

Mecânica dos Solos

Origem e Aplicações das Rochas e Solos em
Obras Civis



Rochas

Rocha é um corpo sólido natural, resultante de um processo geológico determinado, formado por agregados de um ou mais minerais, arranjados segundo as condições de temperatura e pressão existentes durante sua formação.

As rochas de acordo com seu modo de formação, constituem três grandes grupos: ígnea, sedimentares e metamórficas.

Rochas

Estes grupos rochosos se inter-relacionam, evidenciando o caráter cíclico e dinâmico da formação das rochas.



Ciclo das Rochas

Rochas Magmáticas ou Ígneas

Tal como o nome indica, estas rochas forma-se a partir da cristalização de um magma, podendo também ser designadas por ígneas. O ambiente em que se formam as rochas magmáticas é caracterizado por temperaturas muito elevadas, o que permite a existência de materiais rochosos em fusão (magma).

Rochas Magmáticas ou Ígneas

O magma gera-se a grandes profundidades, durante a sua ascensão pode estacionar em câmaras magmáticas onde vai arrefecendo, este arrefecimento se processa de uma forma lenta ou rápida, as rochas que se vão formar apresentam características texturais diferentes.

Rochas Magmáticas ou Ígneas

As principais formas de ocorrência das rochas ígneas na crosta terrestre são:

- *batólitos*: massa ígnea de grande volume, abrangendo área de afloramento em superfície superior a 100 km².
- *dique*: resulta do preenchimento de fraturas nas rochas da crosta terrestre pelo magma em ascensão. A espessura pode variar de centímetros à centenas de metros.

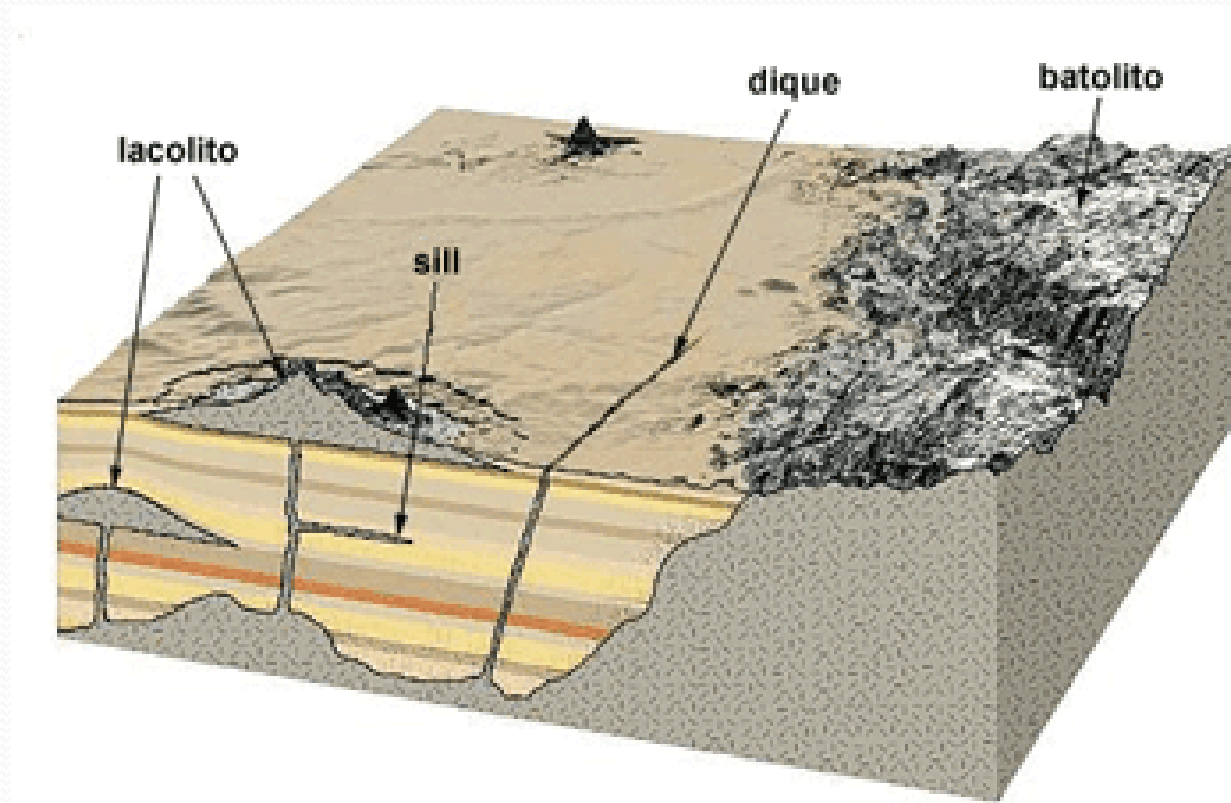
Rochas Magmáticas ou Ígneas

- *still*: corpo ígneo de forma tabular, concordante em relação às rochas encaixantes. Apresenta-se em camada de marcante uniformidade e espessura devido à introdução de magma entre planos de estratificação de depósitos sedimentares. Também é conhecido por *soleira*.

Rochas Magmáticas ou Ígneas

- *lacólitos*: são corpos ígneos com a forma de um cogumelo, constituem corpos pequeno se comparados aos batólitos.

Rochas Magmáticas ou Ígneas

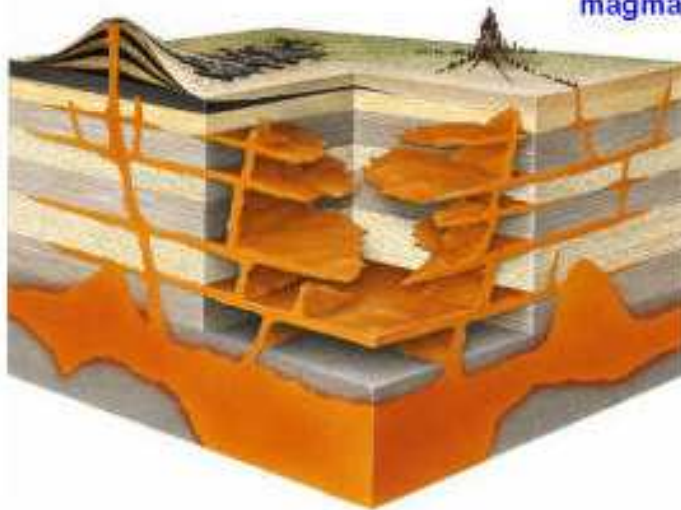


Esquema representativo de diferentes geometrias de corpos magmáticos

Rochas Magmáticas ou Ígneas

Diversidade de magmas

► Consolidação de magmas



São geradas **rochas intrusivas**, se o magma consolida em profundidade, ou **rochas extrusivas**, se o magma consolida à superfície.

Rochas Magmáticas ou Ígnea

Rochas Plutônicas ou Intrusivas

Resultam do arrefecimento e cristalização lenta do magma em profundidade, sendo o arrefecimento lento, os minerais que se vão formar apresentam dimensões consideráveis, sendo facilmente visíveis à vista. Um exemplo deste tipo de rochas, são os granitos.

Rochas Plutônicas ou Intrusivas



Granito

Rochas Magmáticas ou Ígnea

- **Rochas Vulcânicas ou Extrusivas**
Quando a consolidação do magma é feita à superfície ou muito perto dela, as rochas designam-se vulcânicas. Estas rochas resultam do arrefecimento muito rápido do magma, visto a temperatura à superfície ser bastante inferior à temperatura a que se encontrava o magma, assim, os minerais não tem tempo suficiente para se desenvolver e por esta razão vão apresentar dimensões muito reduzidas por vezes até microscópicas. Os basaltos são as rochas vulcânicas mais comuns.

Rochas Vulcânicas ou Extrusivas



Basalto é utilizado como pedra britada

Textura das Rochas Magmáticas

- Como se acabou de ver, as rochas *magmáticas intrusivas ou plutônicas* são aquelas que solidificam lentamente no interior da crosta, portanto os minerais têm mais tempo para se formarem e diz-se que estas rochas têm **textura holocristalina, granular ou fanerítica**, em que todos os minerais seus constituintes são visíveis a olho nu.

Textura das Rochas Magmáticas

- As rochas magmáticas *extrusivas* ou *vulcânicas* são as que têm um arrefecimento rápido à superfície, e por isso, os minerais são de pequenas dimensões e não se distinguem à vista, diz-se que têm **textura afanítica**, em que só ao microscópio petrográfico se podem observar os seus constituintes, ou **textura vítrea** em que não há individualização dos seus minerais nem mesmo quando observados ao microscópio.

Rochas Metamórficas

As rochas metamórficas geralmente, resultam da transformação de rochas pré-existentes. Estas transformações decorrem quando essas rochas atingem grandes profundidades ou quando são encaixantes nas intrusões magmáticas, sem contudo passarem pelo estado de fusão. Nestes casos, devido às novas condições de pressão e de temperatura, as rochas vão sofrer alterações nas suas características originais.

Rochas Metamórficas

Estas modificações consistem essencialmente nos reajustamentos mineralógicos e texturais das rochas em consequência das novas condições físico-químicas, nomeadamente de pressão e temperatura do meio. Mas outros fatores também são muito importantes no metamorfismo como é o caso da ação dos fluidos e do tempo. Todos estes fatores não atuam conjuntamente e com a mesma intensidade falando-se de diferentes tipos e intensidade

Rochas Metamórficas



Rochas Metamórficas

Geralmente estas rochas são deformadas, apresentando foliação e xistosidade. A *xistosidade* é evidenciada pela facilidade com que a rocha se destaca em lâminas, como é exemplo o xisto. A *foliação* é evidenciada por bandas alternadas de minerais claros e minerais escuros e/ou pela orientação preferencial dos minerais que as constituem.

Rochas Metamórficas



Xisto

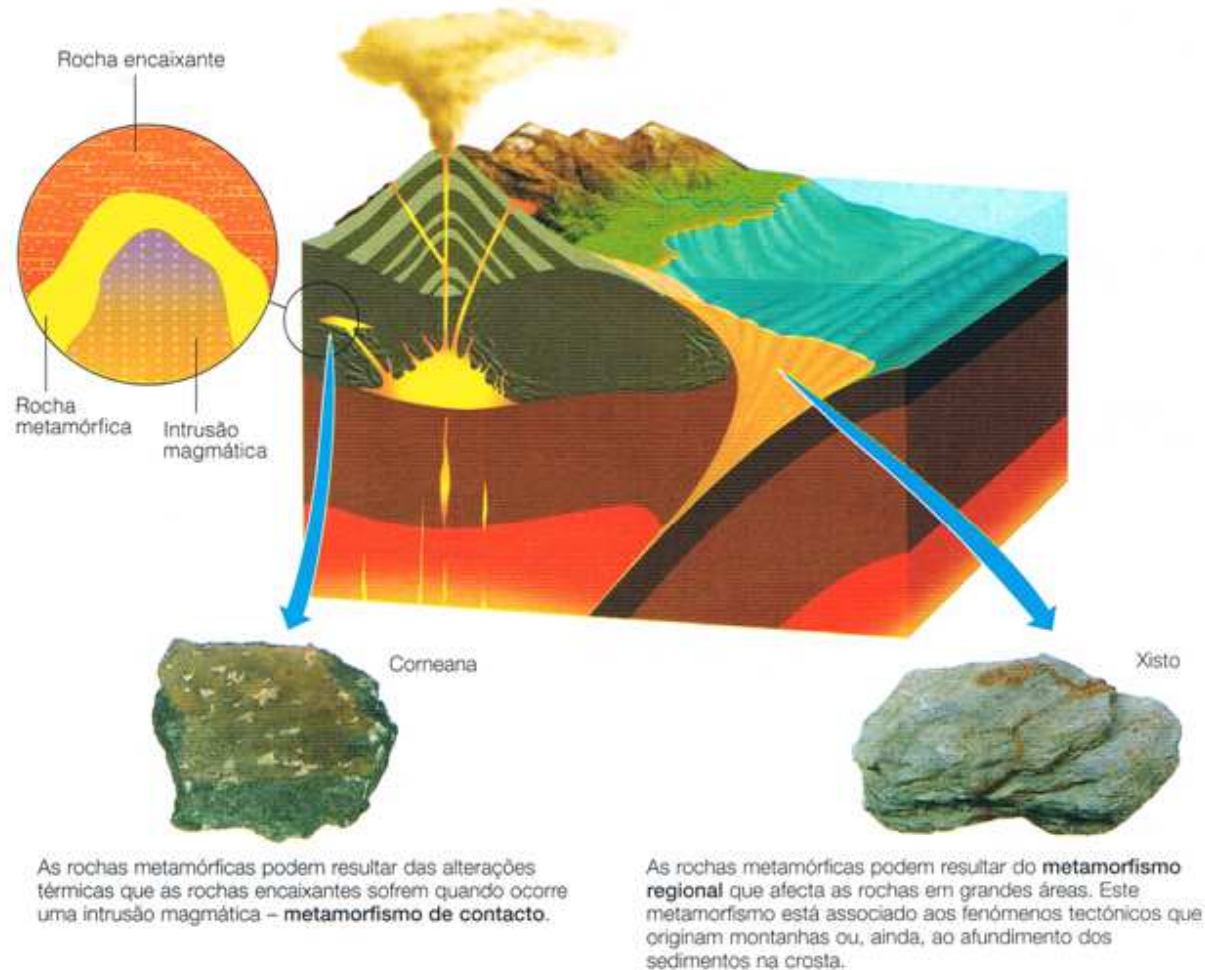


Filito

Rochas Metamórficas

Metamorfismo de contacto ou local, ocorre quase que exclusivamente pela ação do aquecimento de rochas ígneas, sedimentares ou metamórficas, ao redor de intrusões ígneas. As rochas geradas são, em geral, maciças, não-foliadas.

Rochas Metamórficas



Metamorfismo de Contacto

A transformação da rocha ocorre na vizinhança de uma intrusão magmática. A temperatura e os fluídos deverão ser os fatores de metamorfismo dominantes.

Rochas Metamórficas

Também de caráter local há o *metamorfismo hidrotermal* que se desenvolve pela ação de fluidos aquosos quentes que percolam rochas próximas a intrusões magmáticas ou que se encontram em zonas de cisalhamento ou falhamento. Exemplo: *serpentinitos* (rochas de cor verde ou avermelhada), **esteatitos** ou **pedra-sabão** (emprego na indústria além de servirem para estatuária)

Rochas Metamórficas



Serpentinitos

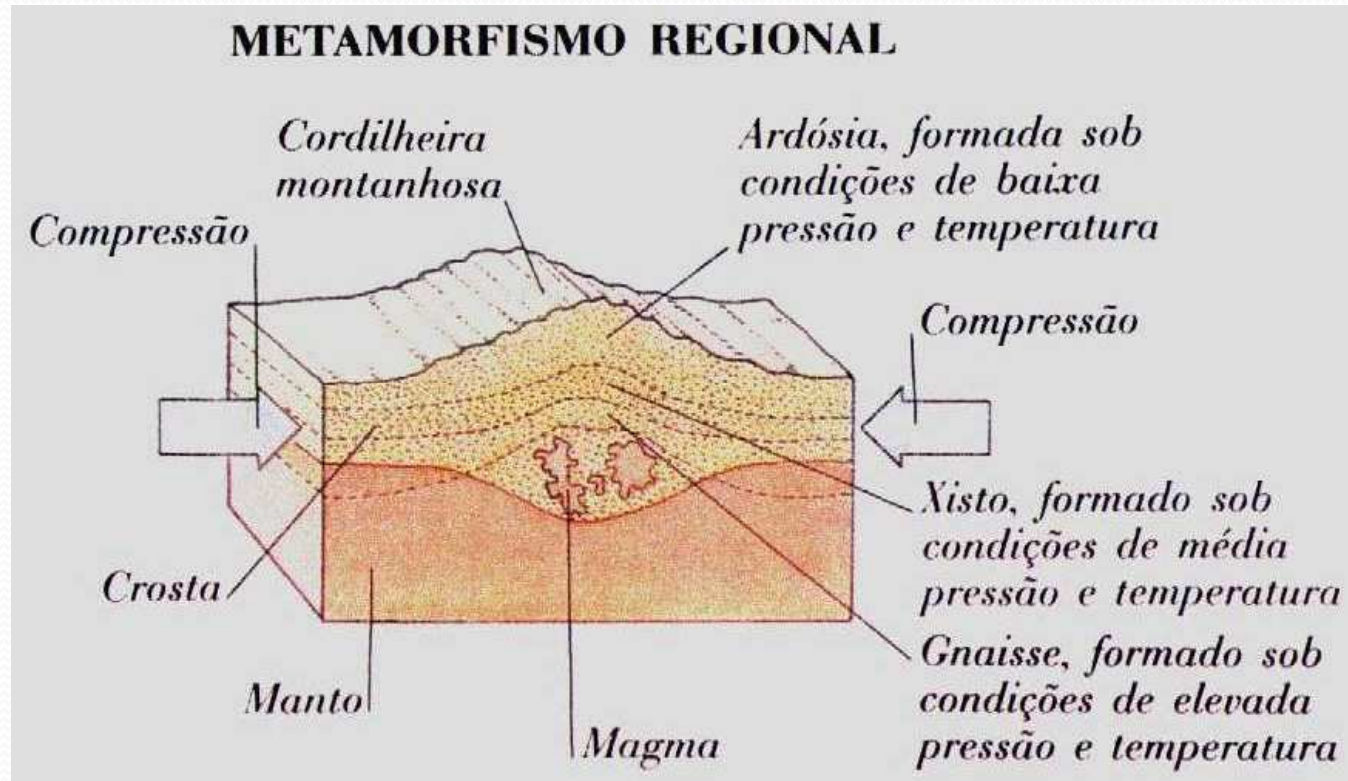


Pedra sabão

Rochas Metamórficas

O metamorfismo encontra-se freqüentemente associado à formação de cadeias montanhosas e diz-se que o metamorfismo é do tipo "*regional*", pois afeta grandes quantidades de rochas com espessura e superfície consideráveis.

Rochas Metamórficas



Metamorfismo Regional.

Rochas Metamórficas

Ardósias, filitos e xistos

Este grupo de rochas são produtos do metamorfismo de rochas sedimentares.

A **ardósia** é uma rocha de granulação muito fina e orientação planar muito intensa, ela é utilizada na cobertura de casas, nos países de clima frio, por apresentar maiores resistência mecânica e isolamento térmico que as telhas cerâmicas. No Brasil as placas são utilizadas como pisos.

Rochas Metamórficas



Ardósia

Rochas Metamórficas

Gnaisses e migmatitos

São rochas resistentes e apropriadas para a maioria dos propósitos de engenharia.



Gnaisse



Migmatito

Rochas Metamórficas

Mármore, quartizitos e outros

Os **mármore**s apresentam estrutura maciça e granulação variada (fina e grossa), coloração é clara: branca, rosada, cinzenta, esverdeada, etc. Os mármore exibem características físico-químicas semelhantes às dos calcáreos sedimentares.

Rochas Metamórficas



mármore

Rochas Metamórficas

Os **quartzitos** são formados basicamente de quartzo, tem cor branca com variações para vermelha ou tons de amarelo. São rochas muito duras. Os mica quartzitos são conhecidos como pedra mineira, são utilizados para revestimento de pisos.



quartzito

Rochas Sedimentares

As rochas sedimentares são resultantes da consolidação de sedimentos, ou seja partículas minerais provenientes da desagregação e do transporte de rochas preexistentes, ou da precipitação química. Constituem uma camada relativamente fina (aproximadamente 0,8 km em média, de espessura) da crosta terrestre, que recobre as rochas ígneas e metamórficas. Os folhelhos calcários, nesta ordem, constituem perto de 95% das rochas sedimentares.

Rochas Sedimentares

As rochas sedimentares constituem importantes recursos econômicos, podendo ser citados os calcários e dolomitos, matérias-primas para várias finalidades industriais; areia, vidro e construção civil. Essas rochas são conhecidas, em geologia de Engenharia, como rochas brandas, pois em geral apresentam baixa resistência mecânica

Rochas Sedimentares

Modo de formação

As estruturas sedimentares são formadas quando da deposição dos sedimentos e classificadas como primárias quando de origem puramente mecânica ou secundárias quando de origem química.

A transformação dos sedimentos em rochas inicia-se logo após sua deposição, por meio de um conjunto de processos químicos

Rochas Sedimentares

(dissolução, precipitação, cristalização, recristalização, oxidação, redução e outros) e físicos, denominados diagênese, que ocorre em condições de baixa pressão e temperaturas. Os principais processos são:

cimentação: cristalização de material carreado pela água que percola os vazios entre os grãos (poros), preenchendo-os e dando coesão ao material.

Rochas Sedimentares

compactação: é provocada pela compressão dos sedimentos sob o peso daqueles sobrepostos, havendo gradual diminuição da porosidade, expulsão da água intersticial e atração iônica entre as partículas.

Rochas Sedimentares

Rochas detríticas (ou clásticas)

As rochas sedimentares detríticas são formadas pela acumulação e posterior **diagênese** de sedimentos derivados da desagregação e decomposição de rochas na superfície terrestre. Estes sedimentos podem ser de natureza terrígena (derivados de rochas existentes), piroclásticas (derivados de erupções vulcânicas) e calcária (derivados do retrabalhamento de partículas calcárias).

Rochas Sedimentares

Podemos destacar três tipos de rochas detríticas: os ruditos, os arenitos e os lutitos.



arenitos



Ortoconglomerado

ruditos

Rochas Sedimentares

Calcários e dolomitos são rochas carbonáticas compostas por mais de 50% de minerais carbonáticos.

Estas rochas são importantes matérias-primas para as indústrias cimenteiras, da cal, vidreira, siderúrgica, de tintas, de borrachas e muitas outras.

Rochas Sedimentares



Calcário

Rochas Sedimentares

Carvão

Rocha formada por processos bioquímicos, a partir de restos vegetais acumulados sob condições anaeróbicas, que impediram sua oxidação, tais como ambientes de acumulação de água estagnada (pântanos).

Rochas Sedimentares



Carvão

Rochas e derivados como materiais de construção

A utilização das rochas nas sociedades humanas tem uma idade bastante antiga no que se diz respeito ao seu uso para criar ferramentas e utensílios para o desempenho das tarefas diárias tais como a extração de produtos animais ou vegetais. Isso pode ser evidenciado pela existência de utensílios de pedra datados e 1,5 milhões de anos.

Rochas e derivados como materiais de construção

Com relação, porém à utilização das rochas como materiais de construção esta história é bem mais recente, pois a necessidade de construção de moradias só surgiu na história da humanidade a partir do momento que as sociedades fizeram a opção pela vida agrícola (cerca de 8.000 anos a.C.) o que favoreceu a fixação destas sociedades em áreas restritas.

Formas de utilização dos materiais de construção

De acordo com a matéria prima disponível e as necessidades construtivas de cada civilização (desde as mais antigas até as atuais) a humanidade tem desenvolvido formas diversas de utilização dos diversos materiais de construção. Estas formas de utilização podem ser divididas em quatro grandes grupos de acordo com o formato e o grau de processamento ao quais os materiais tenham sido submetidos em:

Formas de utilização dos materiais de construção

Agregados – brita, pedrisco, areia, e seixos.

Blocos – proteção de talude, encostas e porto marítimos, na forma de enrocamentos, muros de arrimo.

Placas – revestimento, de paredes e pisos.

Matéria prima – cerâmica, cal e cimento.

Com relação às rochas, as formas clássicas de extração são blocos, placas e brita; os sedimentos e solos são utilizados na forma de materiais de empréstimo (areia, cascalho, argila e solo).

As rochas como materiais de construção

Agregados

São materiais granulares sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades adequadas para o uso em obras de engenharia civil. São denominados **naturais** aqueles extraídos diretamente na forma de fragmentos, como areia e pedregulho e, **artificiais** os que passam por processos de fragmentação como pedra e areia britadas.

As rochas como materiais de construção

Pedras de Revestimento

As pedras de revestimento são componentes de construção, com formas e geometrias, em geral, regulares, que se destinam ao embelezamento das edificações, além de lhes propiciar funcionalidade.

As rochas como materiais de construção

Agregados

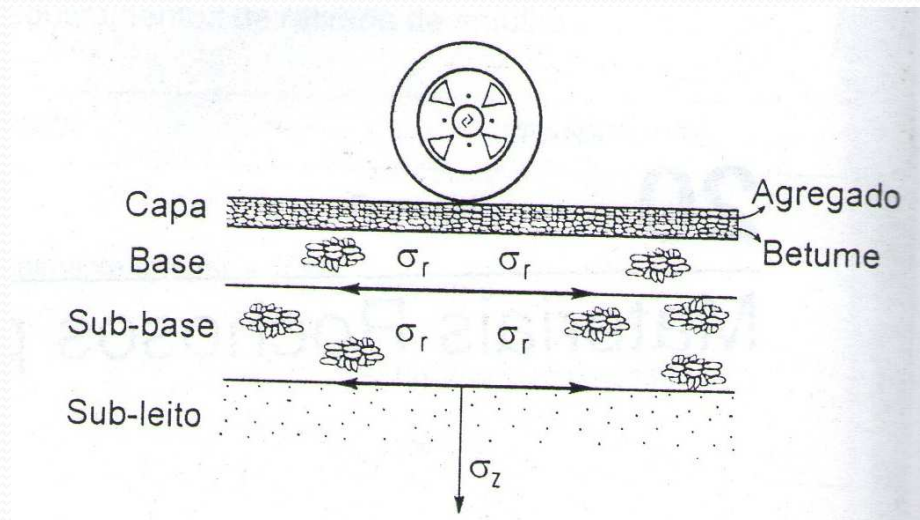
Nas obras de engenharia podem ter seus fragmentos unidos por ligantes, como nos concretos (hidráulico e betuminoso) sem ligante, como em lastro de ferrovias, filtros e enrocamentos.

As rochas como materiais de construção

Concreto hidráulico é um produto originado da mistura em proporções convenientes, de agregado (gráúdo e miúdo), cimento e água. A mistura deve ter plasticidade adequada para facilitar o manuseio e o lançamento em fôrmas e ao longo do tempo, adquirir coesão e resistência mecânica.

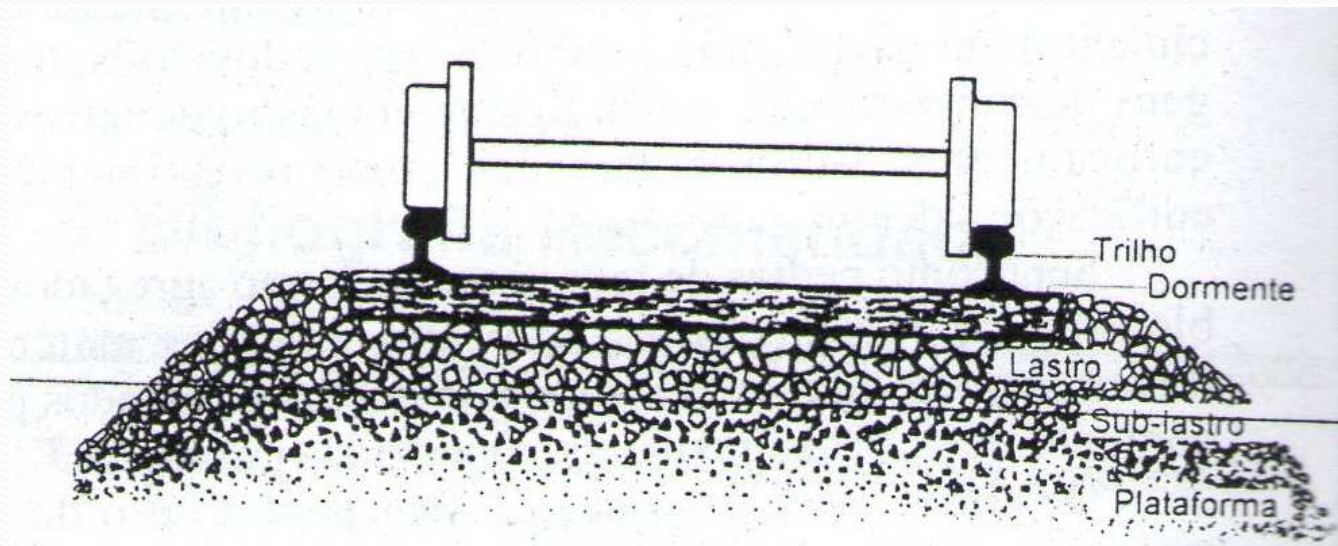
As rochas como materiais de construção

Concreto betuminoso é um produto originado da mistura de agregados e betume, destinado ao uso, principalmente, de pavimentos, onde são requeridas coesão, flexibilidade e resistência.



As rochas como materiais de construção

Lastro de ferrovia é um corpo granular, com distribuição granulométrica conveniente, sobre o qual se assentam os dormentes, que por sua vez suportam os trilhos.

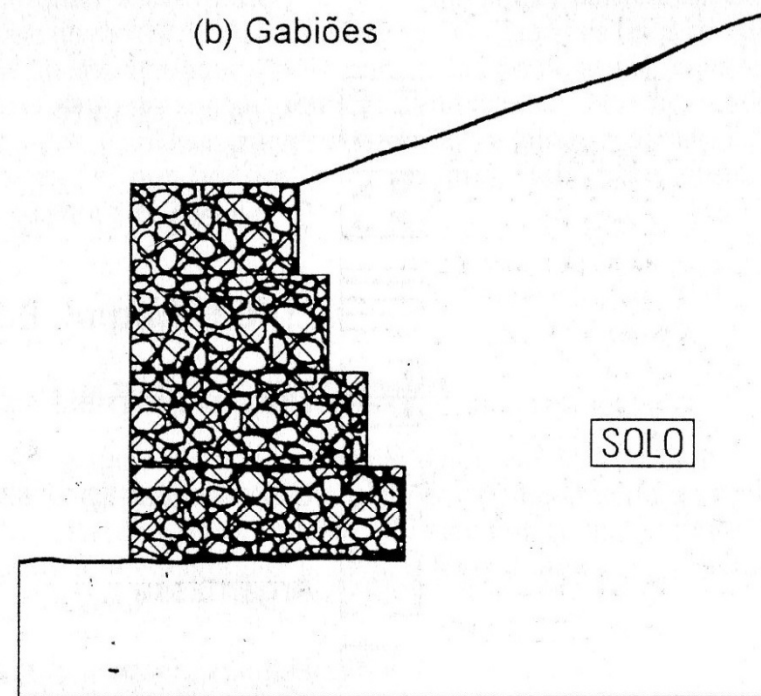
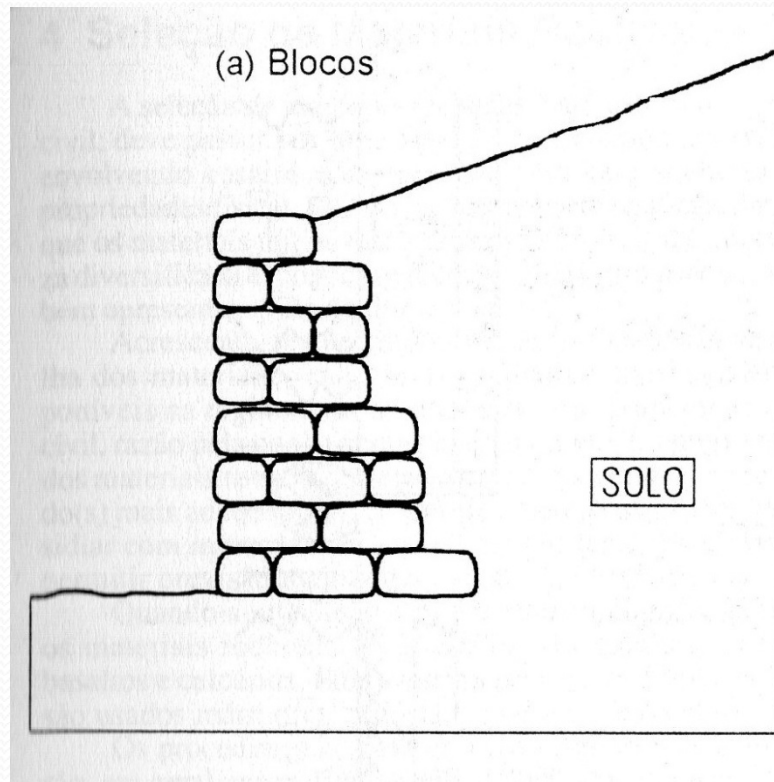


As rochas como materiais de construção

Enrocamento é um corpo granular, com distribuição granulométrica conveniente, no qual os agregados exercem as seguintes funções:

- compor o maciço da barragem de núcleo de terra.
- compor muros de arrimo para estabilização de taludes, gabiões (pedras acondicionadas gaiolas metálicas).

As rochas como materiais de construção



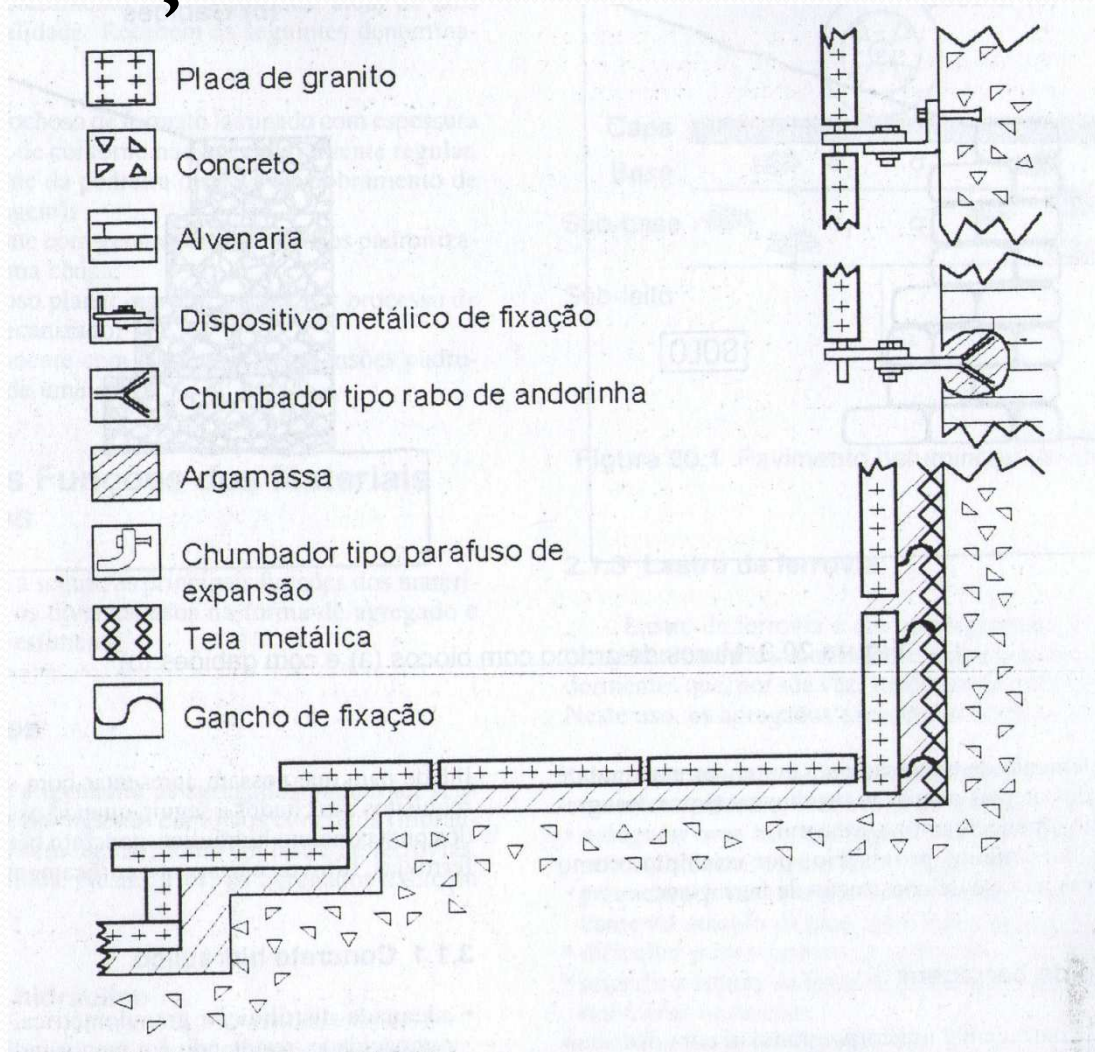
Muros de arrimo com blocos(a) e gabiões(b)

As rochas como materiais de construção

Pedras de revestimento

As pedras de revestimento servem de elemento durável e decorativo verticais de exteriores e interiores de piso de edificações.

As rochas como materiais de construção



Processos de revestimento de uma edificação com placas de rocha

As rochas como materiais de construção

Mármore – podem apresentar grande variedade de cores e padrões, tendo como formas clássicas de utilização o uso em revestimento de piso de paredes e o uso em esculturas.

Quartzito – utilizado geralmente na forma de placas para calçamento, pois é anti-derrapante e apresenta grande rendimento e fácil substituição, além de ser bom isolante térmico.

As rochas como materiais de construção

Gnaisses – quando apresenta pouca mica podem ser usados em revestimento, em locais onde existe escassez de outro tipo de rocha com boa resistência à compressão, costuma a ser utilizado como agregado e como lastro de rodovia.

Calcários – apresentam bom polimento e brilho natural intenso, além de serem geralmente macios o que o torna bons materiais para revestimento e para esculturas

As rochas como materiais de construção

Ardósia – o fato de apresentarem superfícies muito lisas e bastante leveza (além da beleza natural) faz com que as ardósias apresentem diversas formas de utilização tais como pisos, sanitários, losas, mesas de bilhar e telhas.

Arenitos – quando apresentam certa dureza podem ser utilizadas para revestimento e como “petit-pavé”.

As rochas como materiais de construção

Granitos – muito bom para quase todo tipo de utilização, porém seu alto preço faz com que seja utilizado principalmente como pedra para revestimento. Apresentam grande variedade de cores e englobam, em sua caracterização comercial, outro tipo de rochas utilizadas em revestimento tal como os gabros, dioritos, riolitos, sienitos, andesitos e outros. Todos conhecidos sob denominação comercial de “granitos”.

As rochas como materiais de construção

Basalto – excelente para utilização na forma de agregado ou “petit-pavé”, sua caracterização comercial costuma incluir os diabásios.