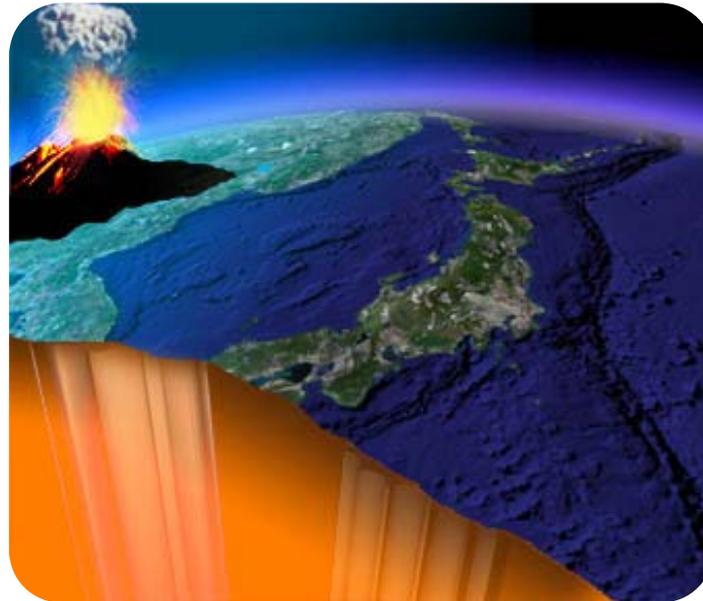


Introdução: GEOLOGIA



Vídeos:

Tempos Geológicos

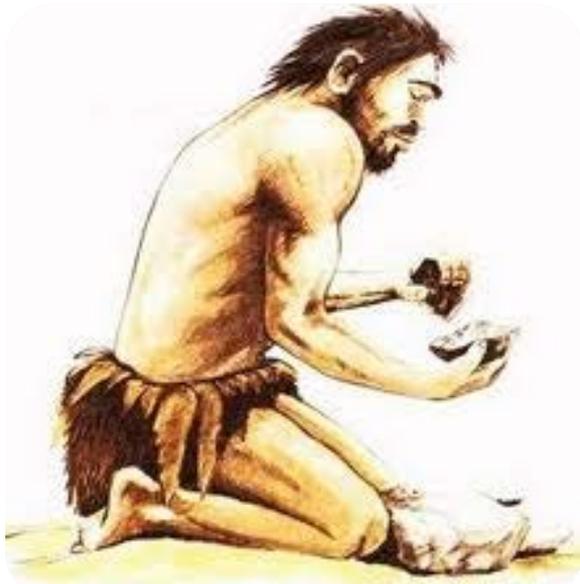
<https://www.youtube.com/watch?v=kTxuwPcrGig>

Formação e Camadas da Terra

<https://www.youtube.com/watch?v=VjKwFkXSj2g>

Geologia para Engenheiros

Surge da necessidade do ser humano de conhecer os processos naturais que o cercam de maneira a facilitar sua integração com o meio ambiente para extrair dele os materiais necessários ao seu cotidiano.





Importância da Geologia para a Eng. Civil

Importância para a Eng. Civil

O simples fato de que toda obra de engenharia civil está sempre, no todo ou em parte, em contato com rochas ou solos é argumento mais que suficiente para mostrar a importância de facilitar a sua atuação profissional.



Condições geológicas

O conhecimento das condições geológicas de uma área na qual se pretenda implantar uma obra de engenharia ...

- possibilita a redução de custos e prazos de entrega
- facilita o acesso a materiais de construção
- favorece a utilização de menores coeficientes de segurança
- cria a possibilidade de prevenção e correção de quaisquer problemas de estabilidade que possam vir a ocorrer

Dentre as condições geológicas específicas de interesse para engenheiro civil pode se citar:

- composição e propriedade dos solos
- composição e descontinuidades das rochas
- condições de águas subterrâneas
- condições de relevo
- materiais de construção presentes e suas propriedades
- características de estabilidade dos terrenos
- condições de desmonte e escavação dos terrenos

Minerais



Vídeo:

Minerais e Rochas

<https://www.youtube.com/watch?v=tYj4pHw3HI0>

Mineral

“Elemento ou composto químico de ocorrência natural, com estrutura e composição química definidas, formado a partir de processos inorgânicos”.

Estudo dos minerais

- Mineralogia (relativamente recente)
- 5.000 anos – pedras preciosas e fundição de metais.
- Sílex



Minerais

- mais de 1.500 espécies
 - maioria ocorrência muito restrita
- os mais frequentes na Litosfera representam um grupo bastante pequeno
- os de interesse para a Eng. Civil representam um grupo menor ainda.

Importância dos Minerais

- Como constituintes básicos das rochas, e conseqüentemente da Litosfera.
- Presentes em praticamente todos os ramos da atividade humana e possuem muitas utilidades.

Importância dos Minerais

- Mais de 50% dos materiais utilizados pelo ser humano são derivados ou obtidos diretamente de espécies minerais.

Importância dos Minerais

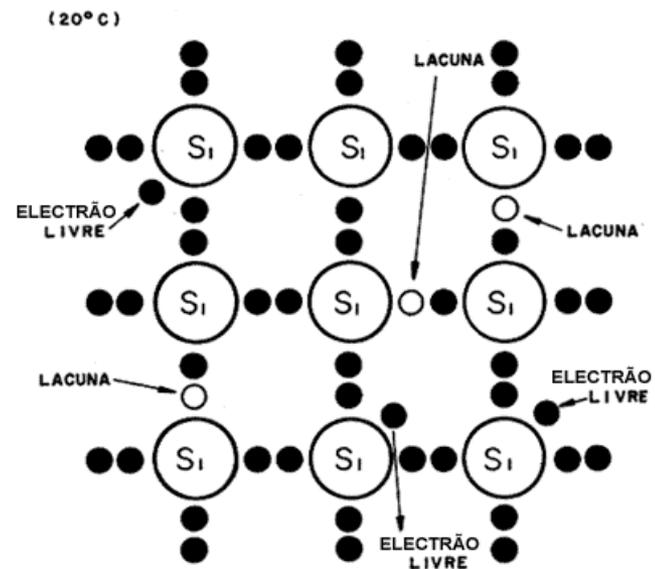
- Todos os setores da indústria de transformação:
 - em grande parte das indústrias de bens de consumo,
 - e na maior parte das indústrias extrativas.

Importância para a Eng. Civil

- Os minerais estão quase sempre presentes através de sua:
 - interação direta com as obras (por serem constituintes básicos de rochas, solos e sedimentos) ;
 - participação como materiais de construção.

Estrutura dos Minerais

- Possuem uma estrutura definida
- Baseada na estrutura cristalina
 - arranjo interno ordenado dos átomos que compõem o mineral



Estrutura dos Minerais

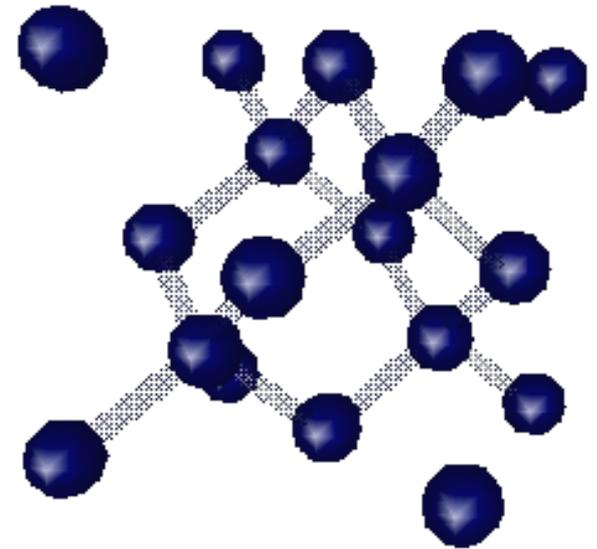
- Esta estrutura cristalina é típica da espécie mineral e controla muitas de suas propriedades.

Quartzo - Dióxido de Silício



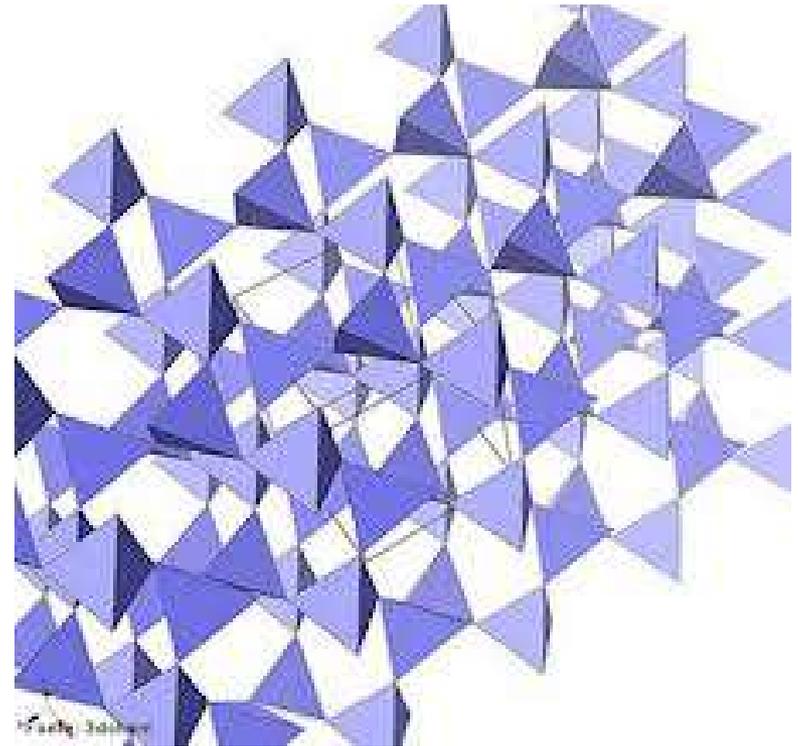
Estrutura cristalina

- Arranjo ordenado baseado na repetição de uma base estrutural morfológicamente constante e que obedece a “leis de crescimento” que fazem com que estas células básicas se associem sempre da mesma maneira.



Estrutura cristalina

- Estas unidades se dispõem em um retículo tridimensional definido por três direções e pelas distâncias ao longo das quais o “desenho” é repetido.



Propriedades dos minerais

- São decorrentes da composição química ou da estrutura cristalina dos minerais.
- Podem ser usadas (em conjunto) como critérios diagnósticos para identificação.
- Dividem-se em três grupos:
 - não dependentes da luz
 - dependentes da luz
 - elétricas e magnéticas

Propriedades:

Não dependentes da luz

- Clivagem
- Fratura
- Dureza
- Habito

clivagem

Propriedade que certa espécie mineral possui de se romper produzindo superfícies lisas, sempre paralelas aos seus planos de crescimento, dependendo portanto da estrutura interna do mineral.



fratura

Maneira pela qual o mineral se rompe quando isto não se dá ao longo de planos de clivagem. Normalmente são superfícies irregulares.

Os tipos mais comuns são:

- conchoidal
- fibrosa ou estilhaçada
- serrilhada
- irregular

dureza

Resistência ao risco apresentada pela espécie mineral, dependendo da estrutura do mineral e variando de acordo com a estrutura considerada.

“Escala de Dureza de Mohs”

- 1 – Talco
- 2 – Gipsita
- 3 – Calcita
- 4 – Fluorita
- 5 – Apatita
- 6 – Ortoclásio
- 7 – Quartzo
- 8 – Topázio
- 9 – Corindon
- 10 – Diamante

habito

Refere-se à forma do cristal da espécie mineral (quando esta apresenta cristais bem desenvolvidos) e é função da estrutura cristalina dos minerais.



Propriedades:

Dependentes da luz

- Brilho
- Cor
- Traço
- Pleocroismo
- Iridescência
- Luminescência

brilho

Definitivo como a aparência geral do mineral à luz refletida, sendo caracterizado subjetivamente como:

- Vítreo
- Resinoso
- Nacarado
- Gorduroso
- Sedoso
- Adamantino
- Ceroso
- Matálico

cor

Diz respeito à cor natural do mineral, devendo-se considerar condições particulares (tais como inclusões e aquecimento) que podem alterá-la.

traço

Caracterização pela cor do pó finge que a mineral deixa sobre a superfície que o riscou. Normalmente utiliza-se uma placa de porcelana para o teste do traço dos minerais.



Limonite (amarelo-acastanhado)



Hematite

pleocroísmo

Propriedade que algumas espécies minerais têm de apresentar diferentes cores conforme a direção cristalográfica na qual são observadas.



iridescência

Propriedade que certos minerais possuem de mostrar uma série de cores na sua superfície ou interior quando girados à luz.

Geralmente é devida à existência de fraturas no mineral.

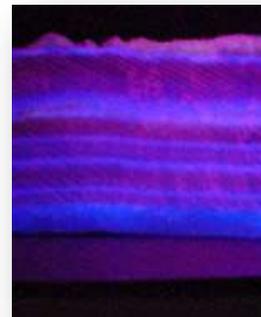
Bastante comum nos minerais de brilho metálico.



luminescência

Qualquer emissão de luz efetuada por um mineral que seja consequência de seu aquecimento (termoluminescência) ou esfregação (triboluminescência).

De acordo com o seu tipo os minerais podem ser classificados em fluorescentes (a luminescência cessa quando cessa a causa) e fosforescentes (quando ela perdura após ter cessado a causa).



Propriedades:

Elétricas e Magnéticas

- Piroeletricidade
- Piezoeletricidade
- Magnetismo

pieleletricidade

Propriedade que certos minerais possuem de transmitir eletricidade quando sujeito à aquecimento.

piezoeletricidade

Propriedade dos minerais que transmitem corrente elétrica quando sujeitos à **pressões** adequadas.

magnéticos

São denominados magnéticos os minerais que em seu estado natural possuem a capacidade de orientar o ímã.

Classificação dos Minerais

Baseia-se em sua composição química.

As classes minerais são agrupadas de acordo com certos radicais químicos, sendo possível a definição de 12 classes.

A maior e mais importante é a dos Silicatos.

Classificação dos Minerais

As doze classes minerais são:

1. Elementos Nativos
2. Sulfetos
3. Sulfossais
4. Óxidos
5. Haloides
6. Carbonatos
7. Nitratos
8. Boratos
9. Fostatos
10. Sulfatos
11. Tungstantos
12. **Silicatos**

Silicatos

- maior classe minerais (fato que é decorrência, como já vimos, de serem O e Si os elementos químicos mais freqüentes na crosta terrestre)
- inclui todos os minerais que possuem em sua composição o radical silicato (SiO_2)
- representa cerca de 90% dos minerais mais frequentes no planeta e quase a totalidade dos que interessam à engenharia civil

Silicatos

Por tratar-se de uma classe muito extensa, ela é subdividida em grupos de acordo com a sua estrutura cristalina:

- Nesossilicatos
- Sorossilicatos
- Ciclossilicatos
- Inossilicatos
- Filissilicatos
- Tectossilicatos

Minerais mais frequentes em rochas, solos e sedimentos

Feldspato	Quartzo	Anfibólios
Micas	Olivina	Calcita e Dolomita
Hematita	Magnetita	Argilominerais

Argilominerais

São silicatos hidratados de forma laminar, apresentando em partículas de dimensões tão diminutas que sua identificação só é possível através de métodos especiais (como microscópio eletrônico).

Dividem-se em 3 grupos conforme sua estrutura:

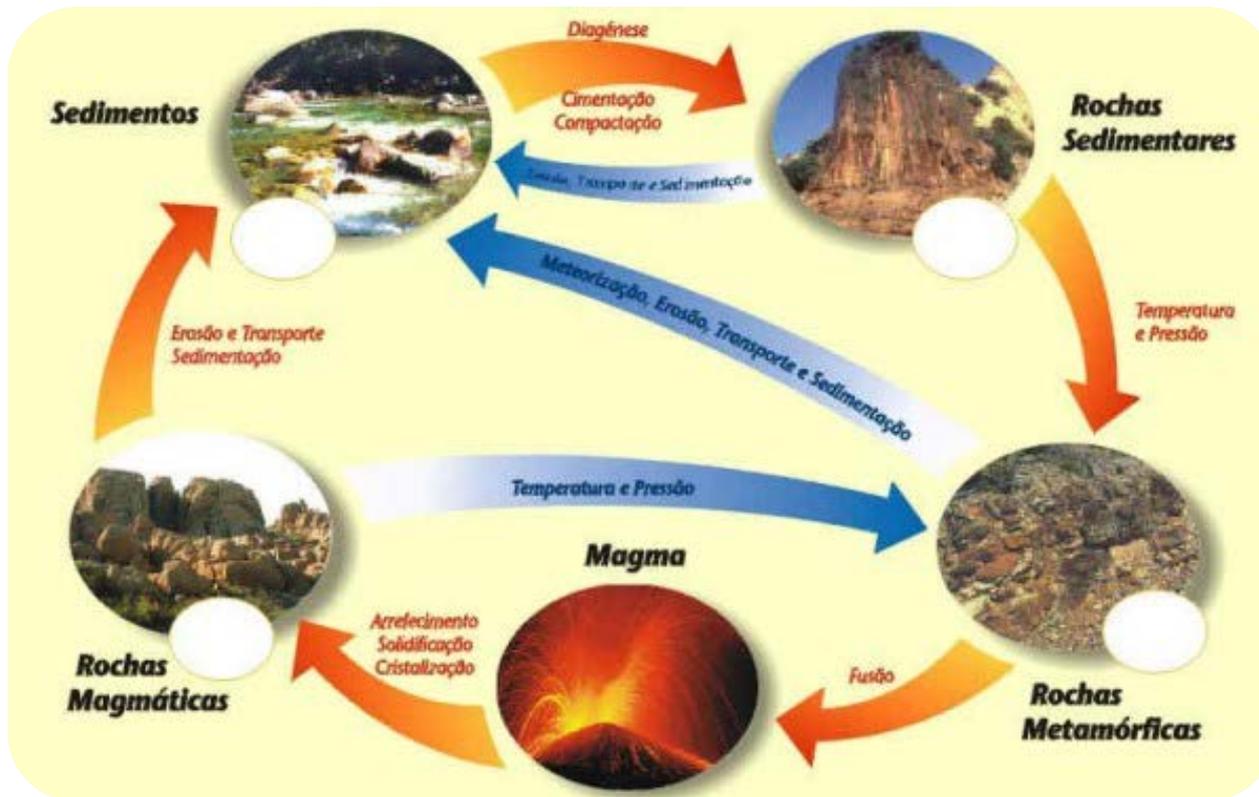
- Grupo de Caulinita
- Grupo da Ilita
- Grupo das Cloritas

Chaves de Classificação

Constituem um dispositivo prático para a determinação rápida de qualquer mineral, baseada em suas propriedades diagnósticas.

Sua utilização se dá na forma de “árvore-lógica”, permitindo que se identifique a espécie mineral com base em propriedades de fácil reconhecimento.

Rochas



Rochas

- São os constituintes básicos da litosfera e controlam fatores naturais importantes para a vida humana, como:
 - a topografia,
 - as condições de fertilidade dos solos,
 - a disponibilidade de matérias-primas para muitos ramos da atividade econômica humana.

Definição

“Rochas são agregados naturais de uma ou mais espécies minerais.”

Estes agregados minerais são classificados, de acordo com sua origem, em 3 grupos:

- rochas magmáticas
- rochas sedimentares
- rochas metamórficas

Rochas Magmáticas



Rochas Magmáticas

- Rochas provenientes da consolidação do magma.
- Magma
 - “fluidos superaquecidos compostos de silicatos, fosfatos, água e gases, com temperaturas variando entre 500 e 1.200°C e que tem sua origem nas camadas profundas da terra”.

Rochas magmáticas = rochas ígneas = rochas primárias

Tipos de atividades ígneas

- São diferenciadas de acordo com a posição na qual se dá o resfriamento e a consolidação do magma.
- Esta atividade pode ocorrer de duas maneiras:
 - 1) a consolidação do magma ocorre na superfície
 - 2) a consolidação do magma ocorre em profundidade (no interior do planeta)

Consolidação do magma na superfície

- neste caso são denominadas vulcânicas ou extrusivas

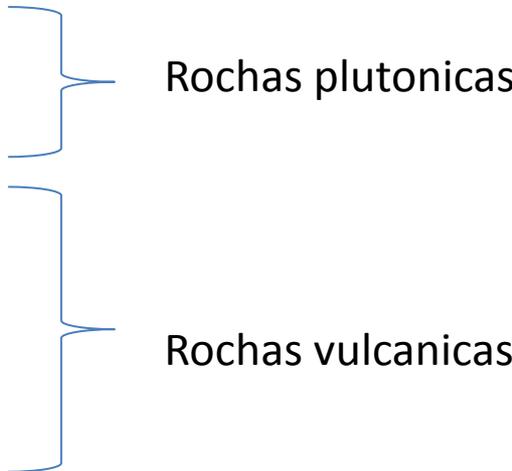
Consolidação do magma em profundidade

- as rochas são denominadas intrusivas ou plutônicas

Caracterização da rochas magmáticas

- Preferência por métodos que possibilitem uma caracterização mais rápida, através:
 - da textura
 - e da composição

Textura

- Organização interna, sendo definida a partir do arranjo dos grãos minerais que integram a rocha.
 - Em rochas magmáticas existem 5 tipos de texturas mais comuns:
 - porfirítica
 - fanerítica
 - afanítica
 - vítrea
 - vesicular
- 
- The diagram uses blue brackets to group the five texture types into two categories. The first bracket groups 'porfirítica' and 'fanerítica' under the label 'Rochas plutonicas'. The second bracket groups 'afanítica', 'vítrea', and 'vesicular' under the label 'Rochas vulcanicas'.
- | | | |
|---------------|---|-------------------|
| – porfirítica | } | Rochas plutonicas |
| – fanerítica | | |
| – afanítica | } | Rochas vulcanicas |
| – vítrea | | |
| – vesicular | | |

Composição mineralógica

- Depende:
 - do tipo de atividades magmática da qual elas derivam
 - das condições de cristalização do magma que lhe deu origem.
- Sequência de cristalização dos minerais varia de acordo com sua complexidade estrutural e a disponibilidade de sílica (SiO_2) no magma.
 - “Série de Cristalização de Bowen”

Série de Cristalização de Bowen

- Apresenta ordem crescente de complexidade estrutural e disponibilidade de sílica no magma.
 - minerais formados no início da série apresentam:
 - baixa complexidade estrutural
 - altas percentagens de Fe, Mg, Ca e Na
 - minerais formados no final da série apresentam:
 - maior complexidade estrutural
 - altas percentagens de Si e Al

Série de Cristalização de Bowen

SÉRIE DESCONTINUA

SÉRIE CONTINUA

↑% de Fe, Mg, Ca e Na



↑% de Si e Al

OLIVINA

PIROXÊNIOS

ANFIBÓLIOS

BIOTITA

BYTOWNITA

ALBITA

K - FELDSPATOS

QUARTZO



Composição mineralógica

- Quanto a mineralogia as rochas magmáticas não apresentam grandes variações composicionais.
- Os minerais essenciais são geralmente:
 - Feldspatos
 - Quartzo
 - Piroxênios
 - Anfibólios
 - Micas

Classificação

Baseada na mineralogia:

- divide as rochas magmáticas em três grupos de acordo com sua mineralogia básica (tendo como base a cor da rocha):
 - Leucocráticas: rochas claras, ricas em silicatos de cores claras como feldspatos, quartzo e micas brancas.
 - Melanocráticas: rochas que apresentam uma composição rica em minerais de cores escuras como piroxênios, anfibólios e micas escuras.
 - Mesocráticas: rochas com composição mineralógica e cores intermediárias a estes dois grupos.

Classificação

Baseada na composição química:

- o critério é a percentagem em sílica, que possibilita evidência razoável com relação à origem da rocha. Dentro deste enfoque são classificadas em:

CLASSIFICAÇÃO	% de Si O₂
Ácidas	> 65%
Intermediárias	52 – 65%
Básicas	45 – 52%
Ultrabásicas	> 45%

Identificação

- Como as rochas magmáticas possuem mineralogia típica, a composição mineralógica é o melhor critério para se identificar estas rochas.
- mineralogia x textura
 - possibilita o uso de tabelas de identificação de rochas magmáticas que podem ser bastante úteis quando se pretende uma identificação rápida da rocha.

Rochas magmáticas: GRANITO

- composto principalmente por feldspato, quartzo e micas
- é a rocha magmática mais comum, sendo o constituente rochoso mais comum da crosta terrestre
- apresenta texturas fanerítica e porfirítica
- conforme sua mineralogia é uma rocha ácida
- utilizada normalmente como material de revestimento possuindo cores variadas

Rochas magmáticas: GRANITO



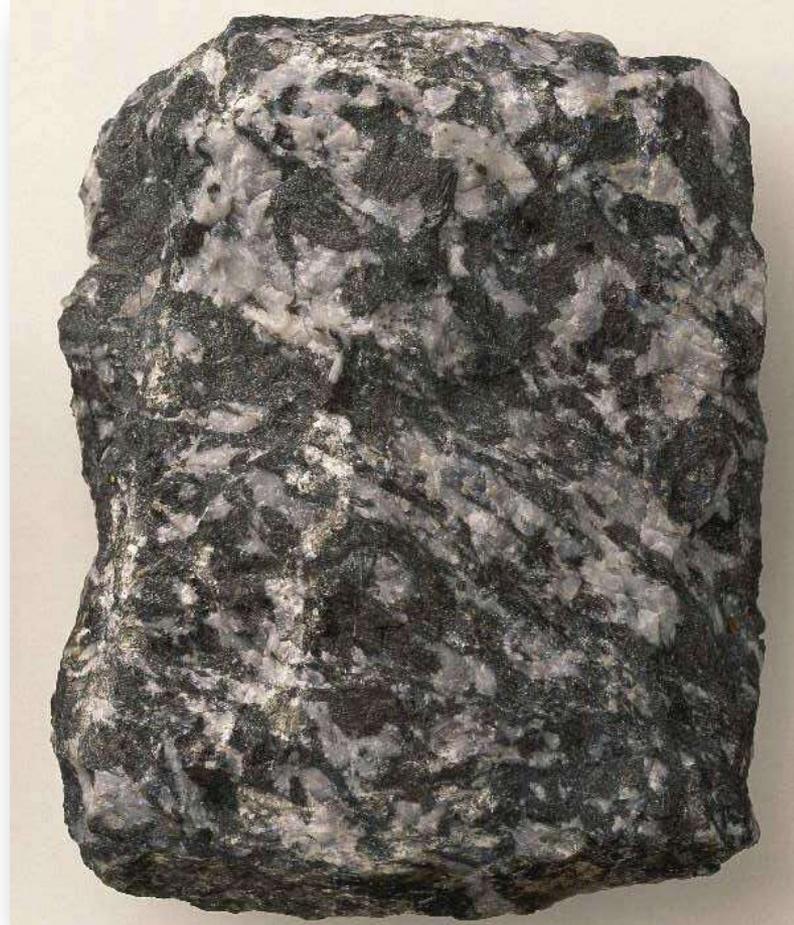
Rochas magmáticas: SIENITO

- composto de feldspatos, anfibólios, piroxênios e micas
- classificado como rocha intermediária, ocorrendo em regiões de vulcanismo antigo e apresentando textura porfirítica ou fanerítica
- assim como o granito, é frequentemente utilizado como material de revestimento, devido à beleza de suas cores amarelas ou avermelhadas

Rochas magmáticas: GABRO

- rochas básicas plutônicas compostas por piroxênios e feldspatos, podendo ainda apresentar olivina e anfibólios em sua composição
- apresenta normalmente textura fanerítica
- suas cores escuras (verdes à pretas) fazem com que seja bastante utilizado para revestimento, podendo também ser usado como agregado para pavimento asfáltico.

Rochas magmáticas: GABRO



Rochas magmáticas: PERIDOTITO

- intrusiva ultrabásica composta de olivina e piroxênios (podendo conter percentagens apreciáveis de magnetita)
- possuem normalmente textura fanerítica

Rochas magmáticas: PERIDOTITO



Rochas magmáticas: DIABÁSIO

- intrusiva básica
- constituída essencialmente por piroxênios e feldspatos de Ca
- apresentam predominantemente textura fanerítica fina
- muito utilizados como agregados

Rochas magmáticas: BASALTO

- vulcânica básica, típica de derrames
- apresenta textura normalmente afanítica
- além da textura afanítica são frequentes as texturas vesiculares e amigdalóide
- composição rica em feldspatos de Fe e Mg
- muito utilizado como agregado

Rochas magmáticas: **BASALTO**



Importância para a Eng. Civil

1. Com relação à composição mineralógica as rochas ígneas normalmente não apresentam grandes problemas para a engenharia civil quando não alteradas.

Importância para a Eng. Civil

2. Quando alternadas ou em estágio inicial de alteração, é preciso que se tome cuidado com os produtos de alteração dos minerais ferro-magnesianos, presentes principalmente nas rochas básicas, que podem dar origem à argilominerais expansivos.

Importância para a Eng. Civil

3. No que diz respeito a textura é importante que se tenha cuidado com as rochas de texturas porfiríticas (devido à menor resistência dos profiroblastos) e vesicular (pois as vesículas podem estar preenchidas por minerais plásticos ou expansíveis).

Importância para a Eng. Civil

4. Com relação às estruturas (descontinuidades provocadas por esforços sofridos pela rocha) é necessário um bom conhecimento de sua orientação já que as mesmas podem representar superfícies potenciais de instabilidade.

Rochas Sedimentares



Rochas Sedimentares

Tipo rochoso derivado de outras rochas, depositado na forma de fragmentos ou precipitado quimicamente, que devido a seu lento processo de deposição pode apresentar estruturas planares horizontais.

Origem

Na fragmentação ou dissolução de outros tipos rochosos, transporte destes fragmentos ou íons por meio de soluções, e sua deposição ou precipitação em ambientes favoráveis.

Origem

Assim como as rochas magmáticas, as rochas sedimentares necessitam de condições específicas para sua formação.

Estes ambientes normalmente incluem a existência de água e de condições físicoquímicas particulares.

Origem

Os ambientes de formação das rochas sedimentares podem ser divididos grosseiramente em:

fluvial	lacustre	marinho
desértico	lagunar	litorâneo
deltaico	de talus	de plataforma

Origem

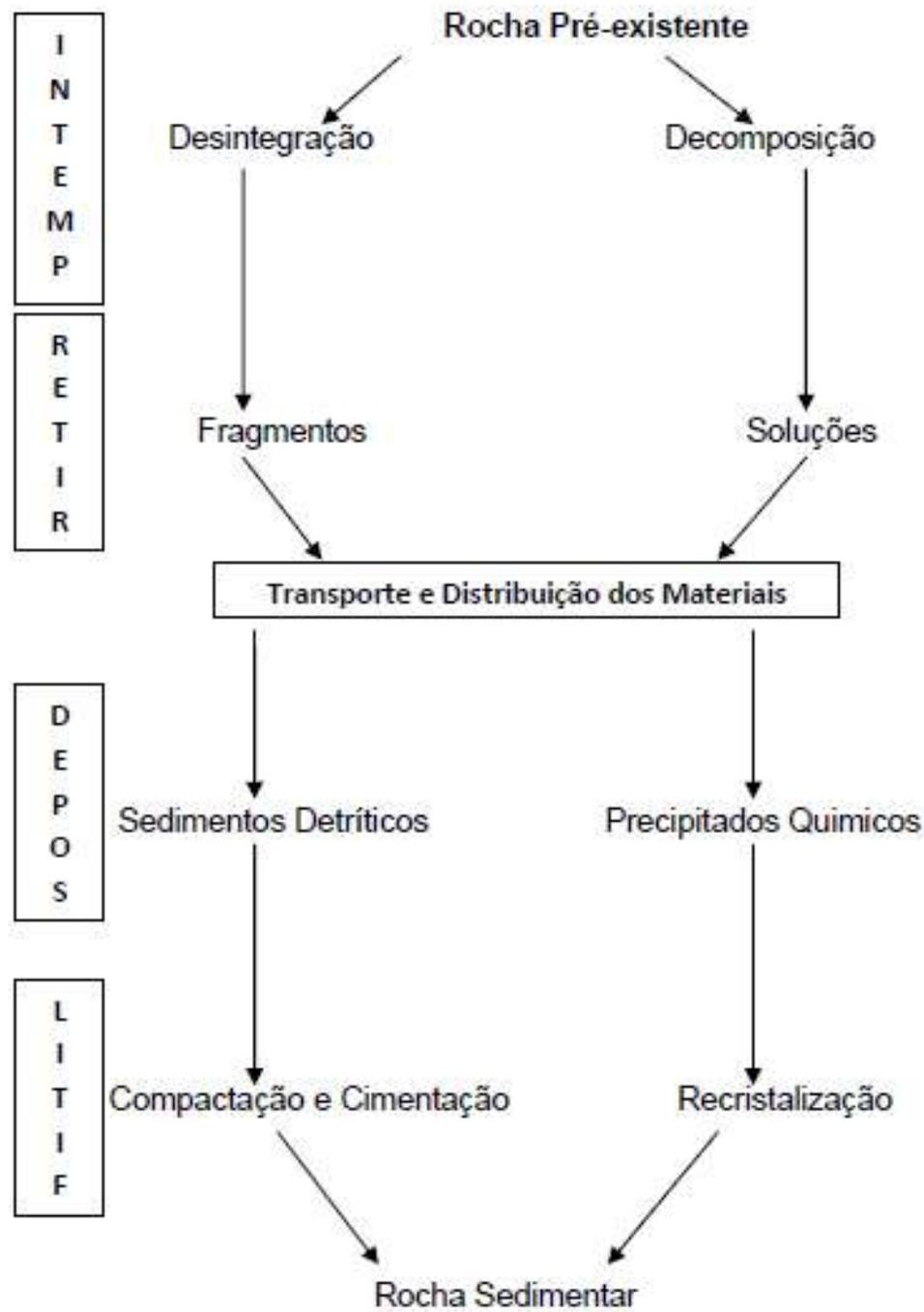
Os processos de gênese das rochas sedimentares estão ligados aos processos de dinâmica externa do planeta.

(ao contrário das atividades ígneas e metamórficas que estão associadas aos processos de dinâmica interna da terra)

Processos

Os processos de formação das rochas sedimentares são:

- (1) processos de intemperismo
(fragmentação das rochas e alteração de sua composição química);
- (2) processos de retirada destes materiais alterados;
- (3) processos de transporte destes materiais;
- (4) processos de deposição dos mesmos sob condições físicoquímicas favoráveis;
- (5) processos de litificação
(transformação destes materiais soltos em rochas).



Mineralogia das rochas sedimentares

Como os minerais presentes nas rochas sedimentares passaram por processos de fragmentação e alteração química, apenas os mais resistentes escaparam da destruição total.

Portanto, as rochas sedimentares apresentam um pequeno número de espécies minerais.

Mineralogia das rochas sedimentares

Apenas alguns minerais resistem com sua estrutura e composição química intactas.

Os outros minerais quando sujeitos a estes processos se modificam e passam a constituir novos minerais denominados “neoformados”.

Os neoformados são estáveis sob as novas condições reinantes.

Mineralogia das rochas sedimentares

Pode-se diferenciar a mineralogia das rochas sedimentares de acordo com os processos que lhes deram origem.

Mineralogia das rochas sedimentares

Se a rocha foi formada pela precipitação de soluções químicas ela deve apresentar uma estrutura maciça (onde é praticamente impossível a diferenciação entre grãos) e uma composição rica em carbonatos e/ou fosfatos.

Mineralogia das rochas sedimentares

Se a rocha tem sua gênese associada à deposição de fragmentos transportados podemos ter duas possibilidades:

Mineralogia das rochas sedimentares

1º se o transporte se deu por tração em meio fluido a rocha deve apresentar grãos maiores e uma mineralogia rica em minerais primários (vindos da rocha original e que resistiram aos processos de alteração)

Mineralogia das rochas sedimentares

2º se o transporte predominante for a suspensão em meio fluido a rocha deve apresentar grão de menor tamanho e riqueza em minerais neoformados.

Mineralogia das rochas sedimentares

A mineralogia básica das rochas sedimentares pode ser assim descrita:

quartzo, fragmentos de rochas, feldspato, micas, argilominerais, clorita, hematita, magnetita, calcita, apatita e dolomita.

Estruturas sedimentares

Uma característica diagnóstica das rochas sedimentares é a existência de estruturas típicas deste grupo de rochas.

Estas estruturas podem ser geradas tanto durante o processo de diagênese (conjunto de processos responsáveis pela origem das rochas sedimentares) **como** posteriormente.

Estruturas sedimentares

Estruturas mais comum:

- estratificação
- gradação granulométrica
- estruturas de ressecamento

Estruturas sedimentares

Estratificação:

Arranjo dos grãos em camadas superpostas de acordo com o ritmo de deposição, podendo ser de diversas formas de acordo com a posição das camadas (plano-paralelas, acanalada, e cruzada, entre outras).

A presença destas estruturas se deve ao fato dos sedimentos (fragmentos que dão origem as rochas sedimentares) se depositarem em camadas.

Estruturas sedimentares

Gradação Granulométrica:

Arranjo dos grãos minerais em camadas de acordo com sua dimensão, normalmente é função da diferença de peso ou de massa específica entre os diversos grãos e das condições de deposição.

A gradação pode ser normal (grãos maiores ou mais densos embaixo) **inversa** (quando os grãos menores ou menos densos se encontram nas camadas inferiores do pacote de sedimentos).

Estruturas sedimentares

Estruturas de Ressecamento:

Comuns nos sedimentos mais finos (raramente sendo preservada nas rochas), constituiu-se de estruturas retas de caráter vertical mostrando fragmentação e deslocamento entre os grãos vizinhos quando da perda d'água por parte do sedimento.

Classificação das rochas sedimentares

Classificação quanto a origem:

- Clásticas ou Detríticas
- Química
- Orgânicas

Classificação das rochas sedimentares

Clásticas ou Detríticas:

quando são provenientes do transporte e deposição dos sedimentos na forma sólida, incluindo minerais primários.

Classificação das rochas sedimentares

Clásticas ou Detríticas podem ser analisadas de acordo com a granulometria, a partir da seguinte tabela:

CLASSE	DIÂMETRO (mm)
Matacão	> 256
Bloco	64 - 256
Seixo	4 - 64
Grânulo	2 - 4
Areia Grossa	1/4 - 2
Areia Fina	1/16 - 1/4
Silte	1/256 - 1/16
Argila	< 1/256

Classificação das rochas sedimentares

Com base nesta escala granulométrica foi possível a definição dos tipos rochosos apresentados na tabela da página seguinte:

GRUPO	CLASSES GRANUL.	ROCHAS SESIM.	CARACTERISTICAS
Granulação Grosseira	Matacões, Blocos Seixos e Grânulos	Conglomerados	Frag. de Rocha numa matriz arenosa ou fina
Granulação Média	Areia Grossa à Fina	Arenitos	Predominância de quartzo
Granulação Fina	Silte	Siltito	= Arenitos
	Argila	Argilito ou folhelho	Argilo - minerais

Obs – a distinção entre argilito e folhelho pode ser feita com base em estruturas, enquanto os argilitos apresentam estruturas maciças, os folhelhos apresentam estratificação.

Classificação das rochas sedimentares

Química:

originadas à partir da cristalização de sais transportados em solução no seu estado dissociado e precipitante em condições fisicoquímicas favoráveis.

Classificação das rochas sedimentares

Orgânicas:

formadas a partir do acúmulo de restos vegetais e animais.

Em rochas sedimentares podem ser encontrados fósseis e seus resíduos orgânicos.



Identificação das rochas sedimentares

As rochas sedimentares costumam apresentar características diagnósticas que tornam bastante fácil a identificação dos diversos tipos.

Além das estruturas anteriormente citadas uma outra característica das rochas sedimentares comumente utilizada em suas identificação é a **textura**.

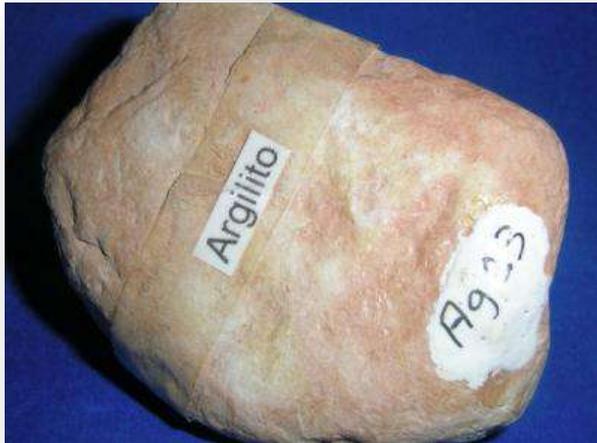
Identificação das rochas sedimentares

Texturas mais comuns:

- **Detrítica** (existe a possibilidade de identificação e individualização dos grãos presentes na rocha, é característica das rochas clásticas)
- **Cristalina** (textura típica das rochas sedimentares químicas, se caracteriza pelo aspecto brilhante e pela dificuldade em se individualizar os grãos minerais)
- **Esferoidal ou oolítica** (presença de partículas de formas circulares resultantes da cristalização de substâncias numa forma radial, é característica das rochas)

Rochas sedimentares: ARGILITO e FOLHELHO

Rochas sedimentares detríticas nas quais predomina a fração argila, apresentando normalmente colorações escuras devido à presença de matérias orgânicas. A diferenciação entre os dois tipos pode ser feita através de estruturas, enquanto o argilito apresenta estrutura maciça (designação utilizada para a ausência de estrutura), o folhelho apresenta estratificação. Sua mineralogia é rica em micas, clorita e argilominerálias.



Rochas sedimentares: SILTITO

Rocha clástica que apresenta predominância da fração silte em sua composição, os grãos podem ser observados apenas com a ajuda de uma lupa, apresentando uma mineralogia rica em argilominerais e fragmentos diminutos de quartzo e feldspato.



Rochas sedimentares: ARENITO

Rocha sedimentar detrítica na qual predomina a fração areia, comumente apresenta estratificação ou gradação granulométrica, apresentando uma composição rica em quartzo, micas, feldspato e pequenos fragmentos de rocha.



Rochas sedimentares: CONGLOMERADO

Rochas sedimentar clástica que apresenta alta percentagem de grão de tamanho grosseiro (maior que grânulo) e uma mineralogia rica em fragmentos de rochas.



Rochas sedimentares: BRECHA

Apresenta as mesmas características básicas do conglomerado, porém difere-se deste por apresentar grãos angulosos (enquanto no conglomerado eles são arredondados).



Rochas sedimentares: CALCÁRIO

Rocha sedimentar química de textura cristalina e granulação fina, rica em minerais CaCO_3 e MgCO_3 podendo conter quantidades apreciáveis de argila.



Rochas sedimentares: EVAPORITO

Rocha sedimentar química de textura comumente esferoidal ou cristalina, rica em minerais halóides, proveniente da cristalização de sais marinhos.



Rochas sedimentares: SÍLEX

Rocha sedimentar química, de textura cristalina, proveniente da precipitação de sílica coloidal.



Importância para a Eng. Civil

Com relação à estabilidade dos terrenos as rochas sedimentares só representam problema quando se trata de sedimentos com forte contribuição de matéria orgânica.

Por apresentar uma mineralogia quase toda composta por minerais estáveis e resistentes à alteração, estas rochas podem representar problemas apenas quando se trata de argilominerais expansíveis.

Importância para a Eng. Civil

Com relação às estruturas sedimentares é preciso que se tenha cuidado principalmente com aquelas de comportamento planar (como a estratificação) que podem ser planos de menor resistência da rocha e, por isso mesmo, planos potenciais de ruptura.

Importância para a Eng. Civil

Um aspecto interessante com relação as rochas sedimentares diz respeito as rochas químicas carbonáticas que quando sujeitas à ação de águas aciduladas podem desenvolver grutas e cavernas cujas instabilidade natural pode vir a comprometer obras situadas na superfície.

Dois exemplos interessantes destes fenômenos são as cidades de Cajamar (SP) e Sete Lagoas (MG).

Importância para a Eng. Civil

Outro aspecto interessante das rochas sedimentares para a engenharia civil diz respeito a materiais de construção (agregados, cimento, cal e pedra para revestimento), dos quais as rochas sedimentares são boa fonte.

Rochas Metamórficas



Rochas Metamórficas

Rochas geradas à partir das variações das condições de pressão e temperatura de outros tipos rochosos, sendo estas condições diferentes daquelas nas quais as rochas foram geradas anteriormente.

Metamorfismo

- Processo que envolve este conjunto de transformações sofridas pelas rochas metamórficas.
- Engloba todo o conjunto de transformações sofridas pelas rochas sob novas condições de P (pressão) e T (temperatura) (sem que as mesmas sofram fusão).

Portanto...

... as rochas metamórficas podem originar-se à partir de qualquer outro tipo de rocha (magmática, sedimentar ou até mesmo metamórfica), desde que elas sejam submetidas a novas condições de temperatura e pressão.

Metamorfismo

- As modificações de P e T que as rochas sofrem para que se tornem rochas metamórficas são devidas a processos naturais.
- Normalmente estas variações estão associadas a processos de atividade magmática ou processos de deformação das rochas.

Metamorfismo

Estas variáveis (pressão e temperatura) podem ter dois tipos de causa cada um delas:

- a pressão pode ser proveniente:
 - de esforços de deformação das rochas, ou
 - da ação de seu peso próprio.
- a variação de temperatura pode ser provocada:
 - por intrusões , ou
 - pela ação de fluidos quentes.

Metamorfismo

- O conjunto de transformações ocorridas nas rochas durante o processo de metamorfismo visa dar condições de estabilidade físico-química sob as novas condições reinantes.

Metamorfismo

Estas novas condições de equilíbrio podem ser obtidas através de dois processos básicos de modificações:

- na textura (arranjo interno dos cristais)
- na mineralogia

Metamorfismo

Estes processos porém podem ocorrer os dois ao mesmo tempo e se dar de diversas maneiras:

- cristalização da matéria amorfa
- retirada de água da composição dos minerais
- união de pequenos cristais
- reação entre minerais para formar um novo mineral
- reorientação de cristais das rochas
- ação de transportes de íons e elementos por soluções

Metamorfismo

Os tipos básicos de metamorfismo são:

- de contato
- geotermal
- cataclástico
- dinamotermal
- hidrotermal

Composição mineralógica

Podem apresentar uma mineralogia bastante variada uma vez que podem se formar à partir de todo tipo de rocha.

Composição mineralógica

Seus minerais essenciais formam um grupo bastante restrito assim como no caso das rochas magmáticas e sedimentares.

Composição mineralógica

Existe um grupo de minerais de ocorrência mais restrita que são típicos de rochas metamórficas.

Composição mineralógica

Os minerais presentes nas rochas metamórficas podem ser divididos em dois grandes grupos:

- **Minerais Essenciais:**

- feldspatos, piroxênios, anfibólios, quartzo, carbonatos e micas.

- **Minerais Típicos:**

- granada, epidoto, turmalina, cianita, estautolita, andaluzita, serpentina e talco.

Texturas e estruturas

Comumente (nas rochas ígneas e sedimentares) as feições textura e estruturas são bastante distintas e tem significados diferentes.

Nas rochas metamórficas elas se confundem uma vez que a textura (arranjo mineral interno) se reflete nas estruturas (feições de orientação mineral que são distinguíveis a olho nu).

Texturas e estruturas

Existe alguma confusão na denominação destas feições, ora denominadas texturas ora estruturas.

Para denominar estas feições englobam os seguintes tipos básicos:

- Foliação
- Xistosidade
- Clivagem

Texturas e estruturas

- Foliação:
 - qualquer tipo de orientação mineral em planos ou superfícies de rochas metamórficas.
- Xistosidade:
 - superfície gerada pela orientação de minerais planares (principalmente as micas).
- Clivagem:
 - orientação de pequenas partículas minerais de formas planares ou asciculares, de caráter eminentemente plano. Sua característica principal é a regularidade de seu comportamento plano.

Classificação

Normalmente apresentam feições bastante diferenciadas uma das outras, não constituindo grupos de rochas com mineralogias e estruturas típicas.

Classificação

Uma classificação coerente destas rochas (principalmente no que diz respeito ao interesse para a engenharia civil) é bastante difícil, existindo porém algumas tentativas de classificação baseadas em diferentes critérios.

Classificação

Classificação baseada:

- na presença de foliação
- na presença de xistosidade
- nas fácies metamórficos
- no tipo de metamorfismo

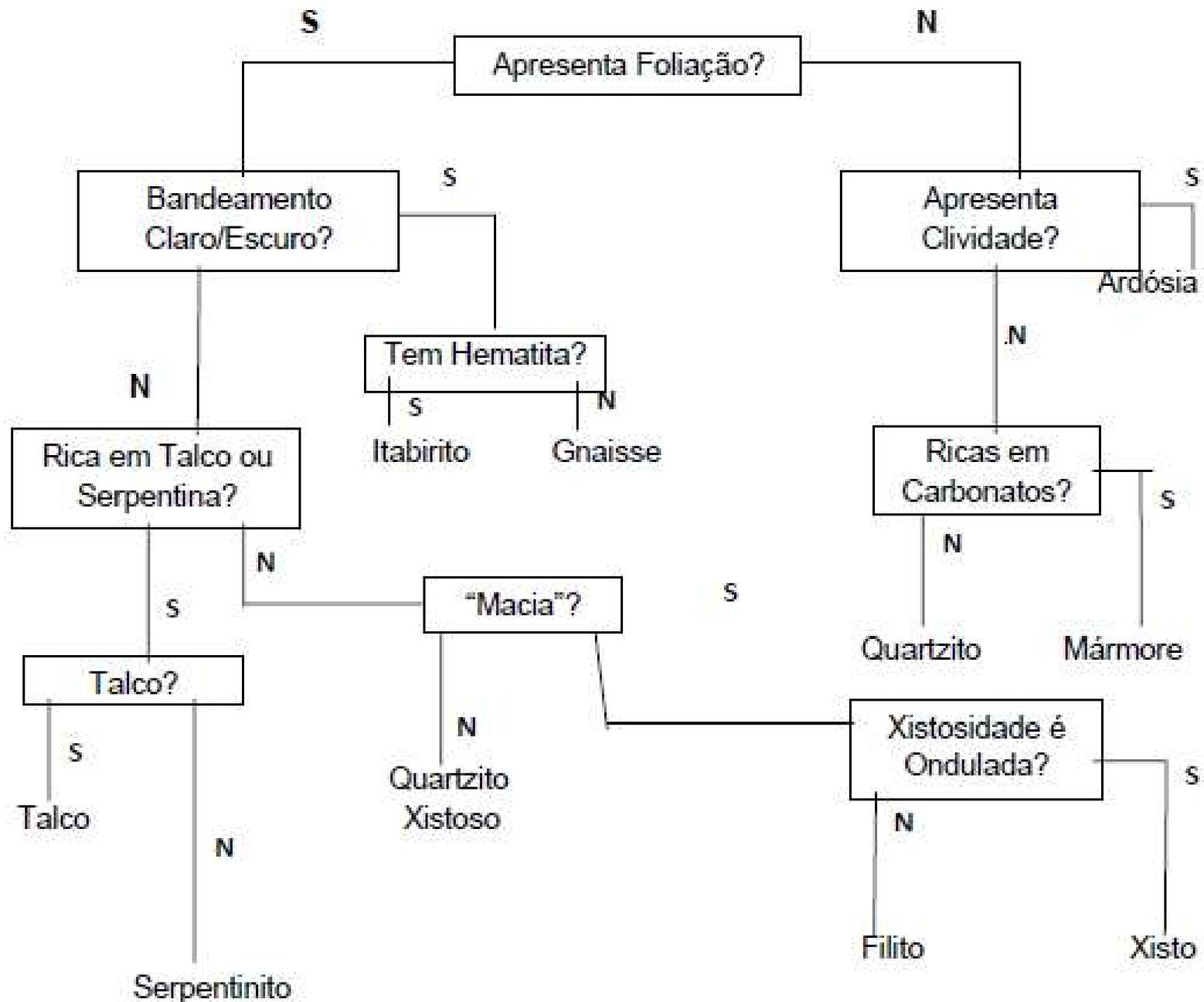
Identificação

Apesar de haverem tentativas de utilização de chaves de identificação para as rochas metamórficas, estas normalmente dependem de uma caracterização mineralógica precisa da rocha, a qual as vezes só é possível com o uso de microscópio.

Identificação

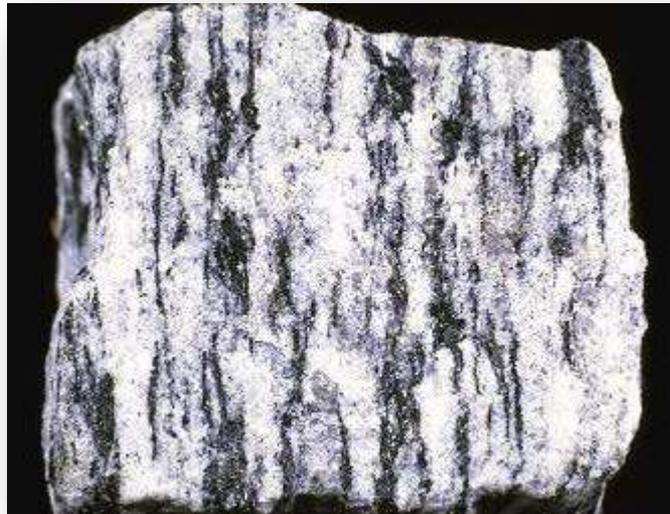
Como cada tipo de rocha metamórfica apresenta feições típicas, o seu reconhecimento é bem mais fácil que o das rochas ígneas e sedimentares.

Árvore Lógica para Identificação de rochas Metamórficas:



Rochas metamórficas: GNAISSE

Resultante do metamorfismo de granitos e granodioritos, os gnaisses apresentam como característica mais marcante um bandeamento com alternância de cores claras e escuras (denominado foliação gnássica) e, em alguns casos, a presença de granada.



Rochas metamórficas: FILITOS

Caracterização principalmente por uma xistosidade muito bem desenvolvida e alta plasticidade, os filitos são derivados de metamorfismo de folhelhos e argilitos.



Rochas metamórficas: XISTOS

Formado a partir do metamorfismo de rochas ígneas básicas, os xistos apresentam xistosidade muito bem desenvolvida, normalmente ondulada.



Rochas metamórficas: MÁRMORE

Rochas metamórficas derivada de calcários, os mármorees raramente exibem xistosidade e possuem uma composição rica em carbonatos.



Rochas metamórficas: QUARTZITO

Derivado de arenito, o quartzito é muito rico em quartzo. Pode apresentar boa xistosidade quando apresenta boa percentagem de mica.



Rochas metamórficas: ITABIRITO

Rico em hematita, exibe alternância de leitos claros e escuros, quando alterado apresenta crosta ferruginosa pronunciada.



Rochas metamórficas: SERPENTINITO

Rico em piroxênios, anfibólios e olivina, o serpentinito costuma apresentar cores verdes e xistosidade bem desenvolvida.



Rochas metamórficas: TALCO

Decorrente do metamorfismo de rochas ígneas básicas e ultrabásicas, o talco apresenta cores escuras (esverdeadas principalmente), xistosidade muito desenvolvida e presença freqüente do mineral talco.



Importância para a Eng. Civil

O interesse está relacionado à sua mineralogia e descontinuidades (texturas e estruturas).

Importância para a Eng. Civil

No que diz respeito à mineralogia verifica-se que parte dos minerais que participam de sua composição (típicos do metamorfismo) é estável apenas nas suas condições de formação, e quando submetidos a novas condições físico-químicas alteram-se com facilidade.

Importância para a Eng. Civil

Quanto ao estudo da mineralogia pode-se ter dois enfoques distintos:

- mineralogia das rochas:
 - que quando alteradas podem dar origem a produtos altamente plásticos e de baixa resistência, muitas vezes orientados, o que torna o problema maior ainda.
- mineralogia dos produtos residuais:
 - como os minerais presentes nas rochas metamórficas são, na maioria das vezes, silicatos de Ca, Na e Mg, sua alteração pode proporcionar a presença no solo de argilominerais expansíveis.

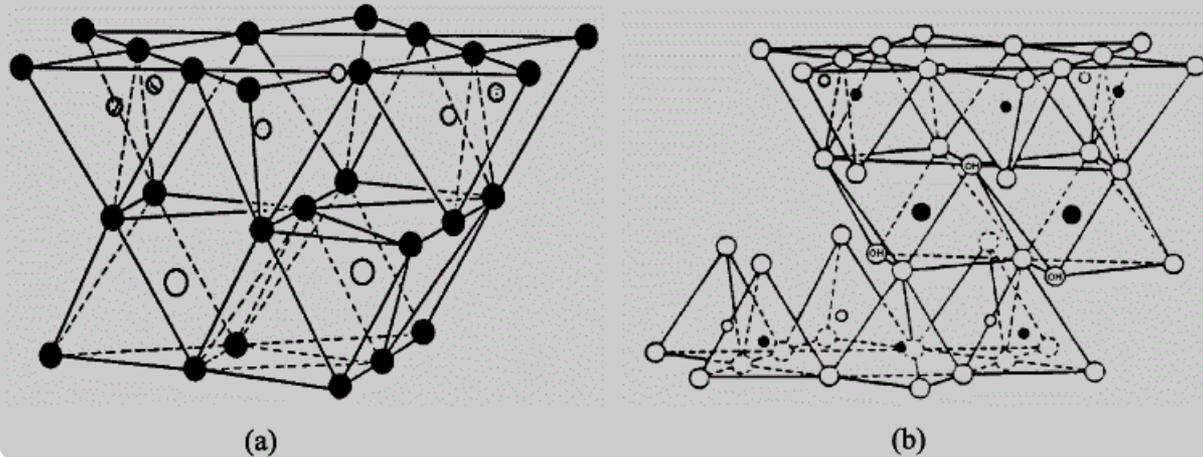
Importância para a Eng. Civil

Com relação às estruturas podem apresentar dois tipos básicos de problemas, como decorrência do fato de exibirem uma orientação dos minerais em superfície:

- estes planos são planos potenciais de instabilidade mesmo quando a rocha não está alternada.
- estas superfícies podem se tornar caminhos preferências de percolação da água podendo gerar grande perda de resistência.

Argilominerais

Figura. Modelo esquemático da camada estrutural básica de uma argila (a) 1:1 e (b) 2:1



(σ)

(ρ)

Argilominerais

Esta classe mineral compreende os principais componentes das frações finas do solo.

As dificuldades de observação direta destes minerais (devido ao seu tamanho diminuto) fizeram com que durante muito tempo eles fossem considerados substâncias amorfas (sem estrutura cristalina).

Argilominerais

Apenas com o uso de técnicas relativamente recentes (como o Raio X, a Análise Térmica Diferencial e a Microscopia Eletrônica de Transmissão) tornou-se possível a caracterização destas substâncias como cristalinas, adotando-se então a denominação “minerais de argila” para estes compostos.

Argilominerais

Estudos posteriores, porém mostram que entre estas partículas encontram-se também diminutos fragmentos de rochas o que fez com que a 'Comissão Internacional para o Estudo das Argilas' (1959) adotasse a denominação argilominerais para estes compostos de granulometria inclusa na fragmentação argila.

Argilominerais

As dificuldades de identificação das diversas espécies de argilominerais com base nas técnicas tradicionais (observação a olho nú ou microscopia ótica – usadas normalmente para os outros minerais) fizeram com que se utilizasse os estudos de raios X para sua identificação.

Desta forma os argilominerais foram divididos em grupos de acordo com a medida da reflexão na camada basal dos minerais (que é reflexo direto de sua estrutura).

Argilominerais: estrutura

Pode ser descrita como a alternância de dois tipos de estruturais básicos:

- tetraedros de sílica
 - (SiO_2)
- octaedros de hidróxidos
 - normalmente $\text{Al}(\text{OH})_3$ ou $\text{Mg}(\text{OH})_2$

Argilominerais: classificação

As diferentes formas de combinação dos planos destas duas estruturas básicas condicionam o comprimento de onda da luz refletida na camada basal e, conseqüentemente, a sua classificação.

Argilominerais: classificação

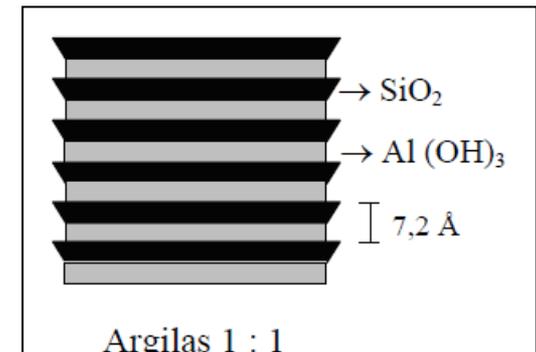
Desta forma tem-se os seguintes grupos de argilominerais:

- Grupo da Caulinita
- Grupo da Ilita (ou Montimorilonita)
- Grupo da Clorita

Argilominerais: classificação

Grupo da Caulinita:

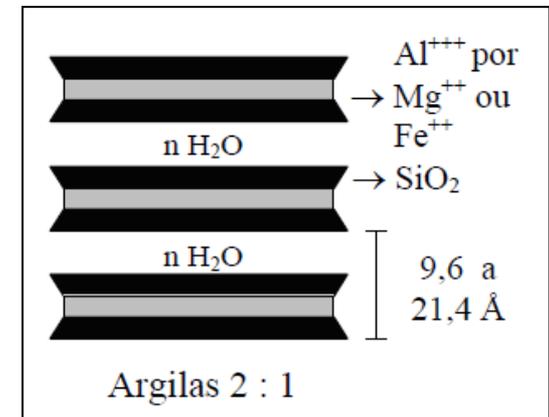
- argilominerais constituídos pela alternância de um plano de tetraedros e um de octaedros (estrutura denominada 1:1)
- comprimento de onda da luz refletida na camada basal de 7,2 Å
- inclui os argilominerais:
 - caulita, haliosita e crisotila.



Argilominerais: classificação

Grupo da Ilita:

- alternância de dois planos de tetraedros e um de octaedros, a estrutura de 2:1
- reflexão na camada basal de 11,4 Å, inclui a ilita e a montmorilonita.
- estes minerais costumam apresentar uma camada intermediária entre as células básicas:
 - na ilita ela apresentar o íon K
 - na montmorilonita presente íons mais H₂O



Argilominerais: classificação

Grupo da Clorita:

- estrutura denominada **2:1:1** (ou 2:1 com camada de hidróxidos)
 - composta por dois planos de tetraedros
 - um de octaedros
 - e uma camada de hidróxidos
- comprimento de onda da reflexão basal de $14,7 \text{ \AA}$
- incluindo os minerais:
 - clorita, vermiculita e paligorsquita

Importância para a Eng. Civil

Com relação à mineralogia das frações de granulometria mais grosseira do solo, pode-se dizer que sua maior importância está no fato de constituírem importantes matérias de construção.

Já as frações mais finas (a fração argila principalmente), devido à presença de argilominerais necessitam de uma atenção especial. Estes compostos (argilominerais) apresentam propriedades de expansão quando em contato com a água que são muito importantes para a engenharia civil.

Todos os argilominerais apresentam este fenômeno porém o ele é mais intenso nos grupos 2:1 e 2:1:1 podendo conferir alta plasticidade aos solos, diminuindo desta forma sua resistência.

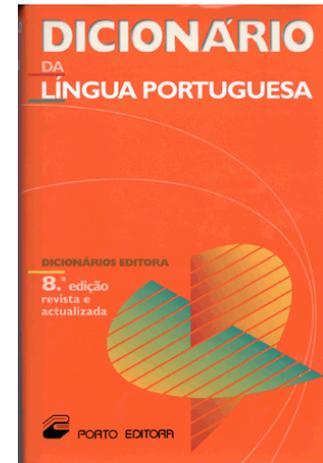


Solos

Definição

Palavra oriunda do latim “*solum*”

chão, pavimento;
terreno sobre onde se
constrói ou se anda.



A definição depende de quem utiliza...

Para o Engenheiro Civil

Solo:

aglomerado de partículas provenientes da decomposição da rocha, que podem ser escavados com facilidade sem o emprego de explosivos, e que são utilizados como material de construção ou de suporte para estruturas.

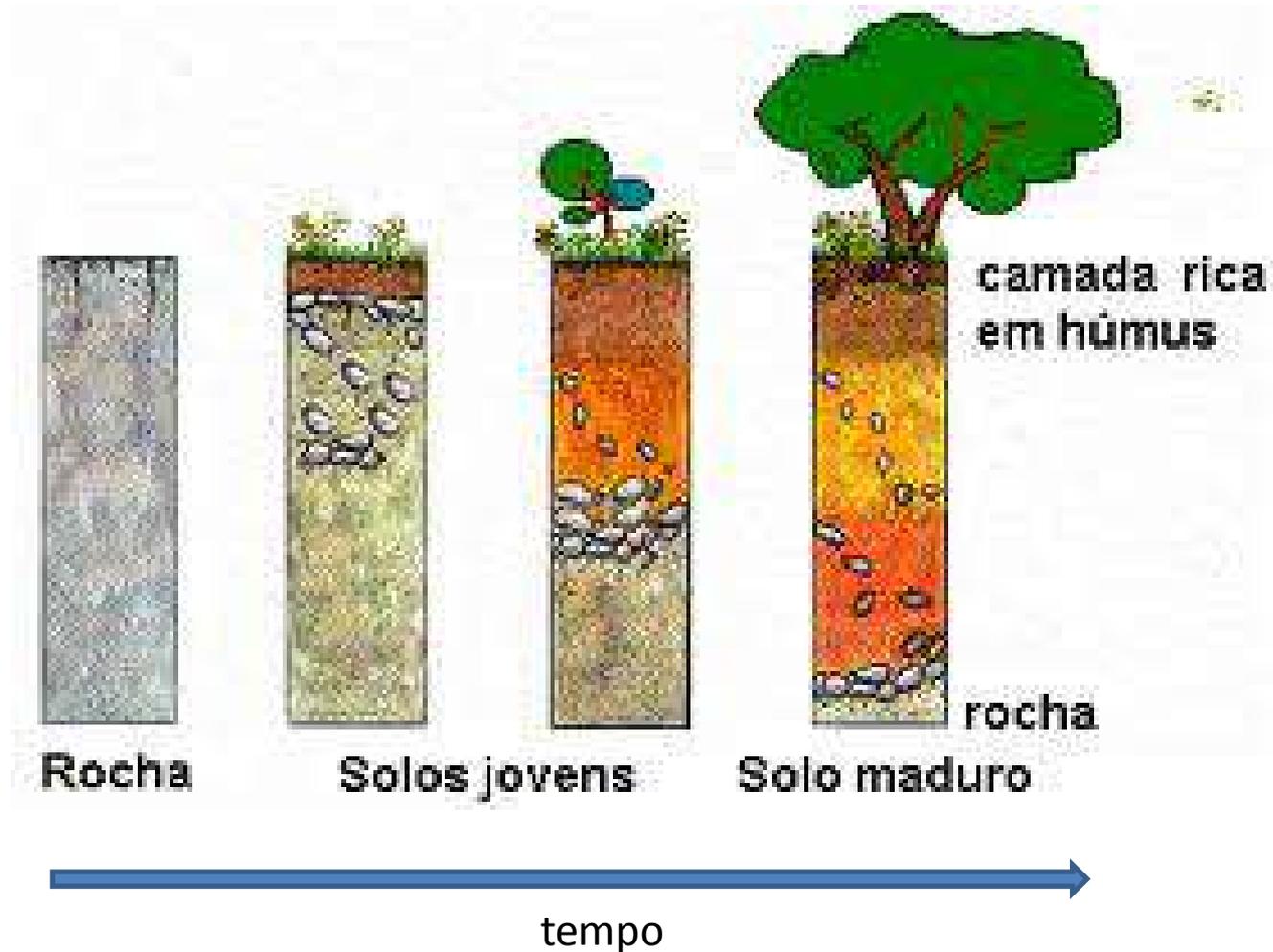
Utilização do solo na Eng. Civil

CONDIÇÃO NATURAL	FUNDAÇÃO	ESTRUTURA	EDIFÍCIOS, PONTES , VIADUTOS
		PAVIMENTO	PISO INDUSTRIAL, PÁTIO, ESTRADA, AEROPORTO
		ESTRUTURA ENTERRADA	CASA DE FORÇA, TUBULAÇÕES, GALERIAS
		ATERRO	BARRAGEM, ESTRADA, INDUSTRIAL
	SOLO ESTRUTURAL	CORTE	ESTRADA, MINERAÇÃO
		VALA	FUNDAÇÃO, GALERIA
MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	ATERRO		BARRAGEM DE USOS MÚLTIPLOS
	BASES E SUB-BASES		ESTRADAS, PÁTIOS

Pedogênese

- Os fatores mais importantes nos processos de formação dos solos são:
 - rocha de origem
 - clima
 - topografia
 - vegetação
 - tempo de atuação dos fatores anteriores

Pedogênese



Classificação: formação

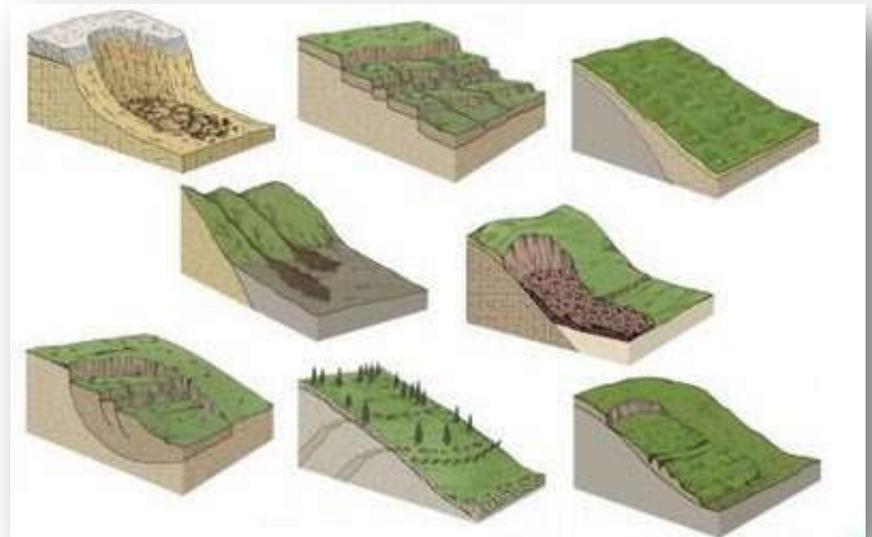
- quanto à origem, os solos podem ser classificados:
 - Solos residuais
 - Solos transportados (sedimentares)
 - Solos orgânicos

Solos residuais

- São os solos que estão sobrejacentes às rochas que lhes deram origem.

Solos transportados

- São os solos que sofreram algum tipo de transporte (água, vento, gelo, etc.), portanto não estão sobre a rocha que lhes deu origem.
- Em função do tipo de agente de transporte classificam-se em solos:
 - aluviais
 - marinhos
 - eólicos
 - glaciais
 - coluviais



Solos orgânicos

- caracterizados por apresentarem a matéria orgânica (restos vegetais ou animais) como constituinte principal. (solos diatomáceos)
- Camadas sedimentares de argila, areia fina e silte com húmus e turfas (grandes teores de carbono) são os mais comuns solos orgânicos.

Classificação: granulométrica

- quanto ao tamanho dos grãos que compõem o solo.

Tipo de Solo	Diâmetro dos grãos (mm)
Pedregulho	4,8 a 16
Areia Grossa	0,84 a 4,8
Areia Média	0,15 a 0,84
Areia Fina	0,05 a 0,15
Silte	0,005 a 0,05
Argila	até 0,005

De acordo com a tabela anterior...

- uma argila é formada por grãos extremamente pequenos (invisíveis a olho nu)
- as areias possuem grãos facilmente visíveis, separáveis e individualizáveis

Grupos

- Para o estudo dos solos é comum utilizar uma divisão em 3 grupos básicos:
 - Solos arenosos
 - Solos siltosos
 - Solos argilosos

Grupos: arenoso, siltoso e argiloso

Quanto aos grupos...

OBS:

- divisão sem tanta precisão
- raramente um solos se enquadra em apenas um deste tipos

Exemplos:

Quando dizemos que um solo é...

...arenoso:

- estamos na verdade dizendo que **a sua maior parte** é areia e não que **tudo é areia**.

...argiloso:

- é aquele cuja maior proporção é composto por argila.

Na prática

- Geralmente os solos estão misturados, sendo difícil encontrar um solo que seja 100% argila ou 100% areia.
- Assim surgem definições como:
 - “argila silto-arenosa”
 - “silte argiloso”
 - “areia argilosa” (...entre muitos outros)

Por que estudar os solos?

- A determinação do tipo de solo é fundamental para a construção civil, em especial para o cálculo da movimentação de terra e para a escolha das fundações.

Solos Arenosos



Solos Arenosos

- Partículas:
 - predomínio de fração areia (diâmetro conforme tabela)
- Composição:
 - grãos grossos, médios e finos (mas todos visíveis a olho nú)
- Característica principal:
 - não apresenta coesão (seus grãos são facilmente separáveis uns dos outros)

Solos Arenosos: característica principal

- não apresenta coesão
 - seus grãos são facilmente separáveis uns dos outros
 - exemplos:
 - castelo de areia
 - pista de corrida na praia (coesão momentânea)



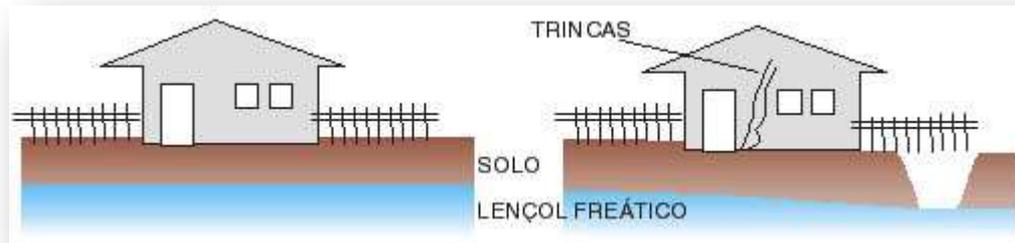
Solos Arenosos: característica secundária

- grande permeabilidade
 - a água circula com grande facilidade entre suas partículas, portanto secam rapidamente caso a água não seja reposta
 - exemplo:
 - areia da praia

Solos Arenosos

- Situações:

1 - construir sobre um terreno arenoso e com lençol freático próximo da superfície.



2 – Santos/SP



Solos Argilosos



Solos Argilosos

- Partículas:
 - de cores vivas
- Composição:
 - grãos microscópicos (invisíveis a olho nú)
- Característica principal:
 - grande impermeabilidade

Solos Argilosos: partículas

- Os grãos de argila:
 - são lamelas microscópicas
- Os grãos de areia:
 - são esferoidais

- As características da argila estão mais ligadas à esta forma lamelar dos grãos do que ao tamanho diminuto.

Solos Argilosos: características

Como consequência do tamanho dos grãos:

- são fáceis de serem moldadas com água;
- têm dificuldade de desagregação;
- quando úmido forma barro viscoso e plástico;
- permitem taludes com ângulos praticamente na vertical (fig.)



Solos Argilosos

(possuem comportamento o oposto da areia)



Solos Argilosos

- possuem grande coesão entre as partículas
- maior parte do solo Brasileiro
- devido à sua plasticidade e capacidade de aglutinação é usado como:
 - argamassa de assentamento
 - argamassa de revestimento
 - preparação de tijolos

Solos Argilosos

- Devido a sua alta impermeabilidade representam o material preferido para a construção de barragens de terra (devidamente compactados)



Solos Siltosos



Solos Siltosos

- Composição:
 - grãos entre a areia fina e a argila
- Características:
 - é um pó como a argila mas não apresenta coesão
 - não apresenta plasticidade eficiente (comparado a argila)

Solos Siltosos

Situações:

- estradas com solo siltoso formam barro na época de chuva e muito pó na seca.



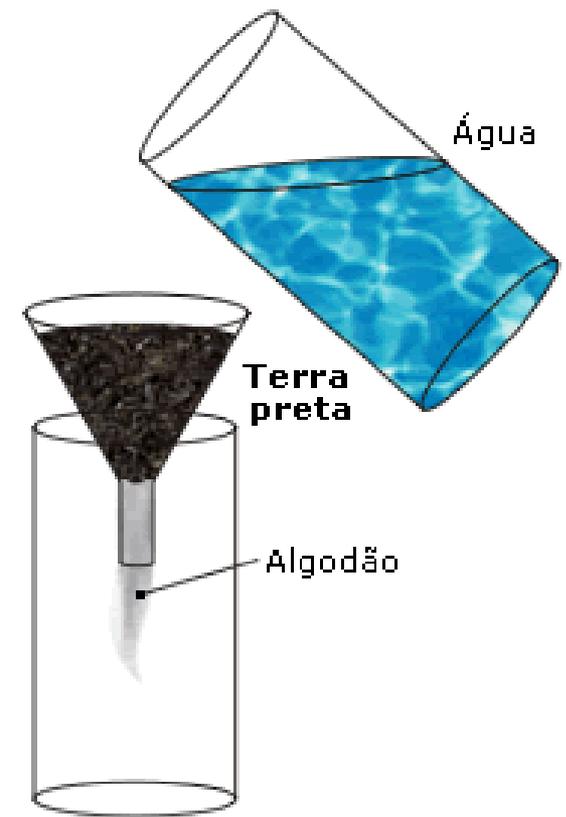
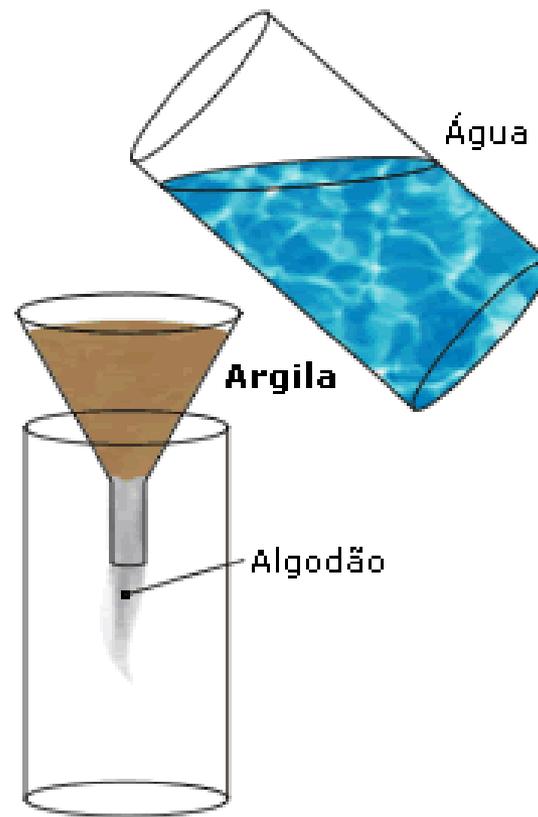
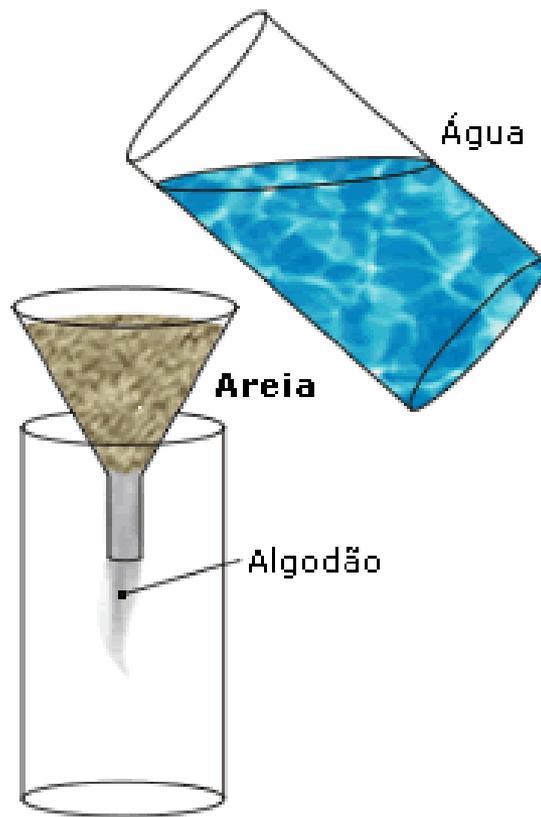
Solos Siltosos

Situações:

- cortes feitos em terreno siltoso não têm estabilidade prolongada, sendo vítima fácil da erosão e da desagregação natural (demanda mais manutenção e cuidados)



TESTE: permeabilidade dos solos



Nomes populares para solos:

- **Piçarra:**
 - rocha muito decomposta e que pode ser escavada com pá ou picareta
- **Tabatinga ou turfa:**
 - argila com muita matéria orgânica, geralmente encontrada em pântanos ou locais com água permanente (rios, lagos), no presente ou no passado remoto
- **Saibro:**
 - terreno formado basicamente por argila misturada com areia
- **Moledo:**
 - rocha em estado de decomposição mas ainda dura, tanto que só pode ser removida com martetele a ar comprimido

Determinação do tipo de solo

- tarefa difícil
- utiliza-se “ensaio à percussão”
(ensaio SPT – *Standard Penetration Test*)
- com os parâmetros SPT em mãos torna-se possível escolher a fundação com precisão ou, se necessário algum outro teste mais específico.

Revisão para P1

- questionário