I Workshop de Computação Aplicada no Agronegócio

Aplicação de Inteligência Artificial e Dados Climáticos na Prevenção de Danos em Cultura Algodoeira

João Victor Vardenski de Andrade – Engenharia de Software, UEPG – 23034123@uepg.br
Emili Everz Golombiéski – Mestrado em Computação Aplicada, UEPG – emilieverz043@gmail.com
Maria Salete Marcon Gomes Vaz – Mestrado em Computação Aplicada, UEPG – salete@uepg.br

Resumo: A integração de dados climáticos com inteligência artificial permite enfrentar os desafios agrícolas decorrentes das mudanças climáticas. Esta revisão explora como a inteligência artificial processa grandes volumes de dados em tempo real, identificando padrões complexos, difíceis de detectar por métodos tradicionais. Ao combinar dados provenientes de satélites, estações meteorológicas e sensores terrestres, a inteligência artificial permite uma análise precisa e detalhada das condições climáticas e suas variações temporais e espaciais. Isso resulta em previsões agrícolas e permite gestão de recursos eficiente, reduzindo desperdícios e otimizando o uso de água e fertilizantes. Além disso, a utilização de inteligência artificial na agricultura contribui para a redução de riscos associados a eventos climáticos extremos, como secas e inundações, melhorando a resiliência das operações agrícolas. Este estudo destaca as tecnologias para promover agricultura sustentável e preparada para os desafios futuros, sugerindo o desenvolvimento contínuo de algoritmos de inteligência artificial e a ampliação do uso de dados climáticos, indispensáveis para agricultura de precisão.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, *Machine Learning*, Resiliência Climática, Previsão Agrícola..

Application of Artificial Intelligence and Climatic Data in Preventing Damage to Cotton Crops

Abstract: *The integration of climate data with artificial intelligence allows for addressing the agricultural challenges posed by climate change. This review explores how artificial intelligence processes large volumes of data in real-time, identifying complex patterns that are difficult to detect using traditional methods. By combining data from satellites, weather stations, and ground sensors, artificial intelligence enables precise and detailed analysis of climatic conditions and their temporal and spatial variations. This results in accurate agricultural forecasts and efficient resource management, reducing waste and optimizing the use of water and fertilizers. Additionally, the use of artificial intelligence in agriculture contributes to reducing risks associated with extreme weather events, such as droughts and floods, thereby improving the resilience of agricultural operations. This study highlights technologies that promote sustainable agriculture and prepare for future challenges, suggesting the continuous development of artificial intelligence algorithms and the expansion of climate data usage, both of which are indispensable for precision agriculture.*

Key-words: *Precision Agriculture, Machine Learning, Climate Resilience, Agricultural Forecasting.*

1. Introdução

A agricultura é uma atividade econômica impactada pelas mudanças climáticas, com consequências diretas na produtividade das culturas, na disponibilidade de água e na incidência de pragas e doenças.

A variabilidade climática, podendo ser imprevisível, impõe desafios para os agricultores, adaptando suas práticas para garantir a segurança alimentar e a sustentabilidade dos recursos naturais (Meneses, 2021).

A aplicação de tecnologias, como a inteligência artificial, surge como solução promissora para enfrentar esses desafios (Artaxo, Rizzo e Machado, 2024). A inteligência artificial processa grandes volumes de dados de maneira eficiente, identificando padrões e tendências difíceis de detectar por métodos tradicionais.

Na agricultura, a inteligência artificial analisa dados provenientes de um conjunto de fontes, incluindo satélites, estações meteorológicas, sensores terrestres, drones, entre outros (Artaxo, Rizzo e Machado, 2024).

Os dados combinados e analisados com técnicas de *machine learning* e *deep learning*, permitem previsões do comportamento de variáveis climáticas e interações com cultura algodoeira. A integração de dados climáticos com inteligência artificial permite otimização de recursos, como água e fertilizantes (Meneses, 2021).

Com previsões acuradas, é possível ajustar a aplicação de insumos de acordo com as condições climáticas previstas, reduzindo o desperdício e minimizando o impacto ambiental (Soares, 2022). Essa abordagem aumenta a eficiência produtiva e contribui para práticas agrícolas sustentáveis e alinhadas com os princípios da agricultura de precisão (Artaxo, Rizzo e Machado, 2024).

Este artigo explora a integração de inteligência artificial e dados climáticos no processo de transformação das culturas agrícolas, promovendo práticas eficientes e sustentáveis. A análise aborda os avanços do uso de inteligência artificial para previsões agrícolas, discutindo os desafios e as oportunidades relacionadas à otimização de recursos e à redução de riscos, e sugere direções futuras e a aplicação das tecnologias.

O objetivo é demonstrar que a inteligência artificial, quando aliada a dados climáticos de alta qualidade, tem o potencial de revolucionar a agricultura, tornando-a forte frente às mudanças climáticas e capaz de enfrentar os desafios futuros com maior eficácia.

2. Material e Métodos

Este estudo adota uma abordagem teórica baseada em uma revisão da literatura sobre a integração de dados climáticos e inteligência artificial na cultura algodoeira, para identificar tendências, desafios e oportunidades.

Para a análise da eficiência da previsão da produtividade do algodão foi utilizada a correlação de Pearson (Equação 1), onde os valores estipulados e os valores observados são apresentados:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Yobs_i - \overline{Yobs}) \times (Yest_i - \overline{Yest})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Yobs_i - \overline{Yobs})^2 \times \sum_{i=1}^{n} (Yest_i - \overline{Yest})^2}} \quad (1)$$

A análise focou em algoritmos de inteligência artificial utilizados na agricultura, como Regressão Linear Múltipla (Mohammad e Alqadi, 2022), *K Neighbors Regressor* (Mahfouz, 2023*)*, *Random Forest Regressor* (Rao e Thangaraj, 2023), Redes Neurais Artificias – *Multi-layer Perceptron (*Bataineh, Kaur e Jalali, 2022), *Gradient Boosting for Regression* (Wozniakowski, 2021), *Extra-trees regressor* (Mastelini et al., 2022).

Foram analisadas as fontes de dados climáticos, incluindo satélites, estações meteorológicas e sensores terrestres, para compreender como sua integração com inteligência artificial melhora as previsões agrícolas (Artaxo, Rizzo e Machado, 2024; Soares, 2022).

3. Resultados e Discussões

Os trabalhos analisados destacam a integração de dados climáticos oriundos de múltiplas fontes, combinada com algoritmos de inteligência artificial, aumentando a precisão de previsões agrícolas.

A inteligência artificial mostrou-se eficiente na análise de grandes volumes de dados, identificando padrões e tendências regionais e globais.

A análise dos modelos de previsão da produtividade agrícola foi conduzida utilizando a correlação de Pearson, sendo definida como "uma medida de associação bivariada (força) do grau de relacionamento entre duas variáveis." (Filho e Júnior, 2009 apud Garson, 2009), Valores próximos de -1 ou 1 indicam uma correlação perfeita.

A correlação de Pearson foi usada para avaliar a precisão dos modelos na calibração das previsões de produtividade do algodão, comparando os valores previstos pelos modelos com os dados observados (Tabela 1).

Tabela 1 – Modelos de Inteligência Artificial utilizados

Modelo	Correlação de Pearson na calibração
Regressão Linear Múltipla	0.51
K Neighbors Regressor	0.76
Random Forest Regressor	0.97
Multi-layer Perceptron	0.94
Gradient Boosting for Regression	0.99
Extra-tress Regressor	0.99

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados indicam que os modelos *Gradient Boosting for Regression* e *Extra-tress Regressor* foram os mais eficientes, ambos apresentando uma correlação de Pearson de 0.99, onde valores extremos de -1 à 1 indicam correlações

perfeitas, indicando 99% de correlação entre os valores estipulados e os valores observados. A combinação de dados históricos e previsões de curto e longo prazo contribuem para que os agricultores tenham melhor gestão financeira, estipulando a renda da safra e podendo tomar decisões assertivas.

A integração de inteligência artificial possibilita a otimização do uso de água e fertilizantes, ajustando as doses de acordo com as condições climáticas previstas, aumentando a produtividade das culturas.

Os modelos de dados climáticos possibilitam a previsão de eventos extremos, como secas, enchentes e ondas de calor, permitindo aos agricultores a adoção de medidas preventivas.

Os dados oriundos de diferentes fontes, quando aplicados a modelos de inteligência artificial, oferecem benefícios para os agricultores, observadas vantagens da integração (Tabela 2).

Tabela 2 – Benefícios dos dados observados para previsões agrícolas.

Tipos de Dados	Benefícios da integração com Inteligência Artificial
Dados de Satélites	Permitem o monitoramento em larga escala das condições climáticas e da cobertura do solo. Melhoram a detecção precoce de mudanças climáticas e possibilitam o mapeamento da produtividade.
Dados de Estações Meteorológicas	Fornecem dados precisos e em tempo real sobre temperatura, umidade, vento e precipitação, em locais específicos. Ajudam a ajustar previsões com precisão em escalas regionais.
Dados de Sensores Terrestres	Capturam informações sobre a condição do solo, umidade e temperatura do ar, diretamente na área de cultivo. Auxiliam na otimização do uso de água e fertilizantes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Conclusões e Perspectivas de Pesquisas Futuras

A integração de dados climáticos com inteligência artificial representa uma evolução no setor agrícola, proporcionando previsões precisas, otimização de recursos e redução de riscos.

As tecnologias discutidas destacam-se como ferramentas para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, garantindo a segurança alimentar e promovendo agricultura resistente e sustentável.

A inteligência artificial mostrou-se eficaz na previsão de produtividade, na redução de desperdícios e na melhoria da gestão de recursos. Além de beneficiar os agricultores, com tecnologias capazes de impactar as políticas agrícolas em níveis regional e nacional, permitindo que governo e organizações implementem estratégias de redução de riscos, precisas e baseadas em dados.

A capacidade de prever eventos climáticos extremos com precisão contribui para a redução de perdas econômicas e para a proteção dos meios de subsistência rurais, promovendo uma resposta rápida e eficaz às crises climáticas.

As pesquisas futuras podem focar no desenvolvimento de algoritmos de inteligência artificial sofisticados e adaptáveis, podendo integrar uma quantidade maior de fontes de dados em tempo real, incluindo novas tecnologias como a Internet das Coisas e os sistemas de sensoriamento remoto.

Outra área promissora de pesquisa, envolve a melhoria da qualidade dos dados climáticos, incluindo a criação de padrões para coleta e integração de dados de diversas fontes.

O aprimoramento de técnicas de limpeza e normalização de dados também são necessários, para a eficácia dos modelos de inteligência artificial.

A colaboração interdisciplinar entre cientistas de dados, meteorologistas, agrônomos, entre outros, permite o avanço permanente da área.

O desenvolvimento de plataformas integradas, unindo dados climáticos e inteligência artificial em uma interface amigável e permitindo a usabilidade, revolucionará a forma como a agricultura de precisão é praticada, tornando a área agrícola mais eficiente, sustentável e resiliente às mudanças climáticas.

Referências

ARTAXO, P; RIZZO, L. V; MACHADO, L. A. T. **Inteligência artificial e mudanças**

climáticas. São Paulo, Revista USP, n. 141, p. 29-40, 2024.

BATAINEH, A. A.; KAUR, D. e JALALI, S. M. **Multi-Layer Perceptron Training Optimization Using Nature Inspired Computing.** IEEE Access, 10. 2022.

FILHO, D. B. F; JÚNIOR, J. A. S; **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. Recife, Revista Política Hoje, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

MAHFOUZ, M. **Incorporating Connectivity in k-Nearest Neighbors Regression.** 2023 Intelligent Methods, Systems, and Applications (IMSA). 2023.

MASTELINI, S. M. et al. **Online Extra Trees Regressor.** IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 34. 2022.

MENESES, K. K. **Rumo à agricultura inteligente: previsão de produtividade agrícola com dados agrometeorológicos usando machine learning**. 2021. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2021.

MOHAMMAD, S. K. e ALQADI, Z. **Solving multiple linear regression problem using artificial neural network.** International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). 2022.

RAO, N. S. V. S. e THANGARAJ, S. **Flight Ticket Prediction using Random Forest Regressor Compared with Decision Tree Regressor.** 2023 Eighth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM). 2023.

SOARES, A. C; **Análise de séries temporais com uso de redes neurais artificiais em dados meteorológicos para previsão de chuva e eventos climáticos severos**. 2022. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

WOZNIAKOWSKI, A. et al. **A new formulation of gradient boosting.** Machine Learning: Science and Technology, 2. 2021.