

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE  
CAMPINAS  
( PUC-CAMPINAS)

# GEOLOGIA

FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS,  
AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
E  
ENGENHARIA AMBIENTAL

**TÍTULO : MINERAIS E ROCHAS**

PROFESSOR : DOUGLAS  
CONSTANCIO

# Minerais

## **Alguns conceitos básicos:**

MINERALOGIA - É a ciência que estuda os minerais.

MINERAL - É toda a substância inorgânica, de ocorrência natural, com composição química definida e que possui estrutura cristalina tridimensional ordenada.

CRISTAL - É quando o mineral se apresenta com formas geométricas naturais, circundadas por superfícies planas e polidas, as quais são a expressão externa do arranjo regular interno dos átomos e íons.

De uma maneira geral os minerais podem se formar por: resfriamento magma, resfriamento de soluções ou gases magmáticos, evaporações de soluções salinas, reações entre substâncias e intemperismo.

Para a identificação de mineral, dispõem-se de vários processos, por meio dos quais pode-se determinar seja a estrutura cristalina seja a composição química. Entre esses métodos podem ser citados: cristalografia, por difração de Raios X, microscópica, cristalográfica, conjugados com análise química. São todavia, processos requintados, demorados e dispendiosos. Para o reconhecimento dos minerais mais comuns que entram na composição das rochas, existem elementos mais simples, os quais dependem das suas propriedades físicas e químicas. Os minerais já estudados cristalograficamente tem suas propriedades físicas e químicas catalogadas em tabelas facilmente manuseáveis. Assim, observando um conjunto de propriedades de um mineral, pode-se localiza-lo com relativa segurança nessas tabelas.

## **Propriedades a serem observadas**

### **A. Propriedades físicas**

#### **A.1. Clivagem e fratura**

**Clivagem:** um mineral apresenta clivagem, quando ao romper-se sob a ação de uma força, apresenta 2 ou mais superfícies sempre planas e paralelas.

É uma propriedade condicionada pela estrutura interna, resultando o fato das ligações serem mais fracas em certas direções que em outras. É descrita por termos, tais como: proeminente, perfeita, distinta e indistinta. Nem todas as espécies minerais apresentam clivagem.

**Fratura:** é a maneira pela qual se rompem os minerais, diferentemente da clivagem. Geralmente são superfícies irregulares. É designada por um dos termos: conchoidal, igual ou plana, desigual ou irregular.

#### **A.2. Dureza**

É a resistência oferecida por uma superfície lisa do mineral ao ser riscado.

Por razões práticas, os minerais são classificados através de uma tabela relativa a dureza, conforme a facilidade ou não de serem riscados por outros minerais. Dez minerais, do mais fraco ao mais resistente, quanto a dureza, são usados para compor tal escala, conhecida como escala de Mohs:

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

### *A.3. Tenacidade*

É a resistência oferecida pelo mineral ao ser rasgado, moído dobrado ou despedaçado; é uma propriedade relacionada a coesão.

Segundo ela o mineral pode ser:

- a-) **Friável** - pode ser transformado ou reduzido em pó;
- b-) **Maleável** - pode ser transformado em folha por percussão;
- c-) **Séctil** - pode ser cortado por um canivete;
- e-) **Dúctil** - pode ser transformado em fio;
- f-) **Plástico** - pode ser dobrado, mas não recupera a forma original, terminada a pressão que o deforma.
- g-) **Elástico** - pode recuperar a forma primitiva, ao cessar a força que o deforma.

### *A.4. Peso Específico ou Densidade Relativa*

É um número que exprime a relação entre seu peso e volume.

## **B. Propriedades que dependem da luz**

### *B.1. Brilho*

É o aspecto da superfície do mineral quando reflete a luz podendo ser metálico ou não metálicos. Os de brilho não metálico podem ser descritos como exibindo Brilho vítreo, sedoso, adamantino, etc.

### *B.2. Cor*

É uma propriedade importante para identificação dos minerais. Os minerais que apresentam, brilho metálico, geralmente apresentam cor constante e definida. Frequentemente os minerais, principalmente os de brilho não metálico, apresentam-se coloridos devido as impurezas.

### *B.3. Traço*

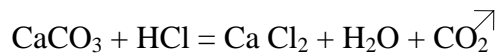
Constitui a cor do pó fino mineral, sendo constante; pode ser observado riscando uma placa de porcelana.

## **C. Magnetismo**

É uma propriedade que apresentam certos minerais, em seu estado natural, de serem atraídos por um imã. apresentam alto teor de Fe na sua composição.

## **D. Propriedades químicas**

Com relação às propriedades químicas cita-se apenas o fenômeno da dissolução de calcários por ácidos. Pingando-se uma gota de ácido clorídrico diluído sobre um mineral, caso seja observado efervescência, pode-se concluir que esse se trata de um carbonato. As propriedades físicas presentes poderão indicar qual o tipo de carbonato em análise.



### **Procedimentos para identificação**

1. Reconhecer o tipo de brilho do mineral : metálico ou não metálico.
2. Examinar:

a-) Cor do mineral

b-) Dureza - é a propriedade relativa, devendo o mineral ser enquadrado entre certos valores de escala Mohs.

Escala prática para uso:

Unha	- 2,5
Moeda	- 3,0
Canivete	- 5,0
Vidro	- 5,5
Porcelana	- 6,0
Quartzo	- 7,0

Baixa - entre 1 - 2

Média - entre 3 - 5

Alta - entre 6- 10

c-) Cor do traço - observado numa placa de porcelana opaca.

d-) Hábito do mineral - é a forma como ele normalmente se apresenta como por exemplo: lamelar, prismático, globular, agregado, etc.

e-) Outras propriedades - magnetismo, flexibilidade, maleabilidade, clivagem, fratura, efervescência ao ácido clorídrico diluído, etc.

3. Com os elementos acima obtidos, recorre-se à tabelas, como exemplo a tabela em anexo, a fim de selecionar um ou mais minerais que possuam propriedades semelhantes, deve-se ter em mente que este é um processo de determinação simplificada , utilizando-se apenas propriedades macroscópicas e fáceis de serem observadas, não requerendo praticamente equipamento algum. Para um trabalho mais rigoroso, seria necessário a utilização de outras propriedades, como: ópticas, difração de raios-x, peso específico, composição química, etc.

# **ANOTAÇÕES DE AULA**



# Rochas

As rochas constituem as unidades estruturais que compõe a crosta terrestre. São agregadas uma ou mais espécies de minerais. Desta forma podem ser :

Rochas Uniminerálicas: formadas somente por uma espécie de mineral, como por exemplo: mármore ( calcita ) , quartzito ( quartzo ) , etc.

Rochas pluriminerálicas: que são as mais comuns, contém duas ou mais espécies minerais, como por exemplo: granito, basalto, etc.

De acordo com sua origem, as rochas podem ser classificadas em 3 grandes grupos: ígneas, sedimentares e metamórficas.

Rochas Ígneas ou magmáticas: São aquelas formadas por material em estado de fusão ( magma ) , que se consolidou por resfriamento. Ex.: granitos, diabásios, sienitos, etc.

Rochas Sedimentares: São as resultantes da acumulação de materiais derivados de outras rochas pré existentes. Ex.: arenitos, argilitos, etc.

Rochas Metamórficas: São as rochas que primeiramente se originaram das magmáticas ou sedimentares, que tenham sido submetidas a pressões ou temperaturas elevadas. Ex.: Mármore e quartzitos.

## Rochas Ígneas ou Magmaicas

### Classificação:

Existem diversos critérios de classificação. Enumeramos apenas algumas propriedades princípios que são:

1 - **Cor** - a cor de uma rochas depende das cores dos minerais que as compõe; segundo esse critério, a rocha pode ser:

a-) Melanocrática ou escura - Quando contém mais de 60% de minerais ou materiais escuros;

b-) Mesocrática ou intermediária - quando contém entre 30% a 50% de minerais ou materiais escuros;

c-) Leucocrática ou clara - menos de 30% de minerais ou materiais escuros;

2 - **Estrutura** - É o aspecto macroscópico apresentado pela rocha, relacionado com sua gênese e com fenômenos dinâmicos internos e externos da crosta terrestre.

a-) Vesículas cavidades formadas durante a solidificação;

b-) Amígdalas - cavidades que foram preenchidas posteriormente à solidificações das rochas;

c-) Diaclases ou juntas - fraturas geralmente decorrentes de contração por resfriamento durante a solidificação ou por esforços que atuam na crosta terrestre a sua observação geralmente é possível de se fazer apenas no campo.

d-) Compacta - caracteriza-se por uma homogeneidade aparente.

3 - **Textura** - É a organização interna da rocha, referente ao arranjo, tamanho e forma das partículas que a constituem.

Nas amostras a serem analisadas nessa prática, algumas das seguintes texturas poderão ser observadas:

a-) **quanto a cristalinidade** - podem ser:

- **vítrea:** quando a rocha não apresenta minerais, mas apenas material em estado amorfo (vidro);
- **cristalina:** quando a rocha é completamente formada por minerais;
- **vítrea - cristalina:** quando apresenta minerais e material em estado amorfo (vítreo).

b-) **quanto ao tamanho dos minerais**

Existem três tipos de granulação, que obedecem a um critério aproximado de divisão:

- **granulação grosseira:** os minerais tem um tamanho médio de 5mm;
- **granulação média:** o tamanho médio dos minerais varia entre 1mm à 5mm;
- **granulação fina:** quando os minerais se apresentam com dimensões média inferiores a 1mm.

#### 4 - Composição Mineralógica

a-) deverá ser indicado o número de espécies minerais aparentes nas amostras;

b-) verificar a possibilidade de reconhecimento de algumas espécies minerais tais como : mica, feldspato e quartzo;

c-) dos minerais visíveis, citar: cor, brilho clivagem, etc.

#### 5 - Quanto a Gênese

a-) **Intrusiva ou plutônica:** rocha formada a grande profundidade, onde o resfriamento é mais lento, gerando minerais de granulação maior. Ex: granito.

b-) **hipo-abissais:** formada a pequena profundidade, onde o resfriamento é mais rápido, gerando minerais de granulação menor. Ex: diabásio.

c-) **extrusiva ou vulcânica:** rocha que se formou por resfriamento rápido na superfície da terra, portanto de granulação fina ou vítrea. Ex.: basalto

#### 6 - Porcentagem em sílica ( quartzo )

a-) **rochas ácidas:** rochas com teor em sílica superior a 65%; Ex: granito;

b-) **rochas intermediárias:** teor compreendido entre 65% a 52%; Ex: sienito, diorito, etc.;

c-) **rochas básicas:** com teor abaixo de 52%. Ex.: basalto, diabásio.

Embora a porcentagem de sílica seja obtida através de análises químicas das rochas, é possível ter-se uma idéia de seu teor analisando a porcentagem do mineral quartzo na rocha, pois o mesmo representa sílica livre.



## **Rochas Ígneas mais empregadas na engenharia civil**

**Granitos:** utilizados geralmente como brita, lajes polidas, blocos, etc. Possuem grande resistência a esforços compressivos, chegando a suportar  $2700 \text{ kg/cm}^2$ .

Em granitos de uma mesma espécie, a resistência aumenta com a diminuição do tamanho dos minerais.

**Basaltos e Diabásios:** utilizados principalmente como brita; são empregadas secundariamente, em ornamentação. Os diabásios de textura grossa quando polidos, apresentam um aspecto original devido à disposição dos cristais de feldspato. Sua resistência à compressão é de ordem de  $1900 \text{ Kg/cm}^2$ .

As rochas em geral, quando utilizadas como material de construção, necessitam de um exame prévio detalhado, principalmente no que diz respeito a fenômenos de alteração, que muitas vezes são perceptíveis somente ao microscópio. Um mineral mesmo fracamente alterado, pode os valores de resistência mudar completamente de uma rocha.

# **ANOTAÇÕES DE AULA**

Relatório- Identificação das Rochas Ígneas e Magmáticas

Nome:.....RA.....  
 Curso:.....Turma.....Período.....

Observações		Amostra n°				Amostra n°				Amostra n°				Amostra n°			
Cor:																	
Estrutura:																	
Textura	quanto a cristalinidade																
	quanto tamanho dos grãos																
Minerais	cor																
	brilho																
	clivagem																
	possíveis de identificação																
Classificação	quanto à gênese																
	quanto a presença de quartzo																
Rocha Provável																	

# Rochas sedimentares

## 1 - Introdução

São denominados sedimentos as deposições de materiais resultantes da decomposição, desagregação e retrabalhamento de quaisquer rochas pré-existentes.

A rocha sedimentar é o estágio final de um conjunto de processos a saber:

1 - intemperismo da (s) rocha (s) geradora (s); 2 - transporte do material intemperizado, que na maioria das vezes ocorre em ambientes aquosos, mas pode também ser vento ou gelo; 3 - deposição, que é a acumulação do material intemperizado em locais favoráveis; 4 - litificação, que corresponde a uma série de processos de compactação e cimentação, através dos quais o sedimento original inconsolidado se transforma num agregado mais coerente.

Portanto a origem das rochas sedimentares difere fundamentalmente das rochas magmáticas, pois enquanto estas são de gênese interna, ou seja, formadas por material originário do interior da Terra, as sedimentares são de origem externa, sendo formadas ou nas bacias sedimentares (lagos e mares) ou mesmo sobre a superfície terrestre.

## 2- Características a serem observadas nas amostras

### **2.1. Cor**

A cor depende não somente do tamanho das partículas que a compõe como também da pigmentação dessas partículas.

Em rochas de mesma composição mineralógica e de maneira geral, quanto maior as partículas componentes, mais clara é a rocha e vice-versa.

A cor das rochas sedimentares normalmente se relaciona à oxidação de íons de ferro (caso existam) e a presença ou não de carbono ou resíduos carbonosos. Assim quando há baixa oxidação dos íons de ferro a cor varia do azul ao verde; quando é alta a oxidação, ela pode ser amarela, laranja, castanha ou vermelha.

### **2.2. Estruturas**

Veremos as principais estruturas originadas concomitantemente com a formação da rocha:

a-) Estrutura maciça: caracteriza-se pela homogeneidade aparente apresentada pela rocha.

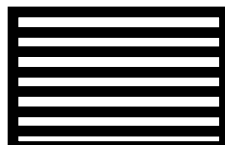
b-) Estratificação plano - paralela: as rochas sedimentares, em geral, se apresentam em camadas ou estratos superpostos, horizontais; cada estrato representa condições de deposição mais ou menos constantes.

c-) Estratificação cruzada: podem apresentar estratos cruzados, devido à decomposição dos sedimentos em ambientes de água corrente (deltas ou borda de bacia de sedimentação), ou pelo vento, como no caso das dunas.

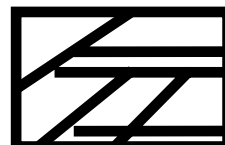
a-)



b-)



c-)



### 2.3. Textura

No caso de rochas sedimentares, está intimamente ligada a natureza do sedimento, podendo ser:

a-) Clástica ou mecânica: é aquela representada por rochas sedimentares que foram formadas pela acumulação de fragmentos de rochas ou minerais. Essa textura é facilmente identificada em rochas com granulação visíveis, como: conglomerado, arenitos e mesmo em siltos, mas em argilitos, que também pode ser de origem mecânica, essa textura é dificilmente identificável, mesmo ao microscópio, devido ao pequeníssimo tamanho das partículas.

b-) Não Clásticas: são apresentados pelas rochas sedimentares de origem químicas e orgânicas. Assim, as organógenas apresentam, freqüentemente, fragmentos de organismos, macro ou microscópico. Todavia, as de origem química mostram grãos minerais justapostos ou imbricados, formados por precipitação de soluções.

### 2.4. Composição

Deverá ser indicado o número de minerais na amostra, caso existam, e identifica-los se possível.

Indicar as formas dos grãos observados, como exemplos; grãos arredondados, angulosos, quebrados, alongados, achatados. Caso seja possível, identificar as partículas de minerais ou de rochas que entram na composição da rocha sedimentar analisada.

Observar se aparece a matéria orgânica como: fragmentos de conchas, restos de plantas, etc.

### 2.5. Cimento

O material que une as partículas sedimentares, dando coesão à rocha, constitui o seu cimento. As substâncias mais freqüentes encontradas como cimento são:

argilas - alumínio - silicatos hidratados

calcário - (carbonatos) - calcita; dolomita

hidróxidos  $\text{Fe}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ; óxidos de ferro  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

sílica -  $\text{SiO}_2$  e anidrita  $\text{CaSO}_2$

para verificar se o cimento é calcário, basta pingar algumas gotas de ácido sobre a rocha, e notar se há desprendimento de  $\text{CO}_2$ .

## 3. Classificação

Quanto à origem as rochas sedimentares podem ser classificadas em: mecânicas, orgânicas e químicas.

### 3.1. Mecânicas

a-) **Rudáceas** - como exemplo citamos os conglomerados, nos quais predominam partículas maiores que 2mm.

b-) **Arenosas** - como os arenitos, onde predominam partículas entre 2mm e 0,062mm

c-) **Siltosas** - como os siltos, onde predominam partículas entre 0,062mm e 0,004mm

d-) **Argilosas** - como os argilitos e os folhelhos, formados por partículas menores que 0,004mm.

### 3.2 Orgânicas

- a-) Calcárias - coquinas, corais e travertinos.
- b-) Silicosas - diatomitas e alguns sílex
- c-) Carbonosas - turfas, carvões e folhelhos oleosos.

### 3.3 Químicas

- a-) Calcárias - calcita, dolomita e estalactites
- b-) Ferruginosas - alguns minérios de ferro em camadas
- c-) Salinas - nas formas de cloretos (halita e silvita); de nitratos, sulfatos e boratos.

## **4. Rochas sedimentares mais empregadas na Engenharia Civil**

As rochas sedimentares tem importância econômica inofismável, pois nelas é encontrada parcela considerável de riqueza mineral existente, a saber carvão, petróleo, gás mineral, muitos minérios metálicos e particularmente, matérias primas essenciais a indústria de construção como pedras de revestimentos, areia, cascalho, argila, etc. Devemos ressaltar também que as maiores reservas de água subterrânea, possíveis de serem aproveitadas, são encontradas em rochas sedimentares.

Podemos considerar, para fins de aplicação, duas classes de rochas sedimentares: a rocha em si, como material corrente e o sedimento formador destas rochas.

### a-) Coerentes ou Rochas Sedimentares

Arenitos - rocha formada por grãos de quartzo cimentados por um material qualquer ( sílica, carbonato, óxidos de Fe, etc. ). Os arenitos que possuem cimento silicosos apresentam grande resistência à abrasão e ao ataque químico, sendo normalmente utilizados em pisos ( na forma de lajes ou blocos ) e em revestimento de fachadas.

Argilitos e Siltitos - são empregados também no calçamento, como é o caso do “Varvito de Itu” ( rocha estratificada com alternância de silte e argila ) , sendo fácil a obtenção de lajes segundo os planos de estratificação.

Calcários Sedimentares - dos vários tipos que existem , o travertino é de grande procura para o revestimento de fachada. Trata-se de um calcário compacto, contendo inúmeras cavidades, razão pela qual o lado de uma grande solidez, grande leveza e aptidão para segurar argamassa devido sua textura celular.

Gipsita - sulfato de cálcio hidratado, rocha de origem química formada pela precipitação de sulfato de cálcio. É usado na forma de gesso em construção, principalmente em serviços de estuque. Tem grande emprego na fabricação de cimento Portland.

### b-) Incoerentes - sem cimentação

Torna-se quase desnecessário discorrer sobre a aplicação desses sedimentos na Engenharia Civil, tal o volume de frequência com que são utilizados.

Cascalho - encontrado e extraído principalmente dos leitos dos rios ou de depósitos deixado por eles, devido a mudança de posição que freqüentemente ocorre em seus cursos.

Areia - as mais empregadas são aquelas que fazem parte de depósitos eólicos ou retirada de leitos de rios. As areias nas praias contém teor em sal, fator que limita o seu emprego em construção.

Argilas - quanto à sua gênese podem ser consideradas de dois tipos; primárias formadas “in situ” pela decomposição química, principalmente de feldspatos; secundárias, aquelas que depois de formadas são transportadas geralmente pela água para um lugar qualquer, vindo a formar um depósito sedimentar. Estas são freqüentemente coloridas por óxidos de ferro e apresentam maior plasticidade que as outras.

# **ANOTAÇÕES DE AULA**



Relatório - Identificação de Rochas Sedimentares

Nome:.....R.A.....

Curso:.....Turma.....Período.....

Observações:		Amostra nº	Amostra nº	Amostra°	Amostra°
Cor:					
Estruturas:					
Texturas					
C o m p o s i ç ã o	Fragmentos				
	e/ou				
	Minerais				
	Matéria orgânica				
	Cimento				
Classificação					
Rocha provável					

# Rochas Metamórficas

## 1. Introdução

As rochas metamórficas são formadas pela transformação de rochas pré-existentes por ação do calor, temperatura e de fluídos.

Metamorfismo é um processo de transformação que afeta tanto composição mineralógica, a estrutura, como a textura das rochas ígneas, sedimentares e mesmo metamórficas. As condições físicas e químicas em que tais transformações acontecem são diferentes tanto daquelas em que a rocha original se formou, como das existentes na superfície terrestre. As transformações em altas temperaturas provocam fusões totais ou parciais das rochas, não são admitidas como processo de metamorfismo.

Assim podemos considerar as rochas metamórficas como produto de transformação de rochas pré-existentes, em condições físico-químicas intermediárias em relação as quais dão origem as rochas ígneas e sedimentares. Como consequência, há muitas rochas metamórficas que apresentam características ou de sedimentares ou de ígneas, sendo mais difícil o seu reconhecimento e sua classificação numa análise exclusivamente macroscópica.

Basicamente, dois são os processos principais de metamorfismo possíveis de serem distinguidos; deslocamento mecânico e recristalização química. Quase todas as rochas evidenciam a influência conjunta desses dois processos, sendo que as diferenças entre tais rochas residem na maior intensidade de atuação de um ou outro processo.

Dependendo das condições (físicas e/ ou químicas) predominantes admitimos a existência de quatro tipos de processos de metamorfismos: cataclásticos, termal, dinamotermal e plutônico.

O metamorfismo Cataclástico provoca fraturamento nas rochas devido a ação predominante de pressões dirigidas (deslocamento mecânico). Evidentemente, há uma variação razoável na dimensão dos fragmentos resultantes, de acordo com a intensidade de metamorfismo atuante.

No metamorfismo Termal, em que há predominância de temperaturas elevadas, ocorre a transformação de rochas encaixantes na parte próxima ao contato com a rocha ígnea intrusiva (magma), que propicia alterações na composição da rocha encaixante. Nesse tipo de metamorfismo, são mais acentuados os fenômenos de recristalização.

No metamorfismo Dinamotermal, em que predominam pressão dirigidas e temperaturas elevadas (dois fatores condicionantes de grandes modificações nas rochas), formam-se novas estruturas e novos minerais. Ocorre principalmente nas regiões de desdobramento e formação de montanhas.

No metamorfismo Plutônico, em que pressões hidrostática e alta temperatura são predominantes, as rochas tornam-se plásticas e há numerosas mudanças mineralógicas. Os minerais formados nessas condições de pressão e temperatura apresentam alto peso específico e formas equidimensionais.

As variedades de rochas metamórficas mais freqüentes se enquadram nos tipos de metamorfismo dinamotermal e plutônico.

## 2. Características a serem observadas nas amostras

### a-) Estrutura.

Além da possibilidade de apresentarem fraturas (normalmente observáveis em afloramentos), essas rochas podem mostrar as seguintes estruturas:

1. Foliação (xistosidade) - é caracterizada por uma orientação resultante do desenvolvimento mais ou menos paralelo e contínuo de minerais micáceos, alongados ou prismáticos.

2. Lineação - é a denominação dada à foliação (ou xistosidade) descontínua de uma rocha metamórfica de granulação maior, que contém quartzo, feldspato e minerais micáceos orientados ( gnaiss ). Nela há como faixas de minerais planares orientados separados por minerais não orientados.

Estrutura semelhante, denominada bandeada, pode ocorrer em rochas metamórficas compostas exclusivamente por quartzo e pequena porcentagem de minerais micáceos ( quartzitos ).

3. Granulada - poucos minerais lamelares ou alongados, e muito maior porcentagem de minerais granulares. (mármore)

4. Cataclástica - caracterizada por fragmentos angulosos da rochas original cimentados por massa fina do mesmo material. Quando o processo metamórfico é muito intenso, há uma redução e fragmentos muito finos, dando origem ao “milonito”, rocha dura, com granulação microscópica.

### 5. Textura

a) Granoblástica - quando os grãos se apresentam mais ou menos equidimensionais, sendo comum em rochas granuladas.

b) Lepidoblástica - é caracterizada por minerais placóides em arranjos mais ou menos paralelos.

c) Porfiroblástica - quando há cristais maiores que se sobressaem numa matriz mais fina .

**Observação:** Estas texturas não se aplicam às rochas resultantes do metamorfismo cataclástico.

### b). Composição Mineralógica

1. Deverá ser indicado o numero de minerais possíveis de serem observados nas amostras.

2. Observar a forma dos minerais

3. Verificar a possibilidade de reconhecimento de algumas espécies minerais mais comuns.

### c) Classificação

#### 1-) Rochas de metamorfismo cataclástico

- Cataclasitos
- Milonitos

#### 2-) Rochas de metamorfismo termal

- Hornfels
- Mármore
- Quartizitos

#### 3-) Rochas de metamorfismo dinamotermal

- Ardosia
- Filitos
- Xistos
- Gnaisses
- Itacolomitos

#### 4-) Rochas de metamorfismo plutônico

- Granulitos
- Charnockitos
- Eclogitos

Chamamos a atenção para o fato de que podem ser encontrados termos de transição entre rochas metamórficas típicas e rochas ígneas ou sedimentares, conforme a intensidade dos processos metamórficos que estas tenham sofrido. Por outro lado, encontramos também termos de transição entre um grupo e outro de rochas metamórficas como, por exemplo: entre micaxistos; entre filitos e ardosias.

### d) Rochas metamórficas mais empregadas na Engenharia Civil

#### 1-) Gnaisse

É uma das rochas mais comumente empregadas em construção com largo emprego em pavimentação na forma de paralelepípedos ou mesmo sub-base de rodovias; é usada também em leitos de ferrovias.

É freqüentemente utilizada como pedra britada, quando o teor em mica é baixo. Aceita polimento, permitindo obtenção de material de fino acabamento em forma de lajes

#### 2-) Quartizitos

Muito utilizado em lajes, aparelhadas manualmente ou serradas, tanto em fachadas como em pisos, polido ou não. O uso para tais fins tem sido muito grande, não só pela beleza que apresentam como também pela extraordinária resistência aos desgastes físico químico.

Largo uso tem-se feito ultimamente de um quartizito micáceo proveniente de Minas Gerais, chamado Itacolomito; permite a obtenção de placas muito finas ( centimétricas ) e muito regulares; comercialmente é conhecida como **pedra mineira**.

c-) Mármores

É de conhecimento geral a utilização dos mais variados tipos de mármore, tanto em revestimentos interiores e exteriores, quanto em pisos e ornamento. Deve-se considerar que os mármore coloridos e sulcados de veias, geralmente não dão pavimentos duráveis e econômicos, principalmente quando expostos ao tempo; apresentam melhores resultados quando aplicados em revestimentos de paredes. Para uso em pisos, deve-se escolher um tipo de mármore que tenha granulação fina e compacta.

# **ANOTAÇÕES DE AULA**

Relatório - Identificação de Rochas Metamórficas

Nome.....R.A:.....

Curso:.....Turma:.....Período.....

Observações		Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°
Estruturas						
Texturas						
Minerais	Formas					
	Identificados					
Classificação						
Rocha provável						

# Bússola e Clinômetro

São instrumentos utilizados para levantamentos topográficos e/ou geológicos em medidas de elementos estruturais como direção e mergulho de camadas geológicas, diaclases, falhas, etc. Os dois instrumentos aparecem, normalmente, no mercado, conjugados em caixa única construída de material não magnético para evitar influências na agulha imantada sob o nome de Bússola de Brunton.

Suas partes essenciais são vistas na figura devendo-se anotar:

1. O pino da trava permite fixar a agulha em qualquer direção, para verificação da leitura de forma mais cômoda e correta.

2. Tal pino, quando a bússola é fechada, é comprimido pela superfície da tampa, evitando desgastes inúteis e danos em eventuais choques.

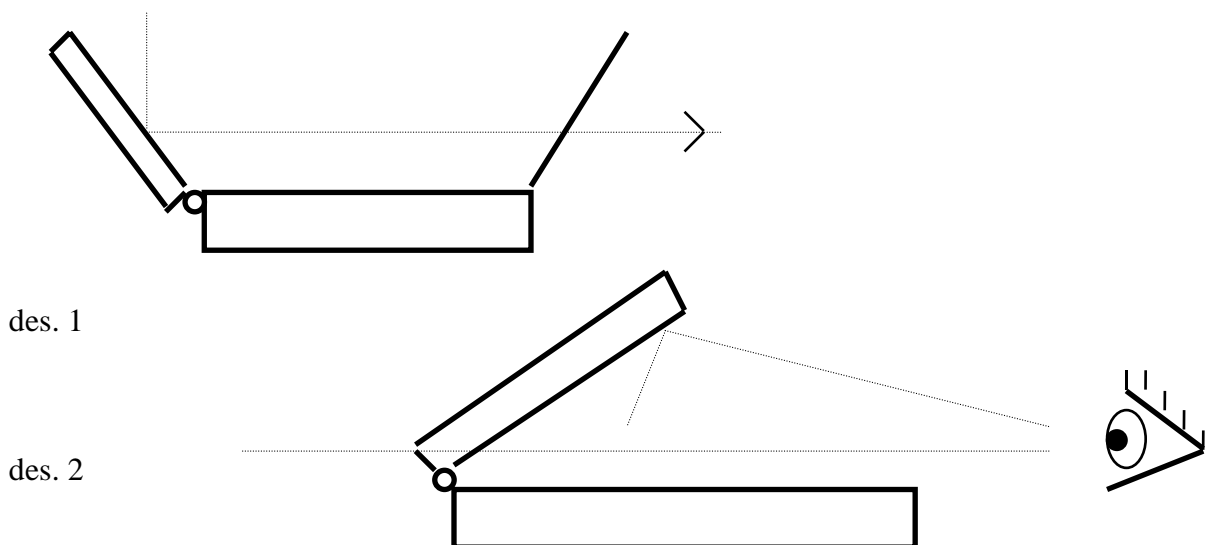
3. O arame para ajuste da inclinação, colocado no sul da agulha tem função de contrapeso, nivelando a agulha e evitando que a ponta sul da mesma por atrito se prenda ao visor ou vidro de proteção.

4. Nota-se também que as posições E e W da bússola estão invertidas em relação a sua localização geográfica correta. Tal inversão permite leituras diretas em qualquer dos quadrantes.

5. A linha axial divide o espelho em 2 ( duas ) partes simétricas, passando ainda pelo centro dos visores e eixo da janela da pínula. É também chamada linha de fé da bússola. As superfícies planas laterais da caixa são paralelas a essa linha, o que permite leituras de direções e/ou rumos de superfícies planas as quais são justapostas.

6. Nos instrumentos a serem utilizados a escala vai de  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$  fornecendo, portanto, leituras de azimutes que deverão ser convertidos em direção e/ou rumos. Outros aparelhos fornecem diretamente a leitura da direção e/ou rumo através de escalas com origem no norte e sul crescendo de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  para os graduantes NW, NE, a SW e SE respectivamente.

7. O espelho, a janela de visada, as dobradiças e visores, flexíveis, vistos na figura são, entre outros, dispositivos que auxiliam nas visadas e respectivas leituras. A sua utilização, pode ser vista, por exemplo, nos dois exemplos mostrados abaixo. No primeiro caso, o ponto visado pode ser visto da altura do tórax ou abdômen. No segundo desenho só é visto do nível dos olhos do observador.





Nos dois casos acima, bem como em qualquer leitura de direção e/ ou rumo por justaposição das faces da caixa paralelas a linha axial, a bússola deve ser nivelada utilizando-se, para tanto, o nível de bolha circular. No segundo caso, deverá ser invertida, ou, efetua-se a leitura diretamente na ponta sul da agulha.

### **Declinação Magnética**

Por convenção, chama-se de ponta norte da agulha à extremidade da mesma voltada para o Norte magnético. Sabe-se também que essa direção indicada pela agulha, ainda sob influência de apenas do magnetismo terrestre, não coincide com o polo Norte magnético (dado pela agulha). Esse desvio é definido como declinação magnética.

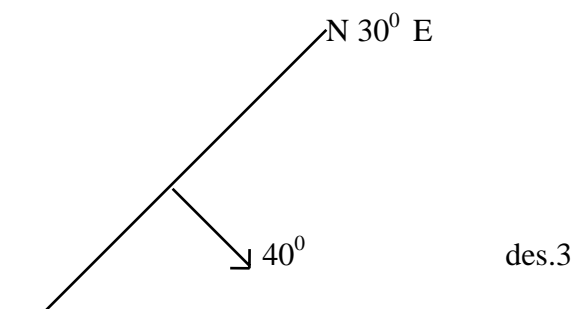
A declinação, mesmo considerando um mesmo local, sofre variação com o tempo. Em consequência as leituras feitas e referidas ao norte magnético devem mencionar a data do trabalho para posterior a correção. Essa correção é feita com auxílio de mapas de curvas isogônicas, ou curvas que ligam pontos de mesma declinação magnética. Tais mapas são elaborados periodicamente. O parafuso de ajuste na figura, deslocando o limbo, pode efetuar, na bússola, a transformação da origem dos ângulos, do norte magnético, para o norte verdadeiro, poupando o trabalho de correção como os mapas de isogônicas mencionados.

### **Clinômetro**

É o dispositivo que permite leitura de ângulos verticais. Nos aparelhos a disposição a precisão, com o uso nônio, é de 10' ( dez minutos ). As leituras são feitas com a bússola em plano vertical, visando-se o ponto ou justapondo-se a bússola paralelamente a superfície cujo o ângulo com a horizontal se pretende medir. Em qualquer caso o nível de bolha (tubular) deve estar com a bolha centrada.

Em geologia o clinômetro é usado para nivelamento expeditos e medidas de ângulos verticais (mergulho de camadas, de contatos geológicos, de diaclases ou falhas etc.) Tais ângulos de mergulho são sempre considerados para a linha de maior declive do plano da estrutura considerada. Sua medida deve ser precedida se medida da direção de camada, ou seja, orientação gráfica de uma linha horizontal do plano estrutura. O mergulho real será obtido perpendicularmente a essa direção. Fora dessa direção o ângulo de mergulho real será menor e se chama mergulho aparente.

A direção, o ângulo de mergulho (real) e o rumo do mergulho definem uma estrutura e são utilizados para fins de mapeamento geológico. Abaixo a representação gráfica desses elementos. Os valores anotados N 30° e 40° SE correspondem respectivamente a direção da camada e ao ângulo de mergulho.



**Relatório - Bússola (transformação de escalas)**

Nome:.....R.A.....  
Curso: .....Turma.....Período.....

1- Das leituras abaixo relacionadas transformar nas escalas pedidas:

a-) de escala internacional para  
escala em Quadrantes.

b-) de escala em Quadrantes  
para escala Internacional

- N  $330^{\circ}$

- N  $10^{\circ}$  W

- N  $140^{\circ}$

- N  $70^{\circ}$  E

- N  $165^{\circ}$

- N  $30^{\circ}$  W

- N  $10^{\circ}$

- S  $60^{\circ}$  W

- N  $127^{\circ}$

- S  $50^{\circ}$  E

- N  $321^{\circ}$

- N  $10^{\circ}$  E

- N  $190^{\circ}$

- S  $5^{\circ}$  W

- N  $360^{\circ}$

- N  $15^{\circ}$  W

2- Corrigir as leituras feitas com bússola, tendo em vista que a declinação magnética é de  $17^{\circ}$  E.

- N  $129^{\circ}$

- N  $49^{\circ}$ W

- N  $15^{\circ}$ E

- N  $286^{\circ}$

3- Corrigir as leituras feitas com bússola, tendo em vista que a declinação magnética é de  $12^{\circ}$  W.

- N  $260^{\circ}$

- N  $342^{\circ}$

- N  $48^{\circ}$  W

- N  $10^{\circ}$  W

Tabela simplificada para identificação de minerais

Anexo I

Nº	Traço	Cor	Brilho	Dureza	Clivagem e Fratura	Outras Propriedades	Nome e Formula	Utilização
1	incolor	incolor; transparente	Não Metálico	2,0 à 2,5	clivagem em 1 direção	placas elásticas; lamelar; escamoso	Mica ( Muscovita) $2H_2O.K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2$	Isolante térmico e elétrico.
2	incolor	verde e preto	Não Metálico	2,0 à 3,0	clivagem em 1 direção	placas elásticas; lamelar; escamoso	Mica (biotita) $(H,K)_2.(Mg, Fe)_2Al_2(SiO_4)_3$	Isolante térmico e elétrico.
3	incolor	branco; verde; branco amarelado	Não Metálico	1,0 à 1,5	clivagem em 1 direção	séctil; lamelar; escamoso; granular e fibroso	Talco (pedra sabão) $H_2Mg(SiO_3)_4$	Cosméticos; tintas; suporte de inseticida; velas de motores
4	incolor	branco; incolor; cinza; vermelho; amarelo; azul; preta	Não Metálico	3,0	clivagem em 3 direções	Romboédrico; reação com HCL	Calcita $CaCO_3$	Fabricação de cimento
5	incolor	incolor; amarelo; verde; fume; violeta; róseo	Não Metálico	7,0	fratura conchoidal	prismático; maciço; granular	Quartzo $SiO_2$	Cerâmica; abrasivos; vidro e eletrônica.
6	incolor	incolor; branco; cinza; amarelo; vermelho	Não Metálico	1,5 à 3,0	clivagem perfeita (fibroso)	Prismáticos lenticular; granular; fibroso	Gipsita (Gispso) $CaSO_4.2H_2O$	Construção; Gesso.
7	incolor	Incolor, branco esverdeado; vítreo; amarelado	Não metálico	2,5 a 3,0	Clivagem Perfeita	Prismático; Tabular; Fibroso; Granular	Barita ( $BaSO_4$ )	Indúst. de vidro; papel; cerâmica; adicionado à lama utilizada na perfuração de petróleo; concreto pesado
8	Preto; amarelo acastanhado	Amarelo castanho	Submetálico a sedoso	5,0 a 5,5	–	Estalactítico; mamelonar; botroidal; fibroso; maciço; terroso	Limonita $(2Fe_2O_3.3H_2O)$	Material corante para pigmentos de tinta; estuque; argamassa; cimento; linóleo; borracha

TABELA SIMPLIFICADA PARA IDENTIFICAÇÕES DE MINERAIS

Anexo II

Nº	Traço	Cor	Brilho	Dureza	Clivagem e fratura	Outras propriedades	Nome e fórmula	Empregos (02)
9	incolor	incolor; branco; cinza; róseo; violeta; verde; azul	não metálico	4,0	clivagem perfeita	cúbico; ortoaédrico granular; compacto	fluorita $\text{CaF}_2$	fundente; cerâmica; flúor
10	incolor	verde mar; verde azulado; azul violeta; cinza e vermelho	não metálico	5,0	fratura conchoidal	prismático; tabular; globular; granular	apatita $\text{Ca}(\text{F},\text{Cl},\text{OH})\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3$	
11	incolor	vermelho carne; incolor; branco; róseo pálido; cinza	não metálico	6,0	clivagem em duas direções	prismático; maciço; granular; compacto	Ortoclasio (feldspato) $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$	porcelana; vidro; cristal
12	Incolor	Branco, cinza	não metálico	6,0	Clivagem em duas direções	prismático; maciço; granular; compacto	Plagioclásio (feldspato)	Porcelana; vidro; cristal
10	preto esverdeado; preto castanho	amarelo latão pálido	metálico	6,0 à 6,5	clivagem indistinta	cúbico; maciço; granular	Pirita $\text{FeS}_2$	fabricação de $\text{M}_2\text{SO}_4$ , Minério de fabricação de ácido sulfúrico
11	cinza escuro à preto	cinza chumbo	metálico	2,5	fratura sub conchoidal a plana	crístais cúbicos; granular; octaédrico	Galena $\text{PbS}$	minério de chumbo
12	vermelho a marrom	preta; cinza escuro	metálico	5,5 à 6,5	—	tabular; granular	Hematita $\text{Fe}_2\text{O}_3$	minério de ferro



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE  
CAMPINAS  
( PUC-CAMPINAS)

# Tecnologia das Rochas

FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS,  
AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS

PROFESSOR : DOUGLAS CONSTANCIO

**COMPONENTES DA EQUIPE:**

**TURMA:**  
**NOMES:**

**PERÍODO:**  
**RA:**

## TECNOLOGIA DAS ROCHAS

### ROTEIRO:

Com as amostras variando de 5,0 à 8,0 cm, ensaiá-las na prensa hidráulica, não esquecendo de anotar  $d$  (distância entre as esferas metálicas) e após cada ruptura marcar a carga (lida no manômetro).

Não esquecer de zerar o manômetro após cada ruptura.

Ensaiai 05 amostras, dando o valor  $I_s$  médio.

Depois de escolher 05 amostras com diâmetro de 5,0 à 8,0cm, numerá-las, tirar o peso natural, colocar numa latinha e levar à estufa por 24 horas no mínimo (Não esquecer de identificar a lata).

Depois de 24 horas, pesar novamente anotando o peso seco. Encher a latinha com água e deixar saturar as amostras por 48 horas no mínimo. Pesar novamente anotando o peso saturado.

Depois pesar as amostras submersas anotando cada peso submerso, montando-se assim a tabela da página 03.

Na descrição litográfica (pág. 05), deve-se descrever a amostra ensaiada de acordo com os relatórios feitos no 1º módulo, seguindo o roteiro dado na folha.

D= distância entre as esferas

F= variação do êmbolo

Onde:  $f_1 = 0,30$  cm

$f_2 = 2,78$  cm

$f_3 = 5,05$  cm

$f_4 = 6,81$  cm

Tara da cestinha = \_\_\_\_\_ g para peso submerso

1ª Parte:

Propriedades índices:

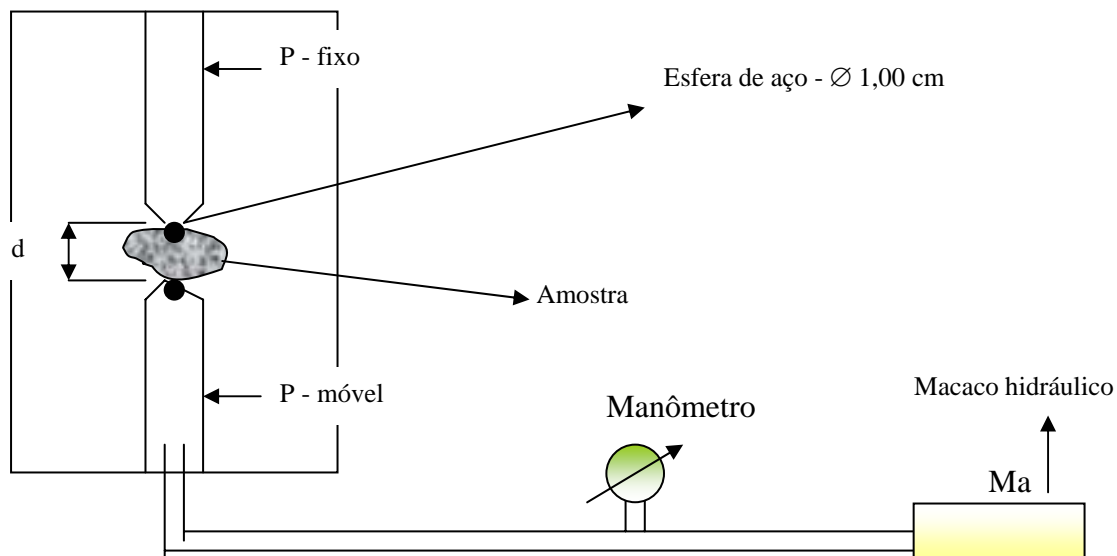
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
Peso Natural(g)					
Peso Saturado (g)					
Peso Submerso (g)					
Peso Seco (g)					
Peso Específico Aparente Seco ( $\text{g}/\text{cm}^3 - \text{s}$ )					
Peso Específico Saturado ( $\text{g}/\text{cm}^3 - \text{s}$ )					
Peso Específico Natural ( $\text{g}/\text{cm}^3 - \text{s}$ )					
Absorção de Água (% - Ab)					
Porosidade Aparente (% - n)					



2ª Parte:

Resistência á compressão puntiforme

$$IS = \frac{\text{Carga de Ruptura (kgf/cm}^2)}{d^2}$$



Amostra nº	d (cm)	d2 (cm)	Carga de Ruptura (Kgf)	Is (kgf/cm2)
1				
2				
3				
4				
5				

Is médio = \_\_\_\_\_ kgf/cm2

Observação: As amostras a serem ensaiadas deverão ter dimensões aproximadas de 5,0 á 8,0 cm de diâmetro aparente.

3ª Parte:

Descrição Litológica:

a) Cor da Rocha:

b) Estrutura:

c) Textura:

d) Composição mineralógica:

e) Classificação:

f) Nome mais provável:

g) Observações gerais:

