

# AS ROCHAS E OS MINERAIS

SENGIK, E.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo das rochas e minerais é de extrema importância por ser a rocha o material de origem da maioria dos solos, e os minerais das rochas a fonte principal dos nutrientes para as plantas.

A crosta terrestre é formada essencialmente de rochas, cujos constituintes são na maioria das vezes, os minerais, podendo também, uma rocha constituir-se dos chamados mineralóides, como o vidro vulcânico, o carvão, ou outros compostos de origem vulcânica.

O mineral é um elemento ou composto químico, via de regra, resultante de processos inorgânicos, de composição química geralmente definida e encontrada naturalmente na crosta terrestre. Geralmente são sólidos, somente a água e o mercúrio que se apresentam no estado líquido, em condições normais de temperatura e pressão.

A rocha é um agregado natural, formado de um ou mais minerais (ou mineralóides - vidros vulcânico, matéria orgânica, etc), que constituem a parte essencial da crosta terrestre, e é nitidamente individualizada. O arenito é uma rocha formada por quartzo e o granito pelos minerais de quartzo, feldspato e mica.

## 2. AS DIMENSÕES DA TERRA

A Terra tem a forma aproximadamente esférica com as seguintes dimensões: 12.756,776 km de diâmetro equatorial, 12.713,824 de diâmetro polar, 5,52 g/cm<sup>3</sup> de densidade, 5,98 x 10<sup>21</sup> toneladas de massa (5,6 sextilhões de quilos) e uma área de 510 milhões de km<sup>2</sup>.

A Terra é constituída de camadas de composições semelhantes: além da atmosfera e da hidrosfera, reconhecem-se três camadas: LITOSFERA, MANTO e NÚCLEO.

A litosfera ou crosta terrestre é a camada mais delgada e superficial, representando 0,375% da massa da Terra. Sua espessura varia entre 10 e 13 km nas regiões oceânicas e, em média é de 35 Km nas regiões continentais, alcançando até 60 Km nas regiões de montanhas.

A litosfera possui duas camadas distintas:

a) SIAL ou crosta continental é a parte superior da litosfera constituída predominantemente de rochas graníticas ricas em Si e Al, formando as regiões continentais.

b) SIMA ou crosta oceânica é a parte inferior, sobre a qual repousa o sial, é constituída predominantemente de rochas de natureza basáltica, ricas em Si e Mg, formando o fundo dos oceanos.

Quadro 1. Nome e principais características química e física da estrutura da terra.

Nome	Característica química	Característica física
Atmosfera	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , gases inertes	Gasosa
Biosfera	H <sub>2</sub> O, substâncias orgânicas e materiais esqueléticos	Sólidos líquidos, muitas vezes coloidais
Hidrosfera	Água doce e salgada, neve e gelo	Líquida e parte sólida
Litosfera	Rochas de silicatos	Sólida
Manto	Silicatos (Mg, Fe), SiO <sub>4</sub> ; sulfetos e óxidos de ferro	Sólida
Núcleo	Liga de ferro e níquel	Parte externa líquida e interna sólida possivelmente.

### A COMPOSIÇÃO DA LITOSFERA

a) Composição química é expressada através dos principais elementos que a constituem (O, Si, K, Na, Ca, Mg, Al, Fe, Ti, Mn, P e H);

Quadro 2. Profundidade, denominação, constituição litológica, densidade e temperatura da crosta terrestre.

Profundidade (Km)	Denominação	Constituição Litológica	Densidade $\text{g dm}^{-3}$	Temperatura $^{\circ}\text{C}$
15 – 25	Crosta superior	Sedimentos		600
		Granito/SIAL	2,7	
30 – 50	Crosta inferior	Basalto/SIMA	2,95	1200
1200	Manto superior	Periodito	3,30	3400
2900	Manto inferior	Silicatos com sulfetos e óxidos	4,7	4000
6370	Núcleo (NiFe)	Ferro metálico com níquel	12,2	4000

b) A composição mineralógica expressa os minerais mais abundantes que ocorrem na litosfera. Os principais minerais que ocorrem na litosfera são: feldspato, piroxênios, anfibólios, quartzo, micas, cloritas, sulfatos, argilominerais, carbonatos, olivinas, óxidos, hidróxidos e halóides;

c) A composição litológica expressa a litosfera em função das rochas mais abundantes. Dos 5% das rochas sedimentares, 80 a 85% são folhelhos, 5 a 10% são arenitos e 5 a 10% são calcários e ocupam 75% da superfície dos continentes.

Dos 80% que são rochas ígneas, 40% são graníticas, das quais 95% são de origem continental e 45% basálticas, sendo 95% de regiões oceânicas e 5% de origem de regiões continentais. Quanto às rochas metamórficas não se possui dado preciso.

### 3. AS CARACTERÍSTICAS DO MAGMA

O magma é um fluido natural muito quente com temperaturas de 800-900 $^{\circ}\text{C}$  na superfície, atingindo 1000-1200 $^{\circ}\text{C}$  nas reações exotérmicas. É constituído por uma fusão de silicatos, mostrando proporções variadas de água, elemento volátil e de cristais e minerais em processo de crescimento.

#### 3.1. AS FASES DO MAGMA

a) Sua fase líquida é formada por uma solução de silicatos, com predominância de tetraedros de silício ( $\text{SiO}_4$ );

b) Sua fase gasosa é formada por água e, em menores quantidades por gases;

c) Sua fase sólida é constituída por cristais em suspensão cuja quantidade e presença depende do grau de resfriamento do magma.

#### 3.2. A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MAGMA

Do ponto de vista químico há dois constituintes importantes:

a) Constituintes não voláteis (fase líquida);

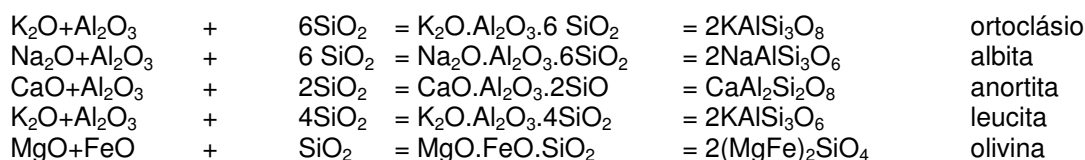
b) Constituintes voláteis (fase gasosa).

a) Os constituintes não voláteis (fase líquida):

À medida que o magma se resfria, os constituintes não voláteis associam-se para formar os cristais que irão constituir as rochas. São eles os mais abundantes:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{TiO}_2$ .

A composição mineralógica da rocha depende da natureza e da proporção dos constituintes não voláteis do magma.

**Exemplos:**



Observe que todos os minerais possuem composição química semelhante. Isto ocorre devido ao pequeno número de elementos químicos presentes no magma, resultando em um número limitado de combinações entre estes constituintes, e conseqüentemente é reduzido o número de minerais que constituem as rochas ígneas ou magmáticas.

b) Os constituintes voláteis (fase gasosa):

Os constituintes voláteis são importantes do ponto de vista físico-químico, o principal representante é a água, assim como  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $SiO_2$ ,  $SO_3$ ,  $S_2$ ,  $H_2$ ,  $Ne$ ,  $HCl$ ,  $H_2S$ ,  $HF$ , etc.

Os produtos voláteis não interferem nos estágios iniciais de solidificação do magma, mas nos estágios posteriores, sobretudo nos finais. Sua ação é bastante acentuada, notadamente na manutenção dos minerais, tais como a turmalina, topázio, fluorita, berilo, etc, que só se formam na presença de elementos voláteis.

### 3.3. A ACIDEZ DAS ROCHAS E A VISCOSIDADE DO MAGMA

O  $SiO_2$  é responsável pela viscosidade do magma e pela sua acidez. Os magmas e as respectivas rochas originadas são classificados segundo a acidez como:

Ácidas	65-80% de $SiO_2$
Sub-ácidas	60-65% de $SiO_2$
Sub-básicas	55-60% de $SiO_2$
Básicas	55-45% de $SiO_2$
Ultra-básicas	< 45% de $SiO_2$

Quanto maior o teor de  $SiO_2$  de uma rocha ou mineral, maior é a sua acidez (Quadro 3) e maior a sua resistência ao intemperismo. A viscosidade do magma é importante para a cristalização dos minerais. A movimentação do magma depende de sua viscosidade, podendo impedir ou facilitar o crescimento de minerais. Portanto, se o magma possuir baixa viscosidade irá formar rochas melhor cristalizadas do que rochas com elevada viscosidade, podendo ocorrer rochas com grande quantidade de material vítreo.

Quadro 3 – Classificação de alguns minerais e rochas quanto a sua acidez.

Nome	Ácidas	Sub-Ácidas	Básicas	Ultra Básicas
<b>Minerais</b>	Quartzo	Quartzo (0-5%)	Plagioclásios	Piroxênios
	Feldspato-K	Biotita	Calcosódicos	Anfibólios
	Plagioclásios	Ortoclásio	Piroxênios	Olivinas
	Biotita	Plagioclásio		
	Anfibólios	Piroxênios		
	Piroxênios	Anfibólios		
<b>Extrusivas</b>	Riolitos	Andositos	Basaltos	
<b>Hipoabissais</b>	Granitos (Porfíricas)	Sienitos e Dioritos	Diabásios	Dunito
<b>Intrusivas</b>	Granito	Sienito e Dioritos	Gabro	Piroxênios

A acidez das rochas nada tem a ver com a acidez dos solos, nos solos a acidez se deve à predominância dos íons hidrogênio na solução dos mesmos.

### 3.4. O RESFRIAMENTO DO MAGMA

O resfriamento do magma tem como consequência à solidificação do magma, depende da sua composição química, quantidade de produtos voláteis, viscosidade, taxa de resfriamento e, portanto sua localização na crosta terrestre.

A cristalização dos minerais pode ocorrer dentro da crosta, é o que ocorre com o magma intrusivo, onde o resfriamento é lento, pois a crosta funciona como escudo térmico, impedindo a perda de calor, resultando na formação de rochas bem cristalizadas, onde o material vítreo não é encontrado. A fase gasosa mantém a fluidez por mais tempo, facilitando a cristalização, e a formação de rochas com granulação (textura) grossa, com cristais com diâmetro maior que 5 mm e perfeitos (textura porfirídica). As rochas formadas dentro da crosta são denominadas de INTRUSIVAS ou PLUTÔNICAS. Um exemplo típico deste grupo de rochas é o granito.

A cristalização dos minerais pode ocorrer na superfície, com o magma extrusivo (lava) que é o segundo caso. Ocorre um resfriamento rápido do magma, devido à perda de calor para a atmosfera, o que impede a perfeita cristalização da rocha. O magma ao atingir a superfície, perde sua fase gasosa, aumentando a sua viscosidade. Ocorre a formação de cristais com granulação fina (<1mm). Essas rochas são denominadas de EXTRUSIVAS ou VULCÂNICAS e nela a presença de matéria vítrea é constante. Quanto mais viscoso o magma maior será a quantidade de matéria vítrea e quanto menos viscoso menor será a quantidade. O Basalto é uma representante deste grupo de rochas.

### 3.5. A SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO DE BOWEN

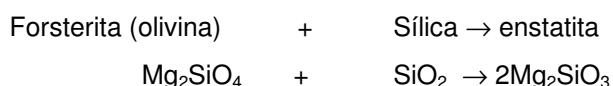
O magma é um conjunto de silicatos em fusão que ao resfriar-se torna possível o arranjo dos tetraedros  $(\text{SiO}_4)^{-4}$  que irão formar minerais do grupo dos silicatos.

À medida que ocorre o resfriamento do magma, há uma seqüência de cristalização que no estudo de rochas permite prever quais minerais poderão ou não se associar para a formação de uma rocha. Por exemplo, dificilmente teremos olivina e quartzo na mesma rocha (Figura 1).

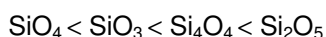
A seqüência de cristalização é válida para as rochas intrusivas. Para as rochas extrusivas não se aplica a seqüência de cristalização, com o mesmo rigor, devido ao relativamente rápido resfriamento do magma (Figura 1).

Bowen estabeleceu para os magmas mais freqüentes, duas séries de reações, contínuas e descontínuas, que se processam simultaneamente enquanto a temperatura decresce.

a) **Série Descontínua:** é a série representada pelos minerais ferro magnesianos mais importantes: olivinas, piroxênios, anfibólio e biotita. À medida que a temperatura decresce, os minerais formados em temperatura mais elevadas, tornam-se instáveis e tendem a reagir com a sílica ( $\text{SiO}_2$ ), que está em fusão no magma para tornar-se mais estáveis. Por exemplo a olivina forma-se no início do resfriamento do magma, portanto em temperaturas mais elevadas. À medida que o magma se resfria, a olivina reage com a sílica:



Observa-se que à medida que o magma resfria, os minerais se tornam mais ricos em sílica. Olivinas ( $\text{SiO}_4$ ), piroxênios ( $\text{SiO}_3$ ), anfibólios ( $\text{SiO}_4$ ), biotita ( $\text{Si}_2\text{O}_5$ ), ou seja, os ferro magnesianos cristalizam-se no magma numa ordem crescente de acidez:



b) **Série Contínua:** é expressada pelos minerais do grupo dos plagioclásios (Figura 1). Ao contrário da série descontínua, as reações ocorrem continuamente com reajuste das composições à medida que a temperatura diminui.

Os primeiros plagioclásios a se formarem são os cálcicos. Havendo no magma Ca e Na, à medida que se forma os plagioclásios cálcicos, vai sobrando o Na, aumentando o seu teor durante o resfriamento, passando a formar plagioclásios sódicos. Como o teor de  $\text{SiO}_2$  em anortita ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) é menor do que da albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), observa-se que também nos plagioclásios a ordem é crescente do seu teor de sílica. Quando ocorre o esgotamento de sílica no local de formação o resfriamento prossegue até o final com o plagioclásio já formado.

As duas séries de reação processam-se simultaneamente, convergindo para uma única, como podemos observar na Figura 1.

O quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) é o último mineral a ser formado, só se formando depois de formado os minerais possíveis e ainda restar SÍLICA RESIDUAL. Se não restar sílica à rocha formada não terá quartzo.

Uma rocha pode ser formada pela associação de olivina-plagiocásio sódico, pois são formadas ao mesmo nível de temperatura. Se houvesse, também, sílica suficiente para formar o plagioclásio sódico. A série descontínua não seria interrompida na olivina, mas se prolongaria até a biotita.

A seqüência de cristalização de Bowen permite estabelecer algumas regras de associação de minerais, conhecidos como NORMAS DE COEXISTÊNCIA PARAGENÉTICA. O exame da seqüência permite afirmar que:

- Quartzo e Olivina não ocorrem na mesma rocha;
- Moscovita não se associa a piroxênios e olivina;
- Quartzo normalmente não se associa a plagioclásios cálcicos;
- Em rochas ricas em sílica, os ferromagnesianos mais freqüentes são as micas, nas intermediárias os anfibólios e nas pobres os piroxênios. Quanto maior o teor de sílica, maior será a relação Si:O no mineral ferromagnesiano;
- Se o magma for muito deficiente em sílica, em vez de formar ALBITA ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) ou ORTOCLÁSIO ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), que são feldspatos, forma LEUCITA ( $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ ) no lugar do ORTOCLÁSIO e NEFELITA ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) no lugar da ALBITA que são feldspatóides, silicatos mais pobres em sílica do que os feldspatos. Para isso deve haver K e Na em quantidades suficientes no magma;

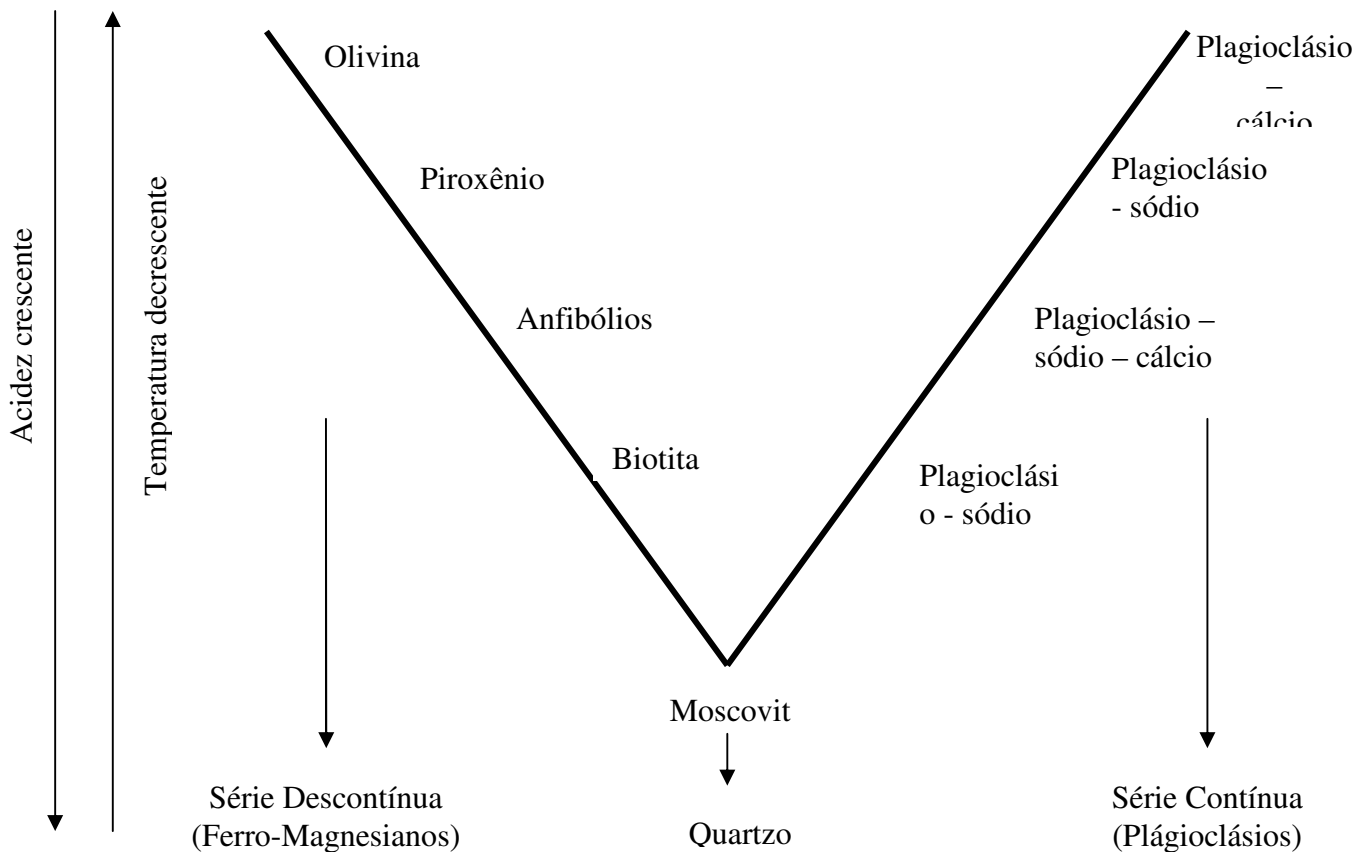


Figura 1 – Efeito de reações contínuas e descontínuas em função da temperatura e da acidez do magma na formação de minerais essenciais.

f) A associação mineralógica essencial dos basaltos (rochas básicas) é piroxênios - plagioclásios cálcicos (labradorita). É portanto uma associação compatível na seqüência de cristalização, própria dos estágios iniciais, correspondendo a magmas básicos. Não se pode esperar, portanto, a ocorrência de quartzo ou moscovita nessas rochas, mas é comum a presença de olivina ;

g) Os granitos são rochas ácidas devido à presença de elevada quantidade de sílica, portanto possuem quartzo. Sua associação mineralógica essencial é feldspato potássico plagioclásio sódico-quartzo. Um granito não possui plagioclásio cálcicos ou olivinas. É comum a ocorrência de BIOTITA, o que é esperado por ser o ferromagnésiano de maior relação Si:O;

h) Rochas ricas em plagioclásios cálcicos (gabro anortésitos) não apresentam quartzo;

i) Rochas ricas em plagioclásios sódicos (diorito) podem possuir quartzo (quartzo diorito).

#### **4. A CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS QUANTO A COR**

As rochas podem ser classificadas quanto à presença de minerais claros ou escuros em leucocráticas, melanocráticas e mesocráticas.

4.1. LEUCOCRÁTICAS: são rochas que predominam minerais de cor clara (quartzo, feldspatos, feldspatóides e micas moscovita);

4.2. MELANOCRÁTICAS: são rochas em que predominam minerais de cor escura (mica biotita, piroxênios, anfibólios e peridotitos);

4.3. MESOCRÁTICAS: rochas em que não há o predomínio de minerais claros ou escuros.

#### **5. OS TIPOS DE ROCHAS (PETROLOGIA)**

O estudo das rochas é objetivo da PETROLOGIA e como existem três grandes grupos de rochas (ÍGNEAS, METAMÓRFICAS e SEDIMENTARES), estes grupos constituem a divisão natural da petrologia.

A origem das rochas existentes inicia com a solidificação da crosta, inicialmente originaram-se as rochas denominadas de ígneas ou magmáticas por serem originadas do magma. O desgaste destas rochas e o acúmulo de seus sedimentos originaram as rochas sedimentares. O resfriamento da crosta com dobras e fraturas, resultaram em pressões e temperaturas elevadíssimas, originando rochas com características próprias e denominadas de rochas metamórficas.

As rochas magmáticas, intrusivas e as extrusivas, se originam da consolidação do magma, são de origem primária e delas se derivam por vários processos as rochas sedimentares e metamórficas.

##### **5.1. AS ROCHAS MAGMÁTICAS INTRUSIVAS, PLUTÔNICAS OU ABISSAIS**

O magma pode se consolidar dentro da crosta terrestre, a vários quilômetros de profundidade, formando as rochas intrusivas, plutônicas ou abissais. Como o resfriamento do magma ocorre lentamente possibilita a formação de cristais mais perfeitos (desenvolvidos) formando uma textura equigranular. São exemplos de rochas intrusivas:

GRANITO: é a mais comum das rochas magmáticas, ocorre junto com as GNAISSES (metamórfica), no embasamento cristalino que forma os blocos continentais. A Serra da Mantiqueira, a Serra do Mar,... são exemplos de granito. Ocorre com várias cores: cinza claro a cinza bem escuro, amarelado, roxo ou vermelho. A variação de cor provém, em geral, da cor do FELDSPATO, que é o mineral mais freqüente nos granitos. Compõe-se com predominância de ortoclásio, o quartzo é freqüente e plagioclásio sódico é comum. Contém ainda biotita ou moscovita e anfibólio, mais comumente a HORNBLENDA e são rochas leucocráticas. Outros exemplos de rochas magmáticas plutônicas: sienito, diorito, gabro, peridotito e jacupiranguito.

As rochas plutônicas (intrusivas) podem ocorrer de maneiras muito diversas, formando corpos e tamanho variado e que apresentam relações variadas com as rochas encaixantes, dentro das quais elas se solidificaram. As dimensões dessas formações podem ser relativamente pequenas como os diques, sill e lacólito ou bastante grandes como os batólitos e lopólitos.

##### **5.1.1. As formas de ocorrência das rochas magmáticas intrusivas**

a) SILL: são corpos extensos, pouco espesso e de forma tabular quando visto em corte;

b) LACÓLITO: o magma, é mais viscoso, formando massas intrusivas de forma lenticular, plano convexa;

c) LAPÓLITO: tem a forma de uma bacia, de grandes dimensões e, ocorre sempre no fundo das dobras do tipo sinclinal;

d) **FACÓLITO**: é um corpo intrusivo concordante, confinado nas cristas das dobras dos anticlinais ou no fundo dos sinclinais;

e) **DIQUE**: é uma massa magmática que preenche uma fenda de uma rocha;

f) **NECK**: são corpos cilíndricos, verticais que cortam as rochas pré-existentes. São condutos antigos de vulcões cuja parte superior foi erodida;

g) **BATÓLITO**: são massas enormes de material magmático (granítico) que afloram numa extensão de pelo menos 100 Km<sup>2</sup>. Denomina-se **STOCK** quando ocupar uma área inferior a 100 km<sup>2</sup>;

h) **VEIOS**: são massas produzidas pela injeção de magma em fraturas menores e menos regulares que os diques.

## **5.2. AS ROCHAS MAGMÁTICAS EXTRUSIVAS, ERUPTIVAS, VULCÂNICAS OU EFUSIVAS**

São rochas em que o magma extravasa na superfície através da rachadura na crosta ou vulcões, passando rapidamente do estado líquido para o sólido, como não há tempo para a cristalização ocorre a formação da textura vítrea. Comumente ocorrem pequeníssimos cristais esparsos pela massa vítrea. São exemplos de rochas ígneas: basalto, diabásio, riólito, andesito, traquito, fonolito, obsidina e peridotito.

**BASALTO** é a rocha efusiva mais comum. A sua textura é microcristalina, vítrea ou porfírica. Pode ser às vezes altamente vesicular. Sua cor é geralmente preta, podendo ser cinza-escuro ou castanho, sendo sempre melanocrática. **FENOCRISTAIS** de plagioclásio cálcico e de piroxênios (às vezes olivinas) são comuns numa matriz **AFANÍTICA**. Nos basaltos vesiculares dá-se, muito freqüentemente, o preenchimento das vesículas, formando amígdalas, que podem constituir-se de ágata, quartzo, zeólitos, ou diversos outros minerais, que resultam dos últimos fluxos do magma recém consolidado que, escapando pela rocha, formam-se nos seus espaços vazios. Belos cristais de quartzo ametista são explorados no Rio Grande do Sul e outros estados do Brasil e vendidas em joalherias, casas comerciais e ao longo de rodovias.

### **5.2.1. As formas de ocorrência das rochas Ígneas Extrusivas.**

As rochas ígneas podem ocorrer na forma de lavas, de material piroclástico e de gases vulcânicos. As lavas são massas magmáticas, em estado parcial ou total de fusão e que atingindo a superfície se derramam e se solidificam. Exemplo: Derrame do Trapp.

O material piroclástico é formado por fragmentos soltos que saem dos vulcões provocando explosões. Entre eles temos os tufos vulcânicos, os blocos, as bombas, as cinzas e os gases.

a) **Tufos vulcânicos** são formados por material fino e de consistência fofa;

b) **BLOCOS** quando tem diâmetro acima de 5cm, com formas irregulares, ásperas, podendo ultrapassar 1m<sup>3</sup>. Saem do vulcão em estado sólido.

c) **BOMBAS**: são massas de lava consolidada durante a trajetória no ar, com formas próprias, desde poucos centímetros de tamanho até um metro. Sua forma arredondada ou alongada, freqüentemente retorcida mostra sua ejeção no estado plástico. Os casos de lava esponjosa de vidro vulcânico são denominados de pedra pome ou hume.

d) **LÓPOLI**: são ejetólitos de lava com tamanhos de uma noz ao de uma ervilha.

e) **CINZAS**: é um material de aspecto arenoso, constituído de fragmentos finos, de cerca de 4 a 1/4 de milímetros de tamanho. Pode ser menor e semelhante a um pó impalpável.

f) **GASES**: a exalação de gases pode ocorrer antes, durante e depois da extinção das atividades vulcânicas. A quantidade de gases desprendida durante uma explosão pode danificar tecidos de roupas expostas a cinco mil quilômetros pelos gases ricos em ácido fluorídrico e clorídrico. Exemplo.: Gases do vulcão do Alasca (Katmai) causou danos em roupas em Chicago.

## **5.3. AS ROCHAS SEDIMENTARES**

São rochas resultantes do depósito e da sedimentação dos produtos do intemperismo de outras rochas. Os depósitos de sedimentos recém formados são moles e incoerentes como a areia de uma praia ou a argila de um manguezal. Com o passar do tempo e a evolução geológica, entretanto, novas camadas vão se acumulando e criando espessas formações de sedimentos que podem atingir centenas e até milhares de metros de espessura.

Sob o efeito das novas camadas, a água é expulsa e os sedimentos mais antigos vão endurecendo, sofrem a litificação ou diagênese, até formar a rocha dura: a rocha sedimentar. As principais rochas sedimentares são: argilito, siltito, arenito, conglomerado, tilito, dolomito, calcário e sílex.

Argilito, argila e folhelho possuem cor de cinza até preta, amarela verde ou amarelada. A granulação é finíssima, por isto são untuosas ao tato. A presença de argila faz com que o sedimento tenha o cheiro característico de moringa nova, quando umedecido. Quando endurecida, formam estratos finos e paralelos esfoliáveis e recebe o nome de FOLHELHO.

Arenito, areia ou arcózio: as cores mais comuns são cinza, amarela ou vermelha. O arenito é a rocha sedimentar proveniente da consolidação de areia por um cimento qualquer. Ocorrem, comumente junto às areias, às vezes em alta concentração, a monazita, ilmenita, moscovita e outros minerais. O arcózio é um arenito que possui como constituinte uma grande quantidade de FELDSPATO. O arenito de Bauru é constituído principalmente de quartzo e o de Botucatu de quartzo e feldspato.

O calcário e o margá são rochas de cor cinza, amarela, até preta, geralmente compacta e de granulação microscópica na maioria das vezes. É comum apresentarem impurezas de argila e de areia. Há tipos formados de restos de conchas ou de carcaças de microorganismos. A denominação de LUMAQUELA ocorre quando é grande a contribuição de conchas, e de MARGA quando possui ao redor de 50% de argila. Resulta um material que efervesce com HCl frio.

Dolomito é semelhante ao calcário e como se constitui de dolomita efervesce com HCl quente.

#### 5.4. AS ROCHAS METAMÓRFICAS

São transformações que sofrem as rochas pré-existentes (metamórficas ou magmáticas), sob a ação de novas condições, como temperatura, pressão, presença de agentes voláteis ou fortes atritos. A adaptação a estas novas condições da origem as rochas metamórficas.

A recristalização dos minerais preexistentes pode ocorrer com a formação de novos minerais. Devido à pressão dirigida num determinado sentido, a textura resultante é a orientada ou xistosa, caracterizada pelo arranjo de todos ou de alguns minerais segundo planos paralelos. As lâminas de mica ou os prismas de anfibólio seguem a mesma direção.

Na recristalização pode ocorrer apenas o crescimento do mineral, como exemplo, o calcário passando a mármore, ou um arenito para quartzito. As principais rochas metamórficas são: quartzito, mármore, filito, micaxisto, clorita xisto e gnaíse.

Mármore: provém do calcário ou do dolomito. Os grãos de calcita recristalizam-se formando cristais macroscópicos, apresentando uma aparência sacaróide. A cor varia do branco, rósea, esverdeada e preta. As impurezas podem recristalizam-se como mica, clorita, grafita, etc. Efervesce com HCl frio, e, quente quando dolomítico.

Gnaíse: são rochas metamórficas de estrutura orientada que no metamorfismo regional atinge grandes áreas, originando rochas como os gnaíses, micaxisto, filito e talcoxisto.

O metamorfismo de contato que origina uma estrutura maciça, originando rochas como o mármore, o quartzito e o itabirito. Atinge pequenas áreas, formando rochas por isso mais raras e mais caras.

### 6. AS PROPRIEDADES DOS MINERAIS

**6.1. ESTRUTURA QUÍMICA** é o estado cristalino, é à disposição dos átomos, que leva a formação de formas geométricas definidas. São conhecidos os sistemas: cúbico (galena, pirita, halita e sal de cozinha), tetragonal (zircônio, rutilo e cassiterita), hexagonal (quartzo, calcita e turmalina), ortorrômbico (enxofre e olivina), monoclinico (gipsita e micas) e triclinico (plagioclásios e feldspatos).

**6.2. CLIVAGEM:** um mineral possui clivagem quando se fende segundo direções paralelas e constantes. O mineral que não possui clivagem apresenta FRATURA, que pode ser:

- a) concoidal (quartzo, vidro,...)
- b) terrosa (ocre)
- c) granular (magnetita)
- d) fibrosa (limonita)



**6.3. DUREZA** é a resistência do mineral ao risco. Um mineral mais duro certamente irá riscar um menos duro e, quando não riscar e nem ser riscado, terão certamente a mesma dureza. Uma pergunta tradicional é: quem risca quem quando estamos escrevendo no quadro negro?

**A ESCALA DE MOHS** estabelece valores de 1 a 10 de dureza para os minerais. Alguns materiais podem nos auxiliar na estimativa da dureza de um material.

1. Talco	
2. Gipsita	
3. Calcita	
4. Fluorita	
5. Apatita	
6. Ortoclásio	2,5.....unha
7. Quartzo	3,0.....moeda de cobre
8. Topázio	5,0.....aço de canivete
9. Coríndon	5,5.....vidro de vidraçaria
10. Diamante	6,5.....aço de lima

**Materiais auxiliares:**

**6.4. A TENACIDADE** é a resistência que um mineral oferece ao ser rompido, esmagado, curvado ou rasgado, em resumo, é a sua coesão.

- a) Quebradiço ou frágil: o mineral se rompe ou pulveriza com facilidade. Ex: quartzo.
- b) Maleável: pode ser transformado em lâminas ao ser martelado.  
Ex: cobre, ouro e prata.
- c) Sutil: quando pode ser cortado em aparas delgadas com um canivete. Ex: cobre, estibinita.
- d) Dúctil: quando pode ser estirado em fios. Ex: prata.
- e) Flexível: quando se curva, mas não retorna a forma primitiva quando a pressão cessar. Ex: talco.
- f) Elástico: quando depois de encurvado retorna a posição original ao cessar a pressão. Ex: micas.

**6.5. O BRILHO** é a aparência geral da superfície de um mineral à luz refletida. Pode ser metálico (pirita e galena), não-metálico: vítreo (quartzo), sedoso (amianto), resinoso (âmbar) e submetálico quando for difícil caracterizar.

**6.6. A COR** é a propriedade física mais importante, mas por não ser constante deve ser usada com cautela na identificação de minerais. Pode ser classificada como:

- a) Idiocromáticos: possuem cor própria e constante. Por exemplo o malaquita (verde), azurita (azul) e enxofre (amarelo).
- b) Alocromáticos: a cor varia com impurezas ou composição química. A fluorita (incolor, amarelo, róseo, verde), quartzo (incolor, amarelo, róseo, verde).

**6.7. O TRAÇO** é a impressão deixada ao riscar numa pedra polida branca. A Magnetita possui traço preto; hematita, traço vermelho; goetita, traço marrom-avermelhado; galena traço preto acinzentado.

**6.8. A DENSIDADE OU PESO ESPECÍFICO** é a relação entre o peso do material comparado com o peso de igual volume de água a 4°C. Facilita o reconhecimento do mineral por ser uma característica mais ou menos constante.

Exemplos:	Quartzo	2,65 g cm <sup>-3</sup>
	Ferro	7,30 g cm <sup>-3</sup>
	Calcita	2,75 g cm <sup>-3</sup>
	Ouro	19,40 g cm <sup>-3</sup>
	Galena	7,50 g cm <sup>-3</sup>
	Halita	2,20 g cm <sup>-3</sup>
	Mercúrio	13,60 gcm <sup>-3</sup>

**6.9. As PROPRIEDADES QUÍMICAS** resultam da constituição química do mineral. Ouro, diamante e enxofre são constituídos por um elemento químico. Através da composição química pode-se identificar a

presença ou não de alguns minerais. Por exemplo, a reação à água oxigenada, volume 30, significa presença de enxofre, e a reação ao ácido sulfúrico à presença de carbonatos.

**Exemplos:**

Piroxênio e anfibólios..... silicatos de Mg, Ca e Fe

Feldspatos.....  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $6SiO_2$

Plagioclásios.....  $Na_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $2SiO_2$

**6.10. MAGNETISMO** é a atração pelo ímã que ocorre em poucos minerais. Ex: magnetita e pirrotita. O manganês, níquel e titânio se tornam magnéticos quando aquecidos. Porque?

**7. OS GRUPOS DE MINERAIS**

7.1. Minerais ESSENCIAIS são os que caracterizam uma rocha. São exemplos de minerais essenciais:

- a) QUARTZO
- b) FELDSPATO
- c) FELDSPATÓIDES
- d) MICAS (Moscovita, Biotita )
- e) PIROXÊNIOS
- f) ANFIBÓLIOS
- g) PERIDOTOS

7.2. Os minerais ACESSÓRIOS são minerais que numa rocha, aparecem acidentalmente, não fazem falta para a formação da mesma. Exemplo: pedras preciosas.

7.3. Os minerais SECUNDÁRIOS são os que resultam da ação do intemperismo dos minerais anteriores. Exemplo: concreções calcárias e concreções de ferro.

**8. CONCLUSÕES**

O número de rochas que originam a maioria das solos, é bastante reduzido. Portanto, não é difícil adquirir um conhecimento básico das principais rochas e minerais que compõem os solos. Tal conhecimento, sem dúvida, irá auxiliar na compreensão e no diagnóstico do comportamento dos solos na difícil arte de bem manejar os solos agrícolas.

**9. BIBLIOGRAFIA**

- BIGARELLA, J.J.; LEPREVOST, A.; AURÉLIO, B. Rochas do Brasil. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1985. 310p.
- POPP, J. H. Geologia geral (4º Edição) . Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988. 299p.
- PINTO, O.C.B. Noções de geologia geral. Viçosa, Imprensa Universitária, 1985. 134p.