

Rastreabilidade digital como rota para a sustentabilidade

Ivan Bergier Tavares de Lima, Maria Angelica de Andrade Leite, Anderson Luis Alves, Thaís Basso Amaral

Pesquisadores, Embrapa Agricultura Digital, Campinas SP



Introdução

O maior desafio da produção agrícola brasileira no século passado era reduzir as importações de produtos alimentícios. Superadas as limitações tecnológicas para tornar-se protagonista na agroindústria tropical, atualmente o Brasil se posiciona entre os maiores exportadores mundiais de *commodities* agrícolas.

Apesar do protagonismo adquirido, o agronegócio brasileiro deverá enfrentar desafios significativos como as mudanças climáticas globais, que podem impactar a produção agrícola. Ademais, as distorções socioeconômicas no campo, como a concentração de terras nas mãos de poucos grupos e proprietários, associado à desigualdade social, representam obstáculos internos. Externamente, o setor precisa lidar com barreiras não alfandegárias, especialmente aquelas relacionadas a exigências sanitárias e socioambientais impostas por mercados internacionais, que podem restringir o acesso a esses mercados e exigir adaptações nos processos produtivos.

Se a mudança do clima e as assimetrias de mercado (Alves et al., 2012) trazem consigo impactos socioeconômicos diretos ao País, estes mesmos fatores no curto prazo serão responsáveis por impactos indiretos, traduzidos por embargos e tarifas não alfandegárias às exportações brasileiras.

A exemplo da União Europeia que, em dezembro de 2022, criou o Regulamento de Desflorestação da União Europeia (EUDR, na sigla em inglês) com o objetivo de combater o desmatamento global associado ao consumo de produtos agrícolas e outros bens comercializados no bloco. O advento deste marco legal obriga que as cadeias de suprimentos apresentem seus produtos rastreados desde o local de produção até seu destino final no mercado europeu, como um dos requisitos para garantir que as *commodities* agrícolas não sejam oriundas de áreas desmatadas, principais responsáveis por emissões de gases de efeito estufa em países como o Brasil.

A rastreabilidade é um processo que engloba um conjunto de ferramentas tecnológicas que permite acompanhar e documentar as etapas de pré-produção, produção, processamento e distribuição de um produto, desde sua origem até o consumidor final (Figura 1). Na agricultura, a rastreabilidade envolve registrar informações sobre sistemas de produção e certificações, cultivares e insumos agropecuários, práticas sustentáveis de produção e logística de armazenamento, transformação industrial e distribuição. Todas as informações organizadas em sistema



Figura 1. Esquema detalhando as etapas do processo de registro, organização da informação e rastreabilidade, do consumidor à origem do produto agropecuário.

digital único acessível ao consumidor contribuindo para o atingimento das metas do "ODS 12 - Consumo e Produção responsáveis".

Para que as informações de todo o processo organizadas digitalmente (origem, industrialização, logística, produção sustentável e conformidades ambientais e sociais) estejam disponíveis em todos os elos da cadeia para consumidores e agentes de fiscalização/auditoria, é necessário que a rastreabilidade disponibilize dados por meio de códigos de barras, QR (*Quick Response Code*) ou etiquetas RFID (identificação por radiofrequência).

Os principais desafios envolvendo a rastreabilidade de produtos agropecuários, até a agroindústria, são: a) a identificação do talhão de origem da área produtiva; b) o registro digital controlado do manejo dos recursos naturais; c) da origem e do uso de insumos agropecuários, incluindo-se aqui tratamentos fitossanitários; d) dos estoques de grãos em silos; e) do trânsito de animais entre áreas de cria, recria, engorda e confinamento; f) das práticas agrícolas empregadas; e g) das etapas de colheita, transporte e armazenamento da produção. O registro digital além da origem propicia o *recall* (retirada) de produtos e por isso deve incluir informações do lote (simples ou consolidado, ex.: grãos) ou por indivíduo (ex.: bovino) e dados de logística como

Desafios, tendências e oportunidades

Dada a importância para a garantia de sustentabilidade e segurança do alimento, o desenvolvimento de inovações em rastreabilidade deve ampliar sua adoção nos mais diversos setores produtivos. De acordo com o Future Today Institute (2024), as inovações previstas estão ligadas ao desenvolvimento de biossensores e embalagens inteligentes indicadoras de degradação de alimentos em trânsito, o acoplamento de inteligência artificial a códigos QR no combate à fraude e na acessibilidade aos consumidores através de smartphones, etiquetas inteligentes descartáveis para rastreamento e monitoramento em tempo real de lotes, tags de DNA sintético que fornecem evidências forenses de autenticidade a produtos e, também, plataformas de governança de dados socioambientais que permitam aos clientes monitorar sua pegada de carbono em tempo real nos diversos modais logísticos das cadeias de suprimentos, ajudando no alinhamento com metas ambientais, sociais e de governança (ESG).

Para o avanço da rastreabilidade do campo à indústria, o emprego de tecnologias digitais se mostra uma tendência de futuro, como internet das coisas

data, hora, rota e destino dos produtos. No entanto, para que a rastreabilidade seja incorporada como um processo de rotina, algumas barreiras devem ser vencidas, como: reduzir os custos envolvidos com a adoção, aumentar o engajamento dos setores produtivos, solucionar gargalos tecnológicos de interoperabilidade, exigências legais e fiscalização e, por último, a conscientização do consumidor.

Neste cenário, a Embrapa tem atuado na rastreabilidade em prol da transformação digital na agricultura, envolvendo grupos de pesquisa que desenvolvem sistemas digitais de monitoramento e de automação na produção animal e vegetal, muitas vezes de forma integrada com outras plataformas tecnológicas, tal como o sistema de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF). Destacam-se aqui, por exemplo, o Sistema Brasileiro de Agrorastreabilidade (Sibraar) (Castro et al., 2023), que utiliza recursos de blockchain para garantir a integridade da informação na cadeia de custódia agropecuária. Outro exemplo é a API Bov-Trace (Bergier et al., 2023), implementada na [Plataforma AgroAPI](#) Embrapa, a qual organiza e sintetiza um conjunto mínimo de informações relevantes de rastreabilidade e compartilhamento seguro de dados sensíveis referentes ao trânsito de bovinos.

(IoT), imagens de satélite e de drones para o monitoramento, sistemas computacionais integradores de dados via interfaces para a programação de aplicações (APIs), *blockchain* para garantir a integridade da informação digital registrada e inteligência artificial (IA) para otimização do processo produtivo baseado na análise de *big data*. Agregam-se ainda novos desafios à interoperabilidade de sistemas complexos da agricultura de precisão a partir da capacidade da compatibilização ou padronização de conceitos e terminologias entre humanos e máquinas.

Concretizar a rastreabilidade na agricultura envolve a superação de uma série de desafios já destacados anteriormente que podem variar de acordo com o tipo de cultura, animal ou vegetal, a escala da operação, tecnologias disponíveis, interoperabilidade de sistemas e alto custo, bem como a aceitação pelo setor e consumidor. No entanto, a transformação digital na agricultura não deve ser parte do problema, mas sim da solução.

Neste sentido, há a necessidade de se estabelecer novas leis e fazer cumprir as legislações atuais, tornando o ambiente regulatório menos complexo e

de fácil aceitação. Em paralelo, é preciso garantir a segurança e a privacidade dos dados coletados, prevenindo a vulnerabilidade a ataques cibernéticos ou a perda de dados que podem comprometer a eficácia da rastreabilidade. Por fim, sistemas integrados de rastreabilidade exigem manutenção e atualizações contínuas para garantir que permaneçam eficazes e em conformidade com as regulamentações no longo prazo e, assim, provocarem uma mudança de cultura e mentalidade, especialmente entre os agricultores e industriais mais tradicionais. A superação desses desafios exige a colaboração harmoniosa entre governo, indústria, agricultores e desenvolvedores de tecnologia, além de políticas públicas que incentivem e facilitem a

adoção de sistemas de rastreabilidade na agricultura brasileira.

Para a adoção de sistemas eficazes de rastreabilidade na agricultura brasileira torna-se imprescindível o desenvolvimento de um ambiente digital favorável, que padronize a aquisição e a acessibilidade a dados sensíveis do setor produtivo, como a Plataforma AgroBrasil+Sustentável (Brasil, 2024), e outras plataformas públicas e privadas, como o Sistema Nacional de [Cadastro Ambiental Rural](#) (Sicar), o [ILPF Digital](#), da Associação Rede ILPF, e a [Plataforma AgroAPI](#), de modo que inovações tecnológicas desenvolvidas pela Embrapa e pelo setor produtivo sejam integradas e interoperáveis para o benefício da sociedade brasileira.

Considerações finais

A rastreabilidade digital de produtos agropecuários vem se tornando uma realidade imposta por embargos socioambientais, barreiras não alfandegárias e demandas do mercado. Implementar a rastreabilidade na agricultura é um processo inovador que traz inúmeros benefícios tanto para os produtores quanto para os consumidores, garantindo produtos mais seguros, de alta qualidade, com transparência

em toda a cadeia de suprimento, sendo um processo essencial para a comprovação do uso de práticas agrícolas sustentáveis. Essas tendências refletem um movimento crescente em direção a uma maior transparência e sustentabilidade da agropecuária, impulsionadas por avanços tecnológicos em rastreamento e monitoramento.

Referências

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. de P. Lucratividade da agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, abr./maio/jun. 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/955140>. Acesso em 5 jun. 2024.

BERGIER, I.; SILVA, R.; PAPA, M.; SANTOS, P. M.; OLIVEIRA, S. R. de M.; VACARI, I.; ABREU, U. G. P. de; ROMANI, L. A. S.; PIEROZZI JUNIOR, I.; INAMASU, R. Y.; MASSRUHÁ, S. M. F. S. **BovTrace**: interoperabilidade e acessibilidade para a rastreabilidade animal SISBOV e do AgriTrace CNA/Senar. Campinas: Embrapa Agricultura Digital, 2023. 19 p. il. color. (Embrapa Agricultura Digital. Comunicado técnico, 136). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1160077>. Acesso em: 24 set. 2024.

BRASIL. **Plataforma AgroBrasil+Sustentável é apresentada pelo Mapa a representantes de oito países**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plataforma-agrobrasil-sustentavel-e-apresentada-pelo-mapa-a-representantes-de-oito-paises>. Acesso em: 9 dez. 2024.

CASTRO, A. de; ALVES, A. L.; SANTOS, E. H. dos; AMARAL, F. R.; BACCARIN, F. A.; RIVA, J. D.; GONZALES, L. E.; MATTEI, R. **Sibraar**: Sistema Brasileiro de Agrorastreabilidade: módulos operacionais e funcionalidades. Campinas: Embrapa Agricultura Digital, 2023. 23 p. 4 p. il. color. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1160154>. Acesso em: 7 ago. 2024.

FUTURE TODAY INSTITUTE. **Tech trends report**: 17th edition: 2024. [New York], 2024. 978 p. Disponível em: https://futuretodayinstitute.com/wp-content/uploads/2024/03/TR2024_Full-Report_FINAL_LINKED.pdf. Acesso em: 7 ago. 2024.

Editora e responsável pelo conteúdo

Embrapa Agricultura Digital
Av. Dr. André Tosello, 209 - Cidade Universitária
Cep 13083-886, Campinas, SP, Brasil
www.embrapa.br/agricultura-digital
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Publicação digital: PDF

Revisão
Graziella Galinari
Normalização bibliográfica
Carla Osawa
Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Lucas Campos Barros



Ministério da
Agricultura e Pecuária