

# MODELO DE INTEGRAÇÃO DE DADOS CLIMÁTICOS E IMAGENS NO CONTEXTO AGRÍCOLA

Emili Everz Golombiński e Maria Salete Marcon Gomes Vaz  
*Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada - UEPG*  
*Ponta Grossa – Paraná - Brasil*

## RESUMO

A agricultura enfrenta desafios crescentes devido às mudanças climáticas, impactando a qualidade e o rendimento das culturas. Condições climáticas extremas afetam o crescimento das culturas, comprometendo a saúde das plantações e aumentando a vulnerabilidade a pragas e doenças. Este artigo propõe um modelo de integração de dados climáticos e imagens de grãos para aprimorar a gestão agrícola, visando maior eficiência e sustentabilidade. Tecnologias como inteligência artificial e internet das coisas são apresentadas para potencializar o modelo, oferecendo soluções inovadoras que aumentam a resiliência e a produtividade agrícola.

## PALAVRAS-CHAVE

Integração de Dados, Impacto Climático, Tomada de Decisão, Modelo Constelação

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2020), a produção agrícola desempenha um papel fundamental na economia global, garantindo a segurança alimentar e impulsionando o desenvolvimento socioeconômico. No setor agrícola, dados climáticos precisos e análise de imagens de grãos são importantes para a tomada de decisões estratégicas. Santos e Silva (2020) ressaltam o uso de tecnologias de data warehouse para organizar e analisar essas informações, aumentando a eficiência no campo. Jin *et al.* (2019) destacam a integração de dados climáticos e imagens de satélite como uma ferramenta para prever safras e aprimorar a gestão agrícola.

Com o aumento dos desafios climáticos, a capacidade de acessar e analisar dados em tempo real permite adaptação e diminuição de riscos (Rocha *et al.*, 2019). Luvisi *et al.* (2021) apontaram que a análise de imagens ajuda na detecção precoce de pragas e doenças, e a integração dessas informações em um ambiente centralizado possibilita decisões estratégicas para aumentar a produtividade e a sustentabilidade.

Muitos agricultores ainda enfrentam dificuldades na organização e interpretação desses dados, devido à falta de infraestrutura adequada. Este artigo apresenta um modelo de integração de dados climáticos e imagens para superar essas barreiras e melhorar a gestão agrícola.

Tendo em vista o exposto, este artigo tem como objetivo apresentar a especificação de um modelo conceitual e o desenvolvimento de uma solução escalável para a produção de soja, considerando as demandas regionais e a necessidade de visualização clara dos dados pelos agricultores. O foco principal foi criar um ambiente centralizado para facilitar a integração eficiente de dados. Além disso, foi apresentada a análise dos impactos ambientais e sustentáveis com a implementação de tecnologias na agricultura, abordando a integração de dados históricos e em tempo real para a gestão de riscos climáticos e planejamento estratégico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Estudos sobre análise climática na produção de soja destacam a influência de fatores como temperatura, umidade e precipitação nas safras. A compreensão desses padrões possibilita o planejamento agrícola e a adoção de práticas de manejo adequadas. Modelos de previsão climática e sensoriamento remoto ajudam a

monitorar mudanças climáticas, auxiliando na tomada de decisões estratégicas. Com o aumento da temperatura, chuvas irregulares e eventos extremos, a soja, essencial para a segurança alimentar, sofre impactos significativos. A centralização de dados agrícolas, conforme Ferreira *et al.* (2020), permite decisões com mais conhecimento para previsão de riscos climáticos e adoção de medidas preventivas.

A adaptação às mudanças climáticas, por meio de análise de dados, colaborações entre agricultores, pesquisadores e governos, garante a resiliência da agricultura. O uso de modelos de previsão ajuda no ajuste das estratégias, com práticas de conservação de água e seleção de variedades de grãos mais resistentes. Centralizar os dados agrícolas, conforme Martins *et al.* (2019), facilita o acesso, a gestão e a análise das informações, promovendo transparência e rastreabilidade, para a sustentabilidade e a segurança alimentar.

Um *data warehouse* centraliza dados de diversas fontes, permitindo a análise de grandes volumes de informações para suporte à tomada de decisões estratégicas. Na agricultura, sua aplicação facilita o gerenciamento de dados agrícolas, integrando informações de sensores, sistemas de monitoramento e condições ambientais. Isso permite uma visão abrangente do ciclo produtivo, otimizando práticas de manejo, monitorando a saúde das plantas e melhorando a eficiência operacional. Além disso, oferece suporte à rastreabilidade e à certificação de produtos, agregando valor à produção agrícola (Paliwal e Saraswat, 2022).

Dentro do *data warehouse*, os dados são organizados a partir de esquemas estrela ou floco de neve para otimizar consultas complexas (Akid *et al.*, 2022). O esquema estrela utiliza uma tabela de fatos central e várias tabelas dimensões para facilitar consultas rápidas. Já o esquema floco de neve normaliza as dimensões para reduzir redundâncias, sendo útil para a integridade dos dados (Ciferri, 2022). Um modelo híbrido, combina os dois esquemas para balancear simplicidade e integridade dos dados (Ni *et al.*, 2022).

A coleta de dados em estações meteorológicas é necessária para obter informações precisas sobre as condições atmosféricas, essenciais para a análise em diversas áreas, como a agricultura. Essas estações utilizam sensores para medir parâmetros atmosféricos, como temperatura, umidade, pressão, velocidade do vento e precipitação (Oliveira *et al.*, 2021). A instalação deve ser feita em locais representativos, evitando obstruções e poluição (Vianna *et al.*, 2017). A manutenção regular garante a precisão, incluindo calibrações e verificações dos sistemas de transmissão.

As estações transmitem dados em tempo real por diversas tecnologias, permitindo monitoramento contínuo (Fu *et al.*, 2023). Os dados são armazenados e processados para análise, podendo ser integrados com informações de outras fontes, como imagens de satélite, para análises robustas (Pawłowski *et al.*, 2023). Na agricultura, esses dados ajudam a monitorar condições que afetam a produção, como temperatura e umidade, para prevenir doenças e planejar irrigação (Ogunjo *et al.*, 2021).

No reconhecimento de padrões de imagens, especialmente para integrar dados climáticos e imagens agrícolas, os métodos *YOLO - You Only Look Once* (Nazir e Wani, 2023), *CNN - Redes Neurais Convolucionais* (Derry *et al.*, 2023) e *ViTs - Vision Transformers* (Azad *et al.*, 2023) podem ser utilizados.

*YOLO* é um algoritmo de detecção de objetos em tempo real, combinando detecção e classificação, permitindo processamento rápido ao dividir imagens em células que prevêm localizações e classes. Suas vantagens incluem alta eficiência em ambientes dinâmicos e processamento de grandes volumes de dados (Nazir e Wani, 2023). As *CNNs* identificam características visuais através de camadas de convolução e *pooling*, aprendendo representações hierárquicas de imagens, ideais para classificação e segmentação (Derry *et al.*, 2023). Os *ViTs* dividem imagens em *patches* e utilizam camadas de atenção para capturar relações complexas. Essa abordagem permite uma análise detalhada e é eficaz em imagens grandes, superando métodos tradicionais, embora exija mais dados e recursos computacionais (Azad *et al.*, 2023).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia envolve desde a revisão de literatura até a implementação prática de técnicas de coleta e análise de dados, criando um ambiente centralizado para a integração eficiente desses dados. A pesquisa aborda fatores climáticos críticos, como temperatura, precipitação e umidade, e utiliza modelos preditivos para prever eventos climáticos adversos. Para validar o modelo, foram empregados algoritmos de reconhecimento de padrões e aprendizado de máquina, utilizando imagens de grãos de soja saudáveis e defeituosos da safra 2022/2023.

Os dados foram coletados e classificados em laboratório, as imagens foram coletadas utilizando uma Lupa com Luminária *HL-500 LED Solver*, com aumento de lente de 8x e 6W de consumo, visto que não havia bases atualizadas com imagens de grãos de soja defeituosos. A revisão da literatura sobre modelagem multidimensional, como estrela, floco de neve e constelação, ajudou no entendimento das vantagens e limitações na integração de dados climáticos e imagens agrícolas. A modelagem foi realizada com o software BRModelo, escolhido por sua interface intuitiva e capacidade de visualização de esquemas complexos. O modelo desenvolvido inclui tabelas de fatos para a produção de soja e dimensões climáticas e de imagens, oferecendo uma solução eficaz para a integração e análise de dados agrícolas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as pesquisas sobre grãos de soja, identificou-se uma lacuna na atualização de imagens, representando defeitos causados por variações climáticas extremas, o que limitou o monitoramento da saúde das plantas e a qualidade dos grãos, afetando a eficiência agrícola e a segurança alimentar. Para solucionar essa questão, foram capturadas imagens de grãos em diversos estados de saúde, documentando defeitos como ardido, chocho e mofado. Essa atualização permitiu uma avaliação precisa das condições dos grãos em resposta a eventos climáticos, criando uma base de dados para pesquisas futuras.

Além da coleta de dados visuais, discutiu-se a utilização desses dados para monitorar a saúde das plantas e a qualidade dos grãos, incentivando a integração de tecnologias de imagem com sistemas de monitoramento climático. Essa combinação permite tomar decisões sobre manejo, como uso de defensivos agrícolas e irrigação, melhorando a produtividade e a qualidade dos produtos. A Tabela 1 ilustra as fontes de dados na agricultura de precisão e suas implicações para a construção de um modelo de constelação, facilitando a compreensão da integração de dados em um *data warehouse* para otimização de decisões agrícolas.

Tabela 1. Fontes de Dados e Suas Implicações

Fonte de Dados	Tipo de Dados Extraídos	Data Warehouse	Utilização
APIs de Serviços Meteorológicos	Dados climáticos (temperatura, precipitação, umidade etc.)	Tabela de Dados Climáticos	Permite acesso em tempo real a dados climáticos, para a tomada de decisões rápidas.
Algoritmos de Reconhecimento de Padrões	Imagens de grãos (saudáveis e afetados)	Tabela de Imagens Agrícolas	Facilita a identificação precoce de problemas nas plantações, como pragas e doenças.
Aprendizado de Máquina	Dados históricos de produção e climáticos	Modelos preditivos	Melhora a precisão das previsões sobre rendimento e condições climáticas futuras.
ETL	Dados de várias fontes (climáticos, imagens, produção)	Tabelas de Fatos e Dimensões	Garante a qualidade e consistência dos dados, permitindo análises mais confiáveis.
Análise Estatística	Dados de rendimento, clima e pragas	Relatórios e gráficos de análise	Ajuda a entender as relações entre variáveis e a eficácia das intervenções agrícolas.
Modelos de Dados	Estruturas de dados organizadas	Estruturas de dados no Data Warehouse	Facilita a consulta e análise de dados, otimizando a eficiência das operações.

As APIs de serviços meteorológicos fornecem dados climáticos em tempo real, para a rápida tomada de decisões na agricultura, como irrigação e aplicação de defensivos. Dados de imagens de grãos, tanto saudáveis quanto defeituosos, são organizados em um *data warehouse*, permitindo a identificação precoce de problemas nas plantações. Modelos preditivos, baseados em dados históricos de produção e clima, utilizam aprendizado de máquina para melhorar as previsões de rendimento e condições climáticas.

O processo ETL – *extract, transform and load*, integra dados de diversas fontes, garantindo qualidade e consistência, e possibilitando análises confiáveis. Já a análise estatística gera relatórios que ajudam a entender as relações entre variáveis, facilitando o desenvolvimento de estratégias para o manejo das culturas.

A estruturação dos dados em um data warehouse garante a rastreabilidade agrícola, permitindo monitorar todo o ciclo produtivo e assegurar a qualidade dos produtos. A integridade, precisão e acessibilidade dos dados são importantes, e tecnologias como *blockchain* aumentam a transparência e segurança, registrando transações de forma imutável.

A organização dos dados em modelos multidimensionais, como estrela e floco de neve, facilita consultas e análises, otimizando a eficiência operacional e permitindo acesso rápido às informações para a tomada de decisões. A pesquisa analisou esses modelos para entender suas vantagens e limitações na integração de dados climáticos e imagens agrícolas, destacando a necessidade de um modelo flexível para tratar a complexidade e variedade dos dados. O modelo constelação foi escolhido por combinar características dos esquemas estrela e floco de neve, permitindo a integração de dados com diferentes níveis de complexidade.

O modelo facilita a análise longitudinal, para avaliar tendências sazonais e variações climáticas, e é escalável, permitindo adição de dados sem comprometer a estrutura existente. O modelo constelação (Figura 1) dá suporte à análise integrada de dados climáticos e imagens de grãos, possibilitando análises complexas para rápida e precisa tomada de decisões na agricultura, como detecção precoce de problemas nas culturas.

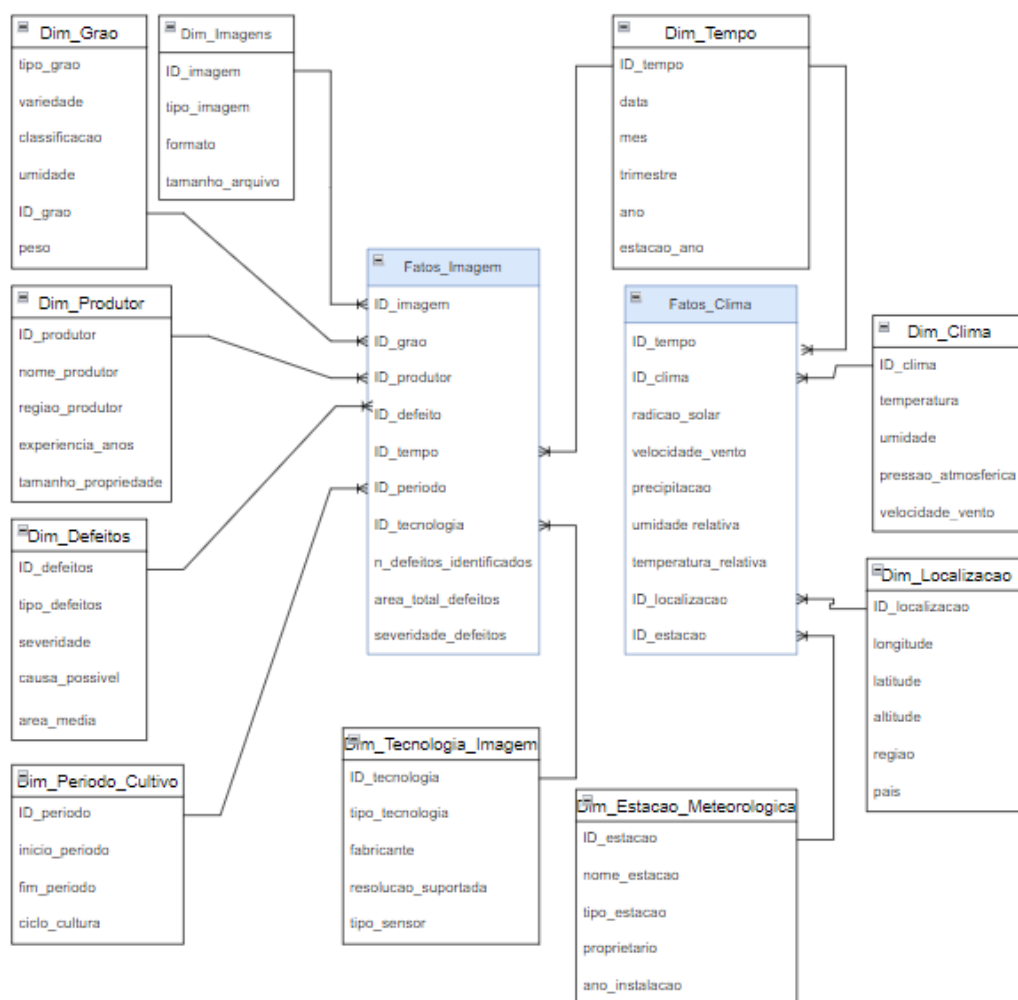


Figura 1. Modelo Dimensional para Integração de Dados Climáticos e de Imagens

A Tabela de Fatos "Fato\_Imagens" armazena informações sobre imagens de grãos com defeitos, permitindo análises da qualidade dos grãos. A Tabela "Fato\_Clima" registra condições climáticas, possibilitando a análise da influência do clima na produção agrícola.

As tabelas de dimensão são organizadas em três módulos principais. O primeiro módulo conecta dimensões à Tabela "Fato\_Imagens", incluindo informações sobre tipos de grãos e defeitos. O segundo módulo se relaciona à Tabela "Fato\_Clima", contendo dados sobre estações meteorológicas e condições climáticas. O terceiro módulo integra dados climáticos e de imagens, permitindo análises temporais, ajudando na identificação de tendências e correlações entre clima e qualidade dos grãos.

A interconexão entre as tabelas de dimensão e de fatos permite uma análise integrada dos dados, facilitando a identificação de padrões difíceis de observar em ambientes não integrados. Cada módulo fornece informações detalhadas sobre fatores que influenciam a qualidade dos grãos, permitindo correlações entre clima, práticas de cultivo e tecnologia de imagem, resultando em um modelo robusto para decisões estratégicas na gestão agrícola.

O modelo constelação integra dados climáticos e imagens de defeitos, oferecendo uma visão multidimensional das variáveis que afetam a qualidade dos grãos. Essa estrutura possibilita análises complexas, levando à identificação de tendências e correlações, como condições climáticas que favorecem determinados defeitos em grãos. Essa capacidade analítica pode promover práticas agrícolas sustentáveis, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos.

O modelo é aplicável a diversas análises, como avaliações de tendências na produção de soja, geração de relatórios e identificação de padrões através do aprendizado de máquina. A criação de *dashboards* integradores ajudará na visualização dos dados, apoiando gestores agrícolas na tomada de decisões. Esse modelo de integração de dados é robusto e flexível, adaptando-se às realidades do setor agrícola e promovendo uma gestão eficiente e sustentável (Figura 2).

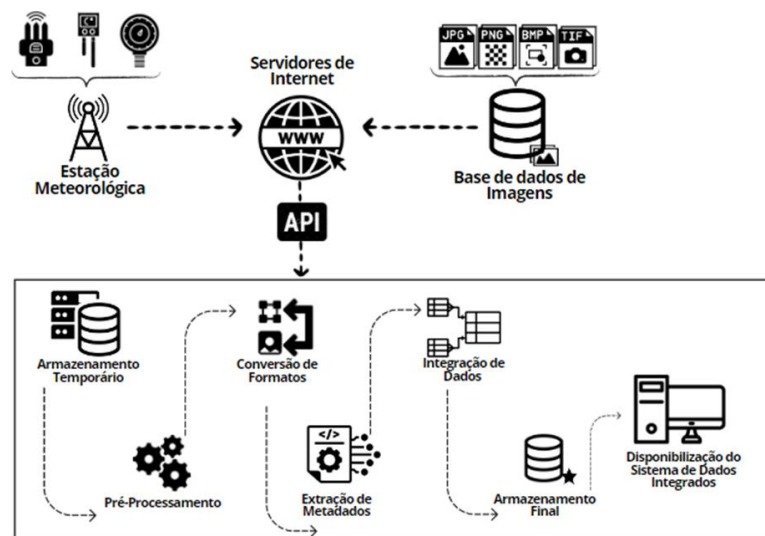


Figura 2. Modelo de Integração de Dados Agrícolas

As estações meteorológicas coletam dados em tempo real sobre condições atmosféricas, como temperatura, umidade e pressão, usando sensores que armazenam as informações localmente. Os dados são formatados para compatibilidade com sistemas de transmissão, podendo ser convertidos em formatos como *CSV*, *JSON* ou *XML*. A transmissão para servidores na Internet pode ocorrer via *Ethernet*, *Wi-Fi*, ou, em áreas remotas, por redes móveis e satélites, utilizando protocolos, como *HTTP* ou *FTP*.

Uma vez nos servidores, os dados são armazenados em bancos de dados e podem ser analisados, visualizados em gráficos ou mapas e usados para previsões meteorológicas. Ferramentas analíticas ajudam a interpretar as informações, que são disponibilizadas em sites e aplicativos com interfaces interativas e relatórios. A coleta de dados via *API* envolve identificar o serviço que fornece os dados, autenticação e envio de solicitações *HTTP*. A resposta da *API*, geralmente em formato *JSON*, contém os dados meteorológicos solicitados, processados e armazenados para uso futuro.

Imagens de grãos são capturadas com diferentes tipos de câmeras, cujas características afetam a qualidade das imagens. Após a captura, as imagens são transmitidas para servidores pela Internet, usando protocolos, como *FTP* ou *HTTP*, com possíveis compressões para otimizar a transferência. Informações adicionais podem acompanhar os dados de imagem para garantir integridade e rastreamento.

As imagens recebidas são integradas ao servidor. Para garantir uma análise eficaz, tanto os dados meteorológicos quanto as imagens passam por um processo de pré-processamento e extração de metadados (Tabela 2). Esse pré-processamento inclui a normalização e o ajuste de imagens e dados, preparando-os para a análise. As etapas envolvem a correção de distorções de imagem, a remoção de ruídos, o ajuste de brilho e contraste, além da conversão dos dados para formatos compatíveis.

Tabela 2. Processo de Integração e Pré-Processamento de Dados Meteorológicos e Imagens de Grãos

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tecnologias Úteis</b>
Recepção dos Dados	Recebimento das imagens de grãos e dos dados meteorológicos no servidor.	Protocolos de Comunicação ( <i>FTP</i> e <i>HTTP</i> )
Armazenamento Inicial	Armazenamento temporário dos dados recebidos para processamento.	Banco de Dados, Armazenamento em Nuvem
Pré-Processamento	Correção de distorções, remoção de ruídos, ajuste de brilho/contraste etc.	Software de Processamento de Imagens ( <i>OpenCV</i> e <i>MATLAB</i> )
Conversão de Formatos	Conversão das imagens e dados meteorológicos para formatos compatíveis.	Ferramentas de Conversão de Dados
Extração de Metadados	Extração de informações relevantes, como resolução de imagem, tipo de câmera.	Scripts Personalizados, Ferramentas de Metadata
Integração de Dados	Combinação de dados meteorológicos com as imagens processadas.	Ferramentas de Integração de Dados
Armazenamento Final	Armazenamento dos dados processados e metadados para análise futura.	Bancos de Dados, Repositórios de Imagens
Disponibilização para Análise	Preparação e disponibilização dos dados para análise e tomada de decisões.	<i>Data Warehouse</i>

No pré-processamento de imagens, são aplicadas técnicas para garantir que as imagens estejam em condições ideais para análise, incluindo correção de distorções, remoção de ruídos e ajustes de brilho e contraste, utilizando ferramentas como *OpenCV* ou *MATLAB*. Simultaneamente, os dados são convertidos para formatos compatíveis com os sistemas de análise. A extração de metadados coleta informações como resolução das imagens e tipo de câmera, que ajudam a entender o contexto dos dados e a realizar análises precisas. Após a extração, os dados meteorológicos e as imagens dos grãos são integrados, permitindo uma análise conjunta, podendo revelar correlações entre as condições ambientais e as características dos grãos.

Os dados processados e seus metadados são armazenados em um banco de dados, prontos para futuras análises. Na última etapa, os dados são preparados e disponibilizados em um data warehouse, podendo ser utilizados em plataformas de análise como *Python*, *R* ou *Tableau*. O uso do *data warehouse* centraliza e organiza os dados, facilitando consultas rápidas e integradas para análises complexas e detalhadas. Essa estrutura garante a consistência e integridade das informações, tornando a análise confiável e otimizando recursos, além de permitir decisões eficazes no setor agrícola.

A integração de dados climáticos e imagens de grãos utilizou o modelo constelação, organizando as informações de maneira centralizada e eficiente, possibilitando análise abrangente e detalhada. No centro do modelo, estão as tabelas de fatos, armazenando os dados das condições climáticas registrados pelas estações meteorológicas e as características físicas observadas nas imagens dos grãos. As tabelas dimensionais, conectadas às tabelas de fatos, contêm metadados e informações contextuais, como a localização da estação meteorológica, o tipo de câmera utilizada, e a data e hora da captura das imagens, entre outros.

O modelo pode ser utilizado no fluxo geral de informações (Figura 3), permitindo a realização de análises e a elaboração de relatórios para a administração agrícola. Ele possibilita, por exemplo, a avaliação de tendências na produção de soja em relação às condições climáticas, a criação de relatórios detalhados sobre a produção em diferentes períodos e a identificação de padrões, utilizando algoritmos de aprendizado de máquina. Além disso, o desenvolvimento de painéis integradores de dados climáticos e de produção proporcionará uma visualização clara e intuitiva, apoiando os gestores agrícolas na tomada de decisões.

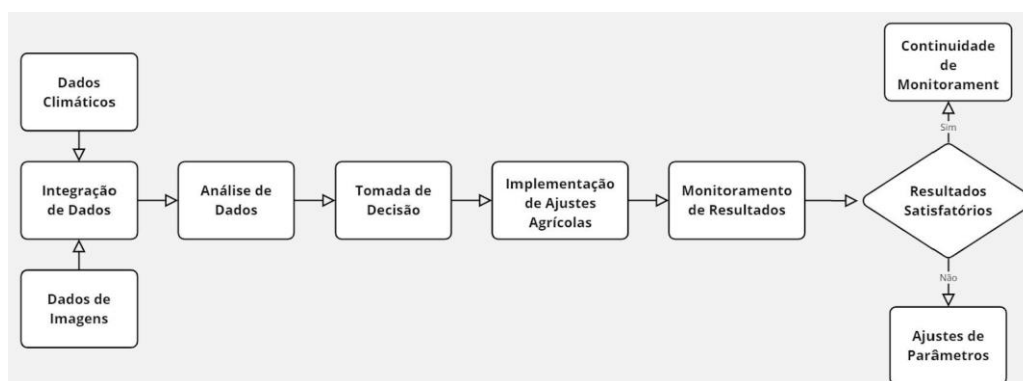


Figura 3. Fluxo de Informações Baseado na Integração de Dados

O modelo de integração de dados representa a primeira fase do fluxo de informações para a tomada de decisões no setor agrícola. Nesse modelo, imagens e informações climáticas são combinadas para criar uma base para a análise, especialmente quando integradas com princípios de inteligência artificial. Algoritmos de aprendizado de máquina podem prever o momento para o plantio, analisando padrões climáticos históricos e condições atuais. Redes neurais podem otimizar o armazenamento de grãos, identificando níveis ideais de umidade e temperatura para minimizar perdas e melhorar a qualidade.

A integração e análise de dados tornam a tomada de decisões agrícolas mais precisa, permitindo ajustes nas datas de plantio com base em previsões climáticas e recomendações para métodos de irrigação eficientes em períodos de seca. As decisões sobre espaçamento entre plantas, aplicação de fertilizantes e controle de pragas podem ser informadas por essa análise integrada, promovendo uma abordagem proativa.

Após a implementação das decisões, o monitoramento contínuo dos resultados é importante. Se os resultados forem positivos, deve-se manter o monitoramento para assegurar a eficácia ao longo do tempo. Caso contrário, ajustes nos parâmetros, como recalibração de algoritmos ou modificação de práticas de manejo, são necessários para corrigir discrepâncias. A análise de dados históricos em comparação com resultados atuais pode orientar novos ajustes, permitindo uma adaptação dinâmica às condições do campo.

Esses ajustes e o monitoramento contínuo são necessários para otimizar processos agrícolas e garantir resultados consistentes e sustentáveis. A capacidade de adaptar práticas agrícolas com base em uma análise de dados robusta e fundamentada em inteligência artificial oferece aos gestores as correções rápidas em resposta aos desvios.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A captura e análise de imagens de grãos de soja representam um avanço no monitoramento agrícola, preenchendo lacunas na base de dados existente e permitindo a aplicação de tecnologias emergentes. Os resultados indicam que a integração de dados climáticos e imagens pode aumentar a eficiência da produção e contribuir para a sustentabilidade do setor agrícola. A capacidade de prever eventos climáticos extremos pode reduzir perdas e melhorar a qualidade dos grãos, beneficiando agricultores e consumidores.

Este artigo destaca a importância de explorar tecnologias para promover a integração de dados, proporcionando um diferencial competitivo ao setor agrícola. A pesquisa evidenciou a integração de dados climáticos e de imagens como uma ferramenta importante para a produção de soja. A previsão e resposta a eventos climáticos extremos garantem a resiliência e a sustentabilidade agrícola.

Apesar dos avanços, a pesquisa não implementou modelos de inteligência artificial, limitando a aplicação prática imediata dos resultados. A identificação de padrões climáticos e suas correlações com a produção é um primeiro passo, mas a construção de um arcabouço teórico robusto requer mais pesquisas. Contudo, o modelo de integração de dados pode ser aplicado a outras culturas além da soja, permitindo a otimização da produção de grãos, frutas e vegetais. A colaboração entre os setores público, privado e instituições de pesquisa pode facilitar a adoção de práticas agrícolas avançadas e promover um ambiente inovador.

Estudos futuros podem integrar tecnologias como inteligência artificial e Internet das Coisas para desenvolver sistemas automatizados de monitoramento e análise. Além disso, a colaboração interdisciplinar entre agronomia, ciência da computação, meteorologia e ciências sociais pode enriquecer as pesquisas na área agrícola, abordando tanto aspectos técnicos quanto sociais e econômicos. Programas de capacitação para agricultores são essenciais para maximizar os benefícios das tecnologias integradas e prepará-los para enfrentar novos desafios.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à CAPES pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Akid, H. et al. Desempenho de implementações de gráficos NoSQL de esquemas estrela vs. floco de neve. *IEEE Access*. 2022.
- Azad, R. et al. Avanços na análise de imagens médicas com transformadores de visão: uma revisão abrangente. *Análise de imagens médicas*. 2023
- Ciferri, C. D. A. Modelagem Multidimensional: processamento analítico de dados. *Periódicos USP*. 2022.
- Derry, A., et al. Redes neurais convolucionais. *Nature Methods*. 2023.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020*. Rome: FAO, 2020.
- Ferreira, T. R. et al. A Importância da Centralização de Dados na Agricultura: Um Estudo de Caso sobre Condições Climáticas e Padrões de Crescimento de Plantas. *Revista Brasileira de Agricultura de Precisão*, v. 11, n. 2, p. 45-52, 2020.
- Fu, X. et al. Estudo sobre transmissão de comunicação via satélite de informações meteorológicas entre estações principais com base em transferência de estado. *Anais da 8ª Conferência Internacional sobre Tecnologia Eletrônica e Ciência da Informação*. 2023.
- Jin, W.; Li, L.; Xu, Z. Integration of Climate Data and Satellite Images for Crop Prediction Using Data Warehousing Techniques. *Journal of Agricultural Informatics*, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2019.
- Luvisi, A. et al. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and Digital Soil Map: A Preliminary Study on Nematode Detection. *Sustainability*, v. 13, n. 12, p. 1-12, 2021.
- Martins, A. C.; et al. Centralização de Dados na Agricultura: Estratégias para Evitar Inconsistências e Melhorar a Integração. *Revista Brasileira de Agricultura Sustentável*, v. 6, n. 2, p. 45-57, 2019.
- Nazir, A., E Wani, M. You Only Look Once - Modelos de detecção de objetos: uma revisão. *10ª Conferência Internacional sobre Computação para o Desenvolvimento Global Sustentável (INDIACom)*. 2023.
- Ni, C.; et al. Diagrama de constelação tridimensional com um design de nível hierárquico para transmissão multinúcleo. *Optics express*. 2022.
- Ogunjo, S. T. et al. Análise multifractal das temperaturas do ar e do solo. *Chaos*. 2021.
- Oliveira, M. et al. Calibração de algoritmo de temperatura da superfície terrestre por meio de estações meteorológicas. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2021.
- Paliwal, M. E Saraswat, P. Abordagens De Data Warehousing E Suas Aplicações: Uma Revisão. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*. 2022.
- Pawłowski, J., et al. Análise de dados meteorológicos na agricultura. *Revista de Agricultura Sustentável*, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2023.
- Rocha, T. K. F. et al. *Agricultura de precisão: desafios e perspectivas para a agricultura tropical*. Lavras: Editora UFLA, 2019.
- Santos, R. A., & Silva, M. C. Utilização de Tecnologias de Data Warehouse na Agricultura: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*. São Paulo, Brasil, 2020.
- Vianna, L. F. N. et al. Bancos de Dados Meteorológicos: Análise dos Metadados das Estações Meteorológicas no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 2017.