



RECURSOS EDUCACIONAIS

Recursos Educacionais e Laboratórios de Ensino

REINVENTANDO O ENSINO DE FUNDAÇÕES COM SIMULAÇÕES INTERATIVAS

Laís de Carvalho Faria Lima Lopes, UFOP, lais.lopes@ufop.edu.br
Bruna de Carvalho Faria Lima Lopes, Newcastle University, bruna.lopes@newcastle.ac.uk

Resumo: Este trabalho introduz um recurso educacional inovador desenvolvido na plataforma *Scratch*, focado na simulação da capacidade de carga de fundações rasas para a disciplina de fundações em cursos de engenharia civil. O principal objetivo é proporcionar aos estudantes uma compreensão dos diversos fatores que influenciam a capacidade de carga de fundações rasas, como a forma e as dimensões da fundação, o tipo e as propriedades do solo, e o nível de água, e como esses aspectos afetam o projeto de fundações. Complementado por uma série de atividades práticas, o recurso busca fomentar o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. A eficácia da ferramenta foi avaliada por meio de um questionário respondido pelos alunos, o qual indicou uma recepção positiva quanto ao entendimento teórico e ao interesse pela aplicação prática dos conceitos estudados, destacando a importância e a inovação deste recurso no ensino de engenharia civil.

Palavras-chave: simulações, capacidade de carga, engenharia de fundações, recurso educacional inovador, *Scratch*.

1. INTRODUÇÃO

A educação em engenharia enfrenta constantemente o desafio de conectar teorias complexas com sua aplicação prática no mundo real (Brunhaver *et al.*, 2018; Bucciarelli; Kuhn, 1997). Esse artigo aborda este desafio por meio de uma abordagem inovadora, inspirada pelo projeto PhET da University of Colorado (<https://phet.colorado.edu/>). O PhET é conhecido por seu sucesso no desenvolvimento de simulações interativas que melhoram o aprendizado de



conceitos nas áreas de ciência e matemática. Seguindo este modelo, esse estudo apresenta uma ferramenta de simulação desenvolvida na plataforma *Scratch*. Nesta simulação, os alunos exploram os princípios da capacidade de carga de fundações rasas, ajustando variáveis em um ambiente controlado, o que facilita a visualização e compreensão de conceitos complexos.

Complementando a simulação, uma folha guia oferece atividades preparatórias e exploratórias alinhadas aos objetivos de aprendizado, incentivando uma compreensão profunda e aplicada dos conceitos. Este método de ensino não apenas permite a absorção teórica, mas também possibilita aos alunos verem a teoria acontecer, promovendo um aprendizado significativo e engajador.

Este recurso educacional é projetado não só para introduzir conhecimento teórico, mas também para reforçá-lo através de experiências práticas, preparando estudantes para aplicações em engenharia civil. Este recurso representa um avanço importante no ensino de engenharia, combinando tecnologia educacional avançada com fundamentos de engenharia para criar uma experiência de aprendizado rica e imersiva. Este trabalho detalha a criação e implementação dessa ferramenta inovadora e discute seu impacto na compreensão dos estudantes sobre conceitos de engenharia de fundações, evidenciando a importância da inovação pedagógica na formação de engenheiros.

2. DESCRIÇÃO DO RECURSO

O recurso educacional desenvolvido é uma simulação interativa criada na plataforma *Scratch*. Ela pode ser acessada no link: <https://scratch.mit.edu/projects/896773367>. Esta ferramenta digital (FIGURA 1) foi concebida com o objetivo de facilitar a compreensão dos princípios que governam a capacidade de carga de fundações rasas, permitindo aos alunos-usuários visualizar e experimentar, em um ambiente controlado, os efeitos de variáveis como o tipo e propriedades do solo, forma e dimensões da fundação, e o nível da água sobre a capacidade de carga.

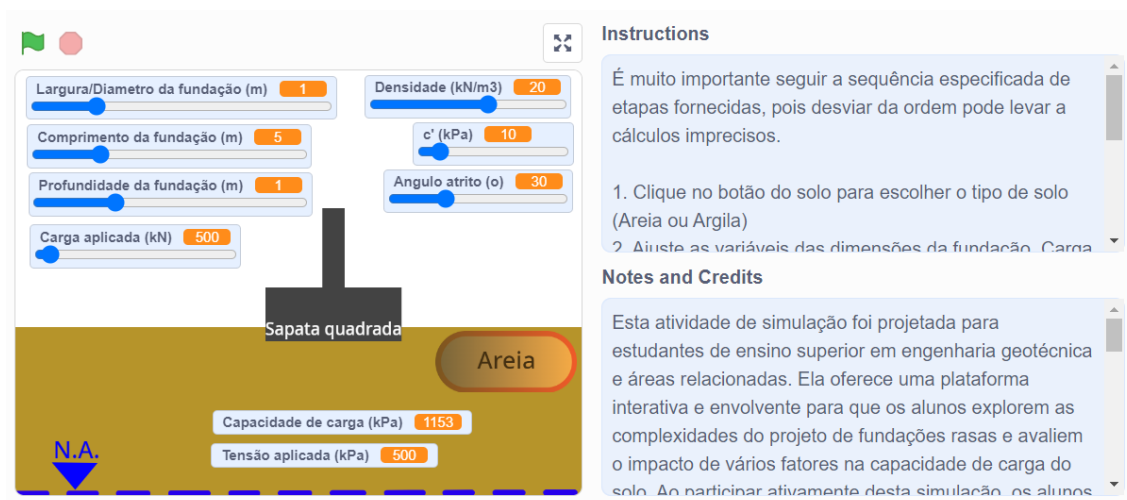


FIGURA 1. Tela inicial da simulação

Acompanhando a simulação, foi desenvolvida uma folha guia com uma série de atividades divididas em duas seções: a primeira é utilizada antes da simulação, preparando os estudantes com os conceitos chave necessários; a segunda seção é destinada a ser usada durante a interação com a ferramenta de simulação, para aplicação e exploração direta dos conceitos. Essas atividades estão alinhadas com os objetivos de aprendizado do recurso e incluem perguntas de reflexão, problemas práticos para resolver, e tarefas de exploração para incentivar a aplicação dos conceitos aprendidos. Este material pedagógico complementar serve para preparar os estudantes para a simulação, e também para consolidar o aprendizado após a interação com a ferramenta.

Assim, para que a atividade seja efetiva o conteúdo sobre capacidade de carga de fundações rasas deve ser introduzido aos alunos. Durante a aplicação da atividade de simulação, os alunos são primeiramente instruídos a responder as perguntas da seção 1 em 10 minutos individualmente e posteriormente compartilhar e discutir suas repostas com colegas. Essa folha de atividades pré-simulação contém 5 perguntas:

- O que é capacidade de carga?
- Explique por que entender a capacidade de carga do solo é importante.



- Qual dos seguintes fatores NÃO afeta a capacidade de carga do solo? a) Teor de umidade do solo, b) Tamanho das partículas do solo, c) Compactação do solo, d) pH do solo
- Ao projetar uma fundação para uma estrutura, é importante considerar o fator de segurança. Qual opção define corretamente o fator de segurança em relação à capacidade de carga? a) A razão entre a tensão aplicada e a capacidade de carga última, b) A razão entre a tensão aplicada e o recalque, c) A razão entre a tensão aplicada e a resistência ao cisalhamento, d) A razão entre a tensão aplicada e o recalque diferencial
- Verdadeiro ou Falso: A capacidade de carga do solo depende de fatores como tipo de solo, forma da fundação e profundidade da fundação.

A segunda seção da folha de atividades contém 10 questões. Essa seção é iniciada com uma fase de exploração livre, onde os alunos são incentivados a manipular diferentes variáveis para observar seus efeitos. Em seguida são apresentados uma série de cenários guiados, projetados para introduzir conceitos específicos. Alguns dos exemplos de cenários incluem:

- Quais propriedades do solo estão disponíveis quando o depósito de solo escolhido é Argila? Por que isso acontece?
- Como você analisaria os resultados da simulação para determinar a segurança do projeto de uma fundação? Descreva o método ou critérios que você usaria para avaliar se a fundação pode suportar com segurança a carga aplicada.
- As dimensões de uma fundação têm os mesmos efeitos na capacidade de carga do solo tanto em argila quanto em areia? Descreva sua análise para tirar sua conclusão.
- Qual é a influência da profundidade da fundação na capacidade de carga? Descreva a análise que você realizou para tirar sua conclusão.

Cada componente da simulação foi desenhado para promover o engajamento e a aprendizagem ativa. Os estudantes interagem com a simulação observando em tempo real como essas interações afetam a capacidade de carga. *Feedbacks* imediatos são fornecidos pela simulação, oferecendo uma base concreta para a reflexão e o aprofundamento dos conhecimentos.



3. OBJETIVOS EDUCACIONAIS

O recurso educacional desenvolvido visa atingir uma série de objetivos educacionais estratégicos, fundamentais para o enriquecimento do aprendizado de estudantes de engenharia civil. Esses objetivos foram selecionados para assegurar uma compreensão abrangente dos princípios que regem a capacidade de carga de fundações rasas, bem como para desenvolver competências críticas aplicáveis tanto em contextos acadêmicos quanto profissionais. Assim os objetivos educacionais deste recurso são:

- **Compreensão dos Fatores Influenciadores:** Primeiramente, o recurso procura garantir que os estudantes adquiram uma sólida compreensão dos diversos fatores que influenciam a capacidade de carga de fundações rasas.
- **Aplicação de Pensamento Crítico:** Em segundo lugar, os estudantes serão desafiados a aplicar habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas ao contexto do projeto de fundações. Isso envolve analisar cenários complexos, fazer julgamentos informados e desenvolver soluções criativas para problemas de engenharia reais.
- **Desenvolvimento de Habilidades Práticas:** Por fim, o objetivo é desenvolver habilidades práticas de engenharia, preparando-os para aplicações no mundo real. Isso é alcançado através da interação com a simulação, onde os estudantes podem experimentar diretamente com os conceitos aprendidos, testando e refinando suas abordagens em um ambiente seguro e controlado.

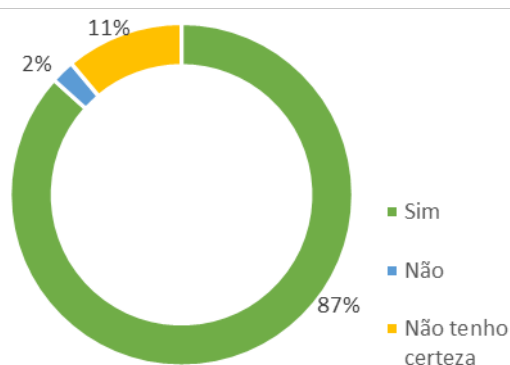
4. RESULTADOS E AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos através da aplicação desta ferramenta no ensino de capacidade de carga de fundações rasas, parte integrante da disciplina de Fundações no curso de graduação em engenharia civil da Newcastle University. A atividade, engajando um total de 45 alunos, foi avaliada por meio de um questionário voluntário e anônimo, compreendendo cinco questões.

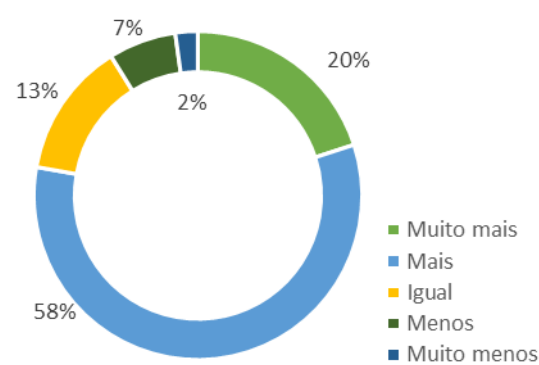


As questões abordaram temas como o impacto da simulação na aprendizagem dos conceitos de capacidade de carga, o nível de envolvimento e participação em comparação com as aulas tradicionais, a presença de desafios durante a atividade, e a percepção geral sobre a integração de pedagogias ativas em outras disciplinas de engenharia. Além disso, os alunos avaliaram sua satisfação geral com a atividade em uma escala de 1 a 5.

Os resultados da aplicação da ferramenta destacam uma melhoria significativa na compreensão dos conceitos de capacidade de carga de fundações rasas, com 87% dos alunos relatando uma experiência positiva (FIGURA 2a). A ferramenta promoveu um maior engajamento em comparação com as aulas tradicionais para 78% dos participantes (FIGURA 2b), evidenciando seu potencial como método de ensino inovador. Apesar de 58% dos alunos não terem enfrentado desafios (FIGURA 2c), aqueles que encontraram dificuldades apontaram para aspectos técnicos e interpretação dos resultados como áreas de atenção. A integração de pedagogias ativas em mais disciplinas de engenharia foi amplamente apoiada, com 87% dos estudantes a favor (FIGURA 2d), e a satisfação geral com a atividade foi alta, com 90% dos alunos avaliando-a positivamente (4 e 5 estrelas, FIGURA 2e). Esses dados sugerem um impacto notável na aprendizagem e no engajamento dos alunos, ressaltando a importância e a eficácia de métodos de ensino interativos na educação em engenharia.



(a)



(b)

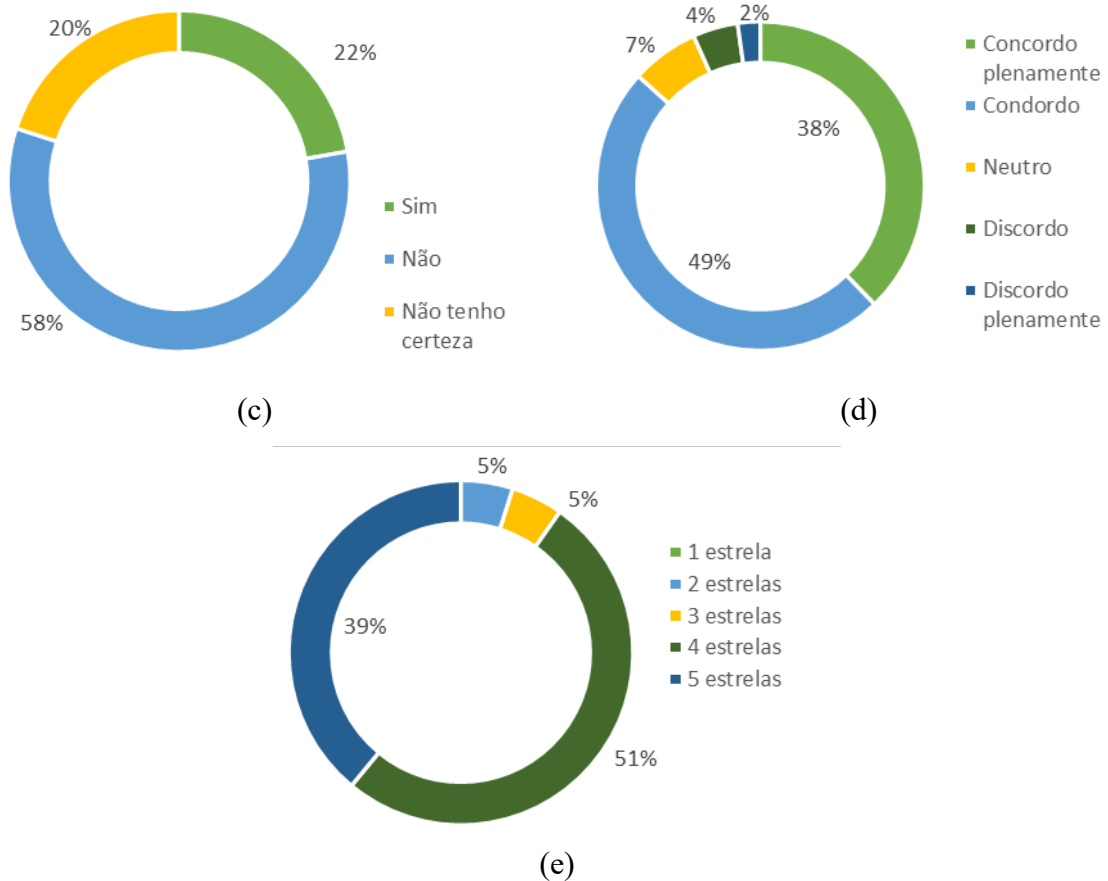


FIGURA 2. (a) Impacto positivo no aprendizado, (b) Engajamento e participação em relação a aulas tradicionais, (c) Desafios no uso da ferramenta, (d) Gostaria de ver mais métodos ativos em outras disciplinas, (e) Avaliação geral

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo ressalta a importância da integração de ferramentas de simulação interativas no ensino de conceitos complexos de engenharia. A pesquisa alcançou seu objetivo ao evidenciar uma melhoria na compreensão dos alunos sobre a capacidade de carga de fundações rasas, além de promover um maior engajamento em comparação com métodos de ensino tradicionais. A receptividade ao uso de pedagogias ativas e o alto nível de satisfação geral destacam o potencial dessas abordagens para enriquecer a educação em engenharia. Futuros trabalhos devem explorar a aplicabilidade de simulações interativas em outras áreas da



engenharia, visando uma educação mais dinâmica, prática e envolvente, preparando os estudantes de forma mais eficaz para os desafios reais.

6. REFERÊNCIAS

BRUNHAVER, Samantha R. *et al.* Bridging the Gaps Between Engineering Education and Practice. In: FREEMAN, Richard; SALZMAN, Hal (org.). *US Engineering in a global economy*. [S. l.]: National Bureau of Economic Research, 2018.

BUCCIARELLI, Louis L.; KUHN, Sarah. Engineering Education and Engineering Practice: Improving the Fit. In: BARLEY, Stephen R.; ORR, Julian E. (org.). *Between Craft and Science*. [S. l.]: Cornell University Press, 1997. p. 210–229.