

# A natureza das rochas



## 1.1 O QUE SE CHAMA DE ROCHA?

O ramo de conhecimento que se ocupa com o estudo sistemático de rochas é a *petrologia*. Ela inclui a descrição e a identificação das rochas (*petrografia*) e uma explicação de suas origens (*petrogênese*).

Uma rocha é constituída de um mineral ou da associação de dois ou mais minerais que mantêm certa uniformidade de composição e de características na crosta terrestre. Portanto, a *associação* de dois ou mais minerais forma uma rocha. Entretanto, podem ocorrer rochas constituídas, essencialmente, de um só mineral, como no caso do calcário e do mármore, os dois formados pelo mineral calcita (carbonato de cálcio).

Rochas são, então, as muitas substâncias da Terra. Elas são compostas das mesmas partículas, como todos os outros materiais no universo, mas, nas rochas, as partículas estão tão agregadas e arranjadas que as unidades são muito amplas. Corpos de rochas individuais comumente constituem centenas ou milhares de quilômetros cúbicos do volume da Terra. Mesmo assim, as rochas diferem muito de um lugar para outro, por causa dos diferentes processos pelos quais são formadas.

As rochas próximas da superfície vêm sendo estudadas há muito tempo e suas características são bem conhecidas. Em geral, as rochas são classificadas em três grandes grupos, de acordo com o principal processo que lhes deu origem. Esses três grupos são as rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Qualquer um que pretenda iniciar-se em geologia deve ser capaz de conhecer as características e inter-relações existentes entre esses três grandes grupos de rochas.

Por causa da diversidade dos tipos de rochas, dos vários modos que elas são formadas e da enorme variação dos tamanhos das unidades que elas formam (do tamanho de batólitos até cristálitos submicroscópicos), a petrologia utiliza alguns métodos contrastantes de investigação. Esses métodos incluem técnicas de geologia



de campo, análises químicas e estudos experimentais e petrográficos (macro e microscópicos). Aqui, a abordagem geral visa levar o leitor a reconhecer macroscopicamente uma rocha por análise de suas características visíveis a vista desarmada.

## 1.2 ESPÉCIES DE CORPOS DE ROCHAS

De acordo com a natureza de seu conteúdo mineral, as rochas podem ser agrupadas em quatro categorias diferentes: monominerálica, vidro natural, matéria orgânica e poliminerálica.

A *rocha monominerálica* consiste, essencialmente, em um só mineral que ocorre em escala bastante grande, tanto que é considerada uma parte integrante da estrutura da Terra; são exemplos o calcário, o mármore e o dunito. O calcário é uma rocha sedimentar, o mármore é de natureza metamórfica e o dunito é de origem ígnea.

O *vidro natural*, que, embora com frequência, seja quase homogêneo, não tem uma composição que possa ser expressa por uma fórmula química, porque varia de um lugar para outro na mesma massa rochosa. O vidro natural é conhecido como *obsidiana* ou *vidro dos vulcões* (Fig. 1.1). Sua cor é verde-escura, algumas vezes tendendo ao negro; fratura conchoidal lisa e extremamente brilhante, como o vidro. A textura da obsidiana é vítrea. Geralmente, ao microscópio, não mostra nenhum elemento cristalino, ou seja, trata-se de material amorfo de origem ígnea.



Fig. 1.1 A obsidiana é um vidro natural de origem vulcânica com característica fratura conchoidal ou concoide. Muitos minerais e rochas apresentam esse tipo de fratura

A *matéria orgânica*, que é um produto de origem animal ou vegetal, também pode formar corpos de rochas. O fosfato de cálcio proveniente do excremento de aves, em geral acumulado em certas ilhas oceânicas, recebe o nome de *guano*. É uma rocha de origem animal. Turfa, linhito (carvão marrom), hulha (carvão betuminoso) e antracito são nomes dados às várias transformações pelas quais passa a matéria

vegetal ao ser transformada em carvão mineral. Esses materiais são estudados com as rochas sedimentares (Fig. 1.2).

A *rocha poliminerálica* é um agregado de dois ou mais minerais, com ou sem massa fundamental de vidro natural; muitas dessas rochas contêm uma dúzia de minerais diferentes observáveis principalmente sob lente de grande aumento. A maioria das rochas pertence a esse grupo. São exemplos: o granito, que é uma rocha ígnea; o gnaiss, que é uma rocha metamórfica; e o arcóseo, que é uma rocha sedimentar.

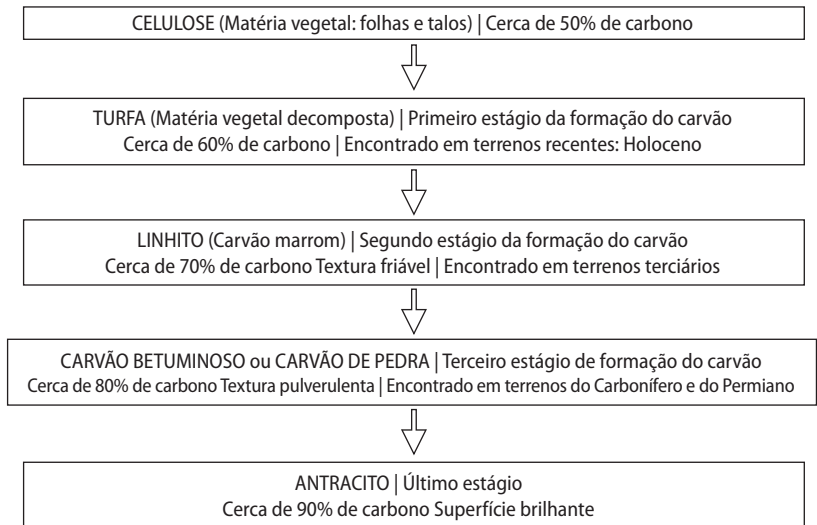


Fig. 1.2 Estágios da formação do carvão

### 1.3 MÉTODOS DE ESTUDO

Os caracteres que distinguem cada grupo de rochas, e, dentro de cada um deles, as diferentes rochas que inclui, são estreitamente dependentes do *modo de formação*. Alguns só podem ser observados no terreno, pelo estudo da massa rochosa em relação às massas vizinhas, ou seja, do *modo geológico de ocorrência* ou *modo de jazida*. As relações de campo são importantes na determinação do modo geológico de ocorrência de um corpo rochoso. Elas têm como



finalidade determinar o ambiente no qual as rochas foram originalmente formadas e a natureza e a extensão de todas as mudanças subsequentes em sua composição química e física. Tais estudos se preocupam com a geometria das rochas em relação aos estratos que as circundam. Outros caracteres podem reconhecer-se pelo exame da própria rocha, no terreno, ou de exemplares de mão dela talhados. São estes últimos que se vão considerar, essencialmente, embora seja necessário, com frequência, fazer referência a questões relativas à gênese e modo de ocorrência das rochas.

O estudo de uma rocha nunca é simples, porque, além da composição química, deve abranger outros fatores variáveis, tais como *tamanho, forma e arranjo* dos componentes. Dentro de cada uma das classes de rochas, são consideradas as *composições, texturas e estruturas*.

A identificação macroscópica das rochas é baseada quase exclusivamente em suas características externas, especialmente cor e textura – propriedades físicas visíveis a olho nu.

A *cor* de um mineral é a propriedade física mais facilmente notada. Ela varia de um espécime para outro, mas essas variações não constituem um obstáculo insuperável para sua análise e identificação. Quando tomada em conjunto com a qualidade de seu *brilho*, pode ser um guia valioso para a identificação do espécime. A cor pode ser um recurso útil para a identificação de rochas, especialmente das rochas ígneas.

Uma vez que a cor e o brilho de um mineral tenham fornecido indícios para sua identificação, outros testes podem ser feitos para limitar ainda mais as possibilidades.

Quando se trata de formações rochosas, quase sempre um indício importante para sua identificação é a *textura*.

A textura é um aspecto menor inerente à rocha, que depende do tamanho, da forma, do arranjo e da distribuição dos seus componentes.

As propriedades não são todas dignas da mesma confiança. A clivagem e a dureza são excelentes critérios e podem ser testados. A forma cristalina é mesmo a melhor, mas é pouco frequente. O brilho é uma indicação segura, mas a cor deve ser usada com

reserva. Considera-se uma substância macia se ela pode ser riscada pela ponta de uma agulha ou pela lâmina de um canivete.

Para o estudo das rochas, dispõe-se hoje em dia de métodos muito exatos. Os petrógrafos recorrem vulgarmente ao *exame microscópico de lâminas delgadas de rochas* (com 0,03 mm de espessura), à luz natural e à luz polarizada, e à *análise química*. Por conjugação desses processos, pode-se normalmente identificar, com considerável segurança, os minerais constituintes e, mesmo nas rochas com grãos mais finos, investigar suas relações, a ordem por que se formam etc. Uma técnica que usa a imagem escaneada da superfície polida de uma rocha tem sido usada, em conjunto com técnicas de geoprocessamento, para avaliação do percentual dos minerais na superfície analisada. Para rochas de textura fanerítica, os resultados têm sido satisfatórios quando comparados com os das técnicas de análise petrográfica microscópica em lâminas delgadas.

No *exame macroscópico* de uma rocha, é necessário observar todas as características importantes visíveis e registrá-las de modo a se fazer uma descrição clara da rocha, que permita distingui-la de outras.

Esses registros podem ser mais bem consolidados se for adotado um procedimento sistemático no exame e descrição de rochas. O uso de uma chave para reconhecimento macroscópico de rochas comuns pode ser uma ferramenta importante, aliado a um conhecimento prévio dos principais minerais constituintes de rochas e dos principais tipos de textura.

#### 1.4 PRINCIPAIS MINERAIS CONSTITUINTES DAS ROCHAS

Os minerais mais importantes que entram na formação das rochas pertencem a dois grupos: os *minerais félsicos* e os *minerais máficos*. Os primeiros são ricos em silício e alumínio, e incluem feldspatos, feldspatoides, quartzo e moscovita; os segundos, que contêm ferro e magnésio, incluem piroxênios, olivinas, anfibólios e biotita.

Os minerais félsicos são tipicamente encontrados nas rochas da crosta continental da Terra. Tendem a ter cores claras e sua densidade é da ordem de 2,6. Já os minerais máficos são tipicamente encontrados nas rochas da crosta oceânica e do manto superior da Terra. São, em geral, de cor escura e densidade superior a 3,0.



O estudo dos minerais quase sempre é apresentado como uma listagem das propriedades e características que podem ser úteis para sua identificação. Elas incluem, entre outras informações, a forma ou o modo de agregação, a clivagem e/ou fratura, a dureza, o brilho em superfície recente, a cor, o traço ou risco sobre uma placa de porcelana fosca e observações de outras propriedades e/ou características comuns, além daquelas observações pessoais.

Os minerais constituintes de rochas citados na chave para reconhecimento macroscópico das rochas comuns são os seguintes: anfibólio, argila, augita, biotita, calcedônia, calcita, clorita, cordierita, dolomita, egirina, estauroлита, feldspato, granada, hiperstênio, hornblenda, ilmenita, leucita, magnetita, mica (sericita), microclínio, moscovita, nefelina, olivina, ortoclásio, piroxênio, plagioclásio, quartzo, talco, tremolita e zeólita.

O Quadro 1.1 mostra os mais importantes minerais formadores de rochas com a indicação dos grupos de rochas em que ocorrem mais comumente. Nele estão incluídos alguns minerais que não estão na chave e podem ser úteis no reconhecimento macroscópico de uma rocha. Em Menezes (2012) encontram-se uma chave mais completa para reconhecer minerais comuns por meio de suas características físicas e a descrição dessas propriedades e características. A seguir, resumem-se as principais características de alguns minerais formadores de rochas. Os minerais estão organizados em ordem alfabética para facilitar a consulta.

**ACTINOLITA** (anfibólio cálcico). Mineral de brilho não metálico (acetinado); geralmente em prismas longos em forma de lâminas (colunar ou acicular); verde-escuro até verde-amarelado-escuro; clivagem em duas direções oblíquas; dureza 5 a 6. Encontrado em rochas ígneas (alteração da hornblenda) e em xistos.

**AMIANTO.** Ver *crisotila*.

**ANDALUZITA.** Mineral de brilho não metálico (vítreo a fosco); prismas quase quadrados; vermelho, castanho-avermelhado e verde; dureza 7. Encontrado em rochas metamórficas de contato com rocha argilosa.

**Quadro 1.1** PRINCIPAIS MINERAIS FORMADORES DE ROCHAS

Rocha ígnea intrusiva/extrusiva	Rocha sedimentar clástica	Rocha sedimentar não clástica	Rocha metamórfica. Metamorfismo de contato em rocha carbonática	Rocha metamórfica. Metamorfismo de contato em rocha silicosa	Rocha metamórfica. Metamorfismo regional em rocha carbonática	Rocha metamórfica. Metamorfismo regional em gnaisses e xistos	Rocha metamórfica. Metamorfismo regional em rocha básica
Anfibólio	Anfibólio	Calcedônia	Anortita	Andaluzita	Calcita	Actinolita	Anfibólio
Augita	Argila	Calcita	Biotita	Biotita	Dolomita	Andaluzita	Calcita
Biotita	Calcita	Dolomita	Calcita	Cianita	Flogopita	Anfibólio	Crisotila
Calcita	Clorita	Gipso	Diopsídio	Clorita	Pirita	Biotita	Clorita
Calcedônia	Dolomita	Halita	Dolomita	Epidoto	Piroxênio	Calcita	Dolomita
Egirina	Feldspato	Limonita	Epidoto	Estaurólita	Serpentina	Clorita	Epidoto
Feldspato	Granada	Pirita	Flogopita	Granada	Siderita	Cianita	Flogopita
Granada	Hematita	Siderita	Granada	Ilmenita	Talco	Epidoto	Granada
Hematita	Ilmenita	Pirita	Magnetita	Magnetita	Turmalina	Estaurólita	Ilmenita
Hiperstênio	Limonita	Tremolita	Piroxênio	Piroxênio	Feldspato	Feldspato	Magnetita
Hornblenda	Magnetita	Turmalina	Quartzo	Quartzo	Granada	Granada	Quartzo
Ilmenita	Moscovita	Turmalina	Turmalina	Turmalina	Hematita	Hematita	Serpentina
Leucita	Opala				Hornblenda	Hornblenda	Talco
Magnetita	Quartzo				Ilmenita	Ilmenita	
Moscovita	Turmalina				Magnetita	Magnetita	

**Quadro 1.1** PRINCIPAIS MINERAIS FORMADORES DE ROCHAS (cont.)

Rocha ígnea intrusiva/extrusiva	Rocha sedimentar clástica	Rocha sedimentar não clástica	Rocha metamórfica. de contato em rocha carbonática	Rocha metamórfica. de contato em rocha silícea	Rocha metamórfica. regional em rocha carbonática	Rocha metamórfica. regional em gnaisse e xistos	Rocha metamórfica. regional em rocha básica
Nefelina						Moscovita	
Olivina						Pirita	
Opala						Ortoclássio	
Ortoclássio						Plagioclássio	
Pirita						Quartzo	
Piroxênio						Talco	
Plagioclássio						Turmalina	
Quartzo							
Sodalita							
Turmalina							
Zeólitas							

**ANFIBÓLIOS** (família dos). Silicatos hidratados complexos contendo cálcio, magnésio, ferro e alumínio; brilho não metálico (vítreo); verde a preto; dureza 5 a 6; duas clivagens em ângulos oblíquos ( $125^\circ$ ). As espécies de anfibólios mais facilmente distinguíveis em rochas são: actinolita, hornblenda e tremolita. Elas ocorrem numa ampla variedade de ambientes geológicos, incluindo mármore e tipos metamórficos regionais de grau médio e de contato, e como um constituinte primário de rochas ígneas.

**ARGILA.** Mineral de brilho não metálico (terroso opaco); cor variável; dureza 2 a 2,5. Os minerais argilosos são importantes constituintes dos solos e de rochas sedimentares, e a maioria deles é produzida pelo intemperismo de minerais comuns como feldspatos e micas. Usualmente, o termo argila é empregado quando se faz referência a um material terroso, de granulação fina, que se torna plástico ao ser misturado com uma quantidade pequena de água. As argilas são constituídas por um grupo de substâncias cristalinas conhecidas como *minerais argilosos*, que incluem caulinita, montmorillonita (esmectita) etc.

**ASBESTO.** Ver *crisotila*.

**AUGITA** (piroxênio). Mineral de brilho não metálico (fosco até acetinado); maciço, laminar, compacto; verde-maçã, cinza e branco; clivagem prismática distinta a  $90^\circ$ ; boa partição basal; dureza 5 a 6. Encontrado em rochas ígneas máficas.

**BIOTITA** (mica preta). Mineral de brilho não metálico (reluzente); escamas, placas e livros; castanho a preto; clivagem excelente, em uma direção; dureza 2 a 2,5; lâminas finas são elásticas. Encontrado em rochas ígneas e metamórficas.

**CALCEDÔNIA.** Mineral de brilho não metálico (ceráceo); bandeado, fibroso; mamelonar e outras formas imitativas; cor variável (branco, cinza, marrom etc.); fratura conchoidal; dureza 7. A calcedônia é



uma variedade criptocristalina de quartzo que se deposita revestindo ou preenchendo cavidade em rochas. Encontrada em veios.

**CALCITA.** Mineral de brilho não metálico (vítreo a subvítreo); cristais prismáticos ou romboédricos; variadamente colorido (incolor, branco, cinza, amarelo, azul etc.); clivagem perfeita, romboédrica; dureza 3; reage com ácido diluído a frio. Encontrado em rochas ígneas, sedimentares (calcário, travertino) e metamórficas (mármore).

**CIANITA.** Mineral de brilho não metálico (vítreo); lâminas; cores azul, branco e verde; clivagem perfeita em uma direção; dureza 5 ou 7, dependendo da direção. Encontrado em xistos. O mesmo que distênio.

**CLORITA.** Mineral de brilho não metálico (sedoso a fosco); escamas e partículas; verde a azul-acinzentado até preto; dureza 2 a 2,5; quebradiço. A clorita é encontrada em ardósias e xistos. A cor verde de muitos xistos e ardósias decorre das partículas do mineral finamente disseminado. Encontrado também em rochas alteradas hidrotermalmente e em superfícies espelho de falhas.

**CORDIERITA.** Mineral de brilho não metálico (vítreo); prismas curtos, pseudo-hexagonais; transparente a translúcido; azul ou amarelado; dureza 7 a 7,5. Encontrado em rochas metamórficas resultantes do metamorfismo de contato e regional.

**CRISOTILA.** Mineral de brilho não metálico (gorduroso a sedoso); fibroso, fibra flexível; cores variegadas, com manchas verdes; clivagem perfeita; dureza 2 a 4. O mesmo que asbesto e amianto. Encontrado em rochas metamórficas e ígneas alteradas hidrotermalmente.

**DIOPSÍDIO (piroxênio).** Mineral de brilho não metálico (fosco a acetinado); prismas curtos, espessos; verde-pálido e verde-amarelado; clivagem prismática, difícil; dureza 5 a 6. Encontrado em rochas metamórficas de contato.

DISTÊNIO. Ver *cianita*.

DOLOMITA. Mineral de brilho não metálico (vítreo a nacarado); cristais romboédricos; tonalidades do róseo às vezes, incolor, branco, cinzento; dureza 3,5 a 4; reage com ácido diluído a quente. Encontrado em rochas sedimentares (dolomito) e metamórficas (dolomita-mármore) e em veios.

EGIRINA (piroxênio). Mineral de brilho não metálico (vítreo); geralmente cristais prismáticos pretos; dureza 6 a 6,5; boa clivagem prismática. Encontrado em rochas ricas em sódio e pobres em sílica, como os sienitos.

EPÍDOTO. Mineral de brilho não metálico (vítreo até fosco); granular (grão fino); verde de várias tonalidades, cinza e preto; dureza 6 a 7; cristais prismáticos com estrias paralelas ao comprimento. Encontrado em rochas alteradas hidrotermalmente e em rochas metamórficas de contato.

ESTAUROLITA. Mineral de brilho não metálico (resinoso a vítreo, às vezes fosco a terroso); prismas achatados, geminados em cruz são comuns; castanho-amarelado-escuro; fratura subconchoidal; dureza 7 a 7,5. A estaurolita é encontrada em xistos cristalinos e ardósias; em alguns casos, em gnaisses.

FELDSPATOS (grupo dos). Silicatos de alumínio, com potássio, sódio e/ou cálcio. Eles representam mais de 50% do volume dos minerais da crosta terrestre, podendo ser encontrados na maior parte das rochas ígneas, em muitas rochas metamórficas e em algumas rochas sedimentares. As principais variedades são os *feldspatos potássico* e *calcossódico* (*plagioclásio*). O feldspato potássico inclui o *ortoclásio* e o *microclínio*. Sanidina é um tipo de microclínio. Já os plagioclásios são arbitrariamente divididos em seis subespécies: *albita*, *oligoclásio*, *andesina*, *labradorita*, *bytownita* e *anortita*. Os vários membros da série são misturas isomorfas dos dois membros extremos – albita e anortita. Os plagioclásios são geralmente reconhecidos por estria-



ções finas (linhas paralelas) à superfície de clivagem, que acontecem por causa da geminação. Macroscopicamente, podem ser reconhecidas variedades de albita e labradorita; as demais, somente com auxílio de métodos de análises microscópicas ou técnicas mais sofisticadas. Os feldspatos comuns podem ser considerados como soluções sólidas de três componentes: ortoclásio, albita e anortita.

**FELDSPATOIDES** (grupo dos). Grupo de silicatos de alumínio e terras alcalinas que são praticamente equivalentes aos feldspatos em relação às rochas. São encontrados em rochas ígneas onde há ausência de quartzo. Os principais feldspatoides são: nefelina, leucita e sodalita.

**FLOGOPITA** (mica dourada). Mineral de brilho não metálico (reluzente); escamas, placas e livros; castanho-acinzentado; clivagem perfeita em uma direção; dureza 2 a 3. Encontrado em rochas ígneas ultramáficas e em dolomitos metamorfizados.

**GRANADA**. Mineral de brilho não metálico (vítreo, adamantino, gorduroso a resinoso); em dodecaedro e/ou trapezoedro; quebradiço; vários tons de vermelho e castanho; fratura conchoidal; dureza 6 a 7. Encontrado em rochas cristalinas e em grãos detríticos.

**HEMATITA**. Mineral de brilho metálico. Traço vermelho (cor de sangue coagulado); tabular, granular, micáceo, disseminado e em crostas; mineral acessório em rochas ígneas feldspáticas; ocorre também em rochas metamórficas. A hematita oolítica é sedimentar.

**HIPERSTÊNIO** (piroxênio). Mineral de brilho não metálico (nacarado); cor variável entre cinza, esverdeado, preto e amarronzado; clivagem boa, quase em ângulo reto; dureza 5 a 6. Constituinte essencial de gabros, andesitos e outras rochas ígneas. Presente também em algumas rochas metamórficas, como os charnoquitos (não incluídos neste livro).

**HORNBLENDA** (anfíbólio). Mineral de brilho não metálico (acetinado); prismas longos em forma de lâminas; castanho-escuro, verde a preto; clivagem a 60° (oblíqua); dureza 5 a 6. Encontrado em xistos, gnaisses, rochas ígneas e em grãos detríticos.

**ILMENITA**. Mineral de brilho metálico; traço preto, às vezes vermelho ou castanho; granular, maciço; preto e, às vezes, castanho; fratura conchoidal; dureza 5 a 6; pode ser magnético. Encontrado em rochas ígneas e metamórficas e em grãos detríticos.

**LEUCITA** (feldspatoide). Mineral de brilho não metálico (vítreo a opaco); maciço, às vezes trapezoidal; cristais isométricos em rochas escuras; branco a cinza; fratura conchoidal; dureza 5,5 a 6. Encontrado em rochas ígneas vulcânicas (lavas).

**LIMONITA**. Mineral de brilho metálico; traço amarelo a castanho-amarelado; crosta, disseminação; hábitos concrecionário, nodular e terroso; castanho-escuro a preto; fratura irregular; dureza 5 a 6. Formado pela alteração ou com base na solução de minerais contendo ferro.

**MAGNETITA**. Mineral de brilho metálico; traço preto; cristais octaédricos; maciço e granular; preto (do ferro); fratura subconchoidal a irregular; dureza 6. Atraído por um ímã. Encontrado em rochas ígneas e metamórficas e em grãos detríticos.

**MICA**. Grupo de silicatos hidratados, de estrutura em folhas, contendo potássio, magnésio, ferro, alumínio e outros elementos. As micas são fáceis de reconhecer pela clivagem, que permite separá-las em lamelas flexíveis tão delgadas quanto uma folha de papel. São encontradas em todos os três tipos de rochas. As variedades mais comuns são moscovita, biotita, flogopita e sericita.



**MICROCLÍNIO** (feldspato potássico). Mineral de brilho não metálico (vítreo, às vezes perláceo); cristais não geminados são raros; branco, amarelo-creme-pálido e verde; clivagem perfeita em duas direções em ângulo quase reto; dureza 6. A variedade verde é a *amazonita*. Comum em rochas ígneas (granitos e pegmatitos).

**MOSCOVITA** (mica branca). Mineral de brilho não metálico (vítreo reluzente); escamas, placas e livros; castanho-pálido, verde, amarelo, branco e incolor; clivagem perfeita em uma direção, facilmente separável em lâminas elásticas; dureza 2 a 2,5; transparente em lâminas finas. Encontrado em rochas ígneas félsicas, em rochas metamórficas e em grãos detríticos.

**NEFELINA** (feldspatoide). Mineral de brilho não metálico (vítreo a graxo e/ou gorduroso); irregular, prismas curtos e, mais comumente, maciços; branco, cinza até vermelho; clivagem prismática; dureza 5,5 a 6; gelatinização em ácidos. Encontrado em rochas ígneas alcalinas.

**OLIVINA**. Mineral de brilho não metálico (vítreo); usualmente em grãos embutidos ou em massas granulares; verde até verde-amarelado de várias tonalidades; fratura conchoidal; dureza 6,5 a 7. Encontrado em rochas ígneas máficas.

**OPALA**. Mineral de brilho não metálico (vítreo a fosco); irregular; cor variável; opalescente; fratura conchoidal; dureza 7. Encontrado preenchendo cavidades em rochas.

**ORTOCLÁSIO** (feldspato potássico). Mineral de brilho não metálico (vítreo até perláceo); maciço; róseo cor de carne e branco; clivagem perfeita em planos quase ortogonais ( $90^\circ$ ); dureza 6; não possui estriações na melhor superfície de clivagem. Encontrado em rochas ígneas e metamórficas; grãos detríticos.

**PIRITA**. Mineral de brilho metálico; traço preto ou preto-castanho; maciço; cubos e grãos; cor amarela do latão; fratura conchoidal a desigual; dureza 6 a 6,5. Encontrado em rochas ígneas, metamórficas, e sedimentares e em veios ou filões.

**PIROXÊNIOS** (família dos). São silicatos complexos contendo cálcio, magnésio, alumínio e sódio. Brilho não metálico (fosco até vítreo); prismas curtos e massas irregulares; clivagem em duas direções, aproximadamente em ângulos retos; dureza 5 a 6. São minerais da família dos piroxênios: augita, diopsídio, egirina, hiperstênio. Encontrados em rochas ígneas básicas e em certas rochas metamórficas.

**PLAGIOCLÁSIO**. Mineral de brilho não metálico (vítreo até perláceo); em forma de ripa (sarrafo), grãos irregulares e massas cliváveis; branco, branco-acinzentado, cinza e azulado; clivagem perfeita, em dois planos quase perpendiculares; dureza 6; os planos de clivagem mostram estrias (geminção da albita); jogo de cores. Encontrado em rochas ígneas e metamórficas; menos comum nos sedimentos.

**QUARTZO**. Mineral de brilho não metálico (vítreo, às vezes graxo até oleoso); maciço, invariavelmente fresco; cor variada (incolor, branco, cinza, amarelo etc.); fratura conchoidal; dureza 7; estriado horizontalmente nas faces prismáticas. O quartzo é, sem dúvida, uma das espécies mineralógicas mais comuns. Sua composição mineralógica é dióxido de silício. Ele ocorre nos sedimentos e nos três tipos de rochas: ígneas (granito, riólito e pegmatito), sedimentares (arenito) e metamórficas (quartzito, gnaisse, xisto). Em toda a crosta terrestre existe uma grande abundância de quartzo.

**SERPENTINA**. Mineral de brilho não metálico (gorduroso, semelhante à cera); maciço, em placas; verde variegado; dureza 2 a 5, comumente 4. Encontrado em rochas alteradas hidrotermalmente: serpentinito.

**SIDERITA**. Mineral de brilho não metálico (resinoso a fosco); massa clivável e cristais romboédricos; castanho a preto; clivagem perfeita (romboédrica); dureza 3 a 4; reage com ácido diluído a quente. Em rochas sedimentares e em veios.



**TALCO.** Mineral de brilho não metálico (perláceo a gorduroso); lâminas, escamas e filamentos; branco, verde até amarelo-pálido-esverdeado; clivagem perfeita, em uma direção; untuoso ao tato; dureza 1; riscável com a unha; sétil. O talco é encontrado de maneira mais característica nas rochas metamórficas, nas quais, sob forma granular a criptocristalina, é conhecido por pedra-sabão ou esteatita, podendo constituir quase toda a massa da rocha. Encontrado em rochas xistosas, como o talcoxisto.

**TREMOLITA (anfibiólio).** Mineral de brilho não metálico (vítreo a perláceo); prismas longos em forma de lâminas; branco; clivagem oblíqua em duas direções; dureza 5 a 6. Encontrado em xistos e rochas metamórficas de contato com calcários.

**TURMALINA.** Mineral de brilho não metálico (vítreo a resinoso); prismático, em geral com seção triangular arredondada; cor variada, dependendo da composição, sendo comum o preto; fratura conchoidal; dureza 7 a 7,7. Encontrado em pegmatitos graníticos e nas rochas encaixantes circundantes.

**ZEÓLITAS (família das).** São silicatos hidratados que mostram semelhanças íntimas na composição, em suas associações e no modo de ocorrência. Os principais minerais da família das zeólitas são: analcima, natrolita, heulandita e estilbita. São minerais de brilho não metálico (vítreo até nacarado); branco ou incolor, podendo às vezes apresentar-se amarelo, castanho e vermelho; dureza 3,5 a 5,5. São minerais secundários encontrados em cavidades e veios em rochas ígneas básicas.

### 1.5 RECONHECENDO ROCHAS

O objetivo do reconhecimento macroscópico de rochas é chegar ao nome do espécime pela observação de suas características visíveis, sem se importar com a classificação da rocha quanto à origem.

Saber reconhecer os minerais comuns formadores de rochas é essencial para o estudo e o exame macroscópico das rochas. Analisar espécimes grandes de minerais e observar suas características é

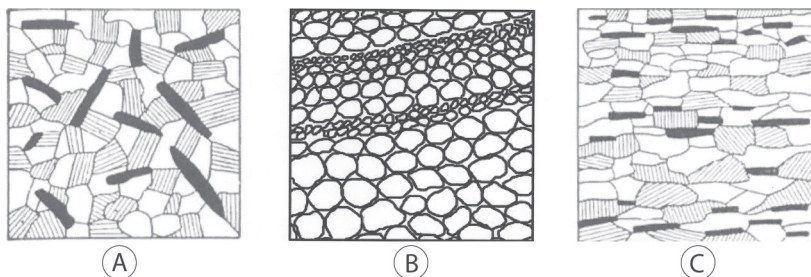
uma das formas de se obter maior segurança no reconhecimento dos minerais constituintes das rochas. Nas rochas, os minerais são, geralmente, de tamanhos pequenos, o que dificulta o seu reconhecimento. Por isso, é preciso observá-los com atenção e anotar todas as suas características visíveis. Uma lupa de bolso, com aumento de seis a nove vezes, é um bom auxiliar para as observações, assim como uma boa iluminação.

Para o reconhecimento de uma rocha, além da composição mineral, é importante analisar sua estrutura (maciça ou orientada), sua textura (análise da granulação) e a dureza de seus minerais.

### 1.5.1 Estrutura

Para o reconhecimento macroscópico de rochas, é necessário saber reconhecer se o espécime a ser analisado possui uma estrutura maciça (não orientada) ou uma estrutura orientada (Fig. 1.3).

A estrutura de uma rocha é o conjunto de caracteres que exprime descontinuidade ou variação na textura. Nas rochas em que não existem direções privilegiadas, seu aspecto é sempre igual. Quando a rocha se apresenta com esse atributo (falta de orientação), dizemos que ela é maciça. As demais são orientadas, ou seja, exibem uma forma ou arranjo interno de seus constituintes definido e característico. As estruturas em camadas ou em faixas são compostas de anéis distintos identificados por cores e/ou texturas diferentes. A estratificação é uma das formas mais comuns de estrutura das



**Fig. 1.3** Aspectos característicos de rochas com estrutura maciça e orientada: (A) estrutura maciça e textura granular porfírica em rocha ígnea; (B) estrutura orientada e textura clástica (fragmentária) em rocha sedimentar; e (C) estrutura orientada e textura granoblástica em rocha metamórfica



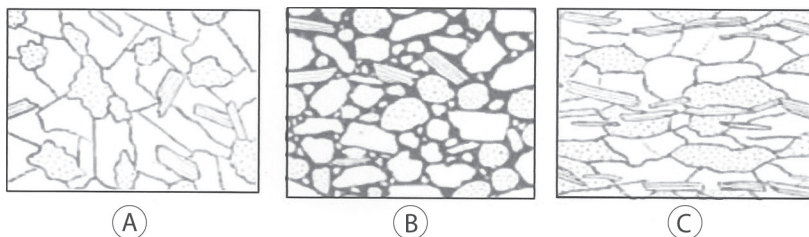
rochas sedimentares, enquanto a foliação, que pode ser bandeada (gnáissica) ou xistosa (ondulada), é comum nas rochas metamórficas.

Na descrição das rochas com estrutura orientada são consideradas as que se apresentam orientadas em planos ou linhas e em camadas (estratificadas). As rochas orientadas em planos ou linhas são separadas em macias (riscáveis com canivete) e duras (não riscáveis com canivete). Já as rochas orientadas em camadas incluem as de textura fragmentária ou clástica, ou seja, formadas de fragmentos de rochas e/ou de minerais preexistentes, estejam os fragmentos soltos ou consolidados (unidos por um cimento).

### 1.5.2 Textura

Refere-se aos grãos componentes da rocha quanto a forma, tamanho e arranjo entre os grãos e nas relações de contato. O tamanho do grão é usualmente a característica textural mais óbvia. O espécime, depois de examinado com auxílio de uma lente, seria classificado em uma das categorias de textura (Fig. 1.4).

A granulação é o aspecto da textura de uma rocha ligado ao tamanho de seus constituintes. Macroscopicamente, podemos separar as rochas, quanto à sua granulação, em: a) *finíssima a fina*; b) *média a grossa*.



**Fig. 1.4** Comparação entre texturas de rochas de origens diferentes. (A) *Textura granular* ou *equigranular* das rochas ígneas intrusivas. Os minerais cristalizam-se numa sequência mais ou menos ordenada e, por isso, são predominantemente intercrescidos, com os últimos minerais formados encaixados nos espaços entre os que se formaram primeiro. (B) *Textura clástica* ou *fragmentária* das rochas sedimentares clásticas. Os grãos do sedimento clástico tangenciam-se mutuamente, e o espaço remanescente é preenchido por algum material de ligação (cimento). (C) *Textura granoblástica* das rochas metamórficas. Os minerais formam um mosaico com uma quantidade limitada de intercrescimentos  
Fonte: Modificado de Spock (1953).

No grupo das rochas de granulação finíssima a fina estão incluídas aquelas que consistem de cristais cujos grãos são reconhecíveis a olho nu. São microcristalinas ou densas, no caso da granulação finíssima. Se a granulação é fina, os constituintes minerais são reconhecíveis a olho nu e/ou com o auxílio de uma lupa, e apresentam tamanhos de até 1,0 mm.

No grupo das rochas de granulação média a grossa, os grãos minerais variam de tamanhos entre 1,0 mm e 10,0 mm (granulação média) e de 10,0 mm a 30,0 mm (granulação grossa).

Nas rochas ígneas, podemos distinguir os seguintes tipos: a) *granular* ou *equigranular*, ou seja, com tamanhos de grãos iguais ou semelhantes; b) *porfiroide* ou *inequigranular*, ou seja, tendo uma população de grãos de diferentes tamanhos (nesse caso, os cristais maiores (fenocristais) podem estar incluídos numa massa fundamental, ou matriz de grão fino, ou em uma matriz de grão médio ou grosseiro; em tais casos, o tamanho real das duas populações de cristais (grãos minerais) seriam registrados); c) *vítreo*, no qual não se nota formação de cristais.

Nas rochas sedimentares, podemos ter os seguintes tipos de textura: a) *clástica* ou *fragmentária*, na qual os grânulos se associam, e b) *amorfa*, formada pela precipitação química da matéria mineral dissolvida.

As rochas metamórficas possuem também três tipos essenciais de textura: a) *crystaloblástica*, ou seja, textura cristalina por causa da recristalização; b) *granoblástica*, na qual os cristais são de iguais dimensões; e c) *porfiroblástica*, na qual os cristais são de tamanhos diferentes, ou seja, formados em dois tempos de cristalização.

### 1.5.3 Dureza

Usa-se a escala de Mohs para se avaliar a dureza dos minerais. Ela estabelece uma série de graus de dureza, variando de 1 a 10. Nessa escala, a lâmina de um canivete ou faca possui uma dureza em torno de 5,5, comparada à dureza dos minerais. No exame macroscópico das rochas, os espécimes riscáveis ou dificilmente riscáveis com o canivete são considerados *macios*, enquanto os não riscáveis pelo canivete são considerados *duros*. Ser ou não riscável pela lâmina de um canivete



ou por uma ponta de agulha, prego ou estilete está associado com a composição mineralógica da rocha. Se a maioria de seus constituintes minerais possui dureza abaixo ou acima do limite 5,5 é o que determina se a rocha é macia (riscável) ou dura (não riscável).

#### 1.5.4 Composição mineral

Usualmente, até quatro minerais essenciais ocorrem em uma rocha. Para rochas de granulação grosseira, o número e a natureza dos principais minerais presentes e suas abundâncias relativas e inter-relações fornecem um guia claro para a identificação da rocha. Muitas rochas de granulação fina também contêm alguns cristais grandes que podem ser úteis para fins diagnósticos. O reconhecimento do mineral quartzo é fundamental. Assim, sua presença ou ausência determina a maioria dos caminhos a seguir. Além do quartzo, é importante saber reconhecer os feldspatos e minerais ferromagnesianos. O reconhecimento desses minerais conduz a diferentes tipos de rochas. Suas características estão descritas no corpo da chave.

Alguns testes com uso de ácido clorídrico (HCl) e água (H<sub>2</sub>O) são propostos, e os resultados esperados são descritos na própria chave de reconhecimento macroscópico das rochas.

### 1.6 CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS

As rochas que afloram na superfície do globo terrestre não apresentam sempre o mesmo aspecto. Suas diferenciações estão ligadas a uma série de fatores, tais como: modo de origem, composição, estrutura, textura, tipo de clima, declive, cobertura vegetal, tempo geológico etc.

Todos esses fatores intervêm, em maior ou menor grau, nas diferenciações que as rochas superficiais podem apresentar.

Classificações as mais diversas são usadas por geólogos, mineralogistas, geógrafos, agrônomos, biólogos e engenheiros. Cada especialista procura usar certo número de critérios, de modo a satisfazer suas necessidades.

A classificação mais comum das rochas está baseada na origem. De acordo com ela, todas as rochas podem ser divididas em três grandes grupos:

- a] *rochas ígneas*: são formadas pela solidificação de massas em fusão ígnea, vindas de regiões profundas da Terra, e que se solidificam no interior da crosta terrestre ou depois de se derramarem na superfície desta;
- b] *rochas sedimentares*: são formadas à superfície da Terra por acumulação de produtos de desagregação de rochas preexistentes, de restos de seres vivos, ou, ainda, por precipitação química;
- c] *rochas metamórficas*: são formadas em profundidade, sob grande calor e pressão, pela alteração de quaisquer rochas ígneas ou sedimentares, isto é, são rochas que sofrem alguma mudança química ou física posteriormente à sua formação.

Nos capítulos seguintes estão descritas as principais características de cada um desses três grandes grupos de rochas e dos tipos de rochas constantes da chave para reconhecimento macroscópico de rochas do Cap. 5. Nos textos dos Caps. 2, 3 e 4 estão citados, ainda, alguns tipos de rochas não incluídos na chave.

