

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AGRONEGÓCIO DO SUDESTE BRASILEIRO: monitoramento de cultura, pecuária e gestão de recursos

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma análise reflexiva sobre o uso da inteligência artificial (IA) no agronegócio, com base em artigos, dissertações e teses produzidos nos anos de 2019 a 2025. A investigação foi organizada em três subcategorias: monitoramento de culturas, pecuária de precisão e gestão de recursos. A análise evidencia como as técnicas de aprendizado de máquina, redes neurais, sensoriamento remoto, fusão de sensores e estatística avançada estão sendo aplicadas em diferentes contextos produtivos. O estudo mostra tendências de integração entre IA, Internet das Coisas (IoT), robótica e Big Data, apontando para um futuro de maior eficiência, sustentabilidade e tomada de decisão inteligente no setor.

O agronegócio brasileiro consolidou-se como um setor estratégico, tanto para a economia nacional quanto para a segurança alimentar global. Contudo, a crescente pressão por eficiência produtiva e sustentabilidade tem imposto desafios que exigem inovações tecnológicas de impacto. Nesse cenário, a IA emerge como um recurso estratégico de transformação, capaz de reconfigurar a produção agrícola e pecuária, além de otimizar a gestão integrada dos recursos naturais. A IA destaca-se por sua capacidade de integrar análise de grandes volumes de dados, sensoriamento remoto, automação e métodos preditivos avançados, favorecendo maior precisão nas tomadas de decisão (IRIGARAY et al., 2025). Estudos recentes têm evidenciado seu potencial em diferentes áreas do agronegócio contribuindo para a construção de uma agricultura mais inteligente, digital e conectada.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma síntese analítica de artigos, dissertações e teses que exploram essas aplicações, discutindo avanços, limitações e perspectivas futuras.

2 METODOLOGIA

A metodologia consistiu em uma pesquisa baseada em levantamento bibliográfico sistematizado de produções científicas. A coleta de dados ocorreu em 13 de setembro de 2025, tendo como fontes principais o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e busca direcionada via Google utilizando a expressão “IA + monitoramento de culturas + Sudeste”, “IA + pecuária de precisão + Sudeste”; “IA + gestão de recursos+ Sudeste”. Do total de 20 teses e dissertações inicialmente identificadas, apenas aquelas vinculadas à região Sudeste foram selecionadas para a análise. O recorte geográfico resultou em: monitoramento de culturas, entre nove produções empíricas mapeadas, quatro atenderam aos critérios estabelecidos (uma tese e três dissertações). Na categoria de pecuária de precisão, das seis produções encontradas, apenas uma dissertação foi considerada pertinente. Já no aspecto da gestão de recursos, das cinco produções levantadas, três foram incluídas (um doutorado e duas dissertações).

Em relação aos artigos científicos foram identificados oito artigos, as expressões utilizadas para busca foram às mesmas citadas acima. Observa-se que há poucas publicações integrando IA e monitoramento de culturas, pecuária de precisão e gestão de recursos. Esse cenário reforça a necessidade de compreender como diferentes técnicas de IA vêm sendo aplicadas, os resultados reportados e as tendências que emergem desse campo. O método de análise adotado foi qualitativo, de caráter descritivo e reflexivo, com a finalidade de identificar convergências, avanços tecnológicos e lacunas de pesquisa.

3 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Como resultados principais o monitoramento de culturas configura-se como a subcategoria com maior número de produções identificadas na região Sudeste. Os estudos analisados abordam diferentes enfoques, que vão desde a fusão de sensores em colhedoras de

cana-de-açúcar (USP, Lima 2019), até o uso de espectrometria de massa associada ao aprendizado de máquina para a análise de tomates orgânicos e não orgânicos (OLIVEIRA, 2022).

Outros trabalhos exploraram a integração de imagens multiespectrais com IA para avaliar o tratamento de sementes de soja por meio de micronutrientes (GOMES, 2023), bem como o uso do sensoriamento remoto para identificar padrões urbanos e socioambientais em cidades amazônicas (SANTOS, 2023).

Os resultados relatados evidenciam contribuições relevantes, como a maior precisão nas estimativas de produtividade, a eficiência no desenvolvimento de tratamentos agrícolas sustentáveis e a possibilidade de aplicação em políticas públicas de habitação e ordenamento urbano. Observa-se, ainda, que a concentração dessas produções no estado de São Paulo reforça sua posição como polo científico e tecnológico do Sudeste. O monitoramento de culturas é também a área em que a IA mais se consolidou, revelando ampla diversidade de técnicas e metodologias.

Entre as tecnologias relatadas destacam-se aprendizado de máquina, redes neurais artificiais, algoritmos genéticos, fusão de sensores, imagens multiespectrais e o uso de drones. Oliveira (2022) demonstrou a eficácia do aprendizado de máquina na diferenciação de tomates orgânicos e convencionais; Lima (2019) evidenciou a redução de erros em mapas de produtividade da cana-de-açúcar por meio da fusão de sensores em redes neurais; Gomes (2023) apontou alternativas sustentáveis para o tratamento de sementes de soja com apoio da análise de imagens multiespectrais; enquanto Santos (2023) ampliou a aplicação da IA para além do setor agrícola, demonstrando seu potencial em estudos urbanos e socioambientais.

Além disso, artigos recentes, 2024–2025, ressaltam uma tendência de integração da IA com tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), Big Data e robótica. Essa convergência aponta para um uso cada vez mais estratégico e preditivo da IA, capaz de redefinir o monitoramento de culturas e promover maior eficiência, sustentabilidade e inovação no agronegócio, conforme quadro 1.

Quadro 1: Relação de estudos, técnicas, aplicações e principais contribuições

Estudo / Ano	Local / Instituição	Cultura / Área	Técnica de IA / Tecnologia	Aplicação	Contribuições Principais
Lima (2019)	USP	Cana-de-açúcar	Fusão de sensores + Redes neurais	Mapas de produtividade em colhedoras	Redução de erros em estimativas de produtividade; maior precisão no monitoramento de culturas
Oliveira (2022)	UNICAMP	Tomate (orgânico e convencional)	Aprendizado de máquina + Espectrometria de massas	Diferenciação entre tomates orgânicos e convencionais	Maior precisão na classificação; suporte a certificação e qualidade do produto
Gomes (2023)	USP	Soja	Imagens multiespectrais + IA	Avaliação de tratamento de sementes com micronutrientes	Identificação de tratamentos agrícolas sustentáveis; otimização do uso de insumos
Santos (2023)	INPE / São José dos Campos	Áreas urbanas e socioambientais	Sensoriamento remoto + IA	Identificação de padrões urbanos e socioambientais	Possibilita suporte a políticas públicas de habitação e ordenamento urbano; aplicação além do setor agrícola
Estudos recentes (2024–2025)	Sudeste	Diversas	IA integrada com IoT, Big Data e Robótica	Monitoramento e predição em culturas	Tendência de uso estratégico e preditivo da IA; aumento da eficiência, sustentabilidade e inovação no agronegócio

Fonte: elaborado pelas autoras

Na pecuária, a aplicação da IA ainda se encontra em estágio inicial e majoritariamente experimental, sobretudo na região Sudeste. A análise revelou apenas uma dissertação selecionada, desenvolvida em Minas Gerais (SOUZA, 2022), que avaliou o uso de microchips térmicos associados aos algoritmos de aprendizado de máquina para detectar alterações fisiológicas em bezerros leiteiros, utilizando a anaplasmosose como modelo de doença. Embora os resultados tenham demonstrado potencial, também evidenciaram limitações na qualidade preditiva das medições, indicando a necessidade de aprimoramento tecnológico e metodológico. Apesar dessas restrições, observa-se o avanço gradual de pesquisas e aplicações voltadas à automação de processos e à integração de sistemas.

Arantes et al. (2024), por exemplo, destacaram a incorporação de ferramentas de IA generativa, como o ChatGPT 4.0 e softwares de gestão empresarial (ERP e CRM) no setor lácteo. Tais recursos têm sido empregados na otimização de análises de qualidade, no aprimoramento de fluxos produtivos e na automação de rotinas gerenciais, revelando uma perspectiva promissora de transformação digital no segmento.

Essas experiências sugerem que, embora algumas soluções baseadas em dispositivos de monitoramento individual ainda enfrentam barreiras técnicas, como baixa acurácia ou necessidade de calibração avançada, há uma tendência clara de integração entre biotecnologia, sensores inteligentes e IA (SHARMA; SHIVANDU, 2024). Essa convergência aponta para um futuro em que o monitoramento contínuo da saúde animal, a rastreabilidade produtiva e a gestão de custos operacionais possam ser conduzidas de maneira mais eficiente e sustentável.

A baixa representatividade de pesquisas na área de pecuária de precisão no Sudeste, quando comparada ao monitoramento de culturas, evidencia a urgência de fomentar investigações que agrupam a IA, biotecnologia e bem-estar animal. Tal lacuna não apenas limita o avanço científico regional, mas também compromete o potencial de inovação tecnológica em um setor que possui elevada relevância econômica e social para o Brasil conforme quadro 2.

Quadro 2: Aplicações da IA na pecuária, incluindo tecnologia, aplicações e contribuições principais

Estudo / Ano	Local / Instituição	Área / Aplicação	Tecnologia / Ferramenta	Objetivo	Contribuições Principais
Souza (2022)	UFLA, Minas Gerais	Pecuária de leite	Microchips térmicos + Aprendizado de máquina	Detectar alterações fisiológicas em bezerros, usando anaplasmosose como modelo	Demonstrou potencial de monitoramento contínuo da saúde animal, identificação precoce de doenças e suporte à gestão sanitária
Arantes et al. (2024)	Sudeste	Setor lácteo	IA generativa (ChatGPT 4.0) + Softwares de gestão (ERP/CRM)	Otimização de análises de qualidade e fluxos produtivos; automação de rotinas gerenciais	Evidenciou a automação de processos, melhoria da eficiência operacional e suporte à tomada de decisão no setor lácteo
Tendências gerais	Sudeste	Pecuária de precisão	Integração entre biotecnologia, sensores inteligentes e IA	Monitoramento contínuo da saúde animal e gestão de custos	Indicou perspectivas futuras de rastreabilidade, bem-estar animal e inovação tecnológica, apontando caminhos para a pecuária de precisão

Fonte: elaborado pelas autoras.

A gestão de recursos naturais e agrícolas tem se consolidado como um campo estratégico para a aplicação da IA promovendo não apenas aumentos de produtividade, mas também avanços na sustentabilidade, no planejamento territorial e na formulação de políticas públicas. A literatura recente demonstra a eficácia de diferentes técnicas de IA em cenários diversos no Sudeste do Brasil, evidenciando a capacidade desses métodos de lidar com complexidade, heterogeneidade espacial e incertezas associadas aos sistemas naturais e produtivos.

Em São Paulo, Queiroz (2023) aplicou algoritmos de aprendizado de máquina para o manejo da irrigação e a estimativa da produtividade do milho. O estudo comparou o desempenho de diferentes modelos, incluindo *Support Vector Regression* (SVR), *Multi-Layer Perceptron Regressor* (MLPR) e o algoritmo *Histogram-based Gradient Boosting Regressor* (HGBR). Os resultados indicaram que o HGBR apresentou maior precisão preditiva, demonstrando capacidade de capturar relações não lineares complexas entre variáveis climáticas, irrigação e produtividade, o que sugere aplicações práticas para agricultura de precisão e otimização do uso de água em regiões com escassez hídrica.

Ainda em São Paulo, Pereira (2021) investigou a classificação do uso da terra em áreas heterogêneas por meio de *Random Forest e Support Vector Machine* (SVM), utilizando imagens do satélite VEN μ S. Os algoritmos mostraram bom desempenho em contextos com alta variabilidade espacial, permitindo mapeamentos mais precisos de cobertura e uso do solo. Esses resultados são particularmente relevantes para políticas de zoneamento agrícola e ambiental, monitoramento de desmatamento e planejamento territorial, fornecendo dados confiáveis para gestores e formuladores de políticas públicas.

Em Minas Gerais, Zarzar (2023) aplicou estatística bayesiana hierárquica na modelagem de crescimento do camarão, visando corrigir vieses em dados de aquicultura e melhorar a precisão de previsões sobre desempenho produtivo. A abordagem bayesiana permitiu incorporar diferentes níveis de variabilidade, entre tanques, lotes e condições ambientais, resultando em estimativas mais robustas e reduzindo a incerteza inerente aos modelos tradicionais. Essa metodologia representa um avanço significativo na modelagem científica aplicada, fortalecendo a base para decisões estratégicas em aquicultura e gestão de recursos hídricos.

Coletivamente, esses estudos evidenciam que a IA na gestão de recursos não se limita a ganhos imediatos de produtividade, mas também promove maior confiabilidade em modelagens complexas, otimiza o uso de insumos, apoia a sustentabilidade ambiental e contribui para o desenvolvimento de políticas públicas baseadas em evidências. Além disso, o Sudeste brasileiro destaca-se como um polo de inovação na integração de ciência de dados, agricultura de precisão e gestão ambiental, servindo como modelo para aplicação de IA em contextos de alta complexidade socioambiental (Quadro 3).

Quadro 3: Comparação de abordagens e resultados

Área de Aplicação	Algoritmo / Método de IA	Vantagens	Limitações / Desafios
Milho / Irrigação	HGBR, SVR, MLPR	Alta precisão; captura relações não lineares	Dependência de dados climáticos completos
Uso da Terra	Random Forest, SVM	Robusto em heterogeneidade espacial; interpretável	Sensível a qualidade das imagens de satélite
Aquicultura / Crescimento	Estatística Bayesiana Hierárquica	Corrige vieses; reduz incertezas	Complexidade computacional; exige modelagem hierárquica detalhada

Fonte: elaborado pelas autoras.

Observa-se a diversidade e o estágio de maturidade da IA nos setores agrícola, de gestão de recursos e pecuário no Sudeste do Brasil. No monitoramento de culturas, há ampla aplicação de técnicas como redes neurais, aprendizado de máquina e integração com IoT, destacando-se em produtividade, sustentabilidade e automação em tempo real. Na gestão de recursos, algoritmos como HGBR, *Random Forest*, SVM e estatística bayesiana hierárquica são empregados para modelagem, predição e suporte à decisão em escalas maiores, enfatizando planejamento territorial e confiabilidade de modelos. A pecuária, ainda em fase experimental, utiliza aprendizado de máquina, IA generativa e sensores inteligentes, com potencial para monitoramento contínuo, rastreabilidade e automação de processos, mas requer avanços tecnológicos e metodológicos. No quadro 4 comparativamente pode-se observar maior consolidação da IA em culturas e gestão de recursos, enquanto a pecuária apresenta oportunidades estratégicas de inovação, especialmente na integração entre IA, biotecnologia e bem-estar animal.

Quadro 4: Comparando as IA e suas principais funções no monitoramento de cultura, gestão de recursos e pecuária

Setor	Técnica de IA	Função Principal
Monitoramento de Culturas	Redes neurais + Fusão de sensores	Mapas de produtividade mais precisos em colhedoras
	Aprendizado de máquina + Espectrometria de massas	Classificação de tomates orgânicos e convencionais
	IA + Imagens multiespectrais	Avaliação de tratamento de sementes de soja e práticas sustentáveis
	IA + Sensoriamento remoto	Identificação de padrões urbanos e socioambientais
	IA + IoT, Big Data e Robótica	Monitoramento preditivo e automatizado em tempo real
Gestão de Recursos	HGBR, SVR, MLPR	Predição da produtividade do milho e manejo de irrigação
	Random Forest, SVM	Classificação do uso da terra em áreas heterogêneas
	Estatística Bayesiana Hierárquica	Correção de vieses em modelos de crescimento em aquicultura
Pecuária	Aprendizado de máquina + Microchips térmicos	Monitoramento de alterações fisiológicas em bezerras
	IA generativa + ERP/CRM	Automação de rotinas e análise de qualidade no setor lácteo
	IA + Sensores inteligentes + Biotecnologia	Monitoramento contínuo da saúde animal e rastreabilidade

Fonte: elaborado pelas autoras.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da produção científica sobre inteligência artificial (IA) aplicada ao agronegócio no Sudeste do Brasil evidencia uma evolução temporal e tecnológica significativa. Estudos anteriores a 2020 concentram-se em aplicações pontuais e experimentais, muitas vezes restritas a uma tecnologia ou contexto específico. Já as publicações mais recentes indicam uma tendência clara de integração sistêmica da IA com outras tecnologias emergentes (SHARMA; SHIVANDU, 2024), como Internet das Coisas (IoT), Big Data, sensoriamento remoto e robótica, ampliando o alcance das aplicações e permitindo abordagens preditivas e automatizadas.

A análise espacial da produção científica revela uma distribuição desigual no Sudeste. O estado de São Paulo concentra a maioria dos estudos, especialmente em monitoramento de culturas e gestão de recursos, consolidando-se como polo científico e tecnológico. Minas Gerais apresenta contribuições pontuais, enquanto Espírito Santo e Rio de Janeiro são quase ausentes no recorte selecionado. Essa assimetria evidencia a necessidade de maior fomento regional, cooperação institucional e políticas de incentivo à pesquisa para equilibrar o desenvolvimento

tecnológico e promover transferência de conhecimento entre os estados da região. De forma integrada, os resultados apontam que a IA no agronegócio não deve ser entendida apenas como tecnologia operacional, mas como elemento estratégico para inovação, governança e sustentabilidade. A evolução temporal e tecnológica demonstra que, quando integrada a sensores, sistemas de gestão, IoT e Big Data, a IA pode promover eficiência produtiva, redução de perdas, gestão ambiental e planejamento territorial, consolidando-se como tecnologia indispensável para a modernização do setor agropecuário no Sudeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

ARANTES, M. C. S.; SILVA, E. A.; SILVA JÚNIOR, A. C. S. Gestão da inteligência artificial na agroindústria do setor lácteo: propostas, desafios e perspectivas. *Revista de Administração e Contabilidade Da UNIFAT*, v.16, n.1, p.1-17,2024. <https://reacfat.com.br/reac/article/view/330>

GOMES, E.S. *Efeito do tratamento de sementes de soja com micronutrientes em associação com ultrassom sobre o desenvolvimento inicial de plântulas avaliado por imagens multiespectrais*. 2023. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências -Energia Nuclear na Agricultura) - Instituição de Ensino, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

IRIGARAY, H. A. R.; STOCKER, F.; GIRÃO, M.; SARAIVA JUNIOR, F. Automação Limitada: um novo olhar analítico para a inteligência artificial. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 23, n. 2, p. 1-3, 2025. DOI: 10.1590/1679-395193456

LIMA, J.J.A. *Fusão de sensores para obtenção de dados de produtividade em colhedora de cana-de-açúcar*. 2019.106 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Instituição de Ensino, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, A.N. *Análise de tomates orgânicos e não orgânicos para contaminantes através de espectrometria de massas e inteligência artificial*. 2022.48f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Médica) - Instituição de Ensino, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

PEREIRA, G.M.S. *Mapeamento do uso e cobertura da terra utilizando séries temporais de imagens do satélite Venus e algoritmos de aprendizado de máquina*. 2021.100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Instituição de Ensino, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

QUEIROZ, B.M. *Uso de machine learning no manejo da irrigação e estimativa da produtividade de milho em Piracicaba*.2023.130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Instituição de Ensino, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, B.D. *A contribution to the study of amazonian cities: identifying urban and socio-environmental patterns*. 2023. 168f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituição de Ensino, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo.

SHARMA, K.; SHIVANDU, S.K. Integrating artificial intelligence and Internet of Things (IoT) for enhanced crop monitoring and management in precision agriculture. *Sensors International*, v.5, p.1-12, 100292,2024. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2024.100292>

SOUZA, G.M. *Use of a thermal sensor microchip and machine learning in the detection of changes in body temperature in dairy calves using anaplasmosis as a disease mode*. 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituição de Ensino, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

ZARZAR, C.A. *Estatística aplicada à aquicultura, desafios e métodos para a modelagem de crescimento do camarão cinza*. 2023. 95 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Instituição de Ensino, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.