

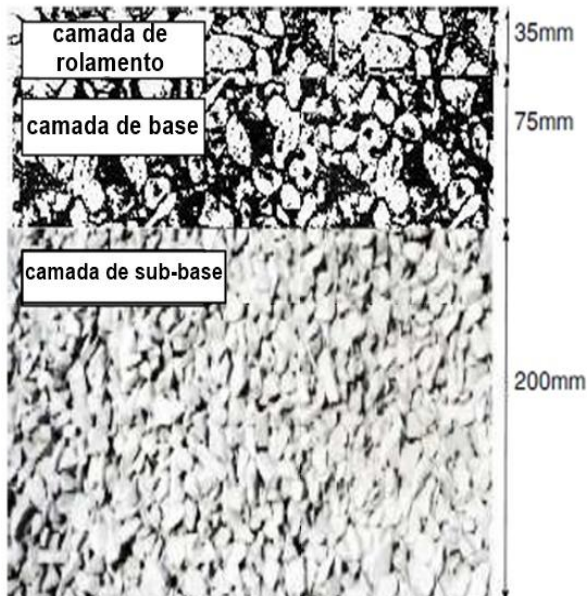
Agregados para estradas – que rocha? Investigando o melhor tipo de rocha para a camada de rolamento das estradas

Estradas são feitas de vários tipos de agregados de rochas (fragmentos de rocha britada). As pedreiras fornecem os agregados utilizados na construção das nossas estradas. O tipo de rocha tem de ser cuidadosamente escolhido de modo que a rocha tenha as propriedades apropriadas para o destino que será dado a ela.

Os alunos são convidados a descobrir quais rochas são as mais apropriadas para o uso como camada de rolamento. Mostre aos alunos a seção transversal do pavimento de uma estrada (abaixo) e distribua a eles cópias da **Tabela 1 (página 3)** e conte-lhes que a maioria dos tipos de rochas é apropriada para as três camadas inferiores, desde que tenham resistência suficiente e sejam compactadas de forma a serem permeáveis.

Contudo, a camada superior onde o tráfego ocorre, **a camada de rolamento**, é submetida a pressões muito maiores e a todo o desgaste e solicitações oriundas do tráfego e do clima.

Seção transversal através de uma típica seção de pavimento



Fornece uma superfície resistente à derrapagem e ao desgaste para o tráfego e protege as camadas inferiores. Agregado ligado por material betuminoso.

Distribui as cargas do tráfego para a camada de base.

Camada principal de suporte à carga. Feita de rochas com alta resistência à compressão.

As espessuras dessas camadas são valores típicos e dependem da quantidade de tráfego a que a estrada estará sujeita. Os agregados rochosos e a matriz betuminosa que os mantém unidos são chamados de **asfalto**.

Peça aos alunos para sugerirem propriedades que a camada de rolamento deve possuir.

Ela deve fornecer uma superfície duradoura, resistente à derrapagem e deve impedir que ocorra infiltração para as camadas inferiores. São exigidas qualidades mais específicas nas rochas para esta camada; apenas poucos tipos de rocha são apropriados, especialmente para rodovias e outras estradas de alto tráfego. Dê aos alunos cópias da **Folha de Informação para o Aluno (página 4)**, **Tabela 3 (página 5)** e, se possível, providencie as amostras listadas. Se necessário, também dê a eles cópias da **Tabela 2a: Composição das rochas** e da **Tabela 2b: Dureza dos minerais e do vidro vulcânico (página 3)**. Sem as Tabelas 2a e 2b este é um bom exercício de revisão.

Os alunos devem agora completar a Tabela 3 e decidir quais rochas são apropriadas para a camada de rolamento de uma estrada e quais não são.



Seção transversal através da camada de rolamento de uma estrada com detalhe de um fragmento de rocha

Diagramas feitos por P. e M. Williams e reproduzidos com a permissão de 'Teaching Earth Sciences', Vol 39 N°2 2014

Ficha Técnica

Título: Agregados para estradas – que rocha?

Subtítulo: Investigando o melhor tipo de rocha para a camada de rolamento das estradas.

Tópico: Esta investigação pode ser aplicada como um exercício de revisão dos principais tipos de rocha em uma aula de ciências, ciência do meio ambiente, geografia ou economia.

Faixa etária dos alunos: a partir de 12 anos.

Tempo necessário para completar a atividade: 30 minutos.

Resultados do aprendizado: Os alunos podem:

- Medir o tamanho do grão de uma seleção de rochas;
- Utilizar seis critérios para determinar o melhor tipo de rocha para a camada de rolamento de uma estrada;
- Perceber que, por causa do alto custo de transporte de agregado, rochas ligeiramente inferiores são geralmente utilizadas;
- Verificar que o calcário é amplamente utilizado em camadas de base e sub-base pois pode ser facilmente obtido. Ele também pode ser utilizado na camada de desgaste em regiões onde uma especificação menos rigorosa é aceitável, tais como estacionamentos de veículos e ruas privadas.

Contexto:

O basalto e o dolerito preenchem todos os seis critérios e portanto são as melhores rochas para se utilizar na camada de rolamento mas não há muitas pedreiras de basalto/dolerito no Reino Unido e com certeza não estão uniformemente distribuídas; os custos de transporte são altos. As rochas que são muito ruins são o folhelho e o calcário oolítico. Sílex não é uma boa rocha para se utilizar mesmo sendo muito resistente; ela é composta de um único mineral e quebra em pedaços de agregados aos quais o betume não adere.

Continuando a atividade:

Os alunos poderiam investigar as pedreiras de agregados locais para descobrir qual rocha é utilizada. Talvez seja possível programar uma visita.

Princípios fundamentais:

- As rochas utilizadas para o agregado da camada de rolamento das estradas de melhor qualidade devem:
 - ter a maioria dos minerais com dureza superior a 5 para resistir à abrasão;
 - ser constituídas de dois ou mais minerais com diferentes durezas de modo que a superfície não se torne polida;
 - possuir granulação fina a média;
 - ser bem cimentada ou feita de cristais intertravados para resistir às pressões e solicitações;
 - possuir superfícies ásperas às quais o betume consiga se aderir;

- não ser porosa. Se a água conseguir adentrar o agregado o seu congelamento poderia despedaçá-lo no inverno.
- Os custos geralmente determinam o tipo de rocha que será utilizado. Se os custos de transporte são muito altos para trazer as rochas de melhor qualidade, então agregados de qualidade inferior serão utilizados, especialmente em estradas pequenas.
- Os agregados de melhor qualidade são utilizados em rodovias e em estradas que suportam um grande volume de tráfego.
- Embora o calcário cristalino não seja a melhor rocha para a camada de rolamento, é amplamente distribuído através do país e extensivamente usado em camadas inferiores de estradas de todos os tipos. Na prática, uma das melhores rochas para a camada de rolamento é um tipo de arenito, conhecido como grauvaca, extraída em Ingleton, North Yorkshire, e no território do País de Gales, além de em outros lugares. Grauvaca é composta de quartzo e grãos de feldspato, com um pouco de matriz de argila, cimentados por óxidos de ferro para formar uma rocha resistente. Os componentes diferentes resultam em desgaste a diferentes taxas, de modo que sempre mantém sua superfície resistente à derrapagens. Rochas ígneas de granulação fina e média são extensivamente extraídas de Charnwood Forest, em Leicestershire. Sua localização central no país e proximidade com a rede de rodovias resultam no amplo uso do arenito de Charnwood nas estradas britânicas, em áreas em que outras rochas apropriadas não estão presentes.

Habilidades cognitivas adquiridas:

Ao completar a Tabela 3, os alunos estão reconhecendo padrões. A discussão envolve metacognição e olhar para as rochas que não são apropriadas pode causar conflito cognitivo. Relacionar os critérios relevantes às amostras de rochas (ou lista de amostras) e descobrir quais rochas são as mais apropriadas requer habilidades de conexão.

Lista de materiais:

- Cópias da Tabela 1, Folha de Informação para o Aluno e a Tabela 3. As Tabelas 2a e 2b são opcionais;
- Amostras das rochas listadas na Tabela 3, se possível;
- Lentes de mão ou lupas se as amostras de rochas estiverem disponíveis;
- Cartões de escala de grãos ou régua.

Links úteis:

O projeto e a construção de estradas - <http://community.dur.ac.uk/~des0www4/cal/roads/index.htm>

Um guia para idiotas da manutenção de estradas – <http://www.highwaysmaintenance.com/design.htm>

Um guia para testar agregados – <http://www.northstonematerials.com/filestore/documents/aggregate-tests.pdf>

SoE unit Bulk Constructional Minerals, York e-library

<http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/resource/147/bulk-constructional-minerals>

'Blasts from the past 3: Roadstones', 'Teaching Earth Sciences', Vol 39, N°2 2014.

A Equipe *Earthlearningidea* é grata a Clive Nicholas e a Julian Smallshaw por seus valiosos conselhos ao realizar esta atividade. Julian Smallshaw é Chefe de Desenvolvimento Educacional, *The Institute of Quarrying*.

Fonte:

Adaptado de um artigo publicado originalmente pelo Dr. Mike Tuke, re-publicado por Peter e Maggie Williams em

TABELA 1 – CAMADAS DO PAVIMENTO DE UMA RODOVIA	
Nome e espessura da camada	Finalidade e composição da camada
Camada de rolamento 13 – 38 mm	Fornece uma superfície resistente à derrapagem e ao rolamento para o tráfego e protege as camadas inferiores. Agregado ligado por betume.
Camada de base 38 – 76 mm	Distribui as cargas do tráfego para as camadas inferiores. Agregado ligado por betume.
Camada de sub-base 102 – 204 mm	Camada principal de suporte à carga. Feita de rochas com alta resistência ao esmagamento.
Reforço do sub-leito Variável	Ergue a superfície até aproximadamente o nível correto. Feita de grandes fragmentos de modo que a água não possa subir por ação da capilaridade.

DA PEDREIRA...



...PARA A ESTRADA



Foto de cima: Pedreira Bardon Hill, Leicestershire, Peter Williams
Foto de baixo: Conserto de estrada em Sheffield, Peter Kennett

TABELA 2A: COMPOSIÇÃO DAS ROCHAS	
Rochas ígneas	Principais minerais
Andesito	feldspato, hornblenda, augita
Basalto	feldspato, augita
Dolerito	feldspato, augita
Gabro	feldspato, augita
Granito	feldspato, quartzo, mica
Riólito	feldspato, quartzo, mica, vidro vulcânico
Obsidiana	vidro vulcânico
Pedra pomes	vidro vulcânico
Rochas metamórficas	
Mármore	calcita
Gnaisse	quartzo, feldspato, mica, hornblenda
Quartzito	quartzo
Xisto	mica
Ardósia	mica
Rochas sedimentares	
Sílexito	quartzo
Calcário	calcita
Arenito	quartzo
Arenito arcoseano	quartzo, feldspato, minerais de argila
Folhelho	minerais de argila

TABELA 2B: DUREZA DOS MINERAIS E DO VIDRO VULCÂNICO	
Augita	6
Calcita	3
Minerais de argila	2 – 5
Feldspato	6
Hornblenda	6
Mica	2 – 5
Quartzo	7
Vidro vulcânico	6

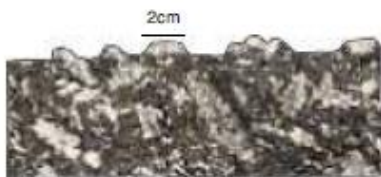
Agregados para estradas – que rocha? Folha de Informação para o aluno

Uma boa rocha para estar na camada de rolamento deve possuir as seguintes propriedades:

1. A maioria dos minerais na rocha deve possuir dureza superior a 5 de modo que a rocha resista à abrasão causada pelos pneus dos veículos.
2. Os grãos devem se desgastar de tal modo que a superfície exposta dos fragmentos de rocha (agregado) não se torne polida, caso contrário haverá derrapagens. Isso significa que a rocha deve ser composta de dois ou mais minerais com diferentes durezas.



Grãos minerais iguais, isto é, no quartzito. Os fragmentos de rocha feitos de apenas um mineral se tornam uma superfície plana que não previne a derrapagem dos veículos



Detalhe do desgaste de um cristal em um fragmento de rocha



Muitos grãos minerais, por exemplo, dolerito. Quando os fragmentos de rocha são compostos de vários grãos minerais diferentes com diferentes durezas, então os fragmentos de rochas desgastam-se formando uma superfície desnivelada que é resistente à derrapagem.



Superfície de uma estrada desgastada com o agregado elevado acima da matrix de betume. Moeda para escala

Diagrama e fotografia por P. e M. Williams e reproduzidos com permissão de 'Teaching Earth Sciences', Vol 39 N°2 2014.

3. A rocha precisa ter granulação fina a média de modo que fragmentos com 0,5 cm de diâmetro contenham grãos de vários minerais.
4. Os grãos individuais precisam estar fortemente ligados uns aos outros de modo que o agregado não esmigalhe-se sob a pressão e as solicitações exercidas pelos veículos. Isso significa que as rochas devem ser ou bem cimentadas ou feitas de cristais bem intertravados.
5. Os agregados devem possuir superfícies ásperas de modo que o betume consiga aderir-se a eles. O betume não se adere bem a superfícies semelhantes ao vidro, por exemplo, sílex e obsidiana, mas adere à maioria das outras rochas.
6. A rocha de que o agregado é feito não pode ser porosa, caso contrário o congelamento e o descongelamento da água durante o inverno podem despedaçar a rocha.

© **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



Tabela 3: Geologia dos agregados para estradas

Examine cada amostra e para cada uma delas:

1. Meça o tamanho de seu grão (se for muito pequeno para medir, coloque <0,5mm).
2. Procure sua composição mineral e liste os minerais na tabela abaixo.
3. Procure pela dureza de cada mineral e escreva-a ao lado de cada mineral na tabela.
4. Complete a tabela por colocar o tique onde a rocha satisfaz os critérios de 1 a 6 e um X onde não satisfaz.

Rocha	Tamanho do grão	Minerais (dureza)	1	2	3	4	5	6
Granito								
Gabro								
Dolerito								
Basalto (não vesicular ou amigdaloidal)								
Arenito arcoseano, bem cimentado								
Xisto								
Calcário oolítico								
Silexito								
Quartzito								
Xisto								
Ardósia								

Quais são as três melhores rochas para fazer uma rodovia?

1. Maior parte dos minerais com dureza > 5
2. Dois ou mais minerais
3. Tamanho do grão < 2mm
4. Rocha resistente
5. Betume adere bem
6. Baixa porosidade