

MAQUETES DIDÁTICAS COMO FERRAMENTAS DE ENSINO DE CONTENÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4423

CLAUDIO BONFANTE DE OLIVEIRA - claudiobonfa@yahoo.com.br
Universidade de Vassouras

Caroline Pinto Fonseca - carolinefonseca.eng@gmail.com
Universidade de Vassouras

Izabela Gomes de Araujo da Silva - izabelag.as@outlook.com
Universidade de Vassouras

Carlos Vitor de Alencar Carvalho - cvitorc@gmail.com
Universidade de Estado do Rio de Janeiro UERJ e Universidade de Vassouras

Enilson Salino Braga - enilsonbragast@gmail.com
Universidade de Vassouras

Resumo: *Este artigo aborda o uso de maquetes didáticas como ferramentas de ensino para o aprendizado de contenção de encostas e taludes na educação em engenharia. A contenção de encostas e taludes é um tema importante na engenharia geotécnica, e a utilização de maquetes proporciona uma abordagem prática e visualmente atrativa para os estudantes. Através das maquetes, os alunos podem compreender e explorar as técnicas e soluções utilizadas na contenção de encostas, além de desenvolver habilidades de análise geotécnica. O artigo apresenta a importância do uso de maquetes no ensino de engenharia, destacando os benefícios da aprendizagem prática e do trabalho em equipe. São mencionados estudos anteriores que demonstram o sucesso do uso de maquetes no ensino de diversos tópicos relacionados à engenharia. Além disso, são apresentados materiais e métodos utilizados no desenvolvimento das maquetes, como o método rip-rap e a seleção adequada de materiais. Por fim, destaca-se a relevância desse tipo de abordagem educacional no contexto da formação de engenheiros geotécnicos, proporcionando uma base sólida de conhecimento e experiência prática na área de contenção de encostas e taludes.*

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



COBENGE

2023

51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Palavras-chave: Taludes; maquetes didáticas; educação em engenharia.

Realização:



Organização:



MAQUETES DIDÁTICAS COMO FERRAMENTAS DE ENSINO DE CONTENÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

A contenção de encostas e taludes é um assunto recorrente no Brasil, visto que, diariamente, afeta a qualidade de vida da população local e causa muitos transtornos, devido a erosão, assoreamento, deslizamentos, inundações, compactação do solo, entre outros, o que apresenta um risco a vida dos cidadãos locais, principalmente nos períodos chuvosos (NERES; LIMA; RODRIGUES, 2022). A compreensão dos processos geotécnicos e o domínio de técnicas de contenção são essenciais para evitar deslizamentos de terra, colapsos e outros problemas que podem comprometer a segurança e a estabilidade das encostas e taludes.

Segundo Yazaki *et al.* (2020), diversos municípios do Brasil apresentam ocupações irregulares em terrenos acidentados que sofreram frequentes deslizamentos de terra nos últimos anos, principalmente em períodos de chuvas intensas. Durante a estação das monções, ocorrem muitas tragédias irreparáveis, como perdas humanas, danos ambientais e perdas materiais, resultando em pessoas desabrigadas.

Os efeitos resultantes são evidentes na forma como o solo é usado e ocupado, levando a profundas alterações no meio ambiente. As zonas ambientais críticas são particularmente susceptíveis ao impacto ambiental das atividades humanas, nomeadamente na ocupação de terrenos em encostas naturais. (SILVA; PIRES, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018), entre os estados da região Sudeste com mais habitantes em áreas de risco, destaca-se o Estado de São Paulo com 1.521.386 habitantes entre os municípios observados, seguido de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Além disso, o estudo mostrou que alguns municípios da região metropolitana concentram a maior parte da população em áreas vulneráveis (YAZAKI *et al.*, 2020).

Já Ribeiro (2018) destaca que, com base em dados do IBGE, no Brasil, estima-se que mais de 8 milhões de pessoas vivem em áreas de risco. Cabe destacar que não foram encontrados dados recentes sobre esses números, o que sugere que o enfoque no tema carece atenção, dada a sua relevância. Com base nessas estatísticas, já é possível destacar a importância do desenvolvimento de estudos e propostas de soluções para áreas de risco em pequenas áreas.

De acordo com o alto índice de acidentes causados por deslizamentos de encostas denota que esse assunto deve ser seriamente discutido, principalmente no Brasil, cujo solo acidentado é propenso a desastres durante a estação chuvosa (DEM ENGENHARIA, 2022). Além disso, muitos projetos exigem cortes no terreno devido a

irregularidades ou requisitos especiais do projeto, resultando em desníveis de altura, o que favorece o risco de deslizamentos de terra.

Para manter a estabilidade, um talude deve estar bem-posicionado e influenciado por três fatores principais: propriedades geométricas, propriedades geológicas (incluindo composição rochosa e classificação zonal) e ambiente fisiográfico (como clima, cobertura vegetal e drenagem natural). Quaisquer alterações feitas nesses fatores podem inicialmente desencadear movimentos leves, mas podem evoluir para tipos mais graves, resultando em desequilíbrio (AZEVEDO, 2011).

De acordo com Barros (2011) ao construir casas nesses locais, a população retira a cobertura vegetal, expondo o solo às intempéries, como jogar as águas residuais ao ar livre (esgoto); fazer cortes com declividades de forma excessivas, potencializando a ocorrência de processos erosivos. Considerando essas vertentes, a presente pesquisa objetiva analisar a viabilidade técnica e financeira para a execução de obras de contenção de encostas e taludes para pequenos municípios.

A educação em engenharia desempenha um papel fundamental na formação de profissionais competentes e conscientes dos desafios da engenharia enfrentados na área de contenção de encostas e taludes. Logo, deve-se promover o desenvolvimento de habilidades críticas, como análise, resolução de problemas e pensamento criativo, que são essenciais para enfrentar os desafios complexos encontrados no projeto, construção e monitoramento de muros de contenção.

O uso de maquetes como apoio ao ensino é uma possibilidade bastante interessante para demonstrar a importância do desenvolvimento de projetos e a dinâmica das técnicas utilizadas como soluções para esses projetos. De acordo com Gomes *et al.* (2020), essa estratégia permite que o professor ofereça aos alunos a oportunidade de realizar análises geográficas e compreender os problemas e as dinâmicas da construção, relacionando tudo isso com sua realidade.

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de maquetes como ferramenta de apoio ao ensino da contenção de encostas e taludes nos cursos de Engenharia, visando aprimorar o conhecimento dos alunos sobre os temas e técnicas abordados nas disciplinas. Por meio do trabalho em equipe, os estudantes têm a oportunidade de vivenciar de forma prática e concreta os conceitos teóricos, aprofundando sua compreensão e aplicação dos mesmos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Observa-se na literaturas diversos trabalhos onde mostram a importância do uso de modelos reduzidos e maquetes como ferramenta para educação na Engenharia. Através de uma revisão sistemática da literatura, pode-se verificar alguns trabalhos interessantes envolvendo "maquetes", "Engenharia", "tecnologia" e "projetos".

Faleiro *et al.* (2020), mostram em seu artigo o uso de maquetes que reproduzem a composição anatômica da madeira é de fundamental importância no conhecimento sobre madeira. Os autores apresentam uma nova visão sobre a anatomia da madeira através de maquetes que explicitam de forma macroscópica a composição anatômica de Angiospermas e Gimnospermas.

Em Almeida e Berteges (2020), é apresentado um estudo sobre o uso de funcionamento das técnicas de gestão de projetos para o gerenciamento de projetos

como instrumento avaliativo, através do uso de maquetes de residências construídas com palitos.

Em Oliveira, Reis, Sousa e Carvalho (2022) é apresentando um estudo interessante do uso de maquetes para apoio ao ensino de barragens no curso de Engenharia Civil, potencializando uso das aulas práticas e confecção de produtos finais como ferramenta fundamental de ensino nos cursos de engenharia.

Leandro e Dantas (2021) também apresentam um trabalho interessante sobre o uso de maquetes como ferramenta pedagógica para o processo de ensino e aprendizagem em perfurações e desmonte de rochas na mineração a céu aberto. Os autores relatam que 90% dos alunos participantes acharam que a utilização de maquetes como ferramenta pedagógica foi importante para melhorar o aprendizado.

Diante da vasta literatura que destaca a importância do uso de maquetes como ferramenta educacional na Engenharia, é evidente que essa abordagem traz benefícios significativos para o ensino e aprendizagem dos estudantes. A revisão sistemática da literatura revela estudos interessantes que exploram a relação entre "maquetes", "Engenharia", "tecnologia" e "projetos". Os trabalhos de Faleiro *et al.* (2020), Almeida e Berteges (2020), Oliveira, Reis, Sousa e Carvalho (2022) e Leandro e Dantas (2021) são exemplos que ilustram a diversidade de aplicações das maquetes em diferentes áreas da Engenharia.

Essas pesquisas demonstram como o uso de maquetes pode fornecer uma compreensão aprofundada de conceitos específicos. Além disso, os resultados dos estudos revelam a percepção positiva dos alunos em relação ao uso das maquetes como uma ferramenta pedagógica que melhora significativamente o processo de aprendizagem.

À luz dessas evidências, a próxima seção, "Materiais e Métodos", explorará a metodologia utilizada neste estudo para investigar o impacto do uso de maquetes no ensino de engenharia, destacando os procedimentos adotados e as etapas envolvidas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Em busca do objetivo do trabalho, foi realizado um estudo exploratório, de natureza quali-quantitativa. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, a revisão foi projetada para oferecer uma perspectiva exploratória da literatura e, portanto, não estabeleceu nenhum padrão de pesquisa ou conteúdo. Isso permitiu a inclusão de várias fontes de referência e diferentes autores para fornecer uma visão ampla do tema questionado.

O estudo examina as técnicas necessárias para contenção de encostas e taludes de forma que se ofereçam soluções viáveis economicamente para pequenos municípios, através do comparativo entre duas técnicas: muro de RIP-RAP e cortina atirantada. Nessa perspectiva, a pesquisa originou-se de publicações de livros, revistas científicas, dissertações e outras publicações que abordam o tema.

Gil (2008) sugere que, usando os dados existentes sobre o tema, os pesquisadores podem colaborar para selecionar e refinar uma questão de pesquisa para garantir resultados confiáveis e robustos. Dessa forma, os dados coletados no material sobre o tema escolhido foram selecionados considerando suas vantagens, desvantagens e limitações.

Como instrumento, esta pesquisa aborda um estudo de caso envolvendo a análise de viabilidade técnica e financeira da construção de muros de contenção fundamentado na técnica RIP-RAP. Para isso, o objeto deste estudo foi a cidade de Engenheiro Paulo de

Frontin, que foi selecionado como área de estudo devido à sua localização e sua significativa contribuição para o território da Mata Atlântica (figura 1).

O município cobre mais da metade da Mata Atlântica e abriga inúmeros recursos naturais (figura 2). No entanto, enfrenta sérios problemas ambientais que requerem atenção e ação imediata. Logo, a metodologia desse estudo lança mão sobre a extensão dos danos e fornecer possíveis soluções para restaurar o meio ambiente local, causada por atividades agrícolas, ocupacionais relacionadas ao desenvolvimento habitacional ou por forças naturais. Para isso, optou-se pelos seguintes passos:

- Identificar a área de estudo;
- Realizar pesquisa bibliográfica;
- Descrever as características do objeto de estudo;
- Projetar uma área de estudo;
- Estabelecer premissas é um aspecto crucial da preparação do projeto;
- Simular a construção de um muro de contenção, utilizando a técnica RIP-RAP (maquete);
- A partir do estudo prático, realizar um levantamento com dados para verificar a viabilidade de sua implementação, como custos e informações operacionais.

A Região Centro-Sul Fluminense abrange um grupo de municípios, incluindo Areal, Comendador Levy Gasparian, Mendes, Miguel Pereira, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Sapucaia, Três Rios e Vassouras. Engenheiro Paulo de Frontin também é um notável município desta região.

Aninhado em um terreno acidentado, o centro da cidade do município de Paulo de Frontin fica na intersecção de três vales. O traçado urbano é altamente fragmentado e disperso, acompanhando o fluxo de vias de transporte como ferrovias e rodovias RJ-127 e RJ-129 (figura 1). Essas vias exploram habilmente as aberturas naturais da topografia. A RJ-127 leva a Paracambi e Via Dutra ao sul, e Mendes ao leste. Enquanto isso, a RJ-129 e a RJ-121 seguem para o norte, para Miguel Pereira e Vassouras.

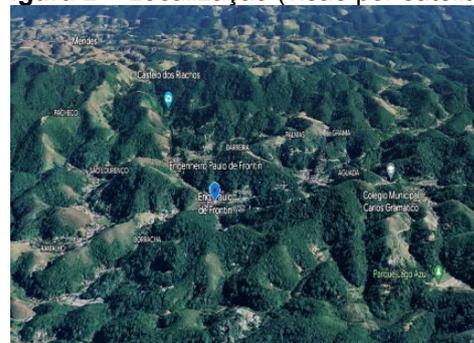
Com uma área territorial de 132,9 quilômetros quadrados, o município responde por 4,4% da Região Centro-Sul Fluminense. Seus limites são compartilhados com Vassouras, Miguel Pereira, Paracambi e Mendes. Os mapas abaixo ilustram o traçado do município e uma visão de satélite, obtidos do *Google Maps* e *Google Earth* em maio de 2023 (figura 2 e figura 3).

Figura 1 – Traçado do município.



Fonte: Google Maps (2023).¹

Figura 2 – Localização (visão por satélite).

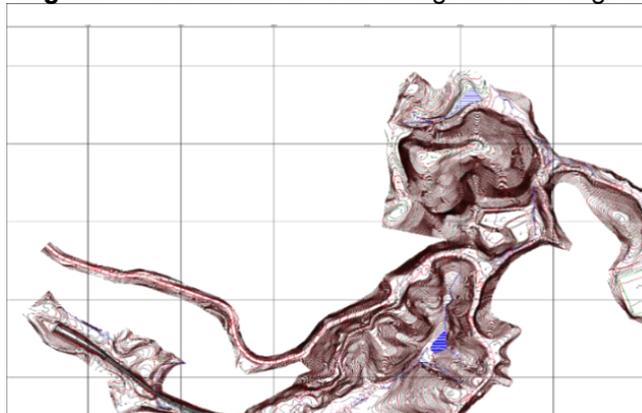


Fonte: Google Earth (2023).²

¹ Fonte de mapas on-line. (Ferramenta Google).

² Fonte de mapas on-line por satélite. (Ferramenta Google).

Figura 3 – Levantamento Aerofotogramétrico Digital.



Fonte: Secretaria de Obras de Serviços Públicos Engenheiro Paulo de Frontin (2023).

O local possui áreas classificadas como de risco, com construções constantemente sob ameaças de deslizamentos de terra (figura 4 figura 5) . A vegetação esparsa aliada a vastas extensões de solo exposto torna o local impróprio para habitação. A poluição também é um problema na região, agravando ainda mais as condições já inadequadas. As áreas de encostas são frequentemente utilizadas pelos habitantes locais para descartar materiais inutilizáveis e resíduos.

Figura 4 – Deslizamento de encosta em Eng. Paulo de Frontin.



Fonte: Secretaria de Obras de Serviços Públicos Engenheiro Paulo de Frontin (2023).

Figura 5 – Momento em que houve deslizamento de encosta com vegetação.



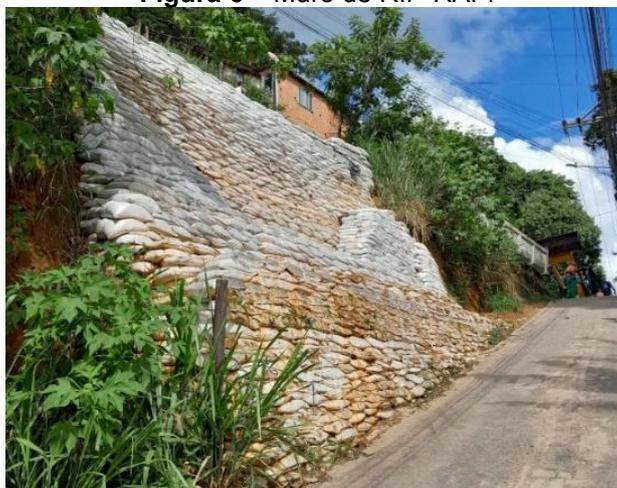
Fonte: Secretaria de Obras de Serviços Públicos Engenheiro Paulo de Frontin (2023).

Uma solução prática para controlar o escoamento das águas pluviais é a utilização de uma técnica chamada RIP-RAP (figura 6). Trata-se de uma barreira feita de sacos plásticos ou de aniagem, preenchida com uma mistura de terra local, água e cimento. Os sacos são dispostos para formar uma parede que funciona como contenção de peso eficaz. Este método produz uma estrutura de alvenaria que pode efetivamente interceptar e controlar o fluxo de água da chuva. Pode-se construí-lo utilizando concreto, terra ou enrocamento (RAMOS, FREIRE, FERREIRA, RAMOS, 2019).

De acordo com Paixão e Rasmussen (2020), ao implementar a técnica de rip rap, o corpo técnico da Secretaria de Obras deve dar o seu consentimento formal antes de proceder a quaisquer especificações ou pormenores do projeto, quer essas alterações

tenham ou não impacto no custo da obra ou serviço. Se os desenhos de execução do projeto diferirem das especificações, o responsável Técnico da obra deverá ser consultado para determinar a conduta adequada.

Figura 6 – Muro de RIP-RAP.



Fonte: Secretaria de Obras de Serviços Públicos
Engenheiro Paulo de Frontin (2023).

Os constituintes da mistura também podem ser inseridos em sacos de poliéster ou similares. Esses sacos, uma vez preenchidos com a mistura, podem possuir resistência mecânica impressionante, possibilitando a criação de uma unidade estrutural semelhante a um ciclópico de concreto, mas com menor custo.

A estabilização e contenção de taludes por meio de RIP-RAP, torna-se uma alternativa economicamente viável. O agregado de aço é uma opção preferida por seu peso e propriedades de cimentação. Este método também reduz o uso de recursos naturais não renováveis, substituindo o solo estabilizado com cimento, que é comumente usado (CCA Brasil - Soluções Sustentáveis, 2017).

Para áreas com forte erosão, a altura máxima recomendada para a utilização deste produto é entre 4 e 5 metros, principalmente em regiões arenosas. É uma solução eficaz para restaurar o relevo em áreas erodidas, incluindo voçorocas e outras formas de erosão menos severas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento das maquetes utilizando o método RIP-RAP envolveu a utilização de uma variedade de materiais cuidadosamente selecionados. Esses materiais foram escolhidos levando em consideração sua adequação para representar de forma precisa e realista os elementos presentes em um muro de contenção.

Os principais materiais utilizados incluíam argila, isopor, areia, base feita de reaproveitamento de um quadro de inox, grama esmeralda sintética, papel camurça, tinta acrílica branca e amarela, miniatura de carrinhos, cimento, sacos e saibro. Cada material desempenhou um papel específico na construção da maquete, permitindo a reprodução dos detalhes e características essenciais do muro de contenção.

Foi adotada uma abordagem quantitativa na pesquisa, que visou fornecer uma estimativa dos materiais necessários para a construção da maquete. A tabela 1 apresenta os materiais específicos utilizados, e o cálculo foi baseado na construção de uma maquete em escala adequada.

É importante ressaltar que a tabela quantitativa fornecida serve como referência e orientação para o dimensionamento dos materiais. Cabe à empresa responsável pelo projeto adaptar esses valores de acordo com as características específicas do local, como a dimensão, tipo de solo, características da encosta, entre outros fatores relevantes.

A utilização eficiente dos materiais disponíveis, bem como a consideração dos aspectos quantitativos, contribuiu para minimizar os custos envolvidos no desenvolvimento das maquetes. Esse enfoque permitiu o aproveitamento de itens já existentes, resultando em uma abordagem economicamente viável para a construção das maquetes.

Tabela 1 - Cálculo de custo de m³ de RIP-RAP.

COMPONENTES E MÃO DE OBRA	CONSUMO	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
CIMENTO	2 sacos	R\$ 30,00	R\$ 60,00
SAIBRO	1,1 m ³	R\$ 0,00	R\$ 0,00
SACOS	32 unid	R\$ 0,00	R\$ 0,00
SERVENTES	5 h	R\$ 26,12	R\$ 130,60
TOTAL			R\$ 190,60

Obs.: O saibro do local e o saco utilizado é reciclável.

Fonte: os autores.

Os dados apresentados na tabela 1 foram obtidos a partir do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Esse sistema, gerido pela Caixa Econômica Federal, desempenha a função de analisar e divulgar informações relacionadas a preços e custos na área da construção civil (CELERE, 2023).

Ao considerar a aplicação da técnica RIP-RAP, é fundamental realizar uma avaliação criteriosa do tipo de solo presente no local desejado, bem como a disponibilidade de materiais adequados nas proximidades. Embora o uso de cimento possa estabilizar qualquer tipo de solo, é recomendado utilizar uma mistura contendo de 50% a 90% de areia, visando obter um resultado econômico e duradouro.

Solos de textura fina, como a argila, podem apresentar desafios, como dificuldade de aplicação e maior consumo de cimento. Para contornar esses problemas, sugere-se realizar uma mistura adequada entre o solo argiloso e o solo arenoso, em proporções que garantam os padrões desejados de economia, durabilidade e resistência mecânica.

É importante ressaltar que solos escuros e ricos em matéria orgânica tendem a dificultar as reações de hidratação do cimento, o que pode comprometer a estabilidade do solo-cimento resultante. Portanto, é recomendado evitar a utilização desses solos na mistura, visando garantir a qualidade e a eficácia do sistema de contenção.

Ao levar em consideração esses aspectos relacionados ao tipo de solo e aos materiais utilizados, é possível obter maquetes de muros de contenção que reproduzam fielmente as características e os desafios encontrados na prática, proporcionando aos estudantes uma valiosa experiência de aprendizado.

Figura 7 – Preparação da mistura (cimento e saibro).



Fonte: Os autores.

Figura 8 – Construção da maquete.



Fonte: Os autores.

Figura 9 – Construção da maquete.



Fonte: Os autores.

Figura 10 – Maquete finalizada.



Fonte: Os autores.

As figuras 7, 8, 9 e 10 ilustram de forma detalhada todo o processo de construção da maquete, desde as etapas iniciais até a sua finalização. Cada imagem apresenta uma sequência cronológica das atividades realizadas, proporcionando uma visão abrangente do desenvolvimento da maquete.

Na figura 7, é possível observar os primeiros passos da construção, incluindo a preparação dos materiais e a montagem da base. As figuras 8 e 9 mostram o uso dos diferentes elementos, como argila, isopor e areia, na criação dos detalhes e estruturas da maquete, retratando os estágios intermediários do processo, com o refinamento dos elementos e a aplicação dos acabamentos necessários. Nessa etapa, são utilizados materiais como grama sintética, papel camurça e tintas acrílicas para dar vida e realismo à maquete.

Por fim, na figura 10, podemos apreciar a maquete concluída, com todos os elementos integrados de forma harmoniosa. Essa imagem final representa o resultado do trabalho cuidadoso e dedicado na construção da maquete, evidenciando os detalhes e a qualidade do resultado final.

5 Considerações FINAIS

O desenvolvimento de trabalhos práticos de projeto é um elemento central na educação em engenharia, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento de habilidades criativas, inovadoras e críticas nos estudantes. Uma abordagem que destaca o projeto como cerne da educação em engenharia promove a integração de conceitos teóricos com aplicações práticas, proporcionando aos alunos uma compreensão dos processos de engenharia.

Nesse contexto, o uso de maquetes surge como uma ferramenta valiosa, permitindo aos estudantes visualizar e manipular estruturas em escala reduzida, experimentando os desafios e as soluções práticas associadas ao projeto e à construção. As maquetes não apenas facilitam a exploração de diferentes abordagens de projeto, mas também promovem a compreensão dos princípios de estabilidade, resistência de materiais e interações estruturais.

No caso específico da aplicação do método RIP-RAP para contenção de encostas e taludes, as maquetes foram uma ferramenta útil para simular e demonstrar o processo de construção e os efeitos da estrutura de proteção. Ao colocar o projeto no centro da educação em engenharia e aproveitar o potencial das maquetes, os estudantes são capacitados a se tornarem profissionais mais habilidosos e criativos, preparados para enfrentar os desafios do mundo real da engenharia.

Outra vertente da vantagem do uso de maquetes diz respeito a gestão de projetos. O uso da maquete usando o método RIP-RAP se mostrou uma ferramenta eficiente no gerenciamento de projetos, pois permitiu realizar um levantamento detalhado de materiais e custos associados à construção de estruturas de contenção. Futuramente outras boas práticas da gestão de projetos poderão ser exploradas com os estudantes.

Destaca-se também a interação e comunicação entre os estudantes em atividades em grupo, incentivando a colaboração e a comunicação entre os estudantes. Os estudantes tiveram a oportunidade de promover discussões e compartilhar ideias relacionadas à construção da maquete, além de trocar conhecimentos sobre o método rip-rap e suas diversas aplicações.

Além da maquete RIP-RAP, outros estudantes estão atualmente envolvidos no desenvolvimento de outros tipos de maquetes, utilizando diferentes métodos. Os resultados dessas pesquisas serão em breve divulgados para a comunidade local e para a área de educação em engenharia, contribuindo para o avanço e compartilhamento do conhecimento nesse campo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. S. B.; BERTEGES, L. F. C. Utilização de técnicas de gestão de projetos como instrumento avaliativo de construção de maquete residencial de palito. **Revista Teccen**. 2020 Jan./Jun; 13 (1): 25-32.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 11682. **Estabilidade de encostas**. Rio de Janeiro, 2019.

BARROS, P. L. DE A. **Obras de Contenção - Manual Técnico**. 2011.

- CCA Brasil – Soluções Sustentáveis. **Rip- Rap**. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <http://www.ccabrasil.org.br/>. Acesso em: 04 abr. 2023.
- CELERE. **Tabelas SINAPI: o que são e como devem ser utilizadas no orçamento de obras**. Equipe Celere, 2023. Disponível em: Tabelas SINAPI: o que são e como devem ser utilizadas (celere-ce.com.br). Acesso em: 12 mai. 2023.
- DEM ENGENHARIA. **Técnicas de Contenção de Encostas e Taludes**. DEM Engenharia, 2022. Disponível em: <https://d3mengenaria.com.br/blog/tecnicas-de-contencao-de-encostas-e-taludes> Acesso em: 04 abr. 2023.
- ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN. **Secretaria de Obras de Serviços Públicos Engenheiro Paulo de Frontin**, 2023.
- FALEIRO, J.; VINCHIGUERRA DOS SANTOS, D.; SALDANHA PENTEADO, E.; SEIBERT KUHN, L.; ROSSO, S.; ZAMBERLAN DOS SANTOS, N. Uso de Maquetes no Aprendizado como Recurso Didático na Construção do Conhecimento Científico e Tecnológico para Alunos de Graduação na Área de Tecnologia da Madeira. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 5, n. 1, 14 fev. 2020.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, A. P., SILVA, C. C., & DE OLIVEIRA, A. R. A construção de maquetes físicas como recurso didático para o ensino de projeto arquitetônico na educação profissional técnica de nível médio. **Educação Pública**, 20(7), 18, 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. População em áreas de risco no Brasil. Brasília: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/>. Acesso em: 03 abr. 2023.
- LEANDRO, A. P.; DANTAS, E.F. Utilização de maquetes como ferramenta pedagógica para o aprendizado prático em perfuração e desmonte de rochas na mineração a céu aberto. In: Claudio Luiz de Araújo; Julio Cesar Bresolin Marinho; Weruska Brasileiro Ferreira. (Org.). **Conapesc digital entre investigações, descobertas , desafios e esperança: ensinar e pesquisar ciência em um Brasil pós pandemia**. 21ed.Campina Grande-PB: Adriano, 2021, v. IV, p. 1-1008.
- NERES, P. D., LIMA, J. A., RODRIGUES, C. R. **Análise do uso de vegetação na contenção de taludes**. Research, Society and Development, v. 11, n. 6, 2022. e2111628510.
- OLIVEIRA, C., REIS, V., SOUSA, P. R., & CARVALHO, C. V. A. . Elaboração de barragens em escala reduzida para apoio ao processo de ensino e aprendizagem na engenharia civil. **Concilium**, 2020; 22(6), 974–986. <https://doi.org/10.53660/CLM-582-655>.
- PAIXÃO, J. A.; RASMUSSEN, M. A. **Dimensionamento de Estruturas de Contenção em Aterro Reforçado com Geogrelha e Terra Armada**. Pontifícia Universidade Católica de GoiásCurso de Engenharia Civil 2020.
- RAMOS, G.M. P. D.; FREIRE, G. J. M.; FERREIRA, J. R.; RAMOS, R. M. C. **Contenção de talude com uso de solo-cimento ensacado**: projeto em área de interesse social. RETEC, Ourinhos, v. 12, n. 2, p. 26-42, jul./dez., 2019.
- RIBEIRO, J. **Brasil tem mais de 8 milhões de pessoas em áreas de risco, diz IBGE**. O Globo. 2018. <https://oglobo.globo.com/politica/brasil-tem-mais-de-8-milhoes-de-pessoas-em-areas-de-risco-diz-ibge-22826006>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- SILVA, P. J.; PIRES, M. A. F. **A ocupação de encostas**: Um exemplo da ausência de atendimento aos domínios de estudos. Engenharia, São Paulo, 2010. p.130-133, 01 abr.

EDUCATIONAL MODELS AS TEACHING TOOLS FOR SLOPE AND EMBANKMENT RETAINING WALLS IN ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *This article addresses the use of didactic models as teaching tools for learning slope and embankment stabilization in engineering education. Slope and embankment stabilization are important topics in geotechnical engineering, and the use of models provides a practical and visually appealing approach for students. Through the models, students can understand and explore the techniques and solutions used in slope and embankment stabilization, as well as develop geotechnical analysis skills. The article presents the significance of using models in engineering education, highlighting the benefits of hands-on learning and teamwork. Previous studies demonstrating the successful use of models in teaching various engineering-related topics are mentioned. Additionally, the materials and methods used in the development of the models, such as the RIP-RAP method and proper material selection, are presented. Finally, the relevance of this educational approach in the context of training geotechnical engineers is emphasized, providing a solid foundation of knowledge and practical experience in the field of slope and embankment stabilization.*

Keywords: Slopes; didactic models; engineering education.