

ROVER PARA DETECTAR DOENÇAS EM PLANTAÇÕES DE SOJA USANDO VISÃO COMPUTACIONAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Daniel Henrique de Andrade, Gabriel Sebastião dos Santos Bezerra, Matheus Consiglio Monqueiro, Bruno Michel Pera.

Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes, Rua Paraibuna, 75, Jardim São Dimas, - 12245-020 - São José dos Campos-SP, Brasil, danieltecnico.henrique.andrade@gmail.com, gabrielssb.12@gmail.com, matheuscmoqueiro@outlook.com, brunomichel00@gmail.com

Resumo

Este estudo descreve o desenvolvimento de um veículo terrestre projetado para o monitoramento agrícola, com foco na detecção precoce de doenças em plantações de soja. A arquitetura do sistema integra um microcontrolador ESP-32 para coordenação de motores e câmera, motores DC acionados por ponte H L298N para locomoção, e uma câmera OV2640 para captura de imagens em tempo real. O controle é realizado via Wi-Fi, utilizando um aplicativo desenvolvido no MIT App Inventor, que permite operação em campo aberto com alcance de até 100 metros. A alimentação é provida por uma bateria de lítio de 12V/4400mAh para os motores e um power bank para os circuitos de controle, garantindo uma autonomia de aproximadamente 4 horas. Os resultados preliminares demonstram a viabilidade técnica do protótipo na integração de hardware e software para o monitoramento eficiente, estabelecendo uma base para futuras aplicações na agricultura de precisão.

Palavras-chave: Agricultura. Robótica. Automação. Sistemas embarcados. ESP-32.

Curso: Ensino Médio, Técnico em eletrônica.

Introdução

O agronegócio é um dos setores mais importantes da economia brasileira, representando cerca de 27% do PIB nacional e ocupando posição de destaque no cenário mundial. Entre as principais culturas, a soja (*Glycine max*) merece atenção especial, pois gera aproximadamente US\$10 bilhões por ano, o que equivale a 8% das exportações brasileiras.

Apesar de sua relevância, a produtividade da soja sofre constantes ameaças de mais de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus. Entre as mais graves estão a Ferrugem Asiática, capaz de reduzir em até 90% a produção ao comprometer a fotossíntese; a Antracnose, que afeta folhas, caules, vagens e sementes; e a Pústula Bacteriana, transmitida por sementes contaminadas, prejudicando o desenvolvimento vegetativo.

Para enfrentar esses desafios, adota-se o Manejo Integrado de Doenças (MID), que combina estratégias culturais, biológicas, químicas e genéticas. Contudo, as práticas tradicionais vêm sendo cada vez mais reforçadas pelo avanço da agricultura de precisão, que emprega tecnologias como sensores, drones, câmeras e inteligência artificial (IA) no monitoramento e prevenção de doenças. Nesse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um rover microcontrolado, equipado com sensores e câmeras integrados à inteligência artificial, com a finalidade de realizar a identificação precoce de patógenos em plantações de soja. A solução busca reduzir perdas, aumentar a eficiência produtiva e contribuir para a sustentabilidade no campo.

Metodologia

O presente projeto consiste no desenvolvimento de um rover autônomo voltado à identificação precoce de doenças em plantações de soja, integrando técnicas de visão computacional e inteligência artificial. A arquitetura do sistema tem como núcleo a placa ESP-32, responsável pelo controle da locomoção, associada a um módulo ESP32-CAM equipado com a câmera OV2640, destinada à captura de imagens em tempo real.

O sistema de propulsão é composto por motores AK555/06PF24R350CE (24V), controlados por pontes H L298N, e alimentados por uma bateria de lítio 12V/4400mAh, garantindo eficiência energética

e autonomia adequada para o monitoramento em campo. A estrutura física do protótipo utiliza um chassi em acrílico (25,5 x 14,7 cm), com rodas de borracha que asseguram tração e estabilidade em terrenos irregulares.

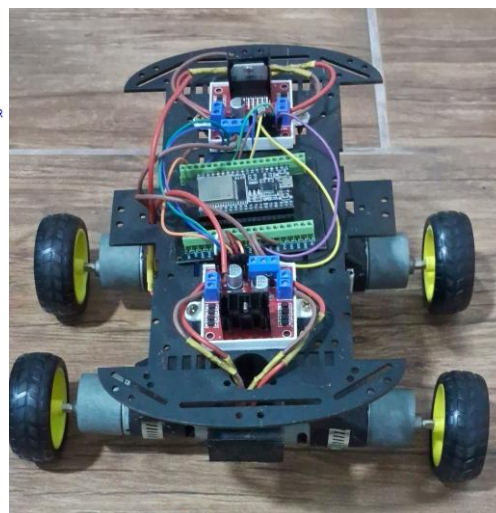
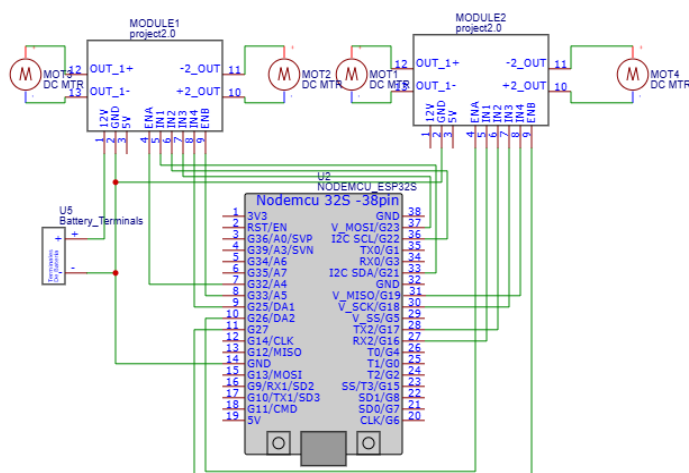
O processamento de imagens utiliza modelo de machine learning desenvolvido no *Teachable Machine* (Google), treinado com banco de dados contendo sete categorias patológicas: Manchas Bacterianas, Cercosporiose, Mancha Olho-de-Sapo, Saudável, Deficiência de Potássio, Ferrugem Asiática e Mancha-Alvo (Bever, Noah; Sikora, Edward J; Hardy, Nate B, 2022). O modelo, hospedado em servidor web, classifica imagens capturadas pela câmera e retorna diagnósticos via aplicativo Android desenvolvido no *MIT App Inventor*.

Resultados

O protótipo do rover para identificação de doenças em plantações de soja demonstrou funcionamento eficiente em condições reais. O sistema integrou com sucesso componentes de *hardware*, incluindo microcontrolador ESP32, câmera OV2640 e estrutura em metalon, garantindo mobilidade adequada em terrenos agrícolas. A comunicação via Wi-Fi manteve-se estável, permitindo a transmissão confiável de imagens capturadas para processamento remoto. O aplicativo móvel desenvolvido proporcionou controle intuitivo do rover e acionamento eficaz da câmera.

O protótipo do rover para identificação de doenças em plantações de soja demonstrou funcionamento eficiente e integração robusta dos componentes em condições simuladas de campo. A estrutura física, composta por chassi em acrílico e rodas de borracha, assegurou mobilidade adequada em terrenos irregulares, conforme ilustrado na Figura 1, que detalha o esquema elétrico e a montagem física do sistema. A comunicação via Wi-Fi manteve-se estável, permitindo a transmissão confiável de imagens capturadas pela câmera OV2640 para processamento remoto, e alcance de até 100 metros.

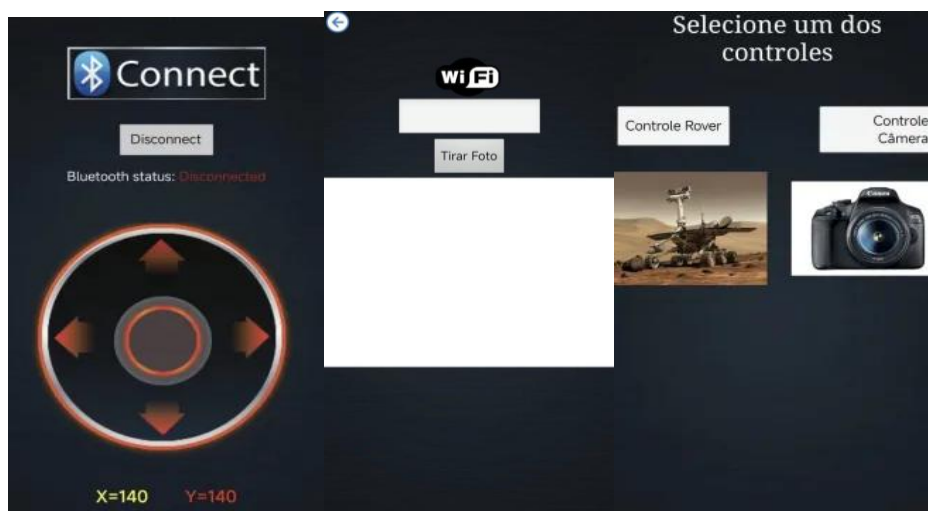
Figura 1 - Esquema elétrico de movimentação e circuito implementado no rover



Fonte: Os Autores, 2025

O aplicativo móvel desenvolvido para Android, utilizando o MIT App Inventor, proporcionou uma interface homem-máquina (IHM) intuitiva para o controle do rover e o gerenciamento da câmera. A Figura 2 apresenta a interface do aplicativo, destacando o joystick virtual para navegação e os controles para acionamento da câmera. A movimentação do veículo foi realizada com precisão, transmitindo coordenadas (X, Y) via Wi-Fi, o que garantiu baixa latência e controle em tempo real.

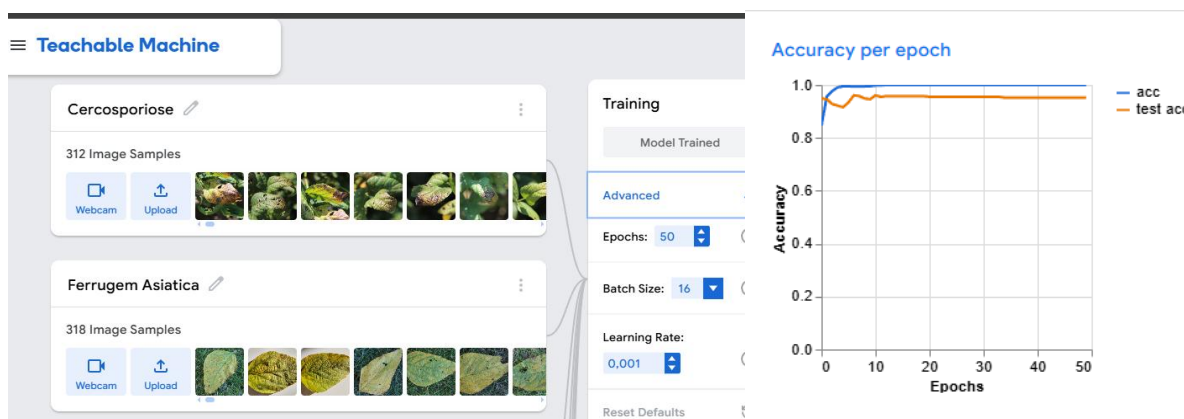
Figura 2 - Aplicativo para controle do rover



Fonte: Os Autores, 2025

O modelo de *machine learning*, desenvolvido no Teachable Machine (Google) e treinado com um banco de dados de sete categorias patológicas (Manchas Bacterianas, Cercosporiose, Mancha Olho-de-Sapo, Saudável, Deficiência de Potássio, Ferrugem Asiática e Mancha-Alvo), apresentou um desempenho preliminar satisfatório na classificação de imagens de folhas de soja. Testes iniciais resultaram em uma acurácia de aproximadamente 90% na identificação das doenças, demonstrando a capacidade do sistema em reconhecer padrões fitossanitários. A Figura 3 ilustra a ferramenta de criação de IA e o processo de análise das imagens. A solução proposta evidencia viabilidade técnica e um custo reduzido, conferindo-lhe potencial para aplicação em cenários práticos e em escala real na agricultura de precisão.

Figura 3 - Ferramenta de criação de IA para análise das doenças da plantaçao de soja



Fonte: Os Autores, 2025

Discussão

O veículo agrícola desenvolvido alia controle remoto com técnicas de inteligência artificial para auxiliar no monitoramento em campo, apresentando bons resultados em navegação e transmissão de imagens em tempo real. Quando comparado a outros projetos, como os que utilizam CNNs avançadas (AlexNet, VGG16, ResNet) para diagnóstico de doenças com acurácia acima de 95%, observa-se que o protótipo possui potencial, mas ainda requer melhorias em robustez do modelo, quantidade e diversidade de imagens para treinamento, além de testes em condições reais de campo. Outra limitação

está na capacidade computacional do ESP-32, que restringe a aplicação de arquiteturas mais complexas. Assim, futuras versões podem integrar bancos de dados mais amplos, técnicas de data augmentation, otimização de modelos leves e, eventualmente, hardware complementar, aproximando o desempenho do sistema ao estado da arte em agricultura de precisão.

Conclusão

O desenvolvimento do rover demonstrou ser uma solução viável e acessível para a identificação precoce de doenças em plantações de soja, integrando visão computacional, inteligência artificial e sistemas embarcados. Os testes mostraram comunicação estável, interface intuitiva e desempenho satisfatório em campo, confirmando seu potencial para apoiar a agricultura de precisão. Apesar da necessidade de ampliar o banco de dados e realizar ensaios em condições reais, o projeto abre caminho para inovações futuras que podem elevar a acurácia do sistema e ampliar sua aplicação prática, contribuindo para maior produtividade e sustentabilidade no agronegócio.

Referências

BAYER. **Doenças da soja**. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/doencas-da-soja>. Acesso em: 22 ago. 2025.

BEVERS, N.; SIKORA, E. J.; HARDY, N. B. **Dataset: Image-based crop disease detection**. Dryad, 2022. Disponível em: <https://datadryad.org/dataset/doi:10.5061/dryad.41ns1rnj3>. Acesso em: 22 ago. 2025.

BOSCH. **Tecnologia no agronegócio**. Disponível em: <https://www.bosch.com.br/noticias-e-historias/agronegocio/tecnologia-no-agronegocio/>. Acesso em: 22 ago. 2025.

DALL'AGNOL, A. et al. **Importância socioeconômica da soja**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica-da-soja>. Acesso em: 22 ago. 2025.

EMBRAPA. **Manual de identificação de doenças da soja**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1158639/manual-de-identificacao-de-doencas-de-soja>. Acesso em: 22 ago. 2025.

OLIVEIRA, J. P.; LOPES, M. A.; SANTOS, R. C. Tecnologias emergentes na agricultura brasileira: desafios e perspectivas. **Revista Multidisciplinar Unipacto**, v. 4, n. 2, p. 45-62, 2022. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2907/3134>. Acesso em: 22 ago. 2025.

SOARES, R. M. et al. Avances en el diagnóstico temprano de enfermedades en cultivos utilizando inteligencia artificial. **PMC**, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11192377/>. Acesso em: 22 ago. 2025.