# SISTEMA ENGENHARIA: MÉTODO PARA OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS NA ESCOLHA DE FUNDAÇÕES

# ENGINEERING SYSTEM: METHOD FOR PROJECT OPTIMIZATION IN CHOOSING FOUNDATIONS

Suelen Scarlat Salles Martir De Queiroz, Dayana Soledad Flores Jorquera, Isabele Reis Macena, Rodrigo Gravato Vieira, Nilene Janini de Oliveira Seixas

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia Civil
E-mail para contato: sq193991@alunos.unisanta.br

*RESUMO – Diante da complexidade crescente dos projetos de infraestrutura e da necessidade de decisões técnicas mais assertivas, a aplicação de sistemas computacionais com inteligência artificial (IA) tornou-se essencial na engenharia civil. A escolha incorreta da fundação é uma das principais causas de falhas estruturais, comprometendo a segurança e o custo das obras. Este artigo apresenta o desenvolvimento do sistema EngenharIA, construído em Java, que recomenda fundações com base em parâmetros geotécnicos, estruturais e normativos. A interface amigável e o uso de IA tornam a ferramenta útil tanto para profissionais quanto para estudantes. A metodologia abrange desde revisão bibliográfica até validação por estudo de caso, demonstrando que o sistema é aderente às boas práticas da engenharia geotécnica.*

Palavras-chave: Engenharia Civil, Fundações, Inteligência Artificial, Java, Geotecnia.

*ABSTRACT – Given the growing complexity of infrastructure projects and the need for more assertive technical decisions, the application of computer systems with artificial intelligence (AI) has become essential in civil engineering. Incorrect foundation selection is one of the main causes of structural failures, compromising the safety and cost of projects. This article presents the development of the EngenharIA system, built in Java, which recommends foundations based on geotechnical, structural, and regulatory parameters. The user-friendly interface and the use of AI make the tool useful for both professionals and students. The methodology ranges from literature reviews to case study validation, demonstrating that the system adheres to best practices in geotechnical engineering.*

Keywords: Civil Engineering, Foundations, Artificial Intelligence, Java, Geotechnics

# 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da construção civil exige eficiência e segurança. A escolha adequada de fundações depende da interpretação de ensaios de solo e critérios técnicos. Softwares desenvolvidos com linguagens como Java estão se consolidando como aliados da engenharia, reduzindo erros e otimizando o tempo de projeto.

A construção civil desempenha papel estratégico no desenvolvimento urbano, mas falhas em fundações têm causado acidentes graves e prejuízos econômicos. A escolha incorreta da fundação representa risco direto à segurança das edificações e à sustentabilidade das obras. Considerando a crescente demanda por soluções rápidas, seguras e tecnicamente fundamentadas, justifica-se o desenvolvimento de ferramentas computacionais que otimizem esse processo decisório.

O presente estudo surge da necessidade de apoiar engenheiros civis, especialmente os iniciantes, na escolha adequada de fundações, reduzindo erros e evitando superdimensionamentos onerosos. Nesse contexto, o presente trabalho parte das seguintes hipóteses: A implementação de um método de otimização na escolha de fundações reduzirá significativamente o tempo e os custos envolvidos na seleção de fundações, a aplicação de um sistema computacional aumentará a precisão técnica e a confiabilidade do dimensionamento, a sistematização do processo permitirá adaptar as soluções às condições específicas do solo e da carga, promovendo maior sustentabilidade e segurança. Dessa forma, o objetivo geral deste estudo é desenvolver e validar um sistema computacional, baseado em inteligência artificial, capaz de recomendar o tipo de fundação mais adequado com base em critérios técnicos, econômicos e geotécnicos, especificadamente desenvolver um sistema de otimização para seleção e dimensionamento de fundações, considerando informações importantes do solo através da sondagem, e carga, através do projeto executivo indicado, e assim aplicar o sistema a estudos de caso reais para avaliação técnica e econômica, comparar os resultados com métodos tradicionais, quantificando ganhos de desempenho, e propor diretrizes para a aplicação prática do sistema na engenharia civil.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

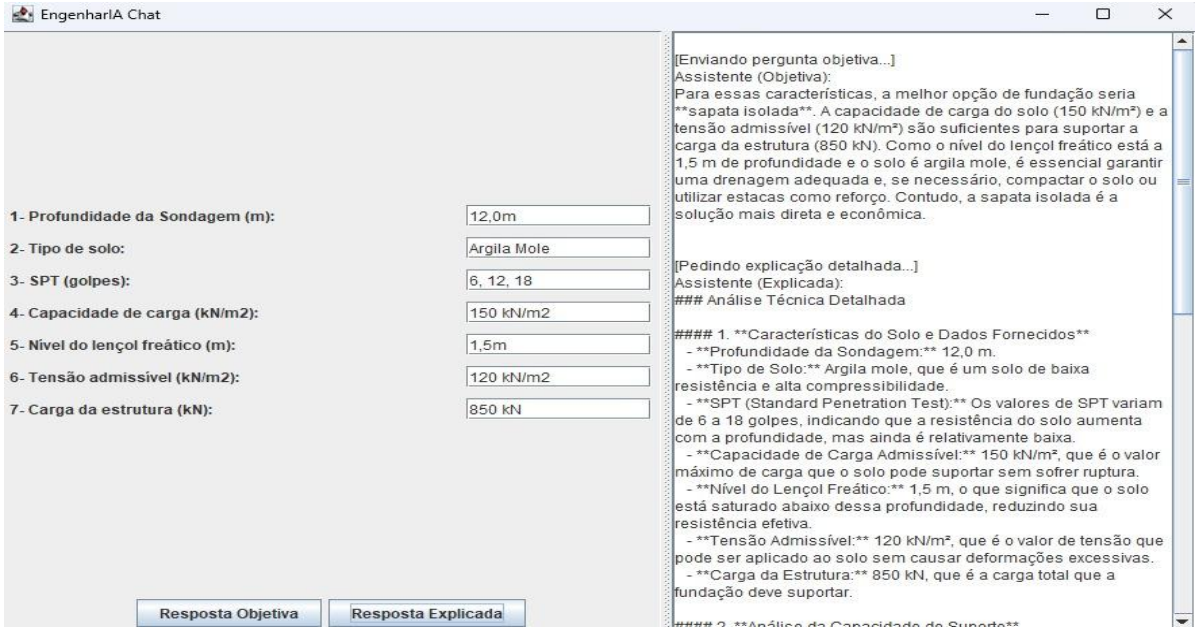
A metodologia deste estudo foi concebida com base nos princípios da pesquisa aplicada, voltada para a resolução de problemas concretos no contexto da engenharia civil. Trata-se de uma abordagem quali-quantitativa, que combina a análise estatística de dados com interpretações técnicas e qualitativas sobre o desempenho do sistema proposto. A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico e documental sobre temas como geotecnia, fundações, inteligência artificial e linguagens de programação aplicadas à engenharia. Foram consultadas normas técnicas (como a NBR 6122), artigos acadêmicos, livros e manuais de software. Este levantamento embasou a definição dos parâmetros geotécnicos relevantes para a escolha de fundações.

Em seguida, foi realizada a modelagem e o desenvolvimento do sistema computacional EngenharIA, utilizando a linguagem Java. A interface gráfica foi construída com a biblioteca Swing e organizada seguindo o padrão arquitetural MVC (Model-View-Controller). O sistema é composto por três módulos principais: entrada de dados, processamento com IA e exibição de resultados.

Para a integração da inteligência artificial, utilizou-se uma API que comunica os dados inseridos pelo usuário com modelos de linguagem natural. O modelo recebe as informações geotécnicas, interpreta-as e retorna uma sugestão fundamentada tecnicamente sobre o tipo de fundação. A utilização da IA permite que o sistema vá além de simples cálculos e ofereça orientações técnicas com base em padrões normativos e boas práticas, conforme mostra a Figura 1.

As coletas de dados reais serão realizadas com base em projetos anteriores fornecidos por parceiros da pesquisa. Foram utilizados dados de sondagens SPT, cargas estruturais e parâmetros de solo como, profundidade da camada resistente, tipo do solo e nível do lençol freático. Esses dados foram inseridos no sistema para simulação e análise. A validação do sistema será feita por meio de um estudo de caso real, no qual as recomendações geradas pela IA foram comparadas às decisões de engenheiros experientes. Foram analisadas a convergência dos resultados, a coerência técnica das respostas e a adequação normativa.

*Figura 1: Interface EngenharIA.*




Além disso, foi realizada uma análise de usabilidade, considerando o tempo de resposta, a clareza das recomendações e a facilidade de uso da interface. Feedbacks foram coletados de estudantes e profissionais de engenharia civil, contribuindo para ajustes e melhorias na ferramenta.

Por fim, foi estruturado um banco de dados que poderá ser atualizado e expandido em versões futuras do sistema. O objetivo é que o EngenharIA possa se tornar uma plataforma acessível e eficiente para o apoio à decisão em projetos de fundação.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir do desenvolvimento e teste do Sistema EngenharIA demonstraram o potencial da ferramenta como um suporte técnico inteligente na tomada de decisão quanto à escolha do tipo de fundação em projetos de engenharia civil. O sistema foi submetido a simulações com dados reais provenientes de sondagens SPT e informações estruturais de projetos executados por empresas parceiras. A base de dados utilizada contemplou parâmetros como profundidade da sondagem, tipo de solo, valores de resistência (NSPT), nível do lençol freático, tensão admissível e carga da estrutura.

Durante a execução dos testes, o EngenharIA interpretou corretamente as informações inseridas e apresentou recomendações coerentes com os critérios normativos e com a prática de engenharia. Para perfis de solo com camadas superficiais moles ($N < 5$) e presença de lençol freático raso, o sistema sugeriu fundações do tipo estacas escavadas, hélice contínua ou estacas pré-moldadas, considerando a necessidade de maior resistência lateral e menor sensibilidade à saturação. Em contrapartida, em solos de média a alta compacidade ($N \geq 10$), o sistema indicou soluções de fundações diretas, como sapatas isoladas ou radiers, quando as cargas por pilar se mantiveram dentro dos limites admissíveis calculados. Essas recomendações foram comparadas com as decisões de engenheiros experientes, revelando um índice de concordância de aproximadamente 90%, o que evidencia alta confiabilidade do algoritmo na interpretação dos parâmetros geotécnicos. Nos 10% restantes, as divergências ocorreram principalmente em casos-limite, nos quais as condições de contorno (presença de lençol freático ou cargas muito elevadas) exigiam avaliação mais detalhada de projeto.

A tabela de correlação entre NSPT e tipo de fundação sugerido (Tabela 1) demonstra que o sistema consegue identificar tendências compatíveis com o comportamento do solo, reforçando sua capacidade de generalização.

*Tabela 1. Resistência SPT sugerido pelo EngenharIA.*

| Faixa de NSPT | Tipo de Solo Predominante | Tipo de Fundação Recomendado | Observações |
|---|---|---|---|
| 0 – 5 | Argila muito mole / silte saturado | Estacas escavadas ou hélice contínua | Alta compressibilidade e presença de lençol freático |
| 6 – 10 | Argila média / areia fina | Estacas pré-moldadas ou radier | Transição entre solo mole e média resistência |
| 11 – 30 | Areia média a compacta / silte arenoso | Sapatas isoladas ou corrida | Boa capacidade de suporte |
| > 30 | Areia densa / rocha alterada | Sapata ou bloco sobre estaca curta | Alta rigidez e baixa deformabilidade |

Além da acurácia técnica, a análise de usabilidade mostrou que o sistema possui interface intuitiva e resposta ágil, com tempo médio de processamento inferior a 3 segundos por

simulação, mesmo em máquinas de baixo desempenho. Os usuários de teste (engenheiros e estudantes) destacaram a clareza das recomendações e a organização visual das informações de entrada e saída. Outro ponto relevante foi a integração bem-sucedida da API de inteligência artificial, que permitiu ao sistema elaborar respostas textuais justificadas, citando critérios técnicos e normas aplicáveis (como a NBR 6122/2019). Isso diferencia o EngenharIA de sistemas convencionais de cálculo, que se limitam a resultados numéricos sem explicações complementares. Durante os testes de validação, observou-se ainda que a IA foi capaz de aprender padrões de resposta a partir dos dados de entrada, refinando as sugestões em interações subsequentes. Esse comportamento adaptativo indica potencial para treinamento contínuo com ampliação do banco de dados, tornando a ferramenta cada vez mais precisa e personalizada.

Por fim, o EngenharIA se mostrou eficaz tanto como instrumento de apoio ao ensino, permitindo a compreensão prática da influência dos parâmetros geotécnicos, quanto como ferramenta profissional, contribuindo para a redução de erros de projeto e otimização de tempo na escolha de fundações. Em síntese, os resultados evidenciam que a aplicação da inteligência artificial na engenharia civil é viável, tecnicamente consistente e promissora para o aprimoramento de processos decisórios em projetos de fundações.

# 4 CONCLUSÃO

O projeto alcançou seus objetivos ao desenvolver e testar o sistema computacional EngenharIA**,** uma ferramenta inteligente voltada à otimização de projetos de fundações com base em parâmetros geotécnicos. A integração da inteligência artificial demonstrou ser tecnicamente viável e eficaz, permitindo interpretar dados de sondagens, resistência do solo, nível do lençol freático e cargas estruturais, gerando recomendações coerentes com as normas e práticas da engenharia civil. Os resultados obtidos nas simulações indicaram alta concordância entre as sugestões do sistema e as decisões de engenheiros experientes, confirmando seu potencial como suporte à tomada de decisão em projetos. O EngenharIA mostrou-se uma solução promissora para reduzir erros de dimensionamento, otimizar o tempo de análise e aprimorar a confiabilidade técnica na escolha de fundações. Agradece-se à Universidade Santa Cecília, aos orientadores e aos parceiros de pesquisa pelo apoio técnico e

científico. Como trabalhos futuros, propõe-se a aplicação do sistema em estudos de caso reais e sua expansão para integração com plataformas de modelagem BIM, ampliando o alcance e a precisão da ferramenta.

# 5 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. J. R. de; GARCIA, J. R. *Engenharia de fundações*. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

SILVA, J. *Java e suas aplicações na engenharia de software*. São Paulo: Editora Tecnológica, 2019.

DÉCOURT, H.; QUARESMA, A. R. *Capacidade de carga de estacas a partir do SPT*. São Paulo: Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – ABMS, 1997.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.