

**PLATAFORMA BASEADA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA  
PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, OTIMIZAÇÃO DA CADEIA DE VALOR E  
REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS**  
**ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED PLATFORM FOR STRATEGIC PLANNING,  
VALUE CHAIN OPTIMIZATION, AND FOOD WASTE REDUCTION**

**Gustavo Cuba de Oliveira<sup>1</sup>**

**Lauren Gabriel de Campos<sup>2</sup>**

**Lucas Elias Martins de Oliveira<sup>3</sup>**

**Silvia Roberta de Jesus Garcia<sup>4</sup>**

**RESUMO:** Este estudo aborda os desafios do setor agrícola brasileiro, como perdas pós-colheita, ineficiências logísticas e a subutilização de dados para decisões. Utilizando a metodologia de *Design Science Research* (DSR) e uma revisão sistemática da literatura, propõe-se a arquitetura conceitual de um sistema digital integrado. A solução é fundamentada em três camadas: uma para ingestão de dados heterogêneos (*IoT*, satélite, mercado), um núcleo com modelos preditivos e prescritivos, e uma camada de saída com *dashboards* e APIs. O sistema incorpora tecnologias como *blockchain* para rastreabilidade e Inteligência Artificial Explicável (XAI) para transparência e confiança do usuário. O trabalho demonstra a viabilidade de uma ferramenta unificada que promove a interoperabilidade entre os elos da produção, visando aumentar a eficiência, fortalecer a conformidade com requisitos socioambientais e de governança baseados na *Environmental, Social* e *Governance* (ESG) e democratizar o acesso a mercados para pequenos e médios produtores. A pesquisa conclui que a superação dos desafios atuais demanda soluções holísticas que integrem governança de dados, modelos de negócio inclusivos e capacitação digital.

**Palavras-chave:** Agricultura Digital, Blockchain, Governança, Interoperabilidade, Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** This study addresses the challenges of the Brazilian agricultural sector, such as post-harvest losses, logistical inefficiencies, and the underutilization of data for decision-making. Using the Design Science Research (DSR) methodology and a systematic literature review, a conceptual architecture of an integrated digital system is proposed. The solution is structured into three layers: one for ingesting heterogeneous data (*IoT*, satellite, market), a core with predictive and prescriptive models, and an output layer with dashboards and APIs. The system incorporates technologies such as blockchain for traceability and Explainable Artificial Intelligence (XAI) for transparency and user trust. The study demonstrates the feasibility of a unified tool that promotes interoperability across production chain links, aiming to increase efficiency, strengthen compliance with socio-environmental and governance requirements based on Environmental, Social, and Governance (ESG), and democratize market access for small and medium-sized producers. The research concludes that overcoming current challenges requires holistic solutions that integrate data governance, inclusive business models, and digital capacity building.

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail:  
gustavo.oliveira250@fatec.sp.gov.br<sup>1</sup>

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail: lauren.campos  
@fatec.sp.gov.br<sup>2</sup>

Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Fatec Itapetininga - E-mail:  
lucas.oliveira416@fatec.sp.gov.br<sup>3</sup>

Prof.<sup>a</sup> Orientadora Mestre - Fatec Itapetininga - Email: silvia.garcia01@fatec.sp.gov.br<sup>4</sup>

**Keywords:** Digital Agriculture, Blockchain, Governance, Interoperability, Sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

O agro brasileiro é um motor estratégico para a economia do país, representando 23,5% do Produto Interno Bruto (PIB) (R\$2,72 trilhões) em 2024, com projeção de atingir 29,4% em 2025 (CEPEA/CNA, 2025). Além da relevância econômica, o setor é fundamental para a segurança alimentar global, sendo responsável pela alimentação de 800 milhões de pessoas, ou seja, aproximadamente 10% da população mundial (Contini, Aragão, 2021).

Contudo, a eficiência, sustentabilidade e competitividade do setor são comprometidas por desafios como perdas produtivas (Brasil, 2024), gargalos logísticos (CONAB, 2023), volatilidade de preços (Campos, 2007) e alta dependência de intermediários (Bezerra *et al.*, 2017). Adicionalmente, a limitada inclusão de pequenos e médios produtores (SENIOR, 2025), as dificuldades com rastreabilidade para atender a requisitos socioambientais (KPMG, 2023) e a subutilização de dados no planejamento estratégico e decisões (Yara, 2023).

Para mitigar esses desafios, este artigo propõe uma plataforma digital integrada com Inteligência Artificial (IA), capaz de gerar recomendações preditivas e prescritivas. A solução analisa dados ambientais, produtivos, mercadológicos e demográficos para otimizar toda a cadeia, do pré-plantio à comercialização. Ao democratizar o acesso a *insights* estratégicos, a plataforma busca ampliar a participação de pequenos e médios produtores, reduzir a dependência de intermediários e mitigar os impactos da volatilidade de preços. Dessa forma, a ferramenta promove o planejamento estratégico e a decisão orientada por dados, impulsionando a transição para um agro mais eficiente, sustentável e competitivo.

## 2 METODOLOGIA

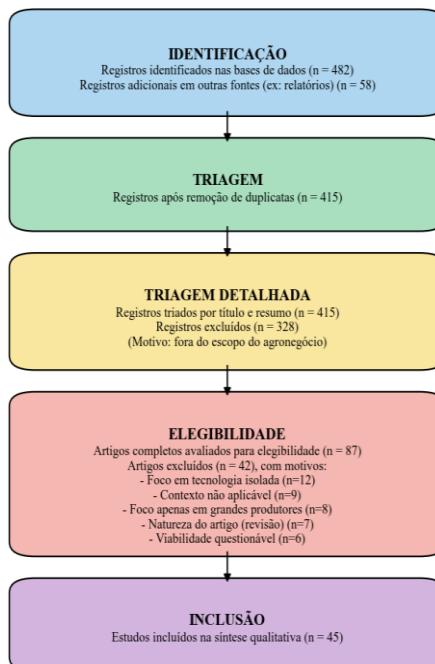
A pesquisa adota caráter exploratório-descritivo e se alinha à metodologia de DSR, que visa resolver problemas práticos por meio da concepção e avaliação de artefatos tecnológicos. Neste estudo, o artefato proposto é a arquitetura conceitual de uma plataforma digital integrada com IA. A fundamentação teórica para o design do

artefato provém de uma revisão sistemática da literatura, planejada de acordo com as diretrizes PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021).

A busca pelos estudos foi realizada em bases científicas internacionais (Scopus, Web of Science, SciELO e ScienceDirect), sendo complementada por relatórios de organizações como a FAO (2011, 2023) e a CONAB (2022, 2023), além de análises de mercado (KPMG, 2023) e literatura cinzenta (*white papers*, normas técnicas) para ampliar a cobertura e reduzir vieses de publicação. Para a realização da pesquisa, utilizaram-se descritores em português, inglês e espanhol relacionados à agricultura digital, perdas e desperdício de alimentos, custos de transação, logística agrícola, rastreabilidade, IA, *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), *Blockchain* e *IoT*.

O processo de seleção dos estudos seguiu um protocolo estruturado. Foram incluídos trabalhos que abordam a aplicação de tecnologias digitais e de IA na agricultura, publicados entre 2005 e 2025. Excluíram-se estudos sem relação direta com o tema, duplicados, de baixa qualidade metodológica ou que tratassem de tecnologias obsoletas. A triagem foi realizada em duas etapas (título/resumo e leitura integral), a Figura 1 apresenta o Fluxograma PRISMA do processo de revisão da literatura da pesquisa realizada.

**Figura 1 – Fluxograma PRISMA do processo de revisão da literatura**



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

Os estudos selecionados foram organizados em planilhas eletrônicas para a fase de síntese, contemplando autoria, ano, tecnologias, modelos, métricas e limitações. A análise dos dados combinou *gap analysis* com a comparação crítica de soluções comerciais já existentes, permitindo mapear as lacunas que justificam a arquitetura proposta. A qualidade dos estudos incluídos foi examinada segundo a robustez metodológica, a validade dos dados e as métricas reportadas.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo organiza-se em quatro blocos: (i) relevância estratégica e gargalos do agro brasileiro; (ii) IA no agro e tecnologias emergentes; (iii) aplicações relacionadas e análise crítica da lacuna de integração que justifica a proposta da plataforma.

#### **3.1 RELEVÂNCIA ESTRATÉGICA E DESAFIOS DO AGRO BRASILEIRO**

O agro brasileiro desempenha papel central na economia nacional e na segurança alimentar global, representando 23,5% do PIB em 2024, com projeção de 29,4% para 2025 (CEPEA/CNA, 2025), e contribuindo para alimentar cerca de 800 milhões de pessoas (Contini; Aragão, 2021). Apesar de sua importância, o setor enfrenta desafios estruturais relevantes.

As perdas e desperdícios atingem aproximadamente um terço da produção mundial de alimentos (FAO, 2011). Esse impacto é significativo nas etapas de pós-colheita, transporte e armazenamento, um desafio também documentado no Brasil, especialmente na cadeia de grãos (CONAB, 2022). Somam-se a isso as ineficiências logísticas que elevam os custos operacionais (CONAB, 2023) e a volatilidade de preços e cotações de *commodities* que compromete a previsibilidade de receita.

Ademais, a dependência de intermediários eleva os custos de transação (Bezerra *et al.*, 2017), e a limitada inclusão de pequenos e médios produtores restringe o acesso a cadeias de maior valor agregado (SENIOR, 2025). Por fim, as dificuldades em atender às exigências de rastreabilidade e práticas socioambientais dificultam a inserção em mercados internacionais (KPMG, 2023). Tais desafios evidenciam a necessidade de soluções integradas que combinem capacidades preditivas,

prescritivas e de governança, o que demanda uma infraestrutura tecnológica robusta e escalável.

### 3.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AGRO E TECNOLOGIAS EMERGENTES

A literatura aponta para o potencial transformador de diversas tecnologias no agro (Liakos *et al.*, 2018). Modelos de IA e *deep learning* (DL), como CNN-RNN, permitem a previsão de rendimento (Khaki *et al.*, 2020), e arquiteturas como ConvLSTM são usadas para a análise temporal de produtividade (Bounoua *et al.*, 2024). Sensores *IoT*, estações meteorológicas, imagens de satélite e UAVs fornecem um fluxo contínuo de dados para monitoramento em tempo real, ampliando a precisão das decisões (Liakos *et al.*, 2018), sendo insumos essenciais para modelos preditivos (Khaki *et al.*, 2020).

Para garantir a confiabilidade e a transparência, práticas de MLOps asseguram a reprodutibilidade dos modelos, enquanto o *blockchain* oferece uma solução robusta para rastreabilidade e conformidade com requisitos regulatórios (KPMG, 2023). Complementarmente, técnicas de Inteligência Artificial Explicável (XAI), como SHAP (Lundberg; Lee, 2017) e LIME (Ribeiro *et al.*, 2016), promovem a interpretabilidade dos modelos, fator crucial para aumentar a adoção das recomendações por produtores e técnicos. Apesar do vasto potencial, a escalabilidade dessas tecnologias ainda é condicionada por fatores como os custos de sensores, a conectividade limitada e a heterogeneidade dos dados (Liakos *et al.*, 2018).

## 4 APLICAÇÕES RELACIONADAS

Soluções comerciais consolidadas já validam a utilidade dessas tecnologias, porém, frequentemente operam de forma isolada:

- Solinftec (ALICE AI) - Integra monitoramento, agronomia e logística, mas atua principalmente na gestão de campo, com menor integração à comercialização (SOLINFTEC, 2025).
- Agrosmart (Nexus/Booster) - Foca em inteligência climática e sustentabilidade, atuando menos sobre a otimização da logística integrada (AGROSMART, 2025).

- Ucrop.it - Oferece rastreabilidade via *blockchain*, mas sua eficácia depende da integração com dados de campo e processos logísticos externos (UCROP.IT, 2025).

A análise crítica evidencia que, embora as soluções existentes validem as tecnologias, a operação de forma isolada aumenta os custos e limita a tomada de decisões estratégicas sistêmicas. A principal lacuna identificada é arquitetural e institucional: não faltam algoritmos ou sensores, mas sim interoperabilidade, governança de dados — em conformidade com a LGPD (BRASIL, 2018) — e modelos de negócio inclusivos para pequenos e médios produtores.

Para preencher essa lacuna, a plataforma proposta neste estudo foi concebida para integrar, em uma única arquitetura: 1) ingestão de dados heterogêneos; 2) módulos preditivos e prescritivos; 3) otimização logística; 4) registro de rastreabilidade; e 5) uma camada de XAI e governança. Essa abordagem é respaldada pela literatura, que valida o uso de modelos de *machine learning* (ML) no campo (Liakos *et al.*, 2018) e a necessidade de rastreabilidade (KPMG, 2023), sendo tecnicamente viável por meio de infraestruturas de computação em nuvem escaláveis (AWS, 2024).

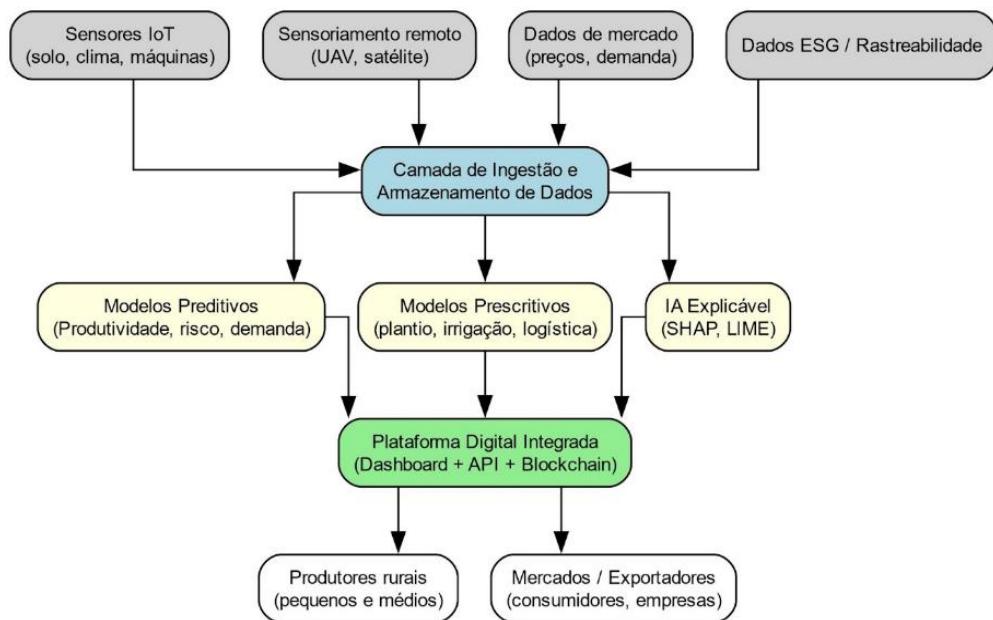
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal resultado desta pesquisa consiste na elaboração de um protótipo arquitetural de uma plataforma digital integrada. Concebida para apoiar o planejamento estratégico, tomada de decisões e otimizar a cadeia de valor no agro, a proposta foi delineada a partir das lacunas mapeadas na literatura, visando maior interoperabilidade, transparência e capacidade preditiva.

### 5.1 A ARQUITETURA DA PLATAFORMA INTEGRADA

A arquitetura proposta organiza-se em três camadas funcionais interdependentes: (i) Camada de Entrada (ingestão de dados); (ii) Núcleo de Processamento (inteligência e análise); e (iii) Camada de Saída (interface e decisão). A Figura 2 ilustra o fluxo de dados entre esses componentes.

**Figura 2 – Diagrama da Arquitetura Conceitual da Plataforma**



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

### 5.1.1 Camada de Entrada: Ingestão de Dados Heterogêneos

A camada de entrada é projetada para coletar e harmonizar dados de múltiplas fontes. Isso inclui dados de sensores *IoT* e sensoriamento remoto (UAVs e satélites), tecnologias apontadas pela literatura como essenciais para monitorar variáveis de solo, clima e saúde da lavoura (Liakos *et al.*, 2018). Adicionalmente, são integrados dados de mercado (preços e demanda) e dados de rastreabilidade, fundamentais para a conformidade com requisitos ESG (KPMG, 2023). A infraestrutura em nuvem, utilizando serviços como da Amazon Web Services (AWS, 2024), garante a escalabilidade e o processamento eficiente desses dados.

### 5.1.2 Núcleo de Processamento: Inteligência e Análise

O núcleo da plataforma transforma os dados brutos em insights açãoáveis por meio de três módulos principais:

- **Modelos Preditivos:** Utilizando arquiteturas de *deep learning* (DL) como CNN-LSTM, validadas para previsão de produtividade e análise temporal (Bounoua *et al.*, 2024), a plataforma estima o rendimento da safra, riscos climáticos e a demanda de mercado.
- **Modelos Prescritivos:** Com base nas previsões, algoritmos de otimização geram recomendações para o planejamento do plantio, manejo da irrigação e rotas logísticas.
- **Inteligência Artificial Explicável (XAI):** Para garantir a confiança e a adoção pelo produtor, são incorporadas técnicas como SHAP (Lundberg; Lee, 2017) e LIME (Ribeiro *et al.*, 2016), que tornam as recomendações da IA transparentes e interpretáveis.

### 5.1.3 Camada de Saída: Interface e Tomada de Decisão

A camada de saída apresenta os *insights* ao usuário final por meio de um aplicativo móvel intuitivo, cujas telas são ilustradas nas Figuras 3, 4 e 5. A plataforma também disponibiliza APIs para integração com sistemas de gestão existentes e um módulo de *blockchain* para consulta pública da rastreabilidade dos produtos, uma aplicação já explorada por soluções de mercado (UCROP.IT, 2025).

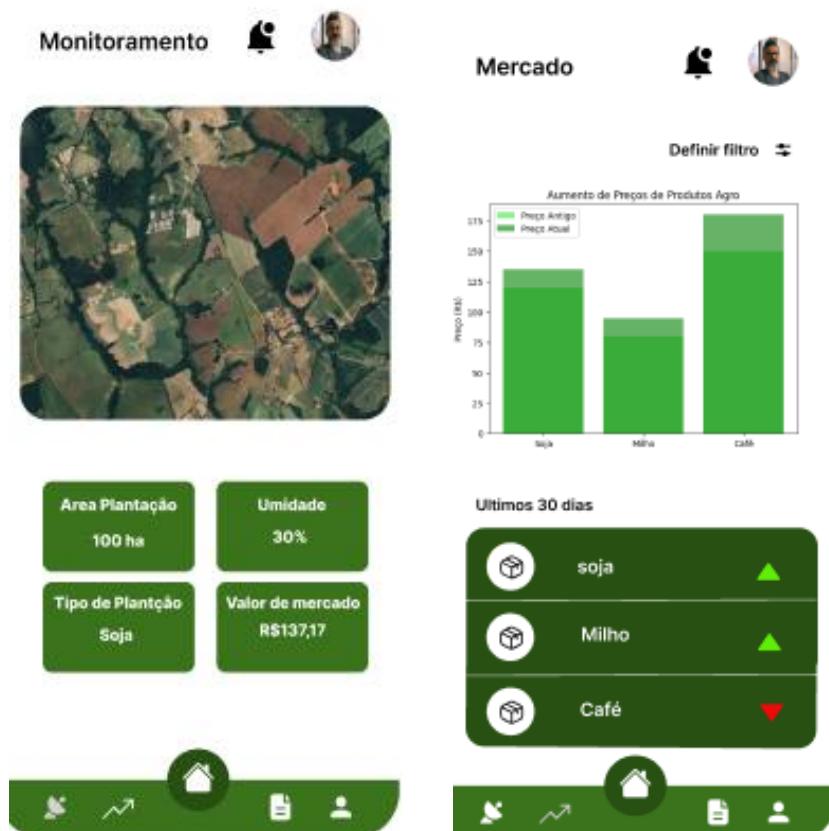
**Figura 3 - Telas de Login e Home**



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A tela inicial (Home) oferece ao produtor um *dashboard* com as principais informações do dia, como dados climáticos, status da umidade do solo e alertas de produtividade.

**Figura 4 – Telas de Monitoramento e Mercado**



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

A seção de Monitoramento permite a visualização geoespacial da propriedade, enquanto a tela de Mercado exibe gráficos com a variação de preços e cotações das principais *commodities*, auxiliando na decisão de venda.

O usuário pode gerar relatórios personalizados de vendas e insumos, além de gerenciar suas configurações de conta e notificações.

**Figura 5 – Telas de Relatórios e Perfil do Usuário**



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A arquitetura proposta avança em relação às soluções de mercado existentes ao focar na integração sistêmica. Enquanto plataformas como a ALICE AI da Solinftec (SOLINFTEC, 2025) otimizam a gestão interna da fazenda, nossa proposta avança ao integrar um módulo prescritivo de comercialização baseado em dados de mercado em tempo real. Similarmente, soluções como a da Agrosmart (AgroSmart, 2025) e da Ucrop.it (UCROP.IT, 2025) focam, respectivamente, em inteligência climática e rastreabilidade, mas operam como especializadas. O diferencial deste trabalho reside na orquestração sinérgica dessas frentes em uma única plataforma interoperável.

Apesar da viabilidade técnica, a implementação enfrenta desafios significativos. A necessidade de letramento digital dos produtores é um fator crítico, assim como os custos de sensores, a conectividade limitada e a heterogeneidade dos dados, que persistem como barreiras à escalabilidade (Liakos *et al.*, 2018). A governança dos dados compartilhados entre os atores da cadeia também emerge como um desafio complexo, exigindo modelos de confiança e conformidade com a legislação de proteção de dados (Brasil, 2018).

Portanto, o caráter inovador da plataforma não está no uso isolado de IA ou *blockchain*, mas em sua arquitetura unificada, que transforma dados fragmentados em inteligência estratégica para toda a cadeia de valor, promovendo uma tomada de decisão mais eficiente, sustentável e baseada em dados.

É importante reconhecer as limitações desta pesquisa. Primeiramente, o estudo apresenta um protótipo arquitetural e conceitual. Embora fundamentado em uma robusta revisão da literatura, a validação empírica com dados reais em um projeto piloto ainda é um trabalho futuro. Em segundo lugar, a análise de viabilidade econômica (custos de implementação vs. ROI para o produtor) não foi o foco deste trabalho, mas representa uma dimensão crucial a ser explorada em estudos subsequentes para garantir a sustentabilidade e atratividade da solução.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo cumpriu seu objetivo ao demonstrar a viabilidade técnica e a relevância estratégica de uma plataforma digital integrada com IA para o agro brasileiro. A arquitetura proposta, fundamentada em três camadas interdependentes (entrada, processamento e saída), foi projetada para mitigar diretamente os desafios do setor, como perdas pós-colheita, ineficiências logísticas e a subutilização de dados no planejamento estratégico e tomada de decisões.

A contribuição central desta pesquisa reside na concepção de uma solução holística, que integra modelos preditivos e prescritivos com rastreabilidade via *blockchain* e ferramentas de Inteligência Artificial Explicável (XAI). Em contraste com a operação isolada de tecnologias existentes, essa abordagem sinérgica não apenas otimiza a cadeia de valor, mas também promove a inclusão de pequenos e médios produtores, democratizando o acesso a mercados de maior valor agregado. Ao mitigar a dependência de intermediários e aumentar a transparência, a plataforma tem o potencial de elevar a margem de lucro dos produtores e fortalecer a conformidade com requisitos socioambientais e de governança (ESG), cada vez mais exigidos em mercados globais (KPMG, 2023).

Conclui-se, portanto, que a superação dos desafios atuais do agro demanda mais do que a aplicação pontual de tecnologia. A interoperabilidade entre sistemas, a governança de dados e a criação de modelos de negócio inclusivos são pilares para a efetiva transformação digital do setor. A plataforma aqui concebida consolida-se

como uma ferramenta estratégica para impulsionar um agro mais eficiente, sustentável e competitivo. Como próximos passos, recomenda-se a validação empírica da arquitetura por meio de um projeto piloto e a análise aprofundada de sua viabilidade econômica, abrindo caminhos para futuras pesquisas e para a implementação prática da solução.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROSMART. **Nexus / Booster**. [S. I.], 2025. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/>. Acesso em: 23 set. 2025.

AMAZON WEB SERVICES (AWS). **Amazon Web Services: Whitepaper de Arquitetura na Nuvem**. Seattle: AWS, 2024. Disponível em: [https://docs.aws.amazon.com/pt\\_br/whitepapers/latest/aws-overview/aws-overview.pdf](https://docs.aws.amazon.com/pt_br/whitepapers/latest/aws-overview/aws-overview.pdf). Acesso em: 24 set. 2025.

BEZERRA, Gleicy Jardi et al. **Custos de transação no agronegócio: uma revisão sistemática das publicações internacionais**. Revista Espacios, v. 38, n. 38, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n38/a17v38n38p16.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

BOOUNOUA, I. et al. **Deep Learning Approaches for Water Stress Forecasting in Arboriculture Using Time Series of Remote Sensing Images: Comparative Study between ConvLSTM and CNN-LSTM Models**. Technologies, v. 12, n. 6, p. 77, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/technologies12060077>. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm). Acesso em: 23 set. 2025.

CAMPOS, Kilmer Coelho. **Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil**. Revista de Economia e Agronegócio, v. 5, n. 3, p. 1-24, 2007. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4347/1/2007\\_art\\_kccampos.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4347/1/2007_art_kccampos.pdf). Acesso em: 15 set. 2025.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CEPEA/CNA). **PIB do agronegócio brasileiro**. São Paulo: CEPEA/CNA, 2025. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 10 set. 2025.

CNN Brasil, **Brasil descarta 30% dos alimentos produzidos**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-descarta-30-dos-alimentos-produzidos-diz-onu/>. Acesso em: 16 set. 2025.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). A perda de grãos no Brasil e no mundo: dimensão, representatividade e diagnóstico.** Brasília, DF: CONAB, 2022. (Compêndio de Estudos Conab, v. 31). Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab/compendio-v31-perda-de-graos.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Boletim Logístico 2023.** Brasília, DF: CONAB, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/logistica/boletim-logistico/12-boletim-logistico-dezembro-2023.pdf/view>. Acesso em: 23 set. 2025.

**CONTINI, E.; ARAGÃO, A. O agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas.** Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/noticia/59784047/o-agro-brasileiro-alimenta-800-milhoes-de-pessoas-diz-estudo-da-embrapa>. Acesso em: 15 set. 2025.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention.** Rome: FAO, 2011. Disponível em: <https://www.fao.org/3/mb060e/mb060e00.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Reducing food loss and waste through digital platforms.** Rome: FAO, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc7562en>. Acesso em: 24 set. 2025.

**KHAKI, S.; WANG, L.; ARCHONTOULIS, S. V. A CNN-RNN Framework for Crop Yield Prediction.** Frontiers in Plant Science, v. 10, art. 1750, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01750>. Acesso em: 23 set. 2025.

**KPMG. Rastreabilidade para o agronegócio: Environmental, Social & Governance.** [S. I.]: KPMG, 2023. Disponível em: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/br/pdf/2023/8/KPMG-ESG-Rastreabilidade-para-o-Agronegocio.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

**LIAKOS, K. G. et al. Machine Learning in Agriculture: a review.** Sensors, v. 18, n. 8, p. 2674, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s18082674>. Acesso em: 23 set. 2025.

**LUNDBERG, Scott M.; LEE, Su-In. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions.** In: ADVANCES IN NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS, 30., 2017, Long Beach. Proceedings [...]. Red Hook: Curran Associates, Inc., 2017. p. 4765-4774. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1705.07874>. Acesso em: 23 set. 2025.

**PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.** BMJ, v. 372, n. 71, 2021. Disponível em: <https://www.bmjjournals.org/content/372/bmj.n71>. Acesso em: 23 set. 2025.

**RIBEIRO, Marco Tulio; SINGH, Sameer; GUESTRIN, Carlos. "Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier.** In: ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA

MINING, 22., 2016, São Francisco. Proceedings [...]. New York: ACM, 2016. p. 1135-1144. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1602.04938>. Acesso em: 23 set. 2025.

SENIOR. **Cooperativas agrícolas: fortalecendo o agronegócio.** [S. I.], 2025. Disponível em: <https://www.senior.com.br/blog/cooperativas-agricolas>. Acesso em: 15 set. 2025.

SOLINFTEC. **ALICE AI Platform.** [S. I.], 2025. Disponível em: <https://www.solinftec.com/en-us/alice-ai-platform/>. Acesso em: 23 set. 2025.

UCROP.IT. **A new way to trace crops story.** [S. I.], 2025. Disponível em: <https://ucrop.it/>. Acesso em: 23 set. 2025.

YARA BRASIL. **Planejamento estratégico no agronegócio: como fazer?** [S. I.], 2023. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/planejamento-estrategico-no-agronegocio-como-fazer/>. Acesso em: 15 set. 2025.