# Sistemas de classificação e nomenclatura das rochas ígneas

Antonio Liccardo

Magma – Lava - Havaí

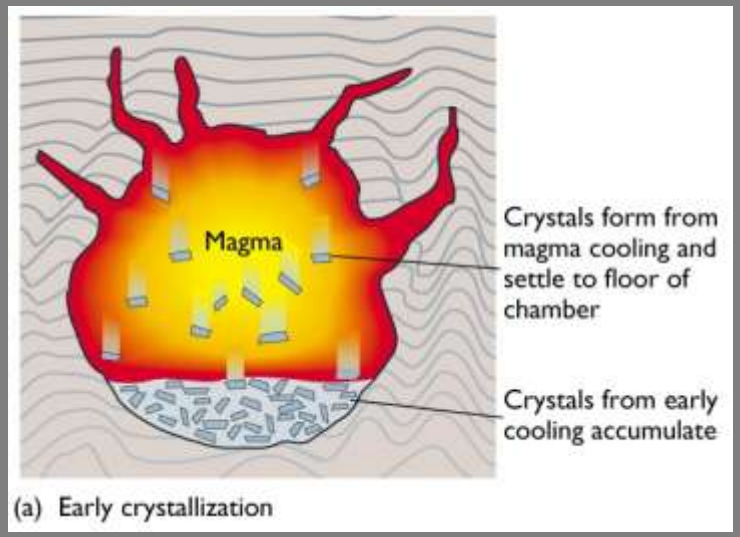
Paricutín - México

# Magma

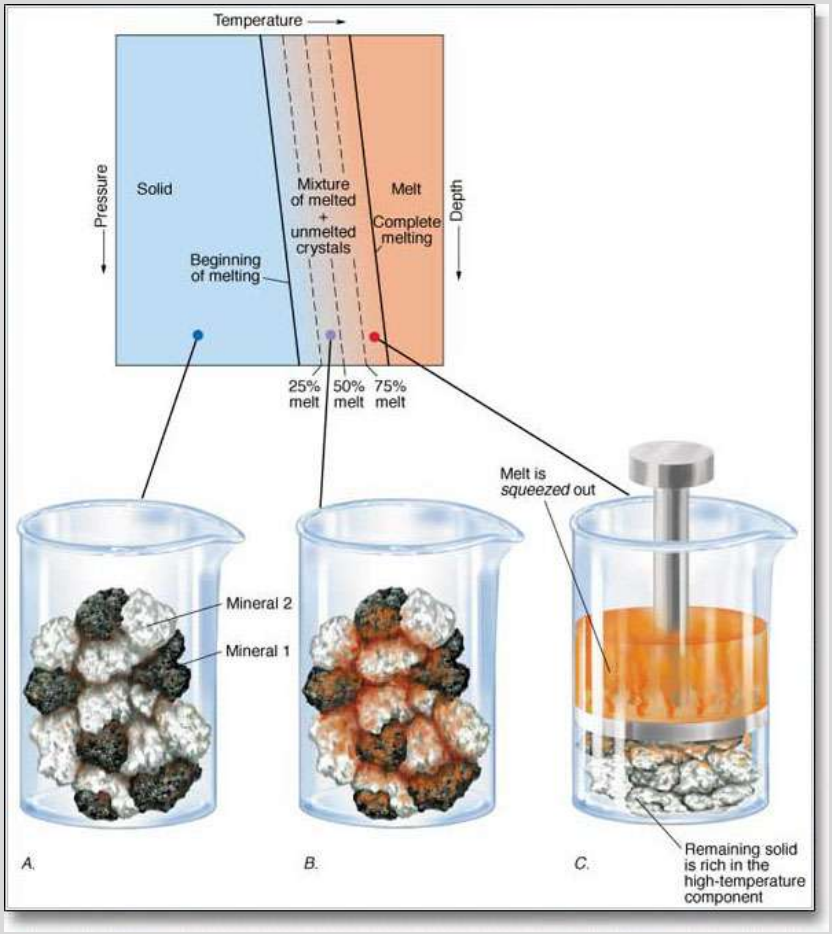
É uma rocha fundida (altas T: 700 até 1.200 C. Tem consistência pastosa e mobilidade (velocidade média 5-16 km/h).

## Constituintes do Magma

1. **Líquido**: íons móveis: principalmente silício e oxigênio mais Al, Ca, Fe, Mg, Na, K, Mn, Ti e P
2. **Sólido**: minerais já cristalizados ou em cristalização + eventuais fragmentos de rochas IMS (Xenólitos).
3. **Voláteis** (gases dissolvidos): vapor de $H_2O$ (75-95 %), $CO_2$, $SO_2$, $CH_4$ (metano), N + F, Cl, B



O magma resulta da fusão (altas temperaturas > 650 ºC) de rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Esta fusão ocorre no interior da Terra (Crosta e Manto)



# Solidificação (Cristalização)

- Quando o magma se solidifica (cristaliza) em profundidade ou na superfície da terra, forma-se a Rocha ÍGNEA ou MAGMÁTICA.

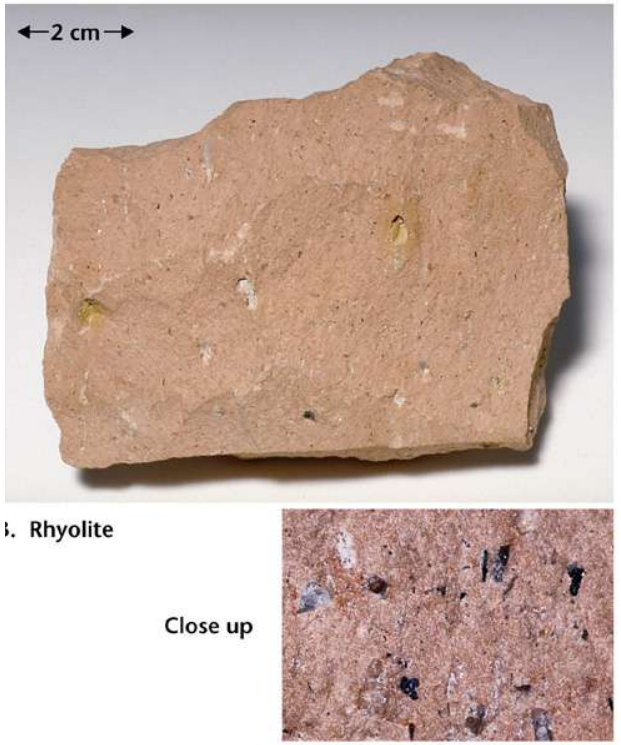
# Vulcanismo

Quando o magma chega à superfície da terra, chama-se LAVA e forma vulcões.

# Solidificação (Cristalização)

Lava resfriada, cristaliza-se e forma a rocha vulcânica ou extrusiva

EX: Basaltos e Riolitos



# Solidificação (Cristalização)

Quando o magma permanece e cristaliza-se no interior da terra forma-se a rocha plutônica ou intrusiva.

Ex: Gabros e Granitos

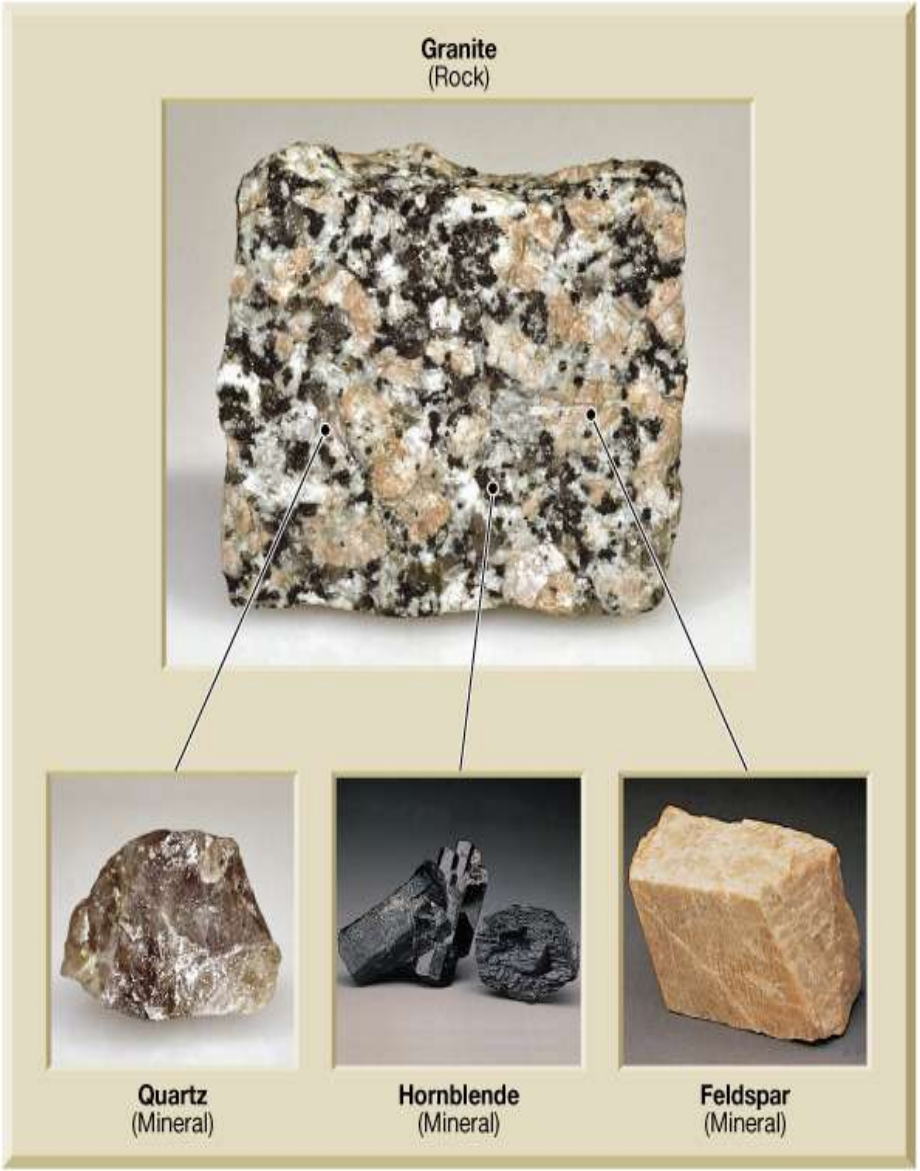
***Fig. 16.7*** As séries de reação de Bowen.

**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

VOLTAR

# Minerais Formadores de Rochas Ígneas

- Feldspatos (feldspato Alcalino e Plagioclásio)
- Quartzo
- Biotita e Muscovita
- Piroxênio e Anfibólios
- Olivina
- Feldspatóides*



FÉLSICOS

Feldspatos e quartzo:

Minerais claros

- ricos em Si e Al, Ca, Na e K
- feldspatos (FK e Pl) e quartzo

MÁFICOS

Minerais densos

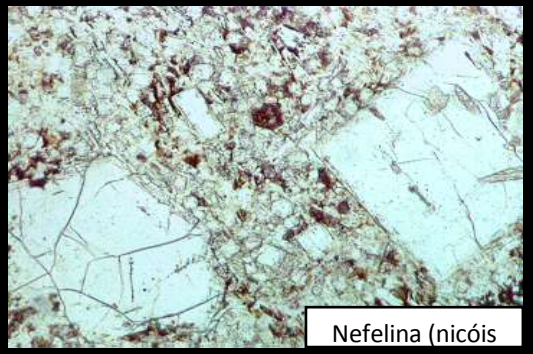
- ricos em Fe e Mg
- Piroxênios, anfibólios, olivina

Olivine (forsterite with edge of volcanic bomb)
1cm

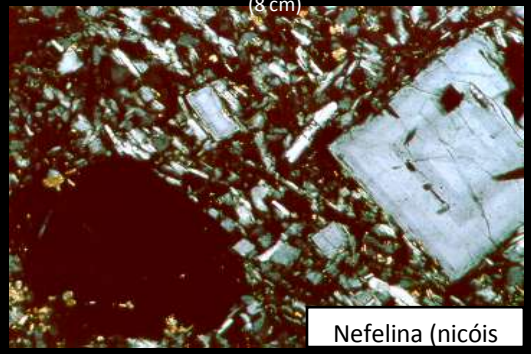
# Feldspatóides

- Leucita
- Nefelina
- Sodalita

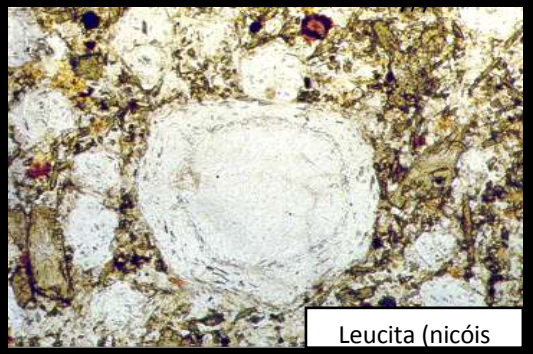
Lápis-lazuli do Afeganistão (8 cm)



Nefelina (nicóis



Nefelina (nicóis



Leucita (nicóis

Leucita (nicóis

Sodalita (nicóis

Sodalita (nicóis

# Critérios de classificação para ROCHAS ÍGNEAS

- A - Profundidade de cristalização
- B – Estrutura*
- C - Textura: é o tamanho e o arranjo dos minerais constituintes da rocha
- D - Quantidade da Sílica ($SiO_2$) ~ quartzo
- E – Índice de Cor
- F – Composição: quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio
- G – Casos especiais

# A - Classificação por Profundidade

- Vulcânicas: riolitos, dacitos, andesitos e basaltos
- Sub-vulcânicas* – microgranito, microgabro (diabásio)
- Plutônicas: granitos, granodioritos, dioritos e gabros

# B – Estruturas*

- Maciça
- Orientada
- Vesicular
- Amigdaloidal

# 1- Maciça - isótropa

Distribuição caótica dos minerais.

A. Granite

Close up

Diorite

Close up

B. Gabbro

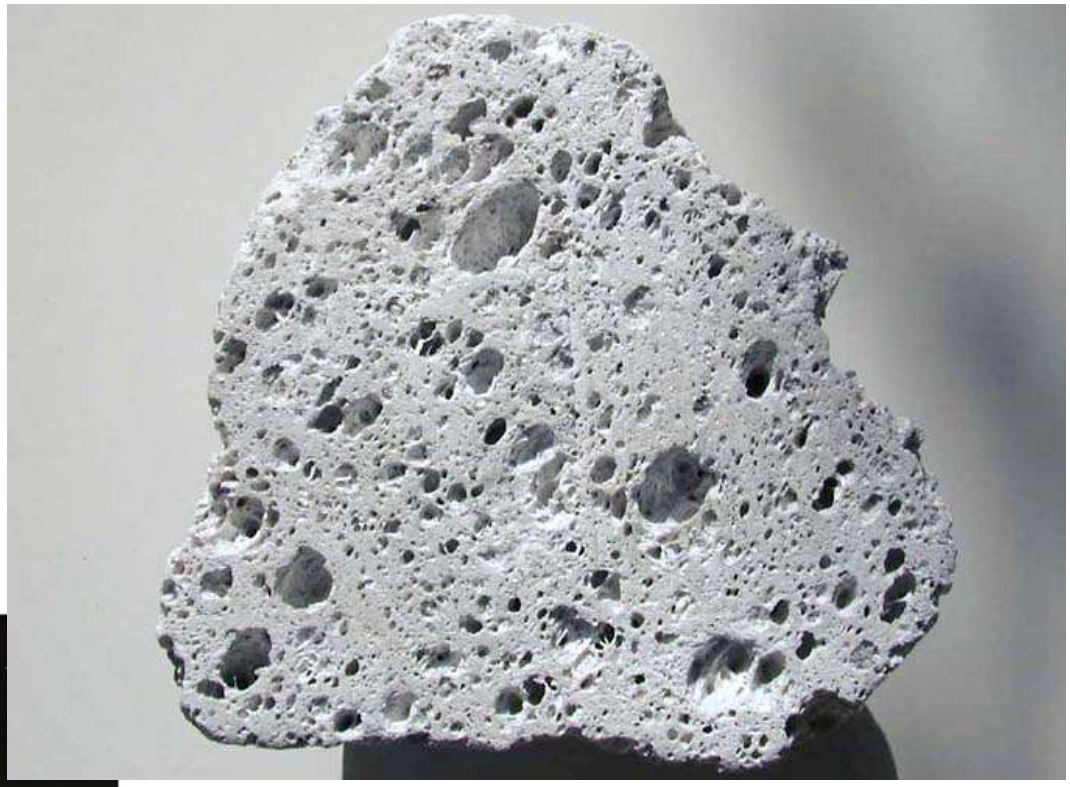
Close up

# 2- Orientada

Orientação dos minerais (amostra de mão)
Ex. sienito com estrutura fluidal

# 3- Vesicular

Com cavidades sem preenchimento (amostra de mão). Estas vesículas foram formadas por bolhas de gases dissolvidos no magma. Só ocorre em rochas vulcânicas



# 4- Amigdaloidal

Com cavidades preenchidas por minerais, Ex: quartzo (amostra de mão).
Também só ocorre em rochas vulcânicas.

# C - Classificação por texturas

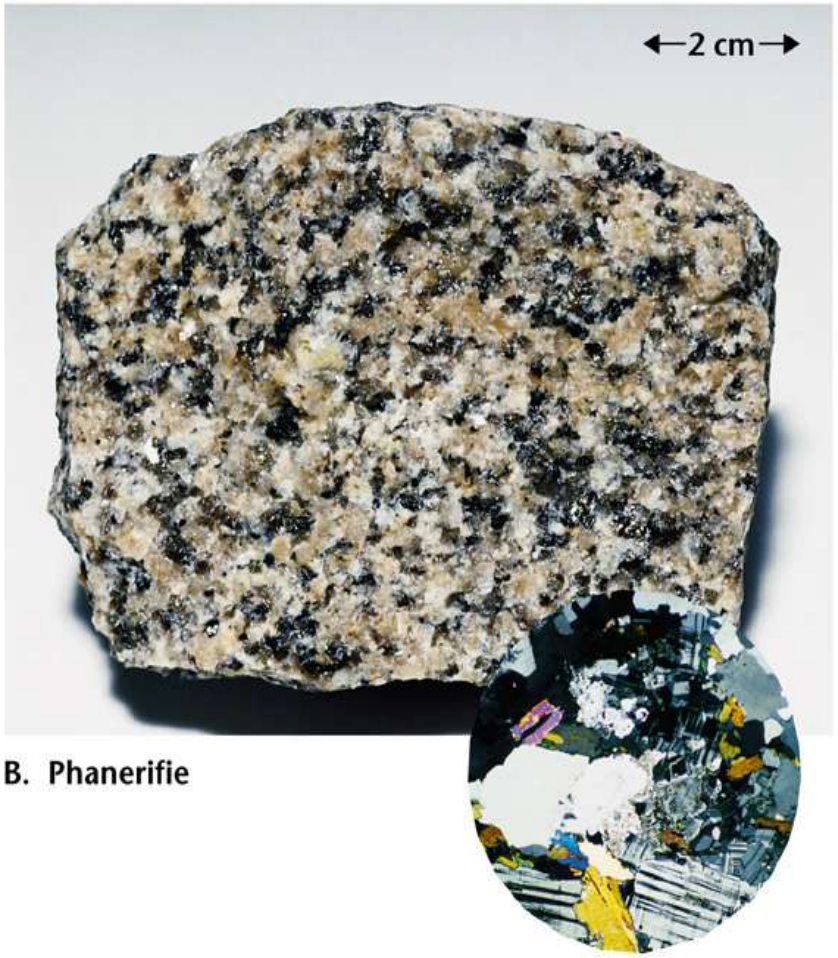
- Fanerítica
  - Equigranular
  - Porfirítica
- Afanítica
- Vítrea

# Textura Fanerítica

É típica de rochas plutônicas em razão do resfriamento lento do magma no interior da crosta. Assim, só ocorre e é indicativa de rochas plutônicas (Ex:granito)

Pode ser fina, média, grossa.

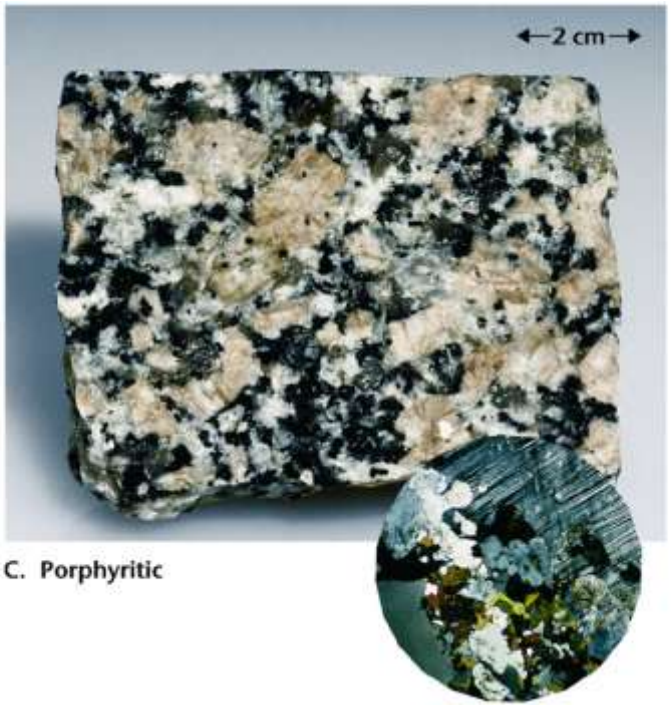
- > 30 mm muito grossa
- 5 – 30 mm grossa
- 1 – 5 mm média
- < 1 mm fina




B. Phanerifie

# Textura Porfirítica

Grãos maiores que se sobressaem em relação à uma matriz mais fina (Ex: granitos e andesitos). Pode ocorrer em rochas plutônicas e vulcânicas.




C. Porphyritic

A. Andesite porphyry

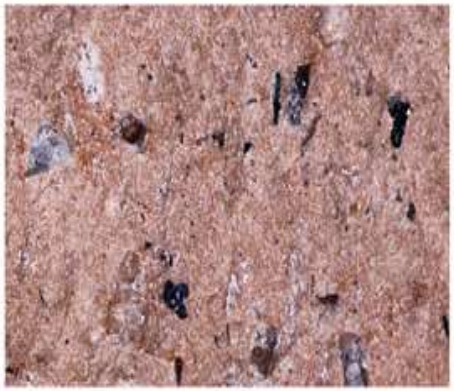
B. Close up

# Textura Afanítica

É formada por minerais muito finos (não visíveis). É típica de rochas vulcânicas em razão do resfriamento rápido do magma (lava) na superfície (Ex: basaltos e riolitos)

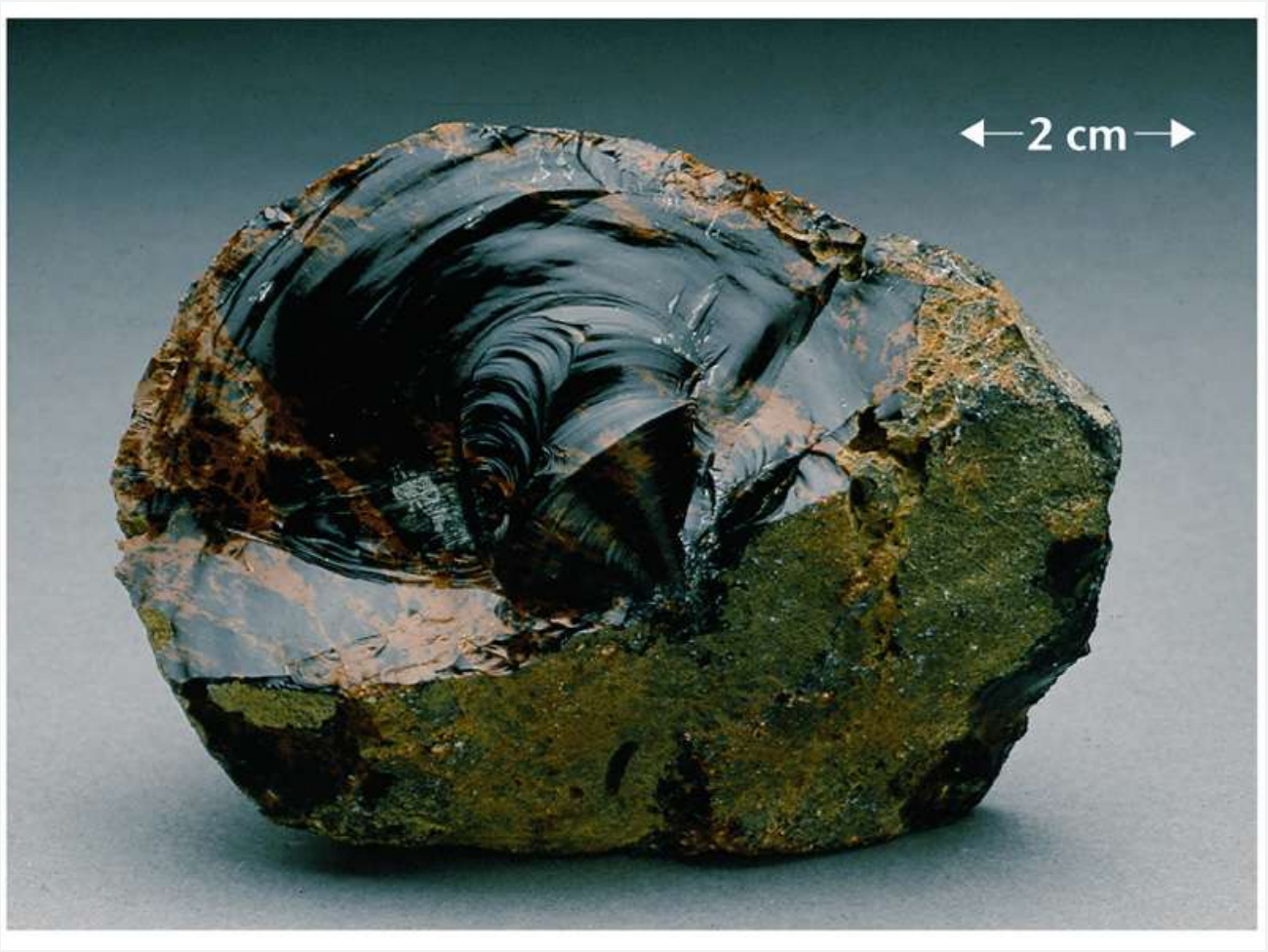
B. Rhyolite

Close up



# Textura vítrea

formada por vidro vulcânico (obsidiana). É típica de rochas vulcânicas**.**



# D - Classificação por quantidade de sílica

- *Ácidas (félsicas)*: > 66% de $SiO_2$ (quartzo presente e visível)
- *Intermediárias* : 52 - 66% de $SiO_2$ (quartzo de 0 a 5%).
- *Básicas (máficas)* : 45 - 52% de $SiO_2$ (quartzo ausente ou muito pouco e há muitos minerais de Fe e Mg ou máficos)
- *Ultrabásicas (ultramáficas)* : < 45% de $SiO_2$ (quartzo ausente e há muitos minerais de Fe e Mg ou máficos.

# E - Classificação por índice de cor

A cor das rochas ígneas é expressa pela % de minerais escuros presentes na rocha e dá o índice de cor **M**:

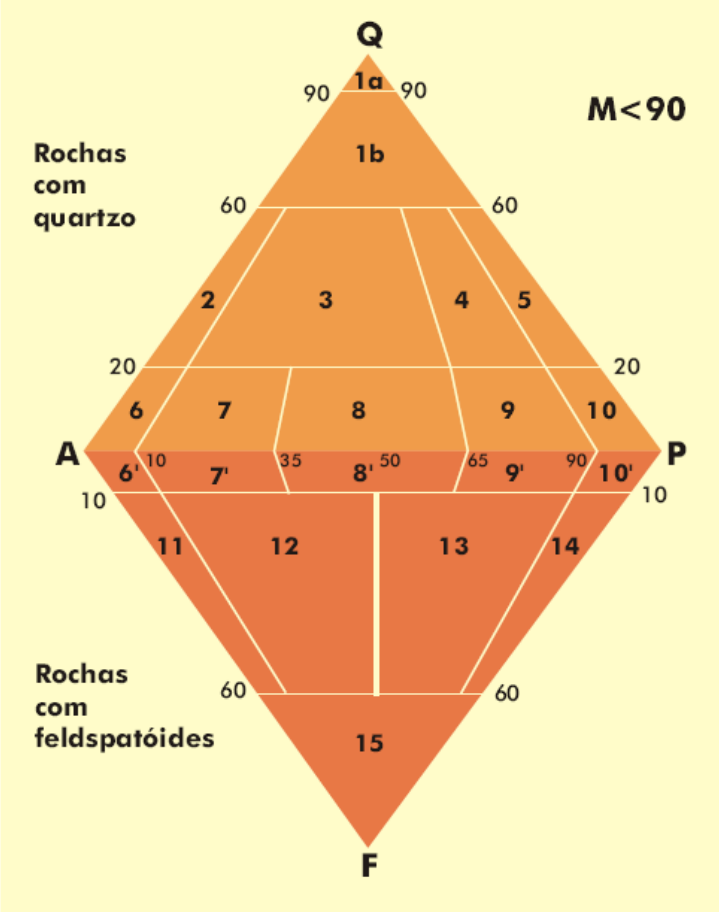
- **Leucocráticas**: 0 a 35% de minerais escuros.
- **Mesocráticas**: 35 a 65% de minerais escuros.
- **Melanocráticas**: 65 a 90% de minerais escuros.
- **Ultramáficas**: 80-100% de minerais escuros

# F – Composição mineralógica - modal

- **Q** – quartzo, tridimita, cristobalita
- **A** – alkali-feldspato (ortoclásio, microclínio, pertita, anortoclásio, sanidina e albita (An0 - An5)
- **P** – plagioclásio (An5 – An100) e escapolita
- **F** – feldspatóides (nefelina, leucita, kalsilita, peseudoleucita, sodalita, cancrinita, analcima, hauynita)
- **M** – minerais máficos e correlatos (mica, anfibólios, piroxênios, olivina, opacos, epidoto, granada, melilita, monticellita, carbonatos primários)

# Classificação com base no Diagrama QAPF (Q=Quartzo, A=Feldspato Alcalino, P=Plagioclásio, F= Feldspatóide)






**Denominação dos campos:**

1a Quartzolito
1b Granitóide rico em quartzo
2 Álcali-feldspato granito
3 Granito
4 Granodiorito
5 Tonalito
6 (Quartzo*) Álcali-feldspato sienito
7 (Quartzo*) Sienito
8 (Quartzo*) Monzonito
9 (Quartzo*) Monzodiorito ou monzogabro
10 (Quartzo*) Diorito ou gabro
6′ Álcali-feldspato sienito com feldspatóide
7′ Sienito com feldspatóide
8′ Monzonito com feldspatóide
9′ Monzodiorito ou monzogabro com feldspatóide
10′ Diorito ou gabro com feldspatóide
11 Feldspatóide sienito
12 Feldspatóide monzossienito
13 Feldspatóide monzodiorito
14 Feldspatóide diorito ou gabro
15 Foidolito

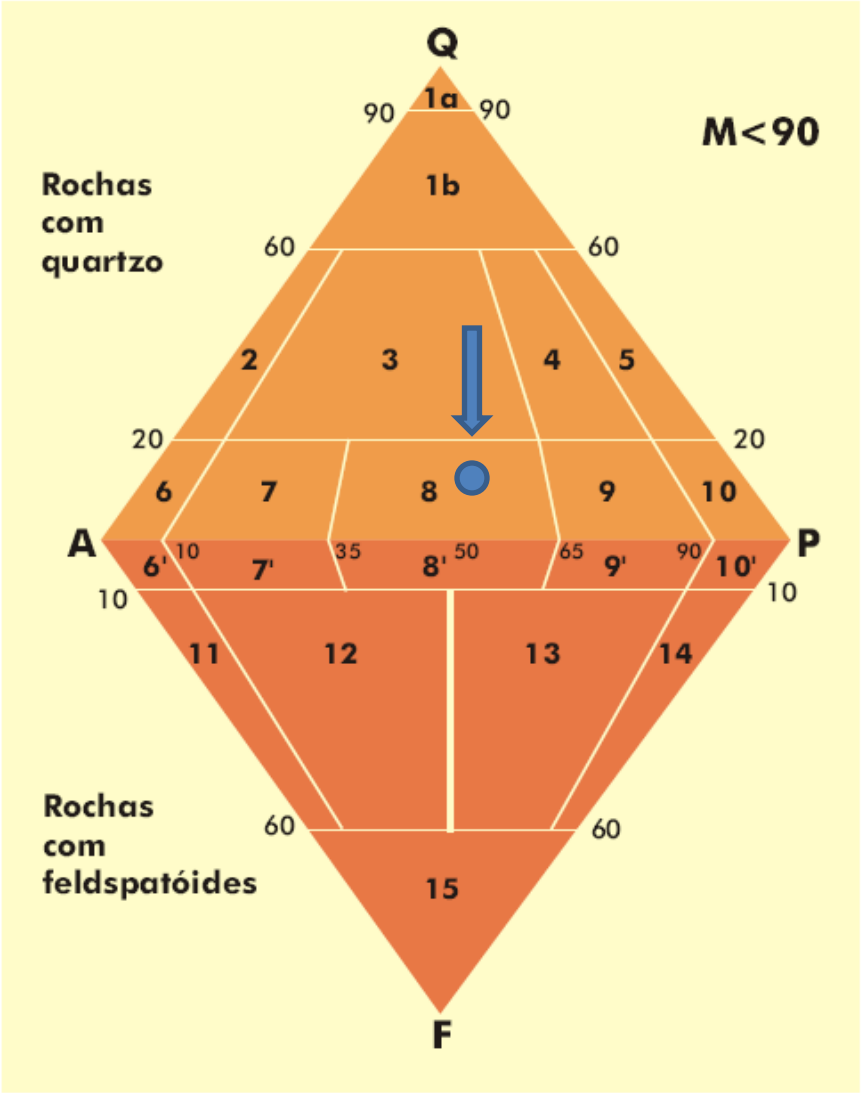
***Fig. 16.13*** Diagrama QFAP da Sistemática da IUGS para classificação de rochas ígneas com Índice de Cor (M) < 90. Q quartzo; F feldspatóide; A feldspato alcalino; P plagioclásio.

**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

VOLTAR

# Uso do gráfico QAPF e nomenclatura

- Apropriado para rochas plutônicas e vulcânicas
- Q+A+P+F= 100% - Q e F se excluem mutuamente
- Nome raiz pode receber prefixos complementares
- Não existe um gráfico único para todas as rochas ígneas
- Minerais escuros são excluídos para efeito de classificação
  - Ex – rocha com Q=10%, A=30%, P=20% e M= 40%
  - Valores são recalculados para:
    - Q= 100x10/60 = 16,7%
    - A= 100x10/60 = 50%
    - P= 100x20/60 = 33,3%
  - Nome da rocha – **QUARTZO-MONZONITO** (campo 8)



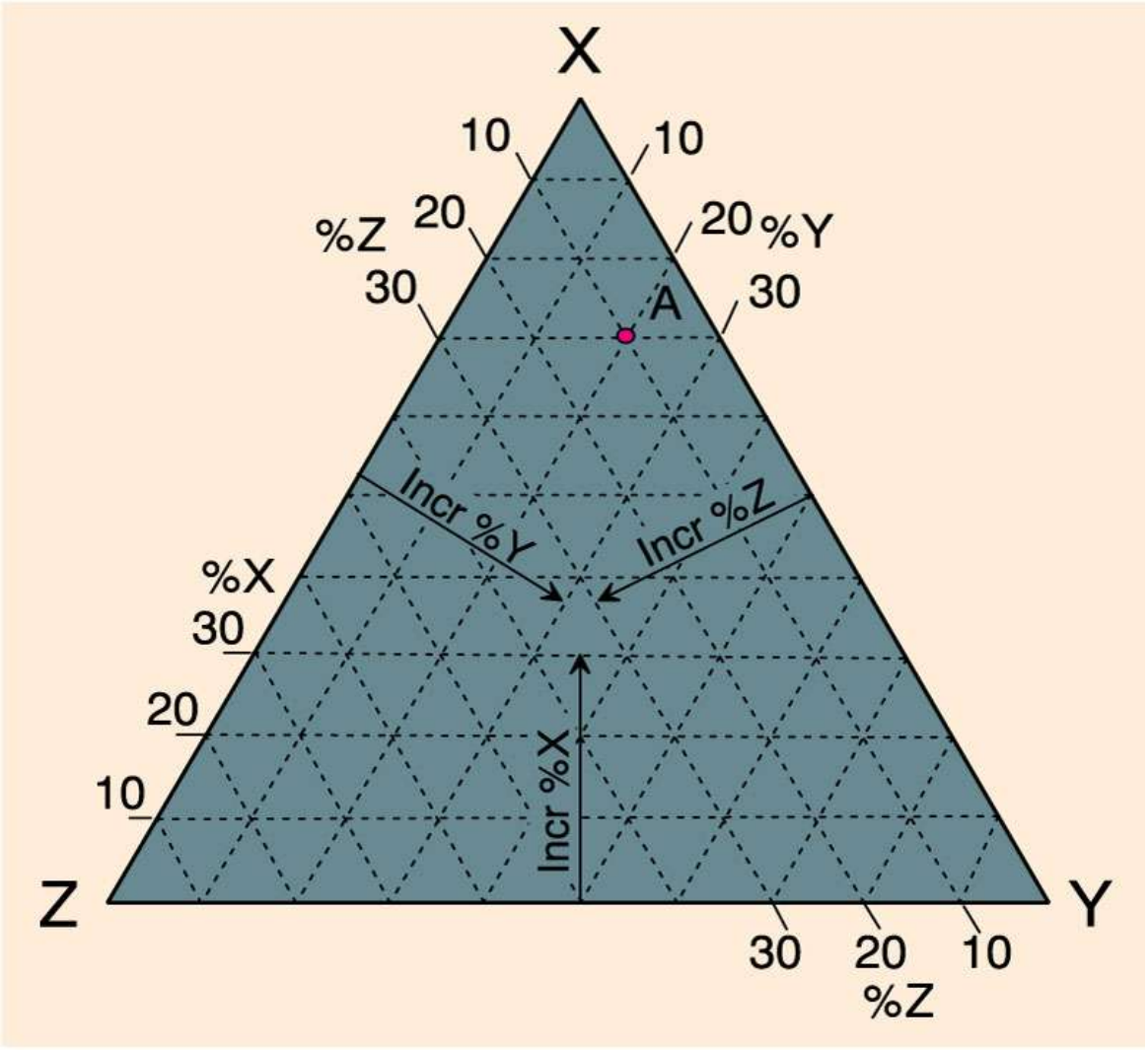

**Denominação dos campos:**

1a Quartzolito
1b Granitóide rico em quartzo
2 Álcali-feldspato granito
3 Granito
4 Granodiorito
5 Tonalito
6 (Quartzo*) Álcali-feldspato sienito
7 (Quartzo*) Sienito
8 (Quartzo*) Monzonito
9 (Quartzo*) Monzodiorito ou monzogabro
10 (Quartzo*) Diorito ou gabro
6′ Álcali-feldspato sienito com feldspatóide
7′ Sienito com feldspatóide
8′ Monzonito com feldspatóide
9′ Monzodiorito ou monzogabro com feldspatóide
10′ Diorito ou gabro com feldspatóide
11 Feldspatóide sienito
12 Feldspatóide monzossienito
13 Feldspatóide monzodiorito
14 Feldspatóide diorito ou gabro
15 Foidolito

***Fig. 16.13*** Diagrama QFAP da Sistemática da IUGS para classificação de rochas ígneas com Índice de Cor (M) < 90. Q quartzo; F feldspatóide; A feldspato alcalino; P plagioclásio.

**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

VOLTAR

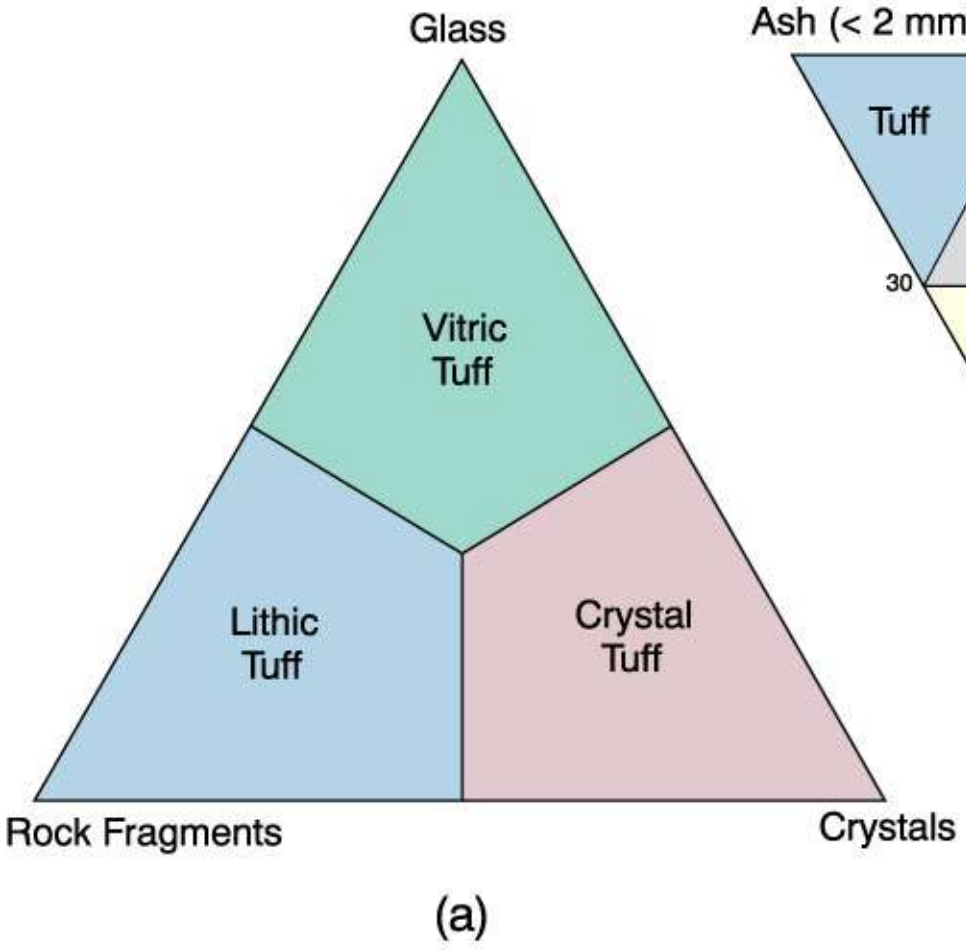


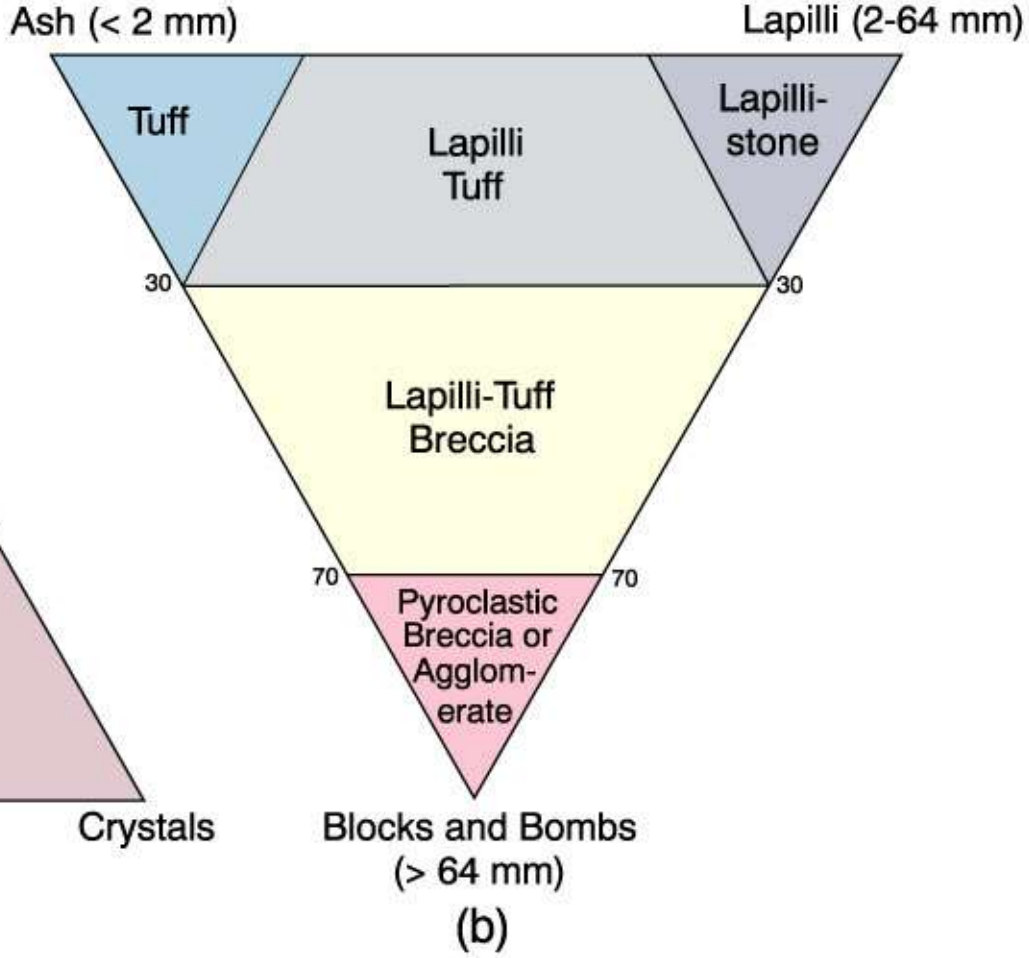

Para plotar uma rocha com a composição: 70% X, 20% Y, e10% Z em diagrama triangular

# Casos especiais

- Rochas piroclásticas
- Rochas piroclásticas-epiclásticas
- Carbonatitos
- Rochas lamprofíricas
- Rochas melilíticas
- Rochas charnoquíticas
- Rochas ultramáficas
- Classificação química (TAS – *total alkali silica*)

Classification of the pyroclastic rocks.
**a.** Based on type of material. After Pettijohn (1975) *Sedimentary Rocks*, Harper & Row, and Schmid (1981) Geology, **9**, 40-43.
**b.** Based on the size of the material. After Fisher (1966) Earth Sci. Rev., **1**, 287-298.



Rochas piroclásticas e mistas (piroclásticas-epiclásticas)

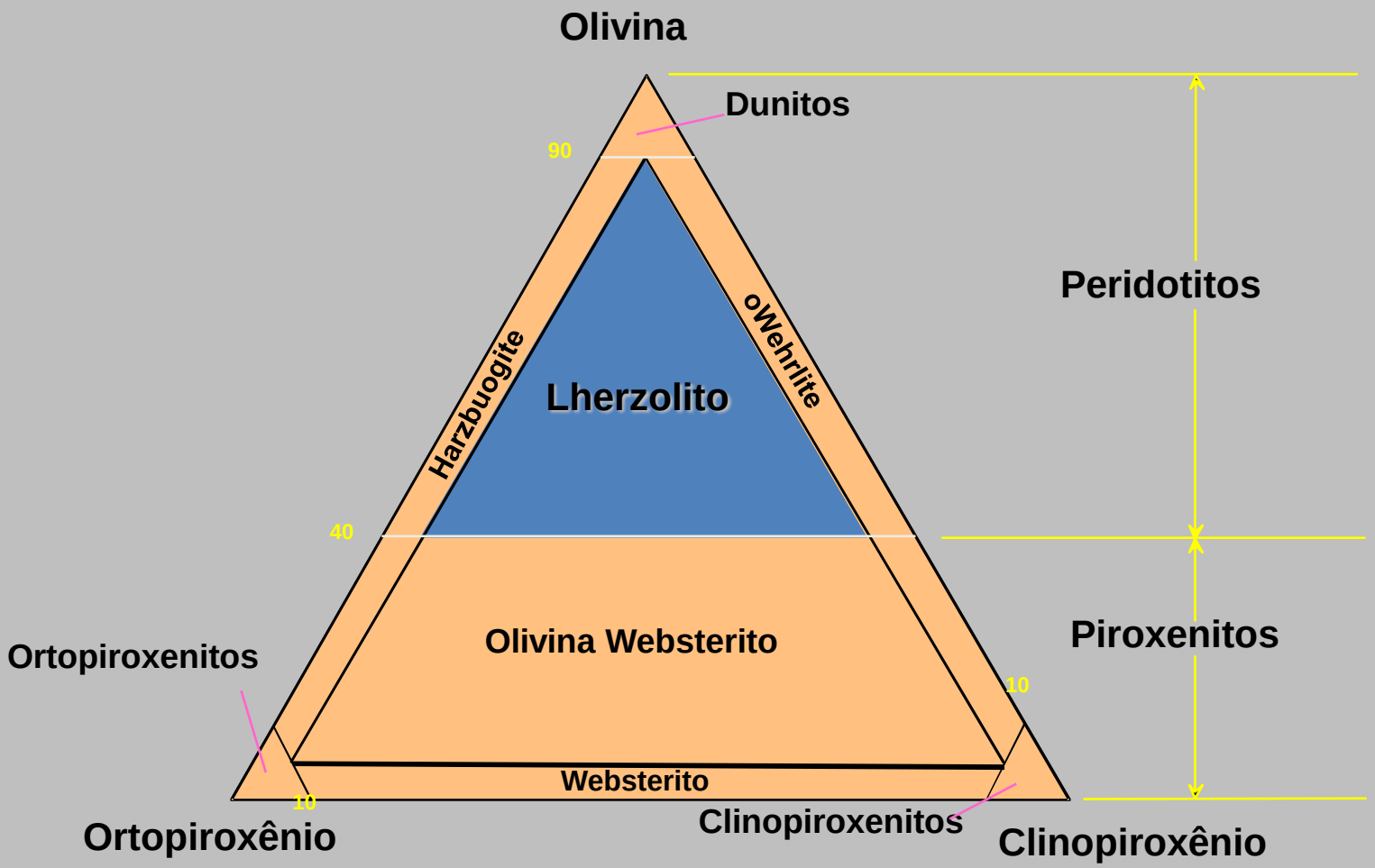
Table B.1. Classification and nomenclature of pyroclasts and well-sorted pyroclastic deposits based on clast size (after Schmid, 1981, Table 1).

| Clast size in mm. | Pyroclast | Pyroclastic deposit | |
|---|---|---|---|
| | | Mainly unconsolidated: tephra | Mainly consolidated: pyroclastic rock |
| 64 | bomb, block | agglomerate bed of blocks or bomb, block tephra | agglomerate pyroclastic breccia |
| | lapillus | layer, bed of lapilli or lapilli tephra | lapilli tuff |
| 2 | coarse ash grain | coarse ash | coarse (ash) tuff |
| 1/16 | fine ash grain (dust grain) | fine ash (dust) | fine (ash) tuff (dust tuff) |

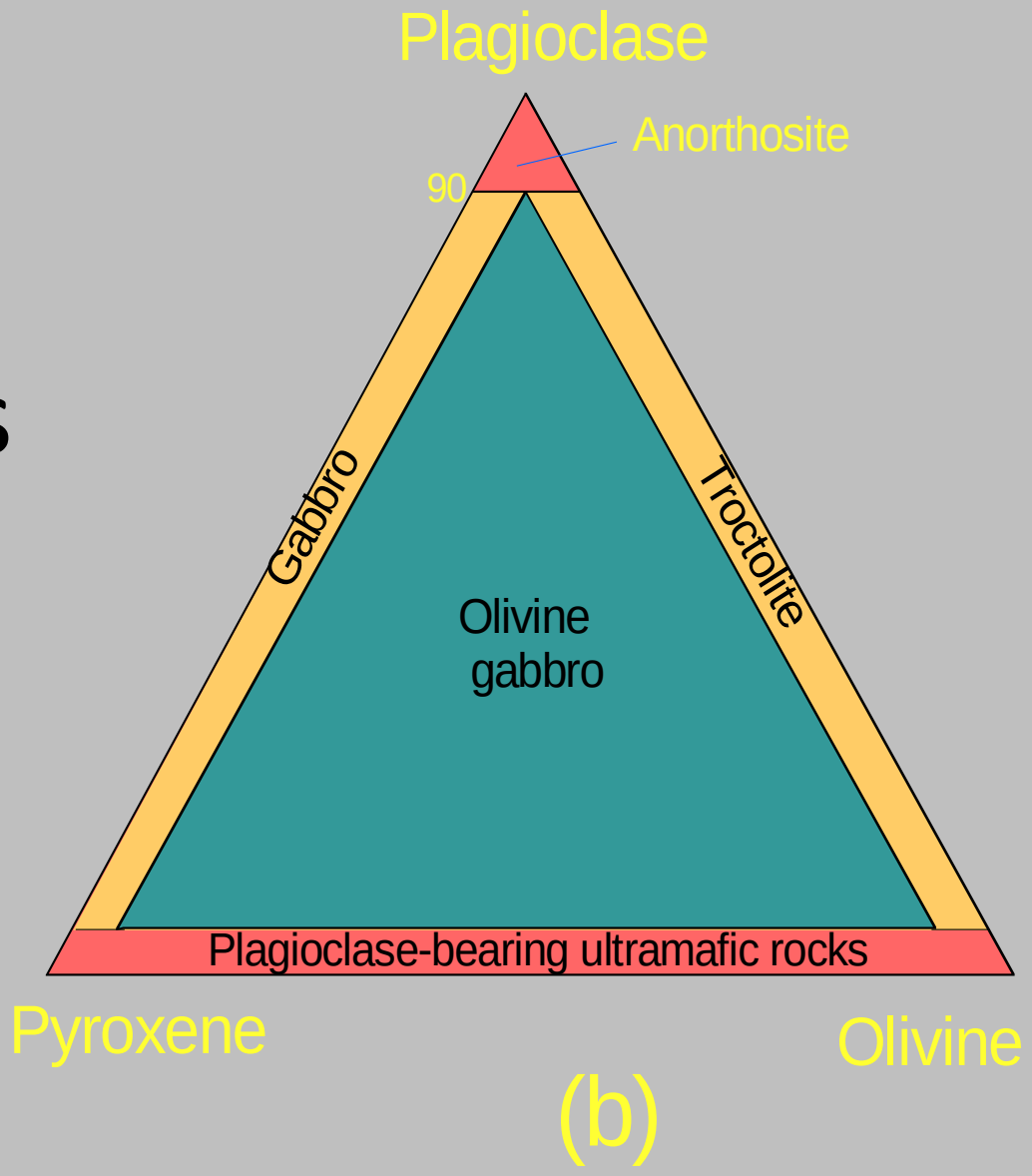
Table B.2. Terms to be used for mixed pyroclastic-epiclastic rocks (after Schmid, 1981, Table 2).

| Average clast size in mm. | Pyroclastic | | Tuffites (mixed pyroclastic –epiclatic) | Epiclastic (volcanic and/or nonvolcanic) |
|---|---|---|---|---|
| 64 | Agglomerate, pyroclastic breccia | | Tuffaceous conglomerate, tuffaceous breccia | Conglomerate, breccia |
| | Lapilli tuff | | | |
| 2 | (Ash) tuff | coarse | Tuffaceous sandstone | Sandstone |
| 1/16 | | fine | Tuffaceous siltstone | Siltstone |
| 1/256 | | | Tuffaceous mudstone, shale | Mudstone, shale |
| Amount pyroclastic material | 100% to 75% | | 75% to 25% | 25% to 0% |

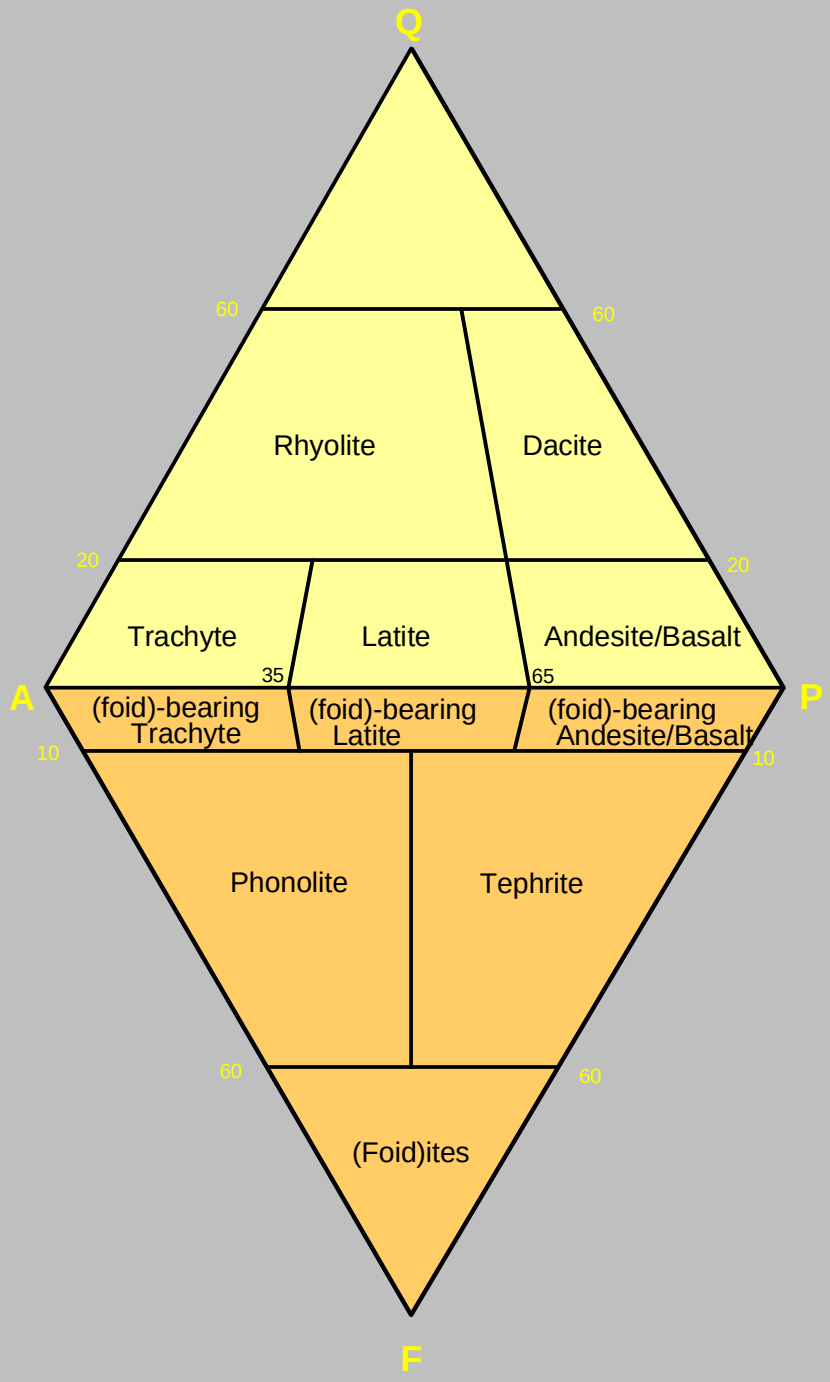
# Rochas ultramáficas



# Rochas gabróicas



# Rochas vulcânicas



# Carbonatitos

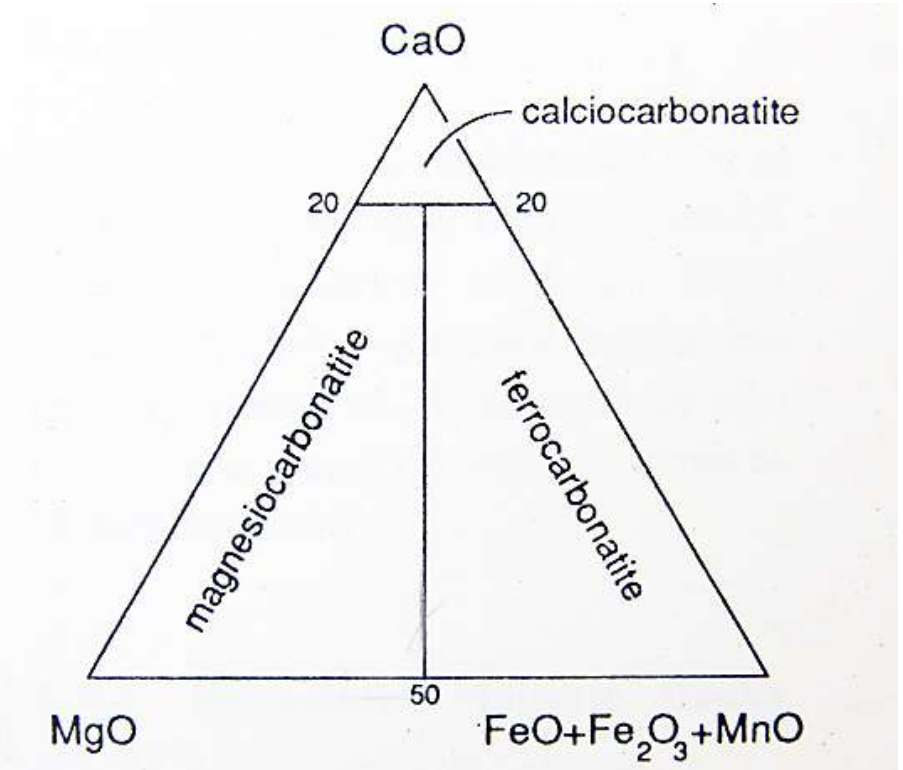


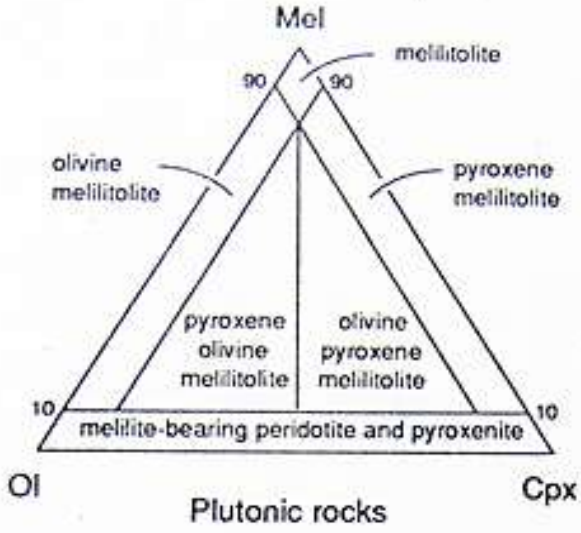

Fig. B.2. Chemical classification of carbonatites using wt% oxides (Woolley & Kempe, 1989).

# Lamprófiros

Table B.3. Classification and nomenclature of lamprophyres based on their light-coloured minerals, alkali feldspar (or), plagioclase (pl), feldspar (feld) and feldspathoid (foid) (after Streckeisen, 1978, p.11). The characteristic mafic minerals are also listed.

| Light-coloured constituents | | Predominant mafic minerals | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| feldspar | foid | biotite, diopsidic augite, (±olivine) | hornblende, diopsidic augite, (±olivine) | amphibole, (barkevikite, kaersutite), Ti-augite, olivine,biotite | melilite, biotite, ±Ti-augite, ±olivine, ±calcite |
| or > pl | — | minette | vogesite | — | — |
| pl > or | — | kersantite | spessartite | — | — |
| or > pl | feld > foid | — | — | sannaite | — |
| pl > or | feld > foid | — | — | camptonite | — |
| — | glass or foid | — | — | monchiquite | polzenite |
| — | — | — | — | — | alnöite |

# Rochas melilíticas



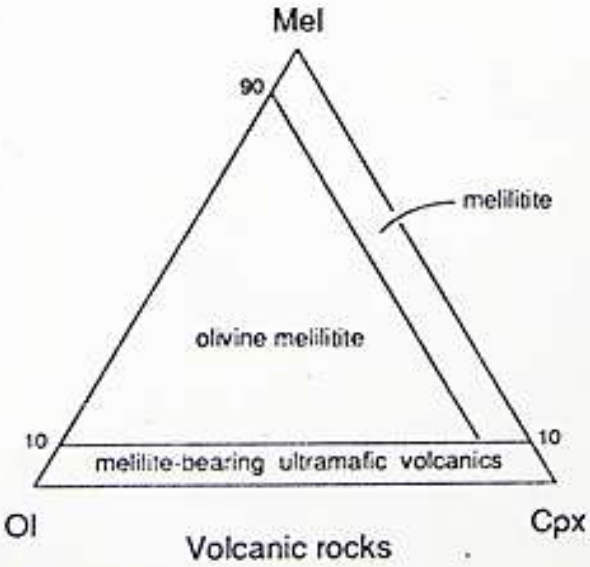




Fig. B.3. Classification and nomenclature of melilitic igneous rocks based on melilite (Mel), olivine (Ol), and clinopyroxene (Cpx) (after Streckeisen, 1978, Fig. 5).

# Charnoquitos

Table B.4. Special terms used for charnockitic rocks (from Streckeisen, 1974, p355).

| QAPF field | General term | Special term |
|---|---|---|
| 2 | hypersthene alkali feldspar granite | alkali feldspar charnockite |
| 3 | hypersthene granite | charnockite (3b farsundite) |
| 4 | hypersthene granodiorite | opdalite or charno-enderbite |
| 5 | hypersthene tonalite | enderbite |
| 6 | hypersthene alkali feldspar syenite | — |
| 7 | hypersthene syenite | — |
| 8 | hypersthene monzonite | mangerite |
| 9 | monzonorite (hypersthene monzodiorite) | jotunite |
| 10 | norite (hypersthene diorite), anorthosite (M<10) | — |

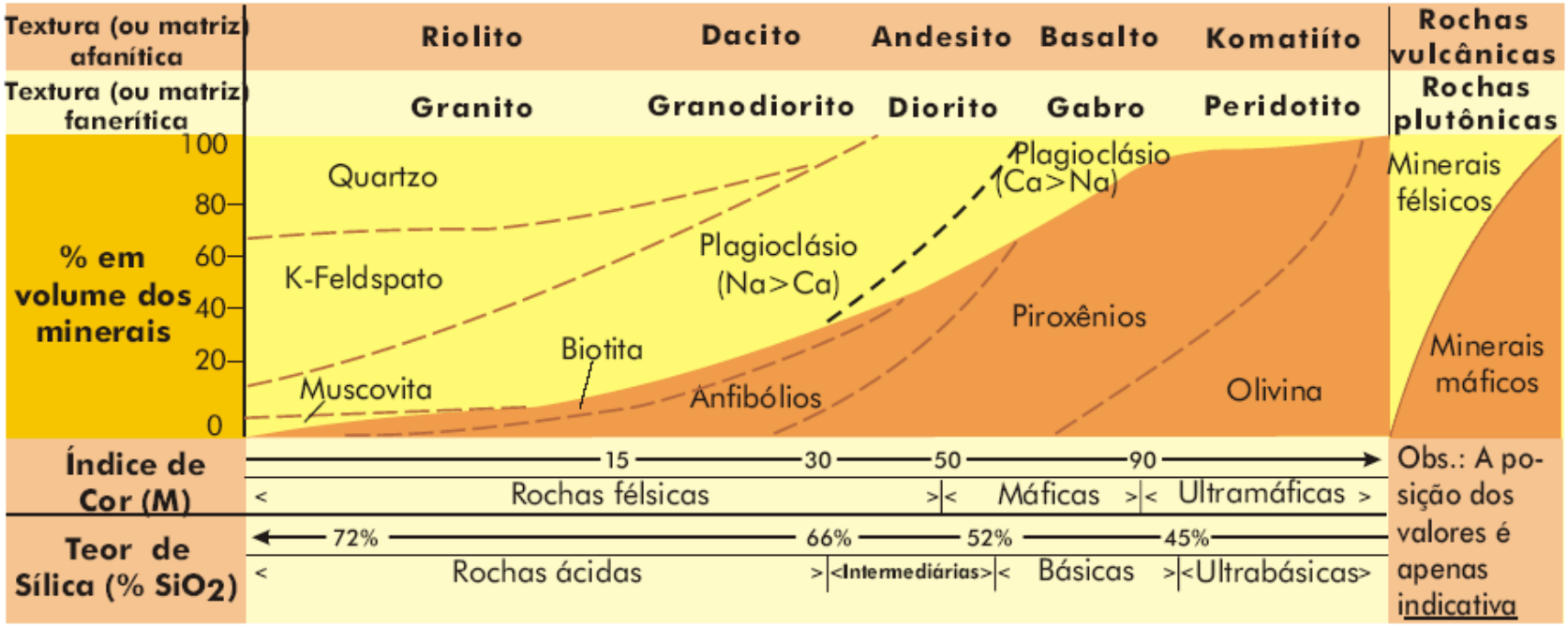
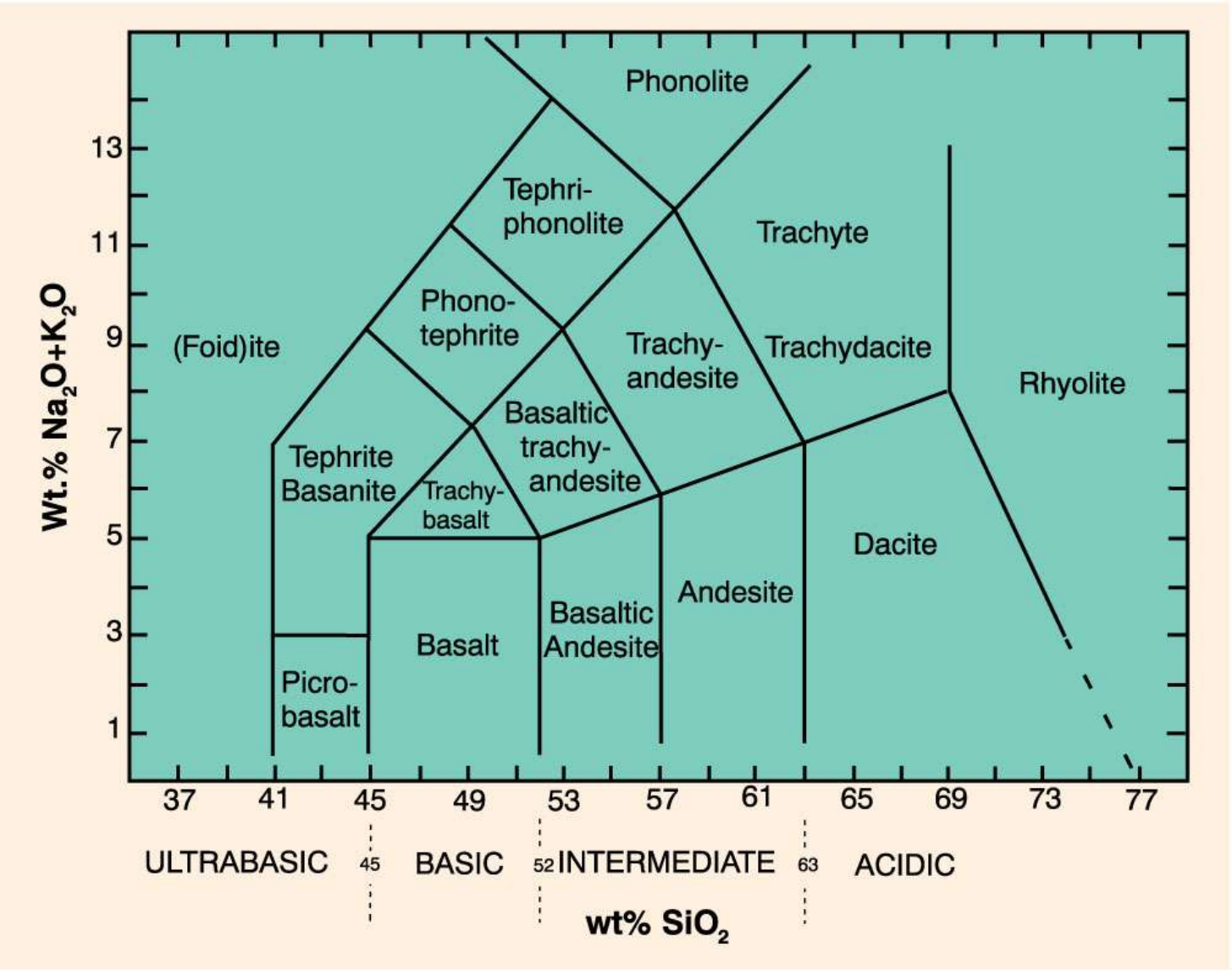



***Fig. 16.9*** As relações entre Índice de cor, teor de sílica, composição mineralógica e ambiente de cristalização para as rochas ígneas mais comuns (excluindo as alcalinas).

**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

VOLTAR




A chemical classification of volcanics based on total alkalis vs. silica. After Le Bas *et al*. (1986) J. Petrol., **27**, 745-750. Oxford University Press.

# Para saber mais

- **Decifrando a Terra**

Teixeira, Toledo, Fairchild & Taioli – Ed.Oficina de Textos

- **Para Entender a Terra**

Press, Siever, Grotzinger e Jordan – Ed. Bookman

- **Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms**

Le Maitre, R.W. e outros. Blackwell Scientific Publications. London, 1989.

- **Petrography of igneous and metamorphic rocks**

Philpotts, A.R.. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall. 1998

- **Petrografia Macroscópica das Rochas ígneas, sedimentares e metamórficas**

Sgarbi, G.N.C. belo Horizonte UFMG. 2007.