

RESUMO

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo de Inteligência Artificial (IA) para prever a degradação de estradas rurais, utilizando dados climáticos, de tráfego e imagens de satélite. A proposta busca solucionar o problema da falta de manutenção preventiva eficiente, que gera custos elevados e dificulta a logística no transporte de insumos e produtos agrícolas. A pesquisa utiliza técnicas de Machine Learning e Visão Computacional para análise de dados multimodais. Os resultados esperados incluem a redução de custos, melhoria da infraestrutura logística e criação de um modelo replicável para outras regiões.

Palavras-chave: Estradas Rurais. Inteligência Artificial. Machine Learning.

Manutenção Preditiva. Logística.

INTRODUÇÃO

A infraestrutura rodoviária rural desempenha um papel crucial na logística agropecuária. Contudo, essas estradas frequentemente sofrem degradação devido a condições climáticas adversas, tráfego intenso e ausência de manutenção periódica. Diferente das rodovias urbanas, as vias rurais carecem de monitoramento contínuo, impactando negativamente produtores, transportadoras e governos locais. Este trabalho propõe o uso de Inteligência Artificial para prever com antecedência a necessidade de manutenção das estradas rurais, por meio da análise de imagens de satélite, dados climáticos e tráfego. A adoção dessa abordagem visa promover uma logística mais eficiente e reduzir custos com manutenção emergencial.

OBJETIVO

Desenvolver um modelo preditivo baseado em Machine Learning e Visão Computacional que utilize imagens de satélite, dados climáticos e de tráfego para antecipar a necessidade de manutenção em estradas rurais.

Objetivos Específicos

- Coletar e processar imagens de satélite e drones para identificar padrões de degradação.
- Integrar dados climáticos (chuvas, temperatura, umidade) e de tráfego (quantidade e peso dos veículos).
- Treinar modelos de Deep Learning (CNNs) para classificar níveis de degradação.
- Criar um sistema de alerta preventivo para gestores públicos e privados.

JUSTIFICATIVA

O projeto é inovador ao focar em estradas rurais, um segmento pouco explorado por tecnologias de previsão de desgaste. O uso de dados multimodais proporciona maior precisão, e a redução de custos com manutenções emergenciais favorece a economia agrícola e a eficiência logística.

METODOLOGIA

A metodologia será dividida em cinco fases: coleta de dados, processamento, treinamento de modelos, validação e visualização dos resultados.

Coleta de Dados

A coleta será dividida em três categorias:

a) Imagens de Satélite:

- Fonte: Google Earth Engine (Sentinel-2, Landsat 8).
- Período: 3 a 5 anos de histórico.
- Critério: Estradas rurais com diferentes níveis de tráfego e manutenção.

b) Dados Climáticos:

- Fonte: APIs como OpenWeatherMap, INMET e CPTEC/INPE.
- Variáveis: Precipitação, temperatura, umidade relativa e do solo.

c) Dados de Tráfego:

- Fonte primária: Sensores IoT, balanças de pesagem, dados de cooperativas.
- Fonte alternativa: Estimativas baseadas na produção agrícola.
- Complemento: Dados públicos do IBGE e IPEA.

Procedimento Experimental

1. Criação do dataset com anotação de imagens.
2. Pré-processamento das imagens e dados tabulares.
3. Treinamento dos modelos (CNNs, Random Forest, XGBoost, LSTM).
4. Validação cruzada com k-fold.
5. Construção de dashboard interativo (opcional).

Análise dos Dados

- Análise descritiva: Correlações e estatísticas regionais.
- Avaliação de modelos: Acurácia, F1-score, RMSE, MAE, R^2 .
- Interpretação dos resultados e comparação com inspeções manuais.

RESULTADOS ESPERADOS

- Previsões precisas com antecedência.
- Redução de custos com manutenções emergenciais.
- Melhoria da logística rural.
- Base para expansão a outras regiões e tipos de rodovia.

IMPACTO SOCIAL

A adoção de IA para manutenção preditiva de estradas pode beneficiar produtores, cooperativas e órgãos públicos, promovendo economia, segurança e eficiência no transporte rural. Também reduz impactos ambientais ao evitar intervenções desnecessárias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto apresenta alto potencial de aplicação prática, especialmente no contexto brasileiro. A combinação de IA, Visão Computacional e dados geoespaciais poderá revolucionar a forma como estradas rurais são monitoradas e mantidas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724.

FOUCAULT, M. A ordem do discurso. Rio de Janeiro: Graal, 1979.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: abr. 2025.

OPENWEATHERMAP. Weather API. Disponível em: <https://openweathermap.org/api>. Acesso em: abr. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: abr. 2025.

GOOGLE EARTH ENGINE. Plataforma de análise geoespacial. Disponível em: <https://earthengine.google.com/>. Acesso em: abr. 2025.