eficiência dos sistemas de rastreabilidade, reduzindo falhas humanas e aumentando a velocidade de acesso às informações.

A simples geração e armazenamento de dados não garantem a rastreabilidade efetiva dos produtos. Para que o sistema funcione adequadamente, é necessária a **integração de informações** entre os diferentes elos da cadeia produtiva, envolvendo coordenação, compartilhamento e vinculação de dados entre fornecedores, indústrias, operadores logísticos, distribuidores e varejistas. Esse fluxo integrado de dados permite acompanhar o histórico completo do produto, da produção ao consumo final. Portanto, a rastreabilidade depende tanto da tecnologia empregada quanto da cooperação entre os participantes da cadeia produtiva (Behnke; Janssen, 2020).

Por fim, outro aspecto relevante é a **acessibilidade dos dados** de rastreabilidade. Em uma cadeia logística, diferentes usuários, como funcionários, parceiros comerciais, órgãos reguladores e consumidores, necessitam de diferentes níveis de acesso às informações. Por isso, os sistemas devem estabelecer controles de permissão que garantam a confidencialidade dos dados quando necessário. Além disso, a apresentação clara e acessível das informações, por meio de rótulos, QR Codes e plataformas digitais, é fundamental para atender à crescente demanda por transparência, segurança alimentar e informações sobre a origem e o processamento dos produtos adquiridos pelos consumidores finais (Islan; Cullen, 2021; Aung; Chang, 2014; Tian, 2018).

Desafios na implementação de sistemas de rastreabilidade

Apesar das diversas vantagens, a implementação de sistemas de rastreabilidade também apresenta desafios técnicos e econômicos. Entre os principais obstáculos destacam-se os custos de implantação das tecnologias, a necessidade de padronização de informações, a integração entre diferentes sistemas e a capacitação dos operadores logísticos. Pequenas e médias empresas frequentemente enfrentam dificuldades para incorporar tecnologias mais avançadas, especialmente em cadeias com baixa digitalização. Além disso, a interoperabilidade entre diferentes agentes da cadeia de suprimentos ainda representa uma barreira importante para o compartilhamento eficiente de dados.

Já a implementação de embalagens inteligentes depende de diversos avanços técnicos, como a impressão direta de antenas RFID e indicadores nas próprias embalagens, a encapsulação de etiquetas para uso em sistemas retornáveis e a integração entre RFID e sensores por meio de impressão eletrônica. Também são necessários melhorias na autonomia energética e no baixo consumo dos dispositivos, além da adequação às faixas de temperatura de operação. Outros requisitos incluem a flexibilidade dos materiais para diferentes tipos de embalagens, a robustez dos circuitos eletrônicos, o controle preciso do processo de produção e a garantia de segurança no acesso aos dados gerados (Garcia et al., 2021).

Apesar desses desafios, a tendência é que os sistemas de rastreabilidade se tornem cada vez mais relevantes nas embalagens, impulsionados pela crescente demanda por segurança, eficiência logística e transparência ao longo da cadeia produtiva.

Referências

- AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food control*, v. 39, p. 172-184, 2014.
- 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.
- BOUZEMBRAK, Y. et al. Internet of Things in food safety: Literature review and a bibliometric analysis. *Trends in Food Science & Technology*, v. 94, p. 54-64, 2019.
- GARCIA, et al. Capítulo "Food and Beverage Packaging". In: *Tropical bioeconomy: roadmaps and guidelines for bioeconomy development in Brazil*. 1ed. Campinas: IAC - v. 1, p. 118-127, 2021.
- GS1 US. Barcode types, c2026. Disponível em: <https://www.gs1us.org/upcs-barcode-prefixes/barcode-types>. Acesso em: 19 jun. 2026.
- ISLAM, S.; CULLEN, J. M. Food traceability: A generic theoretical framework. *Food Control*, v. 123, p. 107-804, 2021.
- KHAN, P. W.; BYUN, Y; PARK, N. IoT-Blockchain Enabled Optimized Provenance System for Food Industry 4.0 Using Advanced Deep Learning. *Sensors*, v. 20, n. 10, p. 2990, 2020.
- PEARSON, Simon et al. Are Distributed Ledger Technologies the panacea for food traceability? *Global Food Security*, v. 20, p. 145-149, 2019.
- TIAN, F. An information system for food safety monitoring in supply chains based on HACCP, Blockchain and Internet of Things. 2018. Tese de Doutorado. WU Vienna University of Economics and Business.