

Deslizamentos em encostas Modelando como penhascos e encostas podem desmoronar

Deslizamento de encosta por tombamento e deslizamento

Rochas com camadas horizontais tendem a ser razoavelmente estáveis, mas quando estão inclinadas em um ângulo são menos estáveis, particularmente se há fendas verticais ou junções. O tipo de desmoronamento geralmente depende do tipo de rocha e da espessura das camadas.

Penhascos e encostas de rochas sedimentares podem desmoronar de diferentes maneiras, mas duas das mais comuns são tombamento (Figura 1 e 2) e deslizamento do plano do acamamento (Figura 3).



Figura 1. Deslizamento de blocos onde os blocos de rocha de calcário caíram do topo do penhasco. Hunstanton Cliffs, Norfolk, UK.



Figura 2. Sequência de arenito/folhelho alternados, onde blocos grandes e pequenos de arenito tombam e caem. As camadas estão inclinadas na direção da câmera. Mam Tor, Derbyshire, UK.

Mam Tor é formado por uma sequência de rochas de arenito/folhelho do Carbonífero e é às vezes chamado de “montanha do tremor” por causa dos blocos

de arenito que regularmente deslizam e caem nas encostas de cascalhos até a base.

O efeito de deslizamento do plano do acamamento é claro na Figura 3, onde um bloco maciço de arenito Torridoniano deslizou do plano do acamamento, provavelmente em uma fina camada de argilito.



Figura 3. Deslizamento do plano do acamamento. A rocha com a forma de uma barbatana de tubarão deslizou do plano do acamamento no mar. Clatchtoll, Sutherland, Scotland.

O processo de deslizamento do plano do acamamento pode ser visto “em ação” onde partes de cortes de estrada cortam rochas inclinadas (Figura 4). Geralmente as rochas tem que ser fixadas no lugar (estabilizadas) utilizando proteções de rocha ou redes (Figura 5).



Figura 4. Uma estrada cortando rochas que estão inclinadas da direita para a esquerda. As rochas à direita poderiam facilmente deslizar do plano do acamamento, mas as rochas da esquerda estão relativamente estáveis por estarem inclinadas dentro da encosta.



Figura 5. Proteções de rocha e redes sendo utilizadas para estabilizar rochas em uma encosta em A5 Ty Nant Cutting, North Wales.

Modelando falhas de encostas – materiais competentes

Rochas se comportam de uma maneira competente quando elas se movem como uma massa.



Figura 6a. Modelando falhas em rochas competentes – deslizamento.

- Faça um clinômetro como esse mostrado na Figura 6a ou use um clinômetro que estiver à sua disposição.
- Fixe o clinômetro em uma mesa, por exemplo, utilizando um clipe grande de papel.
- Posicione a caixa de cartas na horizontal em um dos lados da mesa.
- Vagarosamente levante este lado da mesa e anote o ângulo em que a caixa começa a deslizar, como na figura 6b. Faça pelo menos quatro medições e utilize-as para calcular o ângulo médio de deslize. Anote os resultados na Tabela 1.
- Repita, colocando a caixa de cartas em diferentes orientações, por exemplo, suas partes comprida e curta perpendiculares e paralelas à direção do declive.
- Coloque um pedaço de lixa na mesa e repita as investigações.



Figura 6b. Modelando falhas em rochas competentes – deslizamento.

Modelando falhas de encostas – materiais incompetentes

As rochas se movem de forma incompetente quando elas quebram e/ou fluem durante o movimento.



Figura 7a. Modelando falhas em rochas incompetentes – deslizamento.

- Remova a pilha de cartas de dentro da caixa e repita a investigação para modelar como rochas incompetentes falham.
- Repita utilizando a pilha de cartas com a caixa vazia no topo.
- Coloque um pedaço de lixa na mesa e repita as investigações.



Figura 7b. Modelando falhas em rochas incompetentes – deslizamento.

Perguntas-chave

Peça aos alunos para responderem essas perguntas utilizando os resultados anotados na Tabela.

- Quais as diferenças entre os ângulos de deslize nas diferentes situações observadas?
- Há alguma diferença entre o ângulo de deslize quando a lixa é utilizada?
- Por que isso ocorreria? (*A lixa aumentou a força de atrito entre a mesa e os objetos*)
- Em uma situação na vida real, que efeito a água poderia ter tido? (*Ela poderia reduzir o atrito e contribuído para que ocorresse uma falha*)
- Que outros fatores podem influenciar as falhas nas encostas no mundo real? (*Frequência de planos inclinados, junções e outras falhas; aspereza de um plano inclinado e suas superfícies de junção; direção do corte em relação à direção e o tamanho da inclinação das camadas*).

Experimento	Mesa lisa		Mesa com a lixa	
	Ângulo de deslize °	Tipo de falha	Ângulo de deslize °	Tipo de falha
Caixa de cartas na horizontal				
Caixa de cartas com o lado maior perpendicular ao declive				
Caixa de cartas com o lado menor perpendicular ao declive				
Caixa de cartas com o lado maior paralelo ao declive				
Caixa de cartas com o lado menor paralelo ao declive				
Pilha de cartas				
Pilha de cartas com a caixa vazia no topo				

Tabela 1. Tabela em branco para anotar os resultados dos diferentes experimentos.

Ficha Técnica

Título: Deslizamentos em encostas

Subtítulo: Modelando como penhascos e encostas podem desmoronar

Tópico: Investigando os fatores que afetam o ângulo de deslize em que os materiais falham (ou sofrem falhas) e deslizam.

Faixa etária dos alunos: 11 – 18 anos

Tempo necessário para completar a atividade: 30 minutos

Resultados do aprendizado: Os alunos podem:

- fazer uma série de medições com o clinômetro;
- procurar padrões em suas medições;
- compreender algumas das maneiras nas quais as encostas de rochas competentes e incompetentes podem sofrer falhas;
- explicar como o atrito pode influenciar o ângulo em que as falhas de massas de rochas ocorrem.

Experimento	Mesa lisa		Mesa com a lixa	
	Ângulo de deslize °	Tipo de falha	Ângulo de deslize °	Tipo de falha
Caixa de cartas na horizontal	20	Deslizamento de plano inclinado: camadas competentes	52	Deslizamento de plano inclinado: camadas competentes
Caixa de cartas com o lado maior perpendicular ao declive	14	Falha por tombamento: camadas competentes	10	Falha por tombamento: camadas competentes
Caixa de cartas com o lado menor perpendicular ao declive	5	Falha por tombamento: camadas competentes	5	Falha por tombamento: camadas competentes
Caixa de cartas com o lado maior paralelo ao declive	25	Deslizamento de plano inclinado: camadas competentes	45	Deslizamento de plano inclinado: camadas competentes
Caixa de cartas com o lado menor paralelo ao declive	17	Deslizamento de plano inclinado: camadas competentes	28	Falha por tombamento: camadas competentes
Pilha de cartas	6	Deslizamento de plano inclinado: camadas incompetentes	8	Deslizamento de plano inclinado: camadas incompetentes
Pilha de cartas com a caixa vazia no topo	5	Deslizamento de plano inclinado: camadas competentes e incompetentes	8	Deslizamento de plano inclinado: camadas competentes e incompetentes

Tabela 2. Ângulos médios obtidos em uma investigação real.

Contexto:

A atividade poderia ser utilizada em uma aula específica sobre falhas de encostas ou como uma aplicação da física do atrito. Os resultados obtidos de uma investigação real são mostrados na Tabela 2.

Continuando a atividade:

Experimente outras atividades *Earthlearningidea* relacionadas, por exemplo, “Castelos de areia e encostas”, “Deslizamento de terra pela janela” e “O perigo do rompimento de barragem”. Procure exemplos reais de potenciais falhas de rochas ou medidas preventivas em sua própria localidade.

Princípios fundamentais:

- Camadas de rochas são chamadas de “competentes” quando os planos inclinados são amplamente espaçados, por exemplo, mais que 30cm, e a rocha é relativamente forte, por exemplo, muitos arenitos.
- Camadas “incompetentes” são muito mais finas e facilmente deslizam um sobre a outra ou tornam-se lisas quando estão saturadas em água, por exemplo, folhelho.

Habilidades cognitivas adquiridas:

Investigar o movimento de objetos envolve habilidades de pensamento construtivo. Surge conflito cognitivo quando os alunos percebem que os ângulos de deslize não são como eles esperavam. Aplicar a investigação às encostas reais requer habilidades de ligação no modo de pensar dos alunos e pode ter impacto em suas vidas diárias.

Lista de materiais:

- clinômetro – veja a nota abaixo
- mesa grande (preferencialmente uma mesa lisa/de plástico)
- caixa de cartas
- pedaço de lixa
- cliques grandes de papel para fixar o clinômetro e a lixa à mesa

Nota: um clinômetro pode ser feito a partir de uma cópia em uma tampa de caixa (ou semelhante). Desenhe um semicírculo na tampa, como mostrado nas figuras. Perfure um pequeno furo através da caixa no centro da horizontal. Adicione os ângulos em graus (note que o clinômetro mostrado nas fotos é diferente de muitos transferidores escolares, que possuem 90° no meio – este possui no centro uma inclinação de 0°). A linha de prumo é feita de uma corda fina e uma porca. Enfie a corda através do buraco de frente para trás. Amarre a corda em um clipe de papel no lado contrário da caixa para impedir que o nó saia do buraco e utilize fita adesiva para fixar este na posição.

Links úteis:

- <http://www.bgs.ac.uk/landslides/>
- <http://www.geolsoc.org.uk/Geoscientist/Archive/June-2013/2012-Landslide-year>
- <http://landslides.usgs.gov/>

Fonte: Esta atividade foi concebida por Hazel Clark, Universidade *Liverpool John Moores*. Todas as fotografias por H. E. Clark.

© **Earthlearningidea team.** *Earthlearningidea* busca produzir uma nova ideia de ensino de Ciências da Terra, a cada semana, a custo mínimo, com poucos recursos, para educadores e professores de Geografia ou Ciências de educação básica. Com o intuito de desenvolver uma rede global de apoio, promove-se uma discussão *online* em torno da ideia. *Earthlearningidea* tem pouco financiamento e a maior parte do trabalho é feita por esforço voluntário. Os autores abrem mão dos direitos autorais do conteúdo original contido nesta atividade se ela for utilizada em laboratório ou em sala de aula. Direitos autorais de materiais citados aqui, pertencentes a outras casas publicadoras, encontram-se com as mesmas. Toda organização que desejar usar este material deve contatar a equipe de *Earthlearningidea*. Foi empenhado o máximo esforço possível para localizar e entrar em contato com os detentores dos direitos dos materiais incluídos na atividade, com o propósito de obter permissão de uso. Contate-nos, porém, por favor, se você achar que seus direitos autorais estão sendo desrespeitados; agradecemos toda informação que ajude a atualizar os registros. A tradução/adaptação para Português foi realizada pela equipe do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG-Unicamp). Se você encontrar alguma dificuldade com a leitura dos documentos, por favor, entre em contato com o grupo *Earthlearningidea* para obter ajuda. Contate o grupo *Earthlearningidea* em: info@earthlearningidea.com

