

5. RESULTADO DO PROJETO

MANUAL DE ROCHAS ORNAMENTAIS PARA ARQUITETOS

1. APRESENTAÇÃO

"O trabalho do arquiteto passa, também, pela correta especificação do material a ser empregado na obra. "Procuro o melhor e que se adeqüe perfeitamente ao projeto a ser desenvolvido. Pode ser pedra, vidro ou alumínio. Mas é claro, que nós sempre estaremos usando pedra. Para projetos especiais ainda é a melhor solução."
(Arq. Van Mourik Vermeulen, Rochas de Qualidade, 1998c)

A especificação de placas pétreas como revestimento e/ou ornamentação, principalmente pelos arquitetos, está se popularizando no Brasil, fato comprovado pelo crescente número de projetos com amplas áreas revestidas por uma grande diversidade de tipos de rochas visando a integração de aspectos práticos e estéticos

No Brasil, há uma lacuna de comunicação entre o setor produtivo das rochas ornamentais, a indústria da construção civil e a arquitetura. Especificações incorretas, de granitos ornamentais, são freqüentes por arquitetos e engenheiros, aspecto que resulta nas profusas patologias pétreas observadas num elevado número de obras públicas e privadas. Tal fato reflete-se em desabonos para os granitos naturais como matéria-prima nobre, para os autores dos projetos com especificações erradas e numa crescente substituição de rochas naturais por "granitos sintéticos" e cerâmicas, cujas características técnicas são bem definidas e constantes por resultarem processos industriais padronizados e rigorosamente controlados. Por outro lado existe um crescente número de clientes cada vez mais exigentes, sob o aspecto estético de rochas ornamentais. A simultaneidade destes dois fatos faz com que cresça a necessidade do arquiteto ter noções mais detalhadas sobre a ampla variabilidade das rochas ornamentais, sua natureza e características para garantir uma correta escolha em termos de estética, resistência,

durabilidade, assentamento, limpeza e manutenção. O domínio, algo mais profundo, deste conhecimento, que ora não passa da noção de dureza, brilho, cor e "movimento" (estrutura), permitirá ao arquiteto a especificação correta dos materiais para os diferentes ambientes criados em seu projeto. Estes incluem, entre outros, ambientes úmidos (banheiros, cozinhas, áreas de serviço), ambientes de grande trânsito (corredores, praças), ambientes de ampla variação térmica (ambientes externos em geral), ambientes que necessitam de intensa e freqüente limpeza (banheiros, cozinhas, áreas de serviço e áreas de lazer), ambientes submetidos a grandes cargas (garagens, depósitos), etc. e inseridos em ecossistemas com variáveis graus de agressão física e química (sistemas urbanos, montanhosos, perimarinhos, etc.). O domínio da especificação correta de granitos ornamentais permitirá a diminuição das freqüentes patologias pétreas observadas em ambientes onde as rochas naturais foram incorretamente especificadas.

As pedras mais usuais no Brasil têm suas características tecnológicas conhecidas no meio técnico e empresarial específico. Engenheiros e arquitetos geralmente não se enquadram nesse cenário, apesar do arquiteto atualmente trabalhar em áreas diversificadas incluindo pesquisa, construção civil, marketing, urbanismo, decoração, design, resultando numa visão social e estética muito abrangente.

Deste fato decorre a necessidade de orientá-los no conhecimento das características de granitos ornamentais considerando a complexa relação meio ambiente/obra, comparando seus desempenhos de materiais sintéticos padronizados, como as cerâmicas.

Este manual pretende orientar os profissionais da área de construção civil e arquitetura quanto à correta escolha e utilização do material de revestimento, tendo como consequência a satisfação de seu cliente quando o material especificado pelo arquiteto corresponde às suas expectativas. Seu principal intuito é levar ao arquiteto, de maneira clara e direta, o conhecimento necessário para a adequada escolha e especificação do revestimento pétreo. A partir desses conhecimentos pode-se atenuar, no processo construtivo, problemas na utilização errônea deste material com diminuição de custos (troca de materiais não

satisfatórios) e aumento da demanda dos mesmos pelo incremento da taxa de satisfação do cliente após o encerramento da obra.

A garantia da qualidade das construções civis e arquitetônicas, mantendo unidas a estética, a técnica e a funcionalidade, evita o comprometimento do conceito idealizado pelos arquitetos em suas obras. Ao mesmo tempo, evita a substituição da rocha natural uma matéria nobre e de elevado significado ecológico por cerâmicas e porcelanatos imitando rochas ou ainda por rochas artificiais, produzidas com agregados naturais e resinas, muito divulgado ultimamente nas principais revistas de arquitetura.

Adicionalmente, o manual tem como objetivos a substituição de termos técnicos complexos e herméticos por explicações simples e sucintas de fácil assimilação por um profissional não especializado de várias áreas de geociências e engenharia de materiais; a utilização de vocabulário que atinja diretamente o tipo de raciocínio dos arquitetos por ocasião da escolha do material de revestimento; destaque para os numerosos fatores que devem ser considerados na escolha do material de revestimento, com destaque para aqueles que sejam de maior importância para o sucesso da aplicação dos principais materiais pétreos disponíveis no mercado.

2. MINERALOGIA DAS ROCHAS

Rochas são agregados naturais de uma ou mais espécies minerais. Quando uma rocha é constituída predominantemente por uma só espécie mineral ela é dita monominerálica. Exemplos são os quartzitos (quartzo), mármore calcíticos (calcita), mármore dolomíticos (dolomita), serpentinitos (serpentina). Quando uma rocha é formada por várias espécies minerais ela é dita poliminerálica. É o caso, por exemplo, dos granitos (quartzo, feldspatos, micas, anfibólios e piroxênios).

Tradicionalmente os minerais formadores de rochas são classificados em minerais silicatados e não silicatados.

Os esqueletos dos silicatos são muito variáveis em termos de complexidade. Englobam 6 grupos estruturais fundamentais, que são a base da classificação dos minerais silicáticos (ou simplesmente silicatos). Cada tipo de esqueleto silicático confere ao mineral propriedades características. Os minerais silicáticos mais comuns nas rochas naturais são o quartzo (incolores, leitoso, róseo, esverdeado, cinzento, azulado, castanho, preto), os feldspatos (brancos, cor de creme, róseos, cor de carne, cinzentos), os feldspatóides (cinzentos, azuis), as micas (prateadas, esverdeadas, castanhas, pretas), os piroxênios (cinzas, azuis, verde-claros, verde-escuros, pretas), as olivinas (cinza-esverdeadas), as granadas (vermelhas), as dumortieritas (azuis), o talco (branco, amarelado, acastanhado), a serpentina (branca, verde, castanha, amarelada).

Entre os minerais não silicáticos destacam-se os carbonatos (calcita, magnetita, dolomita, siderita), componentes principais dos calcários e mármore. Nos itabiritos o óxido de ferro (hematita, magnetita) constitui um componente importante com ênfase à variedade especularita, que tem aspecto de um espelho metálico (ou de um ferro polido). Este mineral confere à rocha uma cor escura reluzente que pode variar para um preto esverdeado quando a especularita ocorrer associada à clorita, uma mica verde ou anfibólito (grumerita e odinolita).

2.1. PROPRIEDADES DOS MINERAIS DE IMPORTÂNCIA PARA AS ROCHAS NATURAIS

Dentre as principais propriedades mineralógicas de maior influência nas características das rochas ornamentais, destacam-se quatro: dureza, clivagem, fraturas e alterabilidade.

2.1.1. DUREZA

Dureza é a resistência ao risco. Para os minerais foi definida uma escala relativa e progressiva de dureza, denominado de escala de Mohs (Tabela 1):

TABELA 1 – ESCALA DE DUREZA DE MOHS. MINERAIS ARRANJADOS DE ACORDO COM CRESCENTE DUREZA RELATIVA
(Fonte: Dietrich, R. V.; Skinner, B. J., 1924, p. 21)

ESCALA DE DUREZA DE MOHS	MINERAL	OBJETO DE COMPARAÇÃO
1	Talco	
2	Gipsita	
(2.2)		Unha
3	Calcita	
(3.5)		Moeda de cobre
4	Fluorita	
5	Apatita	
(5.1)		Martelo
(5.2.)		Canivete de aço
(5.5)		Vidro
6	Feldspato	
7	Quartzo	
8	Topázio	
9	Coríndon	
10	Diamante	

Tendo-se o conhecimentos da escala de dureza de Mohs e conhecendo-se a composição mineralógica quantitativa de uma dada rocha, torna-se mais fácil a escolha do material pétreo respeitando-se o desgaste abrasivo a que será sujeito em diferentes ambientes.

Assim rochas ricas em talco, serpentina (pedra sabão, esteatitos) , gipsita e calcitas (calcário, mármore) são rochas facilmente riscáveis, por exemplo, por grãos de areia (quartzo) presos na sola de sapatos. Como tal, não devem ser utilizados no revestimento de pisos, a não ser nas partes centrais da casa (onde os sapatos já estão limpos), em banheiros (a não ser aqueles nos quais o usuário usa chinelos ou está descalço) ou outros ambientes específicos. São rochas cuja limpeza deve ser executada com cuidado evitando-se material abrasivo (sapólios) e agressivos (ácidos).

O mesmo vale para ardósias, rochas também muito susceptíveis ao risco (Foto 1). Seu emprego como piso deve restringir-se às construções rústicas e áreas de serviço. Entretanto, a sua resistência ao risco pode ser aumentada quando recobertas com resinas do tipo sinteco, que, além de proteger as placas, conferem um brilho mais ou menos intenso (existem sintecos brilhantes, foscos e acetinados). O mesmo processo pode ser aplicado a pisos de placas de xistos ricos em minerais micáceos. Porém essa película protetora pode sofrer desgaste em locais de maior tráfego, resultando em manchas que destroem o padrão estético do piso (Fotos 2 e 3).

Por sua vez, rochas ricas em quartzo e feldspato, como os granitos e gnaisses, são muito resistentes ao risco.

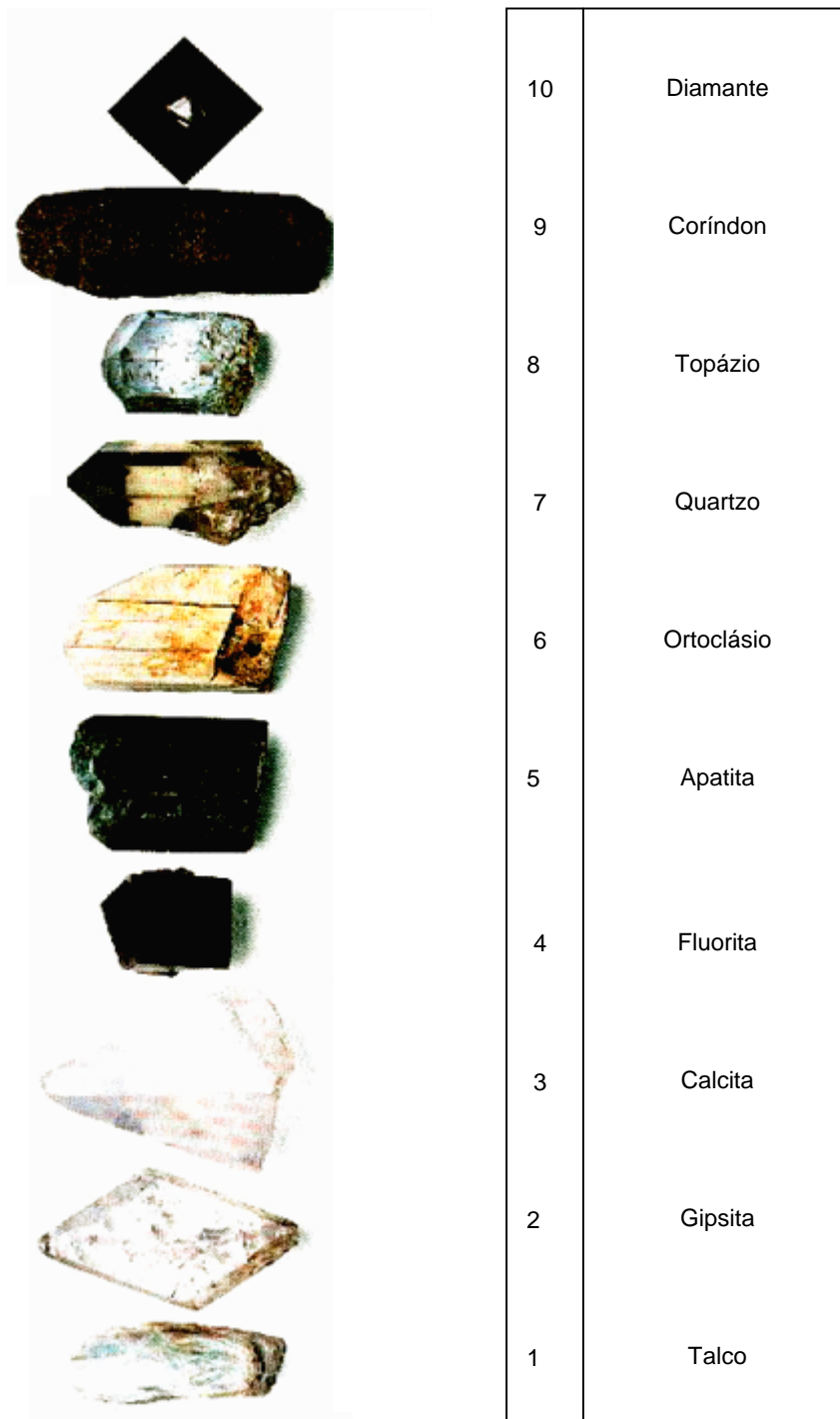


FIGURA 1 - ESCALA DE MOHS ILUSTRADA, UM CERTO MINERAL, RISCA OS QUE TÊM DUREZA INFERIOR À DELE, E É RISCADO PELOS MINERAIS COM DUREZA SUPERIOR À DELE. ASSIM O DIAMANTE NÃO É RISCADO POR NENHUM OUTRO ENQUANTO TODOS RISCAM O TALCO
(Fonte: Symes, R. F., 1990)



FOTO 1 - FOTO ILUSTRANDO PLACAS DE ARDÓSIAS (20X20 cm) APRESENTANDO RISCOS, QUE COMPROMETEM A ESTÉTICA DA OBRA (FACHADA COMERCIAL) - BOTUCATU, SP



FOTO 2 - FOTO ILUSTRANDO MANCHAMENTO PROVOCADO PELA UTILIZAÇÃO DE PELÍCULA PROTETORA DE SINTECO SOBRE PLACAS DE ARDÓSIA VERDE (20X30 cm) REVESTINDO ESCADARIA EM ENTRADA DE PRÉDIO DE APARTAMENTOS



FOTO 3- DETALHE DA PATOLOGIA OBSERVADA NA FOTO ANTERIOR, O DESGASTE DA PELÍCULA DE SINTECO MANCHOU O MATERIAL DE REVESTIMENTO, ALÉM DE DESPROTEGER AS PLACAS DO DESGASTE ABRASIVO

2.1.2. CLIVAGEM

Clivagem são planos de rompimento potenciais ou reais, paralelos, que refletem planos de fraqueza na estrutura cristalina regular dos minerais (Figura 2). Os minerais podem ter 1, 2, 3, 4 e 6 planos de clivagem, mais ou menos próximos (Figura 3). As micas são minerais caracterizados por um sistema de clivagem muito bem desenvolvido e cerrado. Fato que permite “esfoliá-las”, subdividindo um mineral mais espesso em numerosas folhas finas. As serpentinas e o talco também apresentam esse tipo de clivagem.

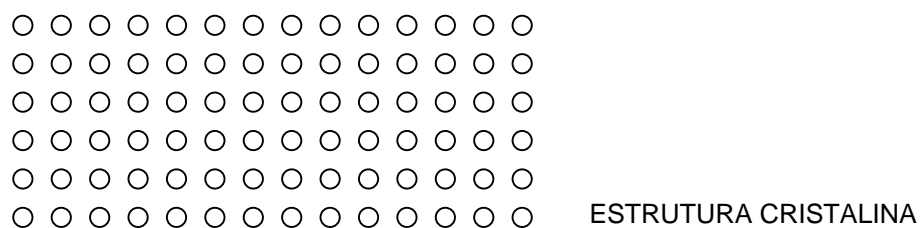


FIGURA 2 - ESQUEMA ILUSTRANDO ESTRUTURA CRISTALINA DE UM MINERAL

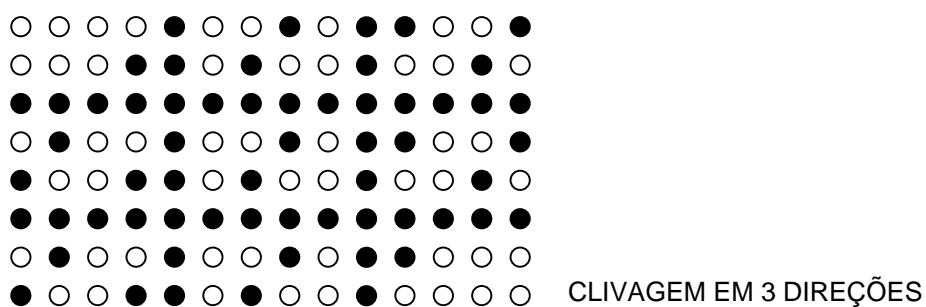
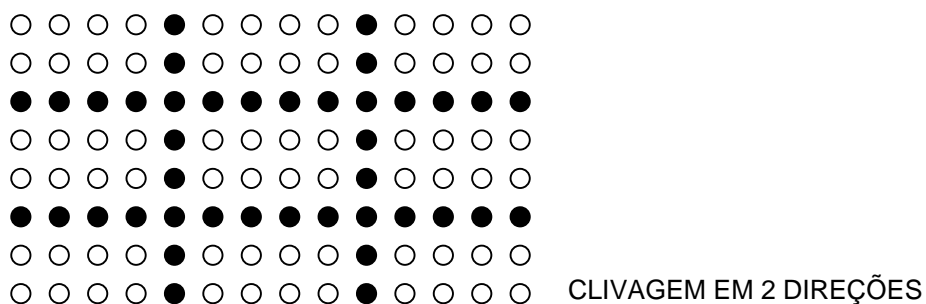
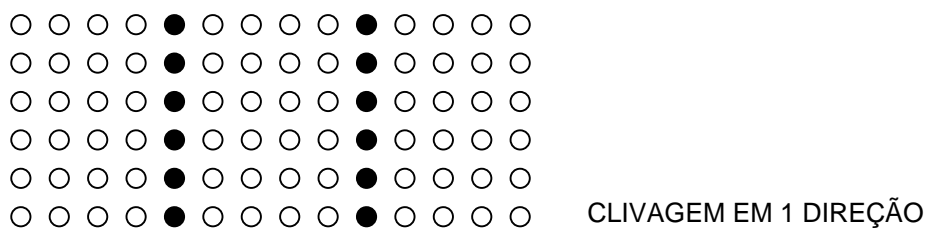


FIGURA 3 - ESQUEMA ILUSTRANDO MINERAIS COM 1, 2 E 3 CLIVAGENS

A clivagem têm várias implicações. Quando for bem desenvolvida segundo uma direção permitirá o desgaste do mineral por atrito (óleo lubrificante com grafita ou molibdenita retrata este aspecto). No contato entre as peças atritantes a grafita é esfoliada pelo atrito, impedindo o desgaste das peças. Num lápis de grafite o simples atrito do grafite sobre o papel destaca mini-placas ao longo da clivagem, que se fixam ao papel, constituindo a escrita). Desta maneira, espessos minerais de biotita, presentes num granito, podem, por atrito de passantes, desgastar-se (antes do quartzo e do feldspato), escareando e tornando sua superfície irregular.

Clivagens bem desenvolvidas também facilitam a infiltração, permitindo a fixação de sujeiras na subsuperfície das rochas, originando manchas e

emprestando à rocha um aspecto de sujeira difusa, mesmo quando continuamente limpas (Foto 4).



FOTO 4 - MANCHAS AMARELADAS EM MÁRMORE BRANCO (PEITORIL DE JANELA) CAUSADAS PELA DEPOSIÇÃO DE SUJEIRAS, NA SUPERFÍCIE DA PEÇA, QUE SÃO CARREGADAS, POR INFILTRAÇÃO, ATRAVÉS DOS PLANOS DE CLIVAGEM - BOTUCATU, SP

Minerais com clivagens bem desenvolvidas e grandes coeficientes de dilatação não devem ser expostos a amplas variações térmicas, ou seja, em áreas com baixas temperaturas noturnas e grande incidência de calor durante o dia. As sucessivas dilatações e contrações destes minerais enfraquecem progressivamente a trama da rocha e aumentam as infiltrações de agentes líquidos.

2.1.3. FRATURAS

Fraturas são fendas irregulares em minerais não controladas por sua estrutura cristalina. A maior ou menor facilidade de um mineral ao fraturamento (ou quebra) depende do seu coeficiente de elasticidade. Suas causas são variadas, tais como a contração do mineral por resfriamento após a sua formação a altas temperaturas (rochas magmáticas), esforços tectônicos (rochas metamórficas) e descompressão durante o alçamento de rochas de níveis mais profundos da Terra para a sua superfície por isostasia, epirogênese ou falhamentos.

Minerais que sofrem quebra são denominados de quebradiços e têm deformações elásticas. A quebra depende tanto do valor do esforço aplicado quanto da velocidade de sua aplicação.

A elevadas pressões e temperatura os materiais quebradiços adquirem características dúcteis e têm deformações plásticas. A baixas temperaturas uma barra de ferro quando quebrada rompe-se; a elevadas temperaturas pode ser soldada a golpes.

Minerais duros e fraturados podem ser arrancados (escoreados) da trama rochosa por atrito ou impacto. O fraturamento também permite a infiltração de agentes líquidos e gasosos, que provocam a alteração do mineral. O mineral granada, que empresta um vistoso salpicado vermelho em muitos granitos, gnaisses e migmatitos é caso típico de mineral de alta dureza e intenso fraturamento. Como tal estas rochas não devem ser utilizadas em áreas de intenso tráfego ou sujeitos a impactos (quebra de objetos).

2.1.4. ALTERABILIDADE

Minerais silicáticos são mais ou menos inertes aos agentes do intemperismo e a produtos da indústria química e de limpeza.

O quartzo resiste a todos os agentes com exceção do ácido fluorídrico, que não tem uso em residências.

Os feldspatos se alteram para minerais de argila a exemplo de caulim. Normalmente é um processo moroso, mas que pode ser acelerado por agentes agressivos de limpeza ou em casos de cristais muito fraturados e com clivagens bem desenvolvidas. A alteração incipiente do feldspato implica na perda de seu brilho original nacarado (brilho feldspato verniz), diminui a sua dureza, mas não causa manchamento notável na rocha.

Os feldspatóides reagem com ácidos originando uma superfície externa gelatinosa, facilmente removível por atrito e durante a limpeza da rocha.

A alteração de micas escuras, anfibólios, piroxênios e granadas sempre se associa à liberação de óxido de ferro, que mancha a rocha, comprometendo sua estética.

Carbonatos, por sua vez, são facilmente solúveis em ácidos.

Sulfetos, muitas vezes freqüentes em ardósias quer sob forma de cristais isolados ou agrupados em nódulos, oxidam originando grandes manchas castanhas. Também a granada, quando alterada, libera muito óxido de ferro.

Comum é a oxidação de itabiritos (rocha quartzo-ferrífera) com especularita (magnetita), com o desenvolvimento de filmes e manchas castanho-avermelhadas.

Desta maneira, cuidados expressos devem ser tomados na escolha e manutenção dos revestimentos naturais, atentando-se aos diferentes tipos de ambientes onde serão aplicados, cada um com solicitações específicas, além dos agentes de limpeza utilizados na sua limpeza e manutenção.

A alteração deixa a rocha sempre mais frágil e porosa facilitando a infiltração de agentes fluidos. Trata-se, portanto, de um processo auto-realimentador de efeito crescente.

Os granitos amarelos merecem cuidados particulares. A coloração amarela primária é muito rara. Geralmente a cor é secundária, resultante da liberação de soluções com óxidos de ferro por minerais com ferro (biotitas, anfibólios, piroxênios, granadas, olivinas, óxidos), que sofreram alteração. Uma cor amarela homogênea indica que estas soluções foram capazes de percolar e tingir homogeneamente a rocha, fato que só é possível se a mesma for bastante porosa.

Muitas pedras mineiras são amarelas e sua porosidade é freqüentemente tão elevada que as rochas se tornam flexíveis e absorvem muita água.

2.1.5. TEXTURA (TRAMA ROCHOSA)

A trama tem fundamental importância no comportamento de uma rocha, sendo analisada sob três aspectos principais.

O tamanho absoluto dos cristais constituintes da rocha. Este tamanho determina a granulação da rocha. A Figura 4 mostra os limites dos tamanhos dos cristais para as diferentes granulações rochosas.

Em rochas de granulação muito grossa os minerais geralmente apresentam clivagens e fraturas mais desenvolvidas, o que facilita a infiltração de agentes fluidos. Rochas muito finas facilitam o desenvolvimento, quando impactadas, de fraturas arredondadas (fraturas conchoidais), as mesmas observadas em garrafas de vidro quebradas.

TAMANHO DOS CRISTAIS	GRANULAÇÃO DA ROCHA
> 100 mm	GIGANTE
100 mm	MUITO GROSSA
30 mm	GROSSA
10 mm	MÉDIA
1 mm	FINA
0,1 mm	DENSA
0,05 mm	VÍTREA* (SEM CRISTAIS)
0	

* vidro vulcânico

FIGURA 4 – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DO TAMANHO DOS CRISTAIS E DA GRANULAÇÃO DA ROCHA. A SETA INDICA O AUMENTO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DA ROCHA EM FUNÇÃO DA DIMINUIÇÃO DO TAMANHO DOS CRISTAIS CONSTITUINTES (GRANULAÇÃO)

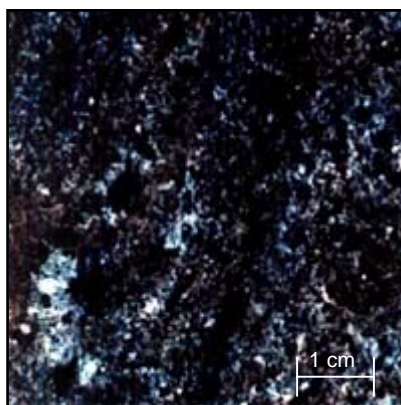


FOTO 5 – FOTO ILUSTRANDO GRANITO ("VERDE CANDEIAS") DE GRANULAÇÃO FINA (0,1 a 1 mm)

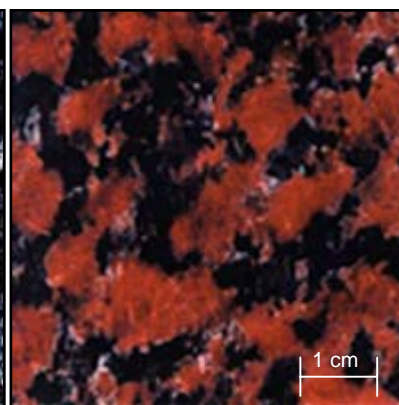


FOTO 6 – FOTO ILUSTRANDO GRANITO ("CAPÃO BONITO") DE GRANULAÇÃO MÉDIA (1 a 10 mm)

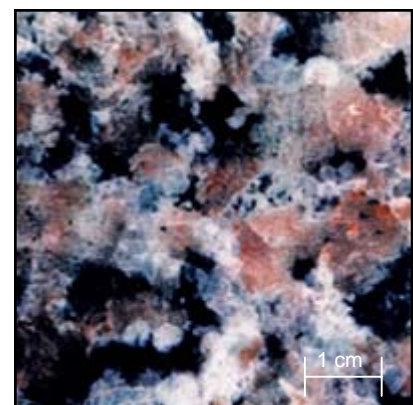


FOTO 7 – FOTO ILUSTRANDO GRANITO ("ROSA BIRITBA") DE GRANULAÇÃO GROSSA (10 a 30 mm)

O tamanho relativo dos cristais. Rochas constituídas por cristais com dimensões aproximadamente iguais são denominados equigranulares (Foto 8). As rochas nos quais coexistem cristais significativamente maiores (fenocristais) numa massa de cristais menores (matriz) são denominados de porfíricas, porfiroblásticos ou porfiroclásticos (Foto 9), respectivamente para rochas magmáticas, metamórficas ou fortemente tectonizadas. Muitos arenitos também contém grânulos maiores ou mesmo seixos. Os grandes cristais, via de regra são mais ricos em clivagens e sua forma externa é freqüentemente plana e retilínea. A combinação dos dois aspectos facilita a infiltração de fluídos nos fenocristais e nos seus contatos com a matriz. Seixos, por sua superfície externa lisa, em alguns casos, são facilmente arrancados da sua matriz arenosa.

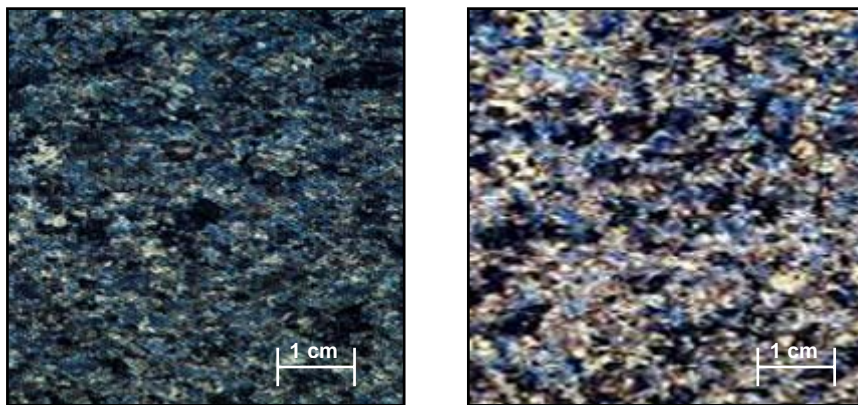


FOTO 8 - FOTO ILUSTRANDO EXEMPLOS DE ROCHAS EQUIGRANULARES

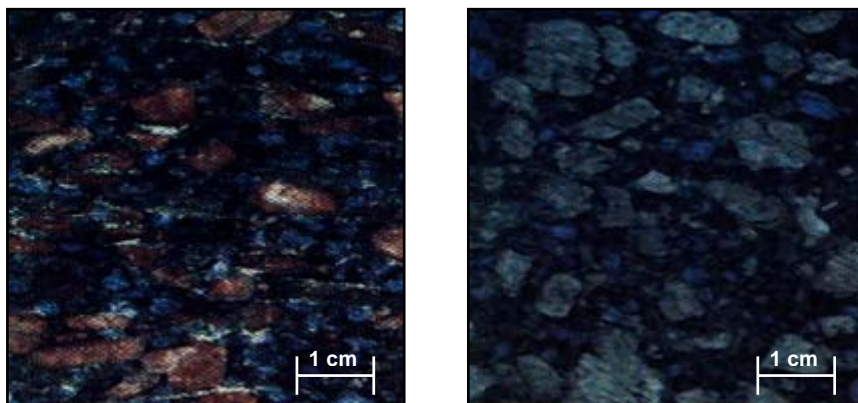


FOTO 9 - FOTO ILUSTRANDO EXEMPLOS DE ROCHAS PORFIRÍICAS

O contato entre os cristais formadores das rochas podem ser basicamente retilíneos, ondulados ou irregulares. Originam-se, assim, respectivamente tramas poligonais (ou de calçamento), lobuladas e serrilhadas (ou engrenadas). Estes últimos são as tramas mais resistentes e as primeiras as mais fracas. As tramas poligonais são as mais propícias para a infiltração dos agentes fluidos que promovem a oxidação, alteração ou dissolução dos minerais.

Do exposto conclui-se que além das especificações físicas obrigatórias, que acompanham as rochas oferecidas no mercado, o arquiteto deve exigir do fornecedor uma descrição petrográfica detalhada da rocha, especificando não só sua composição mineralógica quantitativa e qualitativa, mas também a caracterização da textura, grau de clivagem dos minerais, seu grau de alteração e a frequência de microfraturas.

2.2. OS PRINCIPAIS MINERAIS FORMADORES DE ROCHAS

2.2.1. MINERAIS SILICATADOS

A Tabela 2 resume a composição química dos principais silicatos ressaltando os cátions do tipo estrutural W, X, Y e Z, e os ânions O e OH.

TABELA 2 – EXEMPLO DOS PRINCIPAIS MINERAIS SILICATADOS
(Fonte: RAGLAND, P. C., 1989)

	MINERAL	CÁTIONS				ÂNIONS
		W	X	Y	Z	
TECTOSSILICATOS	QUARTZO	-	-	-	Si	O ₂
	FELDSPATO					
	albita	Na	-	-	AlSi ₃	O ₈
	anortita	Ca	-	-	Al ₂ Si ₂	O ₈
	feldspato potássico	K	-	-	AlSi ₃	O ₈
	FELDSPATÓIDE					
FILOSSILICATOS	leucita	K	-	-	AlSi ₂	O ₆
	nefelina	Na	-	-	AlSi	O ₄
	MICA					
	flogopita	K	Mg ₃	-	AlSi ₃	O ₁₀ (OH) ₂
	biotita	K	MF ₃	-	AlSi ₃	O ₁₀ (OH) ₂
	muscovita	K	-	Al ₂	AlSi ₃	O ₁₀ (OH) ₂
INOSSILICATOS DUPLOS	paragonita	Na	-	Al ₂	AlSi ₃	O ₁₀ (OH) ₂
	ANFIBÓLIO					
	tremolita (tr)	Ca ₂	MF ₅	-	Si ₈	O ₂₂ (OH) ₂
	hornblenda (tr+Al)					
INOSSILICATOS SIMPLES	riebeckita	Na ₂	Fe ²⁺ ₃	Fe ³⁺ ₂	Si ₈	O ₂₂ (OH) ₂
	PIROXÊNIO					
	diopsídio (di)	Ca	Mg	-	Si ₂	O ₆
	hedenbergita (hd)	Ca	Fe ²⁺	-	Si ₂	O ₆
	augita (di+hd+Al)					
	egirita-acmita	Na	-	Fe ³⁺	Si ₂	O ₆
	jadeíta	Na	-	Al	Si ₂	O ₆
	ORTOPIROXÊNIO					
enstatita	-	Mg	-	Si	O ₃	
hiperstênio	-	MF	-	Si	O ₃	

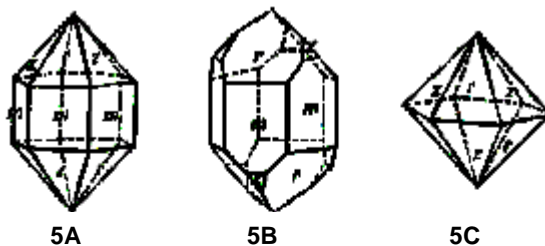
	MINERAL	CÁTIONS				ÂNIONS
		W	X	Y	Z	
NESOSSILICATOS	OLIVINA					
	forsterita	-	Mg ₂	-	Si	O ₄
	fayalita	-	Fe ²⁺ ₂	-	Si	O ₄
	GRANADAS					
	almandina	-	Fe ²⁺ ₃	Al ₂	Si ₃	O ₁₂
	piropo	-	Mg ₃	Al ₂	Si ₃	O ₁₂
	grossulária	-	Ca ₃	Al ₂	Si ₃	O ₁₂
espessartita	-	Mn ₃	Al ₂	Si ₃	O ₁₂	

MF - ferro-magnésio

Em seguida são descritos os principais minerais silicatados em termos de decrescente complexidade estrutural:

• QUARTZO (Fotos 10, 11 e 12)		Classe	
		Tectossilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
SiO ₂		Trigonal	
Dureza		Peso Específico	
7		2,6	
Cor	Brilho	Traço	
Incolor, branca, rosa, violeta, amarela-clara	Não-metálico (vítreo)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
-	Conchoidal	Prismático* (Figuras 5A, 5B e 5C)	
Ocorrência			
<p>Rochas ígneas com excesso de sílica (granitos, riólitos, pegmatitos); rochas sedimentares (arenitos); rochas metamórficas (gnaisses, xistos, quartzitos).</p> <p>Ocorre em grandes quantidades, como areia, nos leitos de rios, nas praias e como constituinte dos solos.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • caracteriza-se por seu brilho vítreo, sua fratura conchoidal e sua forma cristalina; • infusível ao maçarico (ponto de fusão aproximado: 1710°C); • solúvel em ácido fluorídrico e insolúvel nos demais. 			

* granular na rocha



5A 5B 5C
FIGURAS 5A, 5B, 5C - CRISTAIS DE QUARTZO DE
HÁBITO PRISMÁTICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 6A - QUARTZO
DIREITO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 6B - QUARTZO
ESQUERDO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

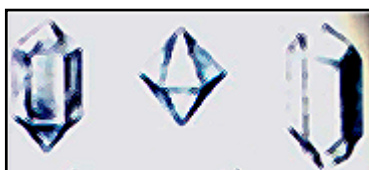


FIGURA 7 - DESENHO ILUSTRANDO CRISTAIS DE
QUARTZO
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 10 - FOTO DE UMA DRUSA DE CRISTAIS DE QUARTZO
(Fonte: Schumann, W., 1985)



FOTO 11 - FOTO DE QUARTZO ROSA
(Fonte: Soares Filho, F. C., 1990)



FOTO 12 - FOTO ILUSTRANDO UMA DRUSA DE CRISTAIS DE QUARTZO ROXO (AMESTITA)
(Fonte: Soares Filho, F. C., 1990)

• FELDSPATO POTÁSSICO (ORTOCLÁSIO) (Foto 13)		Classe	
		Tectossilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
KAlSi ₃ O ₈		Monoclínico	
Dureza		Peso Específico	
6		2,5 a 2,6	
Cor	Brilho	Traço	
Incolor, branca, creme, vermelha-carne, cinza, verde	Não-metálico (vítreo)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Perfeita a boa segundo 2 direções	Conchoidal irregular	Prismático* (Figuras 8 e 9)	
Ocorrência			
<p>Mineral bastante comum e de grande importância na constituição das rochas ígneas (granitos, sienitos); sedimentares (arcózios, conglomerados); metamórficas (gnaisses).</p> <p>O ortoclásio é encontrado em grandes cristais e massas nos diques pegmatíticos, principalmente associado ao quartzo, à muscovita e à albita.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • reconhecido por sua cor, dureza e clivagem; • distingue-se dos outros feldspatos por sua clivagem em ângulo reto e pela ausência de estriações da geminação sobre a melhor superfície de clivagem; • dificilmente fusível (ponto de fusão aproximado: 1300°C); • solúvel em ácido fluorídrico e insolúvel nos demais; • por intemperismo origina minerais de argila. 			

* granular na rocha



FIGURA 8 - CRISTAL DE ORTOCLÁSIO DE HÁBITO PRISMÁTICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 9 - CRISTAL DE ADULÁRIA (VARIEDADE INCOLOR, TRANSLÚCIDA A TRANSPARENTE, PRESENTE EM CRISTAIS PSEUDO-ORTORRÔMBICOS) DE HÁBITO PRISMÁTICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 10



FIGURA 11



FIGURA 12

FIGURAS 10, 11 e 12 - CRISTAIS GEMINADOS DE FELDSPATO POTÁSSICO, RESPECTIVAMENTE SEGUNDO AS LEIS DE CARLSBAD (FIGURA 10), DE MANEBACH (FIGURA 11) E DE BAVENO (FIGURA 12)
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 13 - DESENHO DE CRISTAL DE ORTOCLÁSIO
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R.,1957)



FOTO 13 - FOTO DE CRISTAL IRREGULAR DE ORTOCLÁSIO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• FELDSPATO POTÁSSICO (MICROCLÍNIO) (Foto 14)		Classe	
		Tectossilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
KAlSi ₃ O ₈		Triclínico	
Dureza		Peso Específico	
6		2,5 a 2,6	
	Brilho	Traço	
Cor	Não-metálico (vítreo)	Incolor	
Branca, creme, vermelha, verde			
Clivagem	Fratura	Hábito	
Perfeita a boa segundo 2 direções	Irregular	Prismático*	
Ocorrência			
Ocorre do mesmo modo que o ortoclásio (rochas ígneas, sedimentares e metamórficas), mas reflete temperaturas de cristalização menores.			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> distingue-se do ortoclásio pela presença da geminação triclínica (em grade), visualizada com a ajuda do microscópio; difícilmente fusível (ponto de fusão aproximado: 1300°C); solúvel em ácido fluorídrico e insolúvel nos demais. 			

* granular na rocha



FIGURA 14 - DESENHO DE CRISTAL DE MICROCLÍNIO
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R.,1957)



FOTO 14 - FOTO DE CRISTAL IRREGULAR DE MICROCLÍNIO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

<ul style="list-style-type: none"> FELDSPATO CALCO-SÓDICO (SÉRIE DO PLAGIOCLÁSIO*) (Foto 15) 		Classe	
		Tectossilicatos	
Fórmula		Sistema Cristalino	
Série completa de miscibilidade entre a albita pura ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) até a anortita pura ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)		Triclínico	
Dureza		Peso Específico	
6		2,62 (albita) a 2,76 (anortita)	
Cor	Brilho	Traço	
Incolor, branca, cinza, azul, rosa, vermelha	Não-metálico (perláceo)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Perfeita a boa segundo 2 direções	Irregular	Prismático*	
Ocorrência			
São freqüentes em rochas magmáticas mais escuras (ricas em biotita, anfibólios, piroxênios e olivinas), tais como os granodioritos, dioritos, gabros, basaltos; sedimentares e metamórficas (gnaisses tonalíticos e anfibolíticos).			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> apresenta estrias paralelas finas sobre a clivagem basal, decorrente da geminação albita, típico dos plagioclásios; série mineral isomorfa; a albita (Figuras 15A e 15B) é insolúvel no ácido clorídrico, mas a anortita o é. Nos membros intermediários a solubilidade do ácido aumenta com seu teor em anortita (ou cálcio). 			

Divisão da série dos plagioclásios de acordo com as quantidades relativas de albita e anortita:

	% DE ALBITA	% DE ANORTITA
Albita	100-90	0-10
Oligoclásio	90-70	10-30
Andesina	70-50	30-50
Labradorita	50-30	50-70
Bytownita	30-10	70-90
Anortita	10-0	90-100

(Fonte: DANA, J. D., 1976)

* granular na rocha



FIGURA 15A



FIGURA 15B

FIGURAS 15A e 15B - CRISTAIS DE ALBITA DE HÁBITO PRISMÁTICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 16 - DESENHO DE CRISTAL DE PLAGIOCLÁSIO
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 15 - FOTO DE DIFERENTES PLAGIOCLÁSIOS
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• NEFELINA (Foto 16) (GRUPO DOS FEDSPATÓIDES)		Classe	
		Tectossilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
(Na, K) (AlSiO ₄)		Hexagonal	
Dureza		Peso Específico	
5,0 a 6,0		2,5 a 2,6	
Cor	Brilho	Traço	
Incolor, branca, amarelada, cinza, avermelhada, esverdeada.	Vítreo (cristais claros) a gorduroso (variedade maciça)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Imperfeita segundo 2 direções	Irregular	Prismático (Figura 17)	
Ocorrência			
<p>Mineral raro, encontrado em rochas ígneas deficientes em sílica (fonólito, nefelina sienito, nefelina basalto). A ocorrência da nefelina é incompatível com a de quartzo.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • caracterizada, na variedade maciça, pelo brilho graxo; • distingue-se do quartzo pela dureza inferior e do feldspato pela gelatinização em ácido clorídrico; • altera-se facilmente, em vários minerais, como zeólitas, sodalita, muscovita e caolim; • solubiliza-se na presença de ácido clorídrico, formando, na evaporação uma geléia de sílica. 			

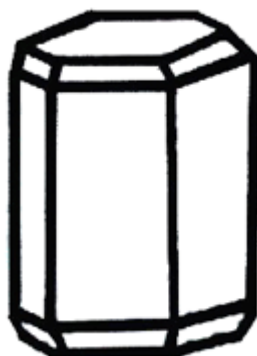


FIGURA 17 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DO CRISTAL DE NEFELINA DE HÁBITO PRISMÁTICO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

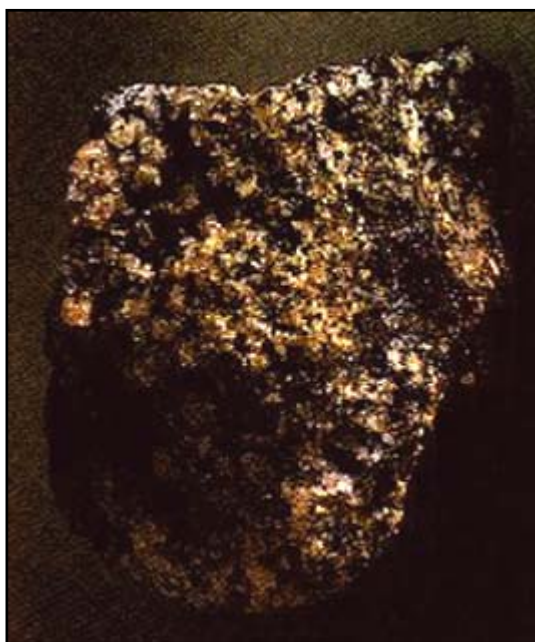


FOTO 16 - FOTO DE NEFELINA (ESCURA) EM SIENITO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• SODALITA (Foto 17) (GRUPO DOS FEDSPATÓIDES)		Classe	
		Tectossilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
Na ₄ (AlSiO ₄) ₃ Cl		Isométrico	
Dureza		Peso Específico	
5,5 a 6,0		2,15 a 2,3	
Cor	Brilho	Traço	
Azul, branca, cinzenta, verde	Vítreo	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Quase perfeita (dodecaédrica)	Irregular	Hexaédrico (Figura 18)	
Ocorrência			
<p>Ocorre associada com a nefelina, a cancrinita e outros feldspatóides em nefelina sienitos, traquitos e fonólitos.</p> <p>Caso clássico de grande importância comercial são os granitos azuis da Bahia.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • distingue-se, em muitos casos, pela cor azul e, da lazurita, pela e ausência de associação com pirita; • solúvel em ácido clorídrico, que com a evaporação produz sílica gelatinosa; • ponto de fusão aproximado: 1125°C 			



FIGURA 18 - CRISTAL DE SODALITA DE HÁBITO HEXAÉDRICO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

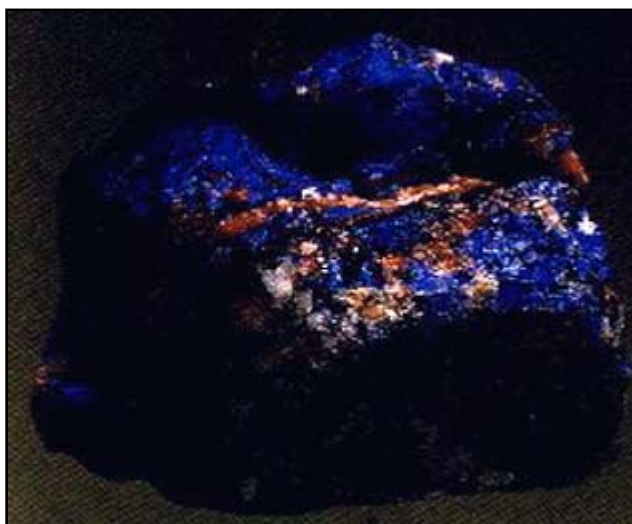


FOTO 17 - FOTO DE SODALITA MACIÇA AZUL
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• MICA POTÁSSICA (MUSCOVITA) (Foto 18)		Classe	
		Filossilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂		Monoclínico	
Dureza		Peso Específico	
2,0 a 2,5		2,8 a 3,1	
Cor	Brilho	Traço	
Incolor, branca, cinza, prateada, castanha-pálida, verde, amarela	Não-metálico (vítreo a sedoso ou nacarado - micáceo)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Proeminente segundo 1 direção	Irregular	Placóide (Figura 19)	
Ocorrência			
Característica das rochas ígneas silicosas (granitos, sienitos e pegmatitos), metamórficas (gnaisses, xistos e mica-xistos) e, por sua resistência ao intemperismo em alguns sedimentos (arcósios).			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • a clivagem extremamente perfeita permite o desdobramento do mineral em folhas muito finas - lâminas flexíveis e elásticas; • o mineral é caracterizado pela coloração clara; • em alguns xistos o mineral aparece como um agregado fibroso, conferindo à rocha um brilho sedoso característico; • não se decompõe na presença de ácidos; • grandes placas de muscovita são utilizadas como isolantes elétricos. 			

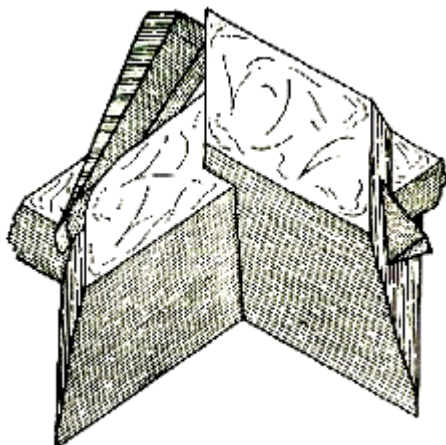


FIGURA 19 - CRISTAL DE MUSCOVITA DE HÁBITO PLACÓIDE
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 20 - DESENHO DE CRISTAL DE MUSCOVITA. NO DETALHE: PLACA HEXAGONAL. A SUPERFÍCIE DESTA PLACA É O PLANO DE CLIVAGEM DO MINERAL
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 18 - FOTO DE "LIVRO" (PLACA ESPESSA DE MUSCOVITA)
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• MICA FERROMAGNESIANA (BIOTITA) (Foto 19)		Classe
		Filossilicato
Fórmula		Sistema Cristalino
K(MgFe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀) (OH) ₂		Monoclínico
Dureza		Peso Específico
2,5 a 3,0		2,7 a 3,2
Cor	Brilho	Traço
Verde-escura, castanha a preta	Não-metálico (vítreo a sedoso ou nacarado - micáceo)	Incolor
Clivagem	Fratura	Hábito
Proeminente segundo 1 direção	Irregular	Placóide
Ocorrência		
Ocorre em rochas ígneas (granitos, sienitos, granodioritos, tonalitos) e rochas metamórficas (gnaisses, xistos). Raro em rochas sedimentares.		
Outras Observações		
<ul style="list-style-type: none"> • caracterizada por sua clivagem micácea e cor escura; • ocorre em maior variedade de rochas que a muscovita; • não é atacada por ácido clorídrico, porém o ácido sulfúrico concentrado a decompõe, formando uma solução leitosa. 		

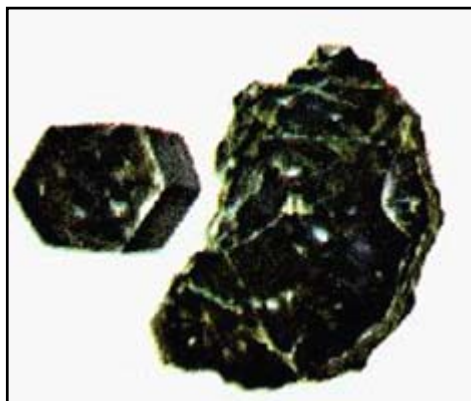


FIGURA 21 - DESENHO DE CRISTAL MACIÇO DE BIOTITA. NO DETALHE: PLACA HEXAGONAL. A SUPERFÍCIE DA PLACA É O PLANO DE CLIVAGEM DO MINERAL
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R.,1957)



FOTO 19 - FOTO DE "LIVRO" (MINERAL ESPESSO) DE BIOTITA MOSTRANDO PLANOS DE CLIVAGEM
(Fonte: Schumann, W., 1985)

<ul style="list-style-type: none"> CLORITA (Foto 20) 		Classe	
		Filossilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
(Mg, Fe, Al) ₆ (Si, Al)Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈		Monoclínico	
Dureza		Peso Específico	
1,5 a 2,5		2,6 a 3,0	
Cor	Brilho	Traço	
verde-prateada, amarela-esverdeada, verde-pálida, amarela, branca, vermelha-rosa	Vítreo a nacarado	Verde (várias tonalidades)	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Perfeita segundo 1 direção	-	Prismático (Figura 22)	
Ocorrência			
<p>Mineral de origem secundária, resulta da alteração de silicatos, tais como piroxênio, anfibólio, biotita, granada e idocrásio. Encontra-se, portanto, em rochas magmáticas que contém esses minerais e que sofreram alterações hidrotermais. É mineral primário em rochas metamórficas geradas sob baixas temperaturas (clorita xisto, sericita-clorita xistos, ardósias).</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • caracteriza-se pela cor verde, por seu hábito e clivagem micáceos que originam lâminas flexíveis e inelásticas; • não é atacado por ácido clorídrico; • é atacado por ácido sulfúrico concentrado fervendo, produzindo uma solução leitosa. 			



FIGURA 22 - CRISTAL DE CLORITA DE HÁBITO PRISMÁTICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 23- DESENHO DE CRISTAL DE CLORITA
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 20 - FOTO DE CLORITA EM UMA CLORITA XISTO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

<ul style="list-style-type: none"> FAMÍLIA DOS ANFIBÓLIOS* (Fotos 21 e 22) 		Classe	
		Inossilicato – cadeia dupla	
Fórmula		Sistema Cristalino	
Família que contém óxido de ferro (FeO), de cálcio (CaO) e de magnésio (MgO)*		Ortorrômbico e monoclinico	
Dureza		Peso Específico	
6,0 a 6,5		3,1 a 3,8	
Cor	Brilho	Traço	
tremolina (branca, cinza, violeta); hornblenda e arfvedsonita (verde escura a preta)	Vítreo	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Boa em 2 direções formando um losango	-	Prismático	
Ocorrência			
<ul style="list-style-type: none"> antofilita (correspondente à série enstatita-hiperstênio no grupo dos piroxênios) - rochas metamórficas (xistos magnesianos tipo talco xistos, associado com serpentina); tremolina (correspondente à série diopsídio-hedenbergita no grupo dos piroxênios) - rochas metamórficas (mármore dolomítico impuro, talcoxistos); actinolita - rochas metamórficas (xistos verdes, associados com clorita e epidoto); arfvedsonita - rochas ígneas sódicas pobres em sílica (nefelina sienito); hornblenda (correspondente à augita no grupo dos piroxênios) - amplamente distribuída. ocorre em rochas ígneas e metamórficas.. 			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> a antofilita, caracterizada pela cor parda, é insolúvel nos ácidos; a tremolita distingue-se dos piroxênios pelo ângulo de clivagem, e da hornblenda pela cor mais clara; a arfvedsonita é caracterizada pela cor (verde escura a preto), funde-se mais facilmente que a hornblenda e a actinolita; a hornblenda é insolúvel em ácidos. 			

* ver Tabela 3

TABELA 3 - MEMBROS DA FAMÍLIA DOS ANFIBÓLIOS

	FÓRMULA
ANFIBÓLIOS ORTORRÔMBICOS	
Antofilita - gedrita	$(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si}_8\text{O}_{22}) (\text{OH})$ - Mg/Fe entre 7:0 até 1:1
ANFIBÓLIOS MONOCLÍNICOS	
Série da Cummengtonita	$(\text{Fe, Mg})_7 \text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ Mg/Fe entre 7:0 e 1:2
Série da Tremolita - actinolita	
	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22}) (\text{OH})_2$
Série da Hornblenda	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5(\text{Si}_8\text{O}_{22}) (\text{OH})_2$
	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg,Fe}^{II})_4 (\text{Al,Fe}^{III},\text{Ti})(\text{Al,Si})_8 \text{O}_{22}^{**}$
ANFIBÓLIOS SÓDICOS	
Riebreckita	$\text{Na}_2\text{Fe}_3^{+2}\text{Fe}_2^{+3}\text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2$
Arfvedsonita	$\text{Na}_3\text{Mg}_4\text{Al}(\text{Si}_8\text{O}_{22}) (\text{OH,F})_2$
Glaucofanita	$\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2$

(Fonte: DANA, J. D., 1976)

** Existe uma série complexa quanto às relações de Ca:Na, Mg:Fe^{II}, Al:Fe^{III}, Al:Si, e OH:F

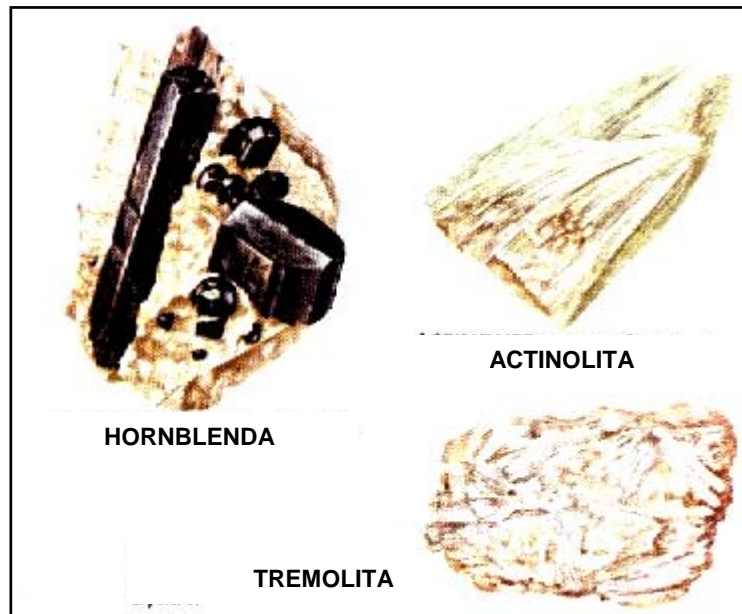


FIGURA 24- DESENHO DE MINERAIS PRISMÁTICOS E FIBROSOS DA FAMÍLIA DOS ANFIBÓLIOS
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 21 - FOTO DE HORNBLENDA
(Fonte: Schumann, W., 1985)



FOTO 22 - FOTO DE ARFVEDSONITA EM SIENITO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

<ul style="list-style-type: none"> FAMÍLIA DOS PIROXÊNIOS* (Foto 23) 		Classe	
		Inossilicato – cadeia simples	
Fórmula		Sistema Cristalino	
$W_nX_0.Si_2O_6^*$		Ortorrômbico e monoclinico	
Dureza		Peso Específico	
6,0 a 6,5		3,1 a 3,8	
Cor	Brilho	Traço	
Diopsídio (incolor, branca, verde); egirina (castanha, verde); augita (verde escura a preta)	Vítreo (às vezes metálico)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Boa segundo 2 direções aproximadamente perpendiculares entre si	-	Prismático	
Ocorrência			
<ul style="list-style-type: none"> • enstatia ferrossilita - piroxenitos, peridotitos, gabros, noritos e basaltos; • diopsídio hedenbergirita - rochas metamórficas (calcários cristalinos); • espodumênio - espécie relativamente rara, encontrada como cristais muito grandes em diques de pegmatitos; • jadeíta - rochas metamórficas (xistos azuis e eclogitos); • egirina - rochas alcalinos ricos em sódio e pobres em sílica (nefelina sienito, fonólitos); • augita - piroxênio comum, encontrado em rochas ígneas de coloração escura (basaltos, gabros, peridotitos); • wollastonita (piroxenóide) - mármore calcítico; • pectolita (piroxinóide) - revestindo cavidades (drusas) em basalto. 			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • família caracterizada pela seção transversal retangular ou octogonal e pela clivagem ortogonal; • insolúveis em ácido clorídrico (exceto a pectolita). 			

* ver Tabela 4

TABELA 4 - MEMBROS DA FAMÍLIA DOS PIROXÊNIOS

	FÓRMULA
PIROXÊNIOS ORTORRÔMBICOS	
Série da Enstatita	
Enstatita	$Mg_2 (Si_2O_6)$
Hiperstênio	$(Fe, Mg)_2 (Si_2O_6)$
PIROXÊNIOS MONOCLÍNOCOS	
Série do Diopsídio	
Wollastonita*	$Ca (SiO_3)$
Clino enstatita	$Mg_2Si_2O_3$
Clino hiperstênio	$(Fe, Mg)_2 Si_2O_6$
Diopsídio	$CaMg (Si_2O_6)$
Hedenbergita	$CaFe (Si_2O_6)$
Augita	$(Ca, Na) (Mg, Fe^{II}, Fe^{III}, Al) (Si, Al)_2O_6$
PIROXÊNIOS DE LÍTIO	
Espodumênio	$LiAl (Si_2O_6)$
PIROXÊNIOS SÓDICOS	
Jadeíta	$NaAl (Si_2O_6)$
Egirina	$NaFe (Si_2O_6)$
Pectolita	$Ca_2NaH (SiO_3)_3$
Rodonita*	$Mn (SiO_3)$

(Fonte: DANA, J. D., 1976)

* piroxenóide

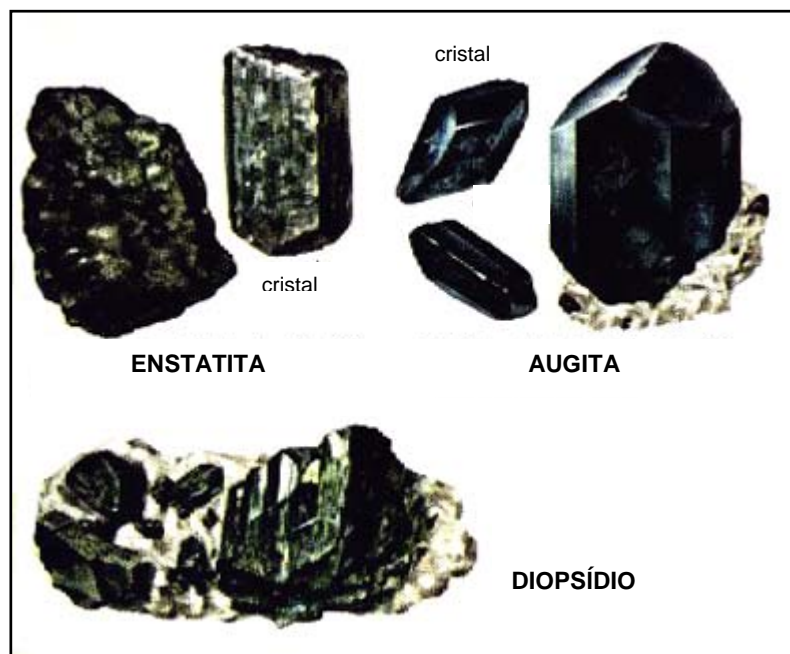


FIGURA 25 - DESENHO DE CRISTAIS PRISMÁTICOS DE DIFERENTES TIPOS DE PIROXÊNIOS
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R.,1957)



FOTO 23 - FOTOS DE PIROXÊNIOS
(Fonte: Schumann, W., 1985)

<ul style="list-style-type: none"> OLIVINA (Foto 24) 		Classe	
		Nesosilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
(Mg, Fe) ₂ (SiO ₄)		Ortorrômbico	
Dureza		Peso Específico	
6,5 a 7,0		3,2 a 4,3*	
Cor	Brilho	Traço	
Verde oliva, castanho-amarela, avermelhada, verde-acinzentada.	Vítreo	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Imperfeita segundo 1 direção	Conchoidal	Bipiramidal (Figura 26)	
Ocorrência			
<p>Mineral bastante comum em rochas ígneas, ferromagnesianas, escuras (gabros, basaltos, peridotitos). O dunito é constituído quase inteiramente por olivina.</p> <p>Ocorre ocasionalmente nos mármore dolomíticos.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> distingue-se por seu brilho vítreo, fratura conchoidal, cor verde e forma granular; solúvel lentamente em HCl e H₂SO₄, produzindo sílica gelatinosa após a evaporação do ácido; a variedade verde transparente é conhecida como peridoto. 			

* Elevando-se com o aumento do conteúdo de Fe

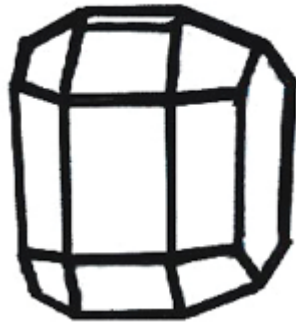


FIGURA 26 - CRISTAL DE OLIVINA DE HÁBITO BIPIRAMIDAL
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 27 - DESENHO DE CRISTAL DE OLIVINA. NO DETALHE: CRISTAL ORTORRÔMBICO BIPIRAMIDAL
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 24 - FOTO DE OLIVINA EM DUNITO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• GRUPO DAS GRANADAS (Foto 25)		Classe	
		Nesosilicato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
$A^*_3B^{**}_2(SiO_4)_3$		Isométrico	
Dureza		Peso Específico	
6,0 a 7,5		3,5 a 4,3	
Cor	Brilho	Traço	
Vermelha, castanha, amarela, branca, verde e preta (depende da composição)	Vítreo a resinoso	Branco	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Não ocorre clivagem proeminente	Conchoidal a subconchoidal	Dodecaédrico (Figura 28); Trapezoédrico (Figura 29); Hexaoctaédrico (Figura 30)	
Ocorrência			
<p>Aparece como mineral acessório em rochas ígneas (granada granitos) e metamórficas (mica xistos, hornblenda xistos, gnaisses, migmatitos). Ocorre sob forma de grãos arredondados nas areias de rios e mares. Particularmente as subespécies: grossulária; almandina; piropo; espessartita e melanita (na variedade negra da andradita ocorrem mais freqüentemente em mármore calcários impuros, peridotitos, xistos e gnaisses de baixo grau metamórfico e em basaltos alcalinos ricos em ferro).</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> reconhecidas por seus cristais isométricos característicos, sua dureza e cor. 			

* A, pode ser o cálcio, o magnésio, o ferro ferroso e o manganês bivalente;

**B, pode ser o alumínio, o ferro férrico, o titânio ou o cromo.

Essas variações dão origem às subespécies do grupo das granadas:

	FÓRMULA
Piropo	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$
Almandina	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$
Espessartita	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$
Grossulária	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$
Andradita	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$
Uvarovita	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$

(Fonte: DANA, J. D., 1976)

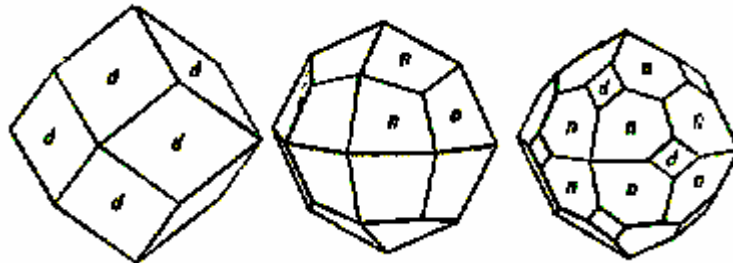


FIGURA 28

FIGURA 29

FIGURA 30

FIGURA 28 - CRISTAL DE GRANADA DE HÁBITO DODECAÉDRICO

(Fonte: Dana, J. D., 1976)

FIGURA 29 - CRISTAL DE GRANADA DE HÁBITO TRAPEZOÉDRICO

(Fonte: Dana, J. D., 1976)

FIGURA 30 - CRISTAL DE GRANADA DE HÁBITO HEXAOCTAÉDRICO

(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FOTO 25 - FOTO DE GRANADA ISOLADA

(Fonte: Bigarella, J. J.; Leprevost, A.; Bolsanello, A., 1985)

2.2.2. MINERAIS NÃO SILICATADOS

Este grupo reúne principalmente carbonatos, óxidos, sulfetos e fluoretos, com ênfase para os seguintes:

<ul style="list-style-type: none"> CALCITA (Foto 26) 		Classe	
		Carbonato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
CaCO ₃		Trigonal ou Hexagonal-R	
Dureza		Peso Específico	
3,0		2,7	
Cor	Brilho	Traço	
Branca ou incolor, com variedades de cinza, amarela, vermelha, verde, azul	Não-metálico (vítreo a terroso)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Perfeita segundo 3 direções	-	Prismático (Figura 31); Romboédrico (Figuras 32); Escalenoédrico (Figuras 33)	
Ocorrência			
Rochas sedimentares (calco-arenitos, calcário) e rochas metamórficas (mármore calcíticos).			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • caracterizada por sua baixa dureza, clivagem perfeita segundo 3 direções formando romboedro, cor clara e brilho vítreo; • calcita é facilmente atacada por ácido clorídrico diluído, frio, com efervescência, o que a distingue da dolomita. 			

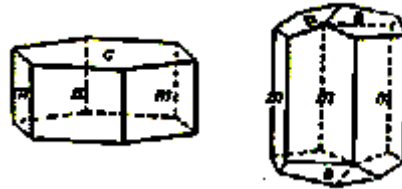


FIGURA 31 - CRISTAIS DE CALCITA DE HÁBITO PRISMÁTICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 32 - CRISTAIS DE CALCITA DE HÁBITO ROMBOÉDRICO,
COM FORMAS AGUDAS E OBTUSAS
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

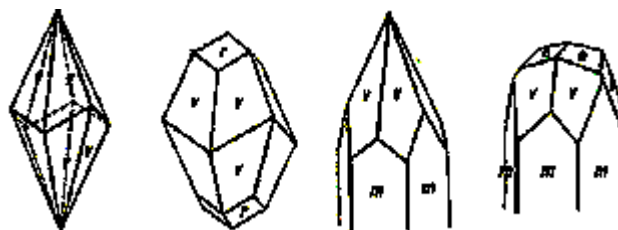


FIGURA 33 - CRISTAIS DE CALCITA DE HÁBITO ESCALENOÉDRICO, COM FACES ROMBOÉDRICAS
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 34 - DESENHO DE CRISTAL DE CALCITA
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R.,1957)



FOTO 26 - FOTO DE CALCITA
(Fonte: Bigarella, J. J.; Leprevost, A.; Bolsanello, A., 1985)



FOTO 27 - FOTOS DE CALCITA COM HÁBITO ESCALENOÉDRICO (ACIMA) E ROMBOÉDRICO (ABAIXO)
(Fonte: Schumann. W.. 1985)

• DOLOMITA (Foto 28)		Classe	
		Carbonato	
Fórmula		Sistema Cristalino	
CaMg(CO ₃) ₂		Trigonal	
Dureza		Peso Específico	
3,5 a 4,0		2,8 a 2,9	
Cor	Brilho	Traço	
Incolor, branca, rosada, esverdeada, cinzenta, castanha ou preta	Não-metálico (vítreo)	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Perfeita segundo 3 direções	Subconchoidal	Romboédrico (Figura 35)	
Ocorrência			
Rochas sedimentares (calcário dolomítico) e rochas metamórficas (mármore dolomítico).			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> o mineral é atacado vagarosamente por ácido clorídrico diluído, porém quando pulverizado se dissolve prontamente, com efervescência, essa reação é menos intensa que na calcita; os fragmentos grandes são solúveis, com efervescência, no ácido clorídrico quente. 			



FIGURA 35 - CRISTAIS DE DOLOMITA DE HÁBITO ROMBOÉDRICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

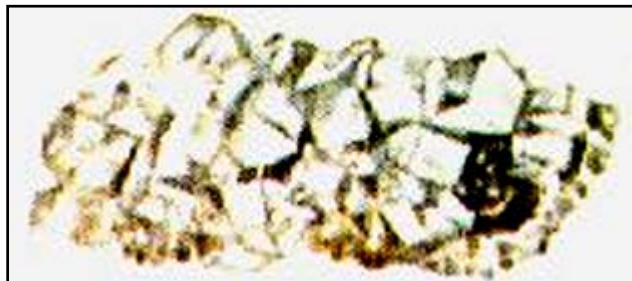


FIGURA 36 - DESENHO DE CRISTAL DE DOLOMITA COM HÁBITO ROMBOÉDRICO
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 28 - FOTO DE AGREGADO DE CRISTAIS DE DOLOMITA COM HÁBITO ROMBOÉDRICO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• MAGNETITA (Foto 29)		Classe	
		Óxido	
Fórmula		Sistema Cristalino	
Fe ₃ O ₄		Isométrico	
Dureza		Peso Específico	
5,5 a 6,5		4,9 a 5,2	
Cor	Brilho	Traço	
Preta do ferro	Metálico a submetálico	Preto	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Falta clivagem típica	Subconchoidal a irregular	Octaédrico (Figura 37); e raramente dodecaédrico (figura 38)	
Ocorrência			
<p>É o óxido de ferro mais comum. Ocorre em rochas magmáticas como mineral acessório (dioritos, gabros, peridotitos). É o constituinte principal de algumas rochas metamórficas (formação ferrífera bandada). Encontra-se, também, nas areias pretas das praias.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • caracteriza-se por seu forte magnetismo, cor preta e dureza (6); • vagorosamente solúvel em ácido clorídrico. 			

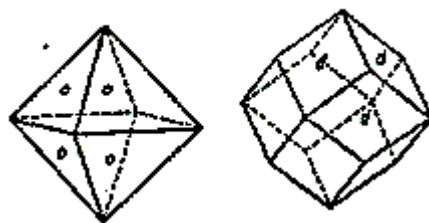


FIGURA 37

FIGURA 38

FIGURA 37 - CRISTAL DE MAGNETITA DE HÁBITO OCTAÉDRICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

FIGURA 38 - CRISTAL DE MAGNETITA DE HÁBITO DODECAÉDRICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 39 - DESENHO DE AGREGADO DE MAGNETITA. NO DETALHE: MINERAL COM HÁBITO OCTAÉDRICO
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 29 - FOTO DE CRISTAIS DE MAGNETITA EM DUNITO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• HEMATITA (Foto 30)		Classe	
		Óxido	
Fórmula		Sistema Cristalino	
Fe ₂ O ₃		Trigonal	
Dureza		Peso Específico	
5,5 a 6,5		4,9 a 5,3	
Cor	Brilho	Traço	
Preta, cinza, castanho-avermelhada	Metálico	Vermelho-claro a escuro ou preto (quando aquecido)	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Falta clivagem típica	Subconchoidal a irregular	Tabular (Figuras 40A e 40B)	
Ocorrência			
Ocorre em quase todas as rochas ígneas, como mineral acessório e em rochas metamórficas (itabiritos) pela alteração da limonita, siderita ou magnetita; em rochas sedimentares (arenito vermelho), como material de cimentação dos grânulos de quartzo.			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • placas delgadas do mineral podem agrupar-se em forma de rosetas - rosas de ferro (Figura 42); • distingue-se, principalmente, por seu traço vermelho; • torna-se fortemente magnética pelo aquecimento em chama redutora; • é lentamente solúvel no ácido clorídrico; • em ensaio para o ferro férrico, a solução formada com o ferrocianeto de potássio corresponde a um precipitado azul-escuro. 			

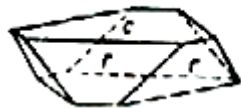


FIGURA 40A



FIGURA 40B

FIGURAS 40A E 40B - CRISTAIS DE HEMATITA DE HÁBITO TABULAR. OS PLANOS BASAIS MOSTRAM ACENTUADAS MARCAS TRIANGULARES
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

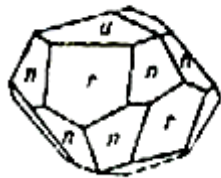


FIGURA 41



FIGURA 42

FIGURA 41 - CRISTAL DE HEMATITA DE HÁBITO TABULAR, EM FORMAS ROMBOÉDRICAS
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

FIGURA 42 - CRISTAIS DE HEMATITA DE HÁBITO TABULAR, AGRUPADOS EM FORMA DE ROSETAS (ROSAS DE FERRO)
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



**FIGURA 43 - DESENHO DE
DIFERENTES CRISTAIS DE HEMATITA**
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R.,1957)

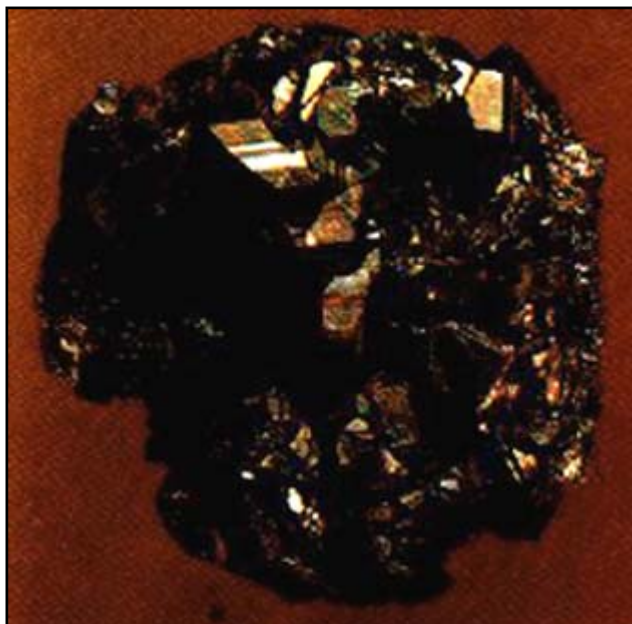


FOTO 30 - FOTO DE AGREGADO DE HEMATITA
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• FLUORITA (Foto 31)		Classe	
		Halóides	
Fórmula		Sistema Cristalino	
CaF ₂		Isométrico	
Dureza		Peso Específico	
4,0		3,0 a 3,2	
Cor	Brilho	Traço	
Incolor, branca, verde, violeta, azul, amarela, rosa, castanha	Vítreo	Incolor	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Perfeita segundo 3 ou 4 direções	Subconchoidal	Cúbico (Figuras 44A e 44B)	
Ocorrência			
<p>Encontra-se tanto como mineral principal em veios ou como subsidiário (ganga) em minérios de metais (chumbo e prata). Comum em dolomitos e calcários.</p> <p>Ocorre também como mineral acidental em várias rochas magmáticas e pegmatitos. Geralmente se associa com calcita, dolomita, gipso, celestina, barita, quartzo, esfaleria, cassiterita, topázio, turmalina e apatita.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • caracterizada pelos cristais cúbicos, clivagem octoédrica e brilho vítreo; • reação alcalina. 			

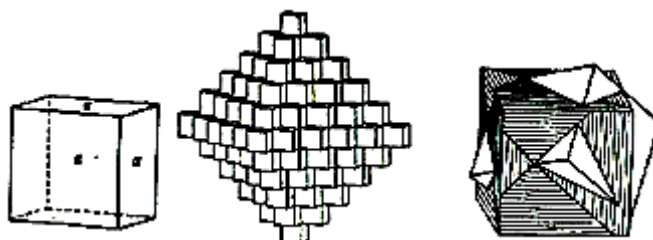


FIGURA 44A

FIGURA 44B

FIGURA 45

FIGURAS 44A E 44B - CRISTAIS DE FLUORITA DE HÁBITO CÚBICO E OCTAÉDRICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

FIGURA 45 - CRISTAL DE FLUORITA GEMINADO (GEMINADO DE PENETRAÇÃO)
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

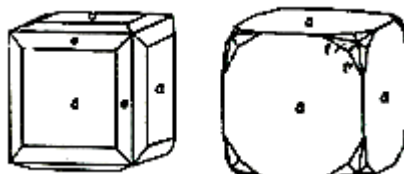


FIGURA 46

FIGURA 47

FIGURA 46 - CRISTAL DE FLUORITA COM HÁBITO TETRAHEXAÉDRICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)

FIGURA 47 - CRISTAL DE FLUORITA COM HÁBITO HEXAOCTAÉDRICO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 48 - DESENHO DE CRISTAL DE FLUORITA COM HÁBITO CÚBICO (AMARELO), TETRAHEXAÉDRICO (VERDE) E COM GERMINAÇÃO POR INTERPENETRAÇÃO (ROXO)
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R.,1957)

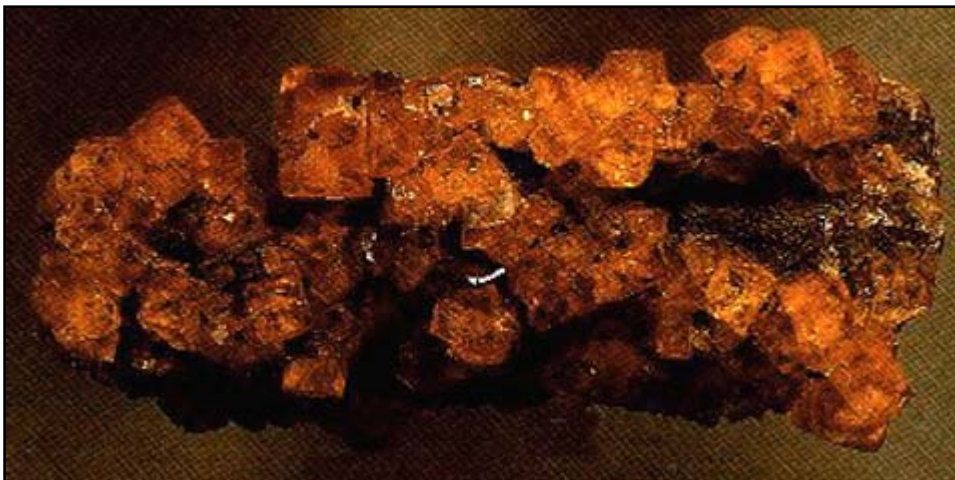


FOTO 31 - FOTO DE AGREGADO DE FLUORITA COM HÁBITO CÚBICO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

• PIRITA (Foto 32)		Classe	
		Sulfetos	
Fórmula		Sistema Cristalino	
FeS ₂		Isométrico	
Dureza		Peso Específico	
6,0 a 6,5		4,95 a 5,10	
Cor	Brilho	Traço	
Amarela-latão, clara a escura	Metálico	Esverdeado ou preto-castanho	
Clivagem	Fratura	Hábito	
Indistinta	Conchoidal a desigual	Cúbico (Figura 49)	
Ocorrência			
<p>É o sulfeto mais comum e disseminado. Ocorre como mineral acessório nas rochas ígneas basálticas. Filões mineralizados e metamórficos de contato. Em rochas sedimentares representa condições de deposição sedimentosos.</p> <p>Associa-se freqüentemente com calcopirita, esfalerita e galena.</p>			
Outras Observações			
<ul style="list-style-type: none"> • distingue-se da calcopirita pela coloração mais pálida e pelo fato de não ser riscada pelo aço; do ouro por sua fragilidade e dureza; da marcassita pela cor mais escura e forma cristalina; • insolúvel em HCl e solúvel em HNO₃; • altera-se facilmente produzindo óxidos de ferro (limonita), portanto, rochas que apresentam o mineral são de uso impróprios para a construção, porque a oxidação do sulfeto além de desintegrar a rocha, também mancha-a, com o óxido de ferro resultante. 			

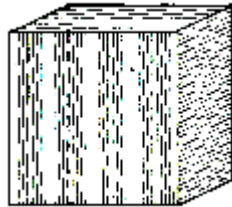


FIGURA 49 - CRISTAL DE PIRITA DE HÁBITO CÚBICO E ESTRIAS DE CRESCIMENTO
(Fonte: Dana, J. D., 1976)



FIGURA 50 - DESENHO DE AGREGADOS DE PIRITA. NO DETALHE: CRISTAIS COM FORMA CÚBICA E PENTAGODODECAÉDRICA
(Fonte: Zim, H. S.; Sahffer, P. R., 1957)



FOTO 32 - FOTO DE CRISTAIS ISOLADOS DE PIRITA COM HÁBITO CÚBICO ESTRIADO E TETRAHEXAÉDRICO
(Fonte: Schumann, W., 1985)

3. ROCHAS

Rochas são agregados de um ou mais espécies minerais. Quando compostas essencialmente por uma espécie mineral são ditas monominerálicas. Casos típicos são calcários e mármore calcíticos (grãos de calcita, CaCO_3), arenitos (grãos de quartzo, SiO_2).

O nome correto de uma rocha baseia-se nos seus componentes principais. Um granito é composto principalmente pelos minerais feldspato e quartzo; um sienito por feldspato; um gabro por feldspato e piroxênio; um diorito por feldspato e anfibólio; um gnaisse por feldspato e quartzo (à semelhança do granito).

No caso das rochas ornamentais as designações das rochas são feitas sem compromissos. Assim, o nome granito engloba uma variedade muito grande de rochas incluindo granitos, sienitos, gnaisses e migmatitos. Muito comum, também, é o emprego de nomes fantasia. Gabros e dioritos muito escuros e homogêneos são denominados de preto absoluto; os sienitos da região de Poços de Caldas são denominados, de acordo com sua cor, de Imperial ou Café. Outros nomes fantasias comuns são Azul Bahia, Amêndoa, Juparaná Rosa, Capão Bonito, Verde Ubatuba, Arabesco, etc. (Figura 51). Os nomes fantasia dificultam a especificação de uma rocha, pois omitem o conteúdo mineralógico da rocha, um fator fundamental que determina várias características do material.

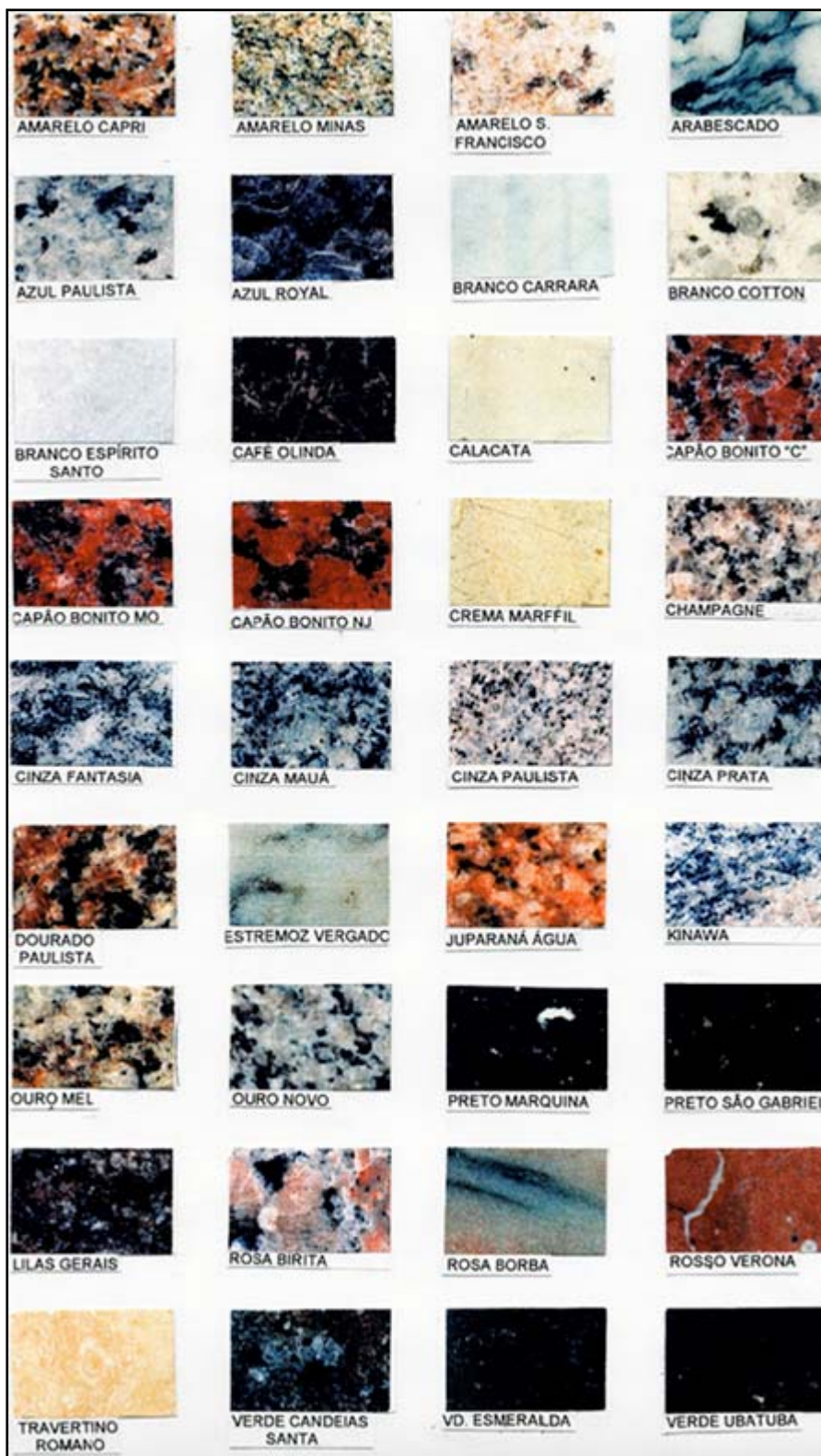


FIGURA 51 – MOSTRUÁRIO DE ALGUMAS ROCHAS ORNAMENTAIS E SEUS RESPECTIVOS NOMES FANTASIAS
(Fonte: *Moredo Group: granitos e mármore*, s.d.)