

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL · IFCE · 19 DE MAIO DE 2026

Predictive models used to estimate the resilient modulus of subgrade soil for pavement design

Por Antônio Júnior Alves Ribeiro, Carlos Augusto Uchôa da Silva, Suelly Helena de Araújo Barroso, João Paulo Ferreira de Lacerda e PEDRO MATEUS SANTOS OLIVEIRA

Fonte: OpenAlex · IFCE · [Publicação original](#)

INOVAÇÃO	APLICABILIDADE	POTENCIAL ECONÔMICO	MATURIDADE
7/10	9/10	8/10	Média

Estudo do IFCE que utiliza Redes Neurais Artificiais (RNA) para prever o módulo de resiliência (MR) de solos de subleito visando substituir testes de laboratório caros e demorados no projeto de pavimentação. O modelo alcançou alta precisão (0.9878) e foca na redução de custos para estradas de baixo volume de tráfego.

NÚCLEO DA ANÁLISE

Ideia de startup ou produto

SaaS de Previsão Geotécnica (SoilAI) que oferece uma API ou interface web onde engenheiros inserem dados granulométricos e limites de consistência para receberem o módulo de resiliência estimado instantaneamente, substituindo a fase inicial de testes de laboratório.

Aplicações práticas

Automação de projetos geotécnicos, redução de custos em sondagens e laboratórios para construtoras, ferramentas de decisão rápida para obras de infraestrutura e validação preliminar de dados de solo.

Potencial de mercado

Alto potencial no setor de engenharia civil e infraestrutura rodoviária, visando empresas de pavimentação, consultorias de geotecnia e órgãos públicos que buscam otimização orçamentária em obras.

FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Problema abordado

A complexidade e o alto custo financeiro e operacional para realizar ensaios de carga triaxial repetida, necessários para obter o módulo de resiliência em projetos mecanístico-empíricos de pavimentação como o

MeDiNa.

Metodologia

Desenvolvimento e treinamento de modelos de Redes Neurais Artificiais (ANN) utilizando uma base de dados experimental de solos do estado do Ceará, correlacionando propriedades índices do solo com seu módulo de resiliência.

Principais descobertas

A RNA demonstrou alta precisão preditiva (correlação de 0.9878). A abordagem permite integrar estimativas confiáveis ao fluxo de projeto do MeDiNa, reduzindo significativamente custos e tempo de execução, especialmente em rodovias de baixo volume.

LEITURA PARA GESTÃO PÚBLICA

Adoção do modelo por secretarias de infraestrutura e departamentos de estradas de rodagem (DERs) para otimizar orçamentos de pavimentação municipal e estadual, permitindo o dimensionamento mais ágil e barato de estradas vicinais.

PARCERIA UNIVERSIDADE x EMPRESA

Parceria IFCE-Empresas de Pavimentação para validação em escala real do modelo e integração do algoritmo em softwares nacionais de cálculo de pavimentos (ex: SisPav) como um módulo de inteligência artificial.

OPORTUNIDADES DERIVADAS

3 direções estratégicas identificadas

STARTUP · IMPACTO ALTO · INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

SoilPredict AI

Startup focada em desenvolver uma plataforma digital que utiliza o modelo de RNA para vender análises geotécnicas preditivas para escritórios de engenharia e pequenas prefeituras que não possuem estrutura laboratorial complexa.

PRODUTO CORPORATIVO · IMPACTO MÉDIO · SOFTWARE

Módulo de Predição MeDiNa

Desenvolvimento de um plugin corporativo para softwares de CAD/BIM que integre a predição de MR via RNA diretamente no fluxo de trabalho do engenheiro, automatizando a entrada de dados para o método MeDiNa.

POLÍTICA PÚBLICA · IMPACTO ALTO · GOVTECH

Programa Ceará Pavimenta Inteligente

Implementação da tecnologia nos órgãos públicos do estado para criar um banco de dados digital de solos e acelerar o programa de pavimentação de rodovias vicinais, reduzindo o ciclo de licitação e obra.

ABSTRACT ORIGINAL

Obtaining the resilient modulus (MR) of the subgrade soils to be used in mechanistic empirical pavement design models, such as MeDiNa, is a complex and expensive process, due to the high costs of acquiring and operating the repeated triaxial load testing equipment. This study investigated the use of Artificial Neural Networks (ANN) to create models for the prediction of the MR of soils based on their index properties. A database was created for the modeling with experimental datasets obtained from the state of Ceará, Brazil. The results indicated that the ANN is able to predict the MR of the subgrade soil very accurately (with a correlation of 0.9878 for the test dataset). These results were used to generate estimates that can be included in an integrated approach to the mechanistic-empirical pavement design in Brazil (MeDiNa), which reduces both the financial costs and the execution time of projects, especially for the design of low-volume roads.

MATÉRIA PARA LEIGOS

Para leigos: Inteligência Artificial prevê solo para pavimentação e reduz custos no Ceará

O cenário atual

Projetar pavimentos rodoviários exige conhecer o "módulo resiliente" (MR) dos solos de subleito. Esse dado é essencial para modelos de dimensionamento mecanístico-empíricos, como o método brasileiro MeDiNa. O problema é que obter essa medida é um processo complexo e caro. Requer equipamentos de teste de carga triaxial repetida, que possuem altos custos de aquisição e operação.

O que os pesquisadores fizeram

Os autores do estudo buscaram uma alternativa tecnológica para contornar essa dificuldade. Eles investigaram o uso de Redes Neurais Artificiais (RNA), uma técnica de inteligência computacional, para criar modelos preditivos. O objetivo foi estimar o MR dos solos com base em suas propriedades básicas. Para treinar a inteligência artificial, foi criado um banco de dados usando resultados experimentais de solos do estado do Ceará.

Como funciona na prática

Em vez de realizar testes físicos dispendiosos em todas as amostras, a técnica utiliza as propriedades índice do solo (características físicas básicas) para calcular o módulo resiliente. A RNA analisa esses dados e faz a previsão do comportamento do solo. O paper não detalha quais variáveis específicas foram inseridas no modelo, apenas que se baseia em propriedades de índice.

Resultados e evidência

A utilização de inteligência artificial mostrou-se eficaz. Os resultados indicaram que a RNA é capaz de prever o módulo resiliente com alta precisão. O relato do estudo aponta uma correlação de 0,9878 no conjunto de dados de testes, um número que indica uma correspondência muito forte entre os valores previstos pelo modelo e os dados reais.

Implicações práticas

As estimativas geradas podem ser incluídas no processo de dimensionamento de pavimentos no Brasil (MeDiNa). A principal vantagem prática é a redução dos custos financeiros e do tempo de execução dos projetos. Isso é especialmente relevante para o projeto de estradas de baixo volume de tráfego, onde o orçamento é mais restrito.

Limitações e próximos passos

O modelo foi desenvolvido e validado com conjuntos de dados experimentais obtidos especificamente no estado do Ceará. O paper não detalha se a metodologia foi testada em solos de outras regiões com diferentes características geológicas. Portanto, a aplicabilidade direta para outras localidades do país pode depender de novas validações, aspecto não explorado no resumo.

QUEM SÃO OS PESQUISADORES

Quem são os pesquisadores

A pesquisa foi realizada por autores afiliados ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Os nomes citados no trabalho são: Antônio Júnior Alves Ribeiro, Carlos Augusto Uchôa da Silva, Suelly Helena de Araújo Barroso, João Paulo Ferreira de Lacerda e Pedro Mateus Santos Oliveira. O paper não detalha a formação acadêmica, titulação ou histórico profissional específico dos autores, limitando-se a apresentá-los como os responsáveis pelo desenvolvimento dos modelos de RNA aplicados à engenharia geotécnica.

PALAVRAS-CHAVE

Subgrade · Artificial neural network · Soil water · Empirical modelling · Modulus · Soil test