



FELDSPATOS (grupo de minerais pertencentes ao GRUPO DOS TECTOSSILICATOS)

O termo feldspato deriva do alemão *feld* (campo) + *spath* (pedra). Este termo é usado para designar um grupo de minerais que perfazem cerca de 60% crosta terrestre. São minerais formados por processos ígneos, metamórficos (regional, de contato, etc.), hidrotermais e autígenos (em sedimentos). São minerais comuns na maioria das rochas ígneas (plutônicas, hipoabissais e vulcânicas), metamórficas (de baixo a alto grau) e sedimentares (como mineral detrítico ou autígeno). Devido a sua abundância na crosta, os feldspatos são a base da classificação das rochas magmáticas (são raras as rochas da crosta sem algum feldspato. Estão ausentes apenas em algumas rochas ultramáficas e em raríssimas rochas alcalinas). Os feldspatos ocorrem na grande maioria das rochas ígneas (granitos, tonalitos, granodioritos, monzonitos, sienitos, riolitos, riodacitos, andesitos, fonolitos, tinguaítos, etc.), são comuns em rochas metamórficas (gnaisse, xistos, escarnitos, rochas calcossilicáticas, etc.) e sedimentares (siliciclásticas, sendo raros ou ausentes apenas em sedimentos químicos).

Os feldspatos comuns cristalizam nos sistemas monoclinóico (sanidina e ortoclásio) e triclinóico (microclínio, anortoclásio e os plagioclásios), todavia apresentam similaridades, principalmente, quanto a estrutura, ao hábito (os cristais são normalmente tabulares) e divisibilidade. Todos os minerais desse grupo apresentam clivagem perfeita em duas direções, formando ângulos de 90° ou próximos a este valor, dureza em torno de 6-6,5 e a densidade relativa fica entre 2,55 e 2,76 g/cm³.

Quimicamente os feldspatos constituem aluminossilicatos de álcalis (K, Na, Ca e Ba) e podem ser divididos em três grupos principais:

- grupo dos feldspatos potássicos (sanidina, ortoclásio, microclínio, anortoclásio). Possuem fórmula química geral XZ_4O_8 , onde X é principalmente K e Na e, Z é predominantemente Si e Al,
- grupo dos feldspatos sódicos-cálcicos (plagioclásios: albita, oligoclásio, andesina, labradorita, bytownita, anortita). Possuem fórmula química geral XZ_4O_8 , onde X é principalmente Na e Ca e, Z é predominantemente Si e Al,
- grupo dos feldspatos de bário (hialofano, celsiano). Possuem fórmula química geral XZ_4O_8 , onde X é principalmente Ba e, Z é predominantemente Si e Al.

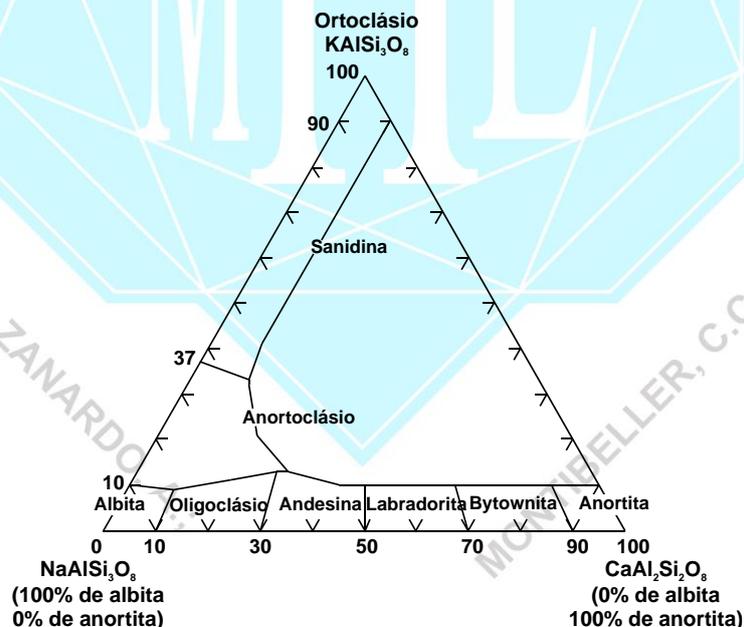


Figura 1 – gráfico de classificação química dos feldspatos potássicos e plagioclásios.

A estrutura dos feldspatos é muito semelhante entre os membros do grupo. Na estrutura dos feldspatos, os tetraedros (Si,Al)O₄ estão unidos uns aos outros, formando anéis com quatro componentes (quatro tetraedros). A união entre estes “anéis” constitui um esqueleto tridimensional de tetraedros com

grandes interstícios que são ocupados por átomos de K (e Na) em coordenação 9, Na e/ou Ca em coordenação 7 ou 6. Embora a estrutura dos feldspatos seja mais complexa do que descrita aqui, a estrutura dos feldspatos pode ser considerada como uma rede tridimensional de anéis de quatro tetraedros (Si,Al)O₄, de modo a formarem “lâminas” paralelas (paralelas a um plano que contém os eixos “a” e “c”). Cada lâmina é constituída por anéis paralelos entre si, e a base de todos os tetraedros fica no mesmo plano, mas dois dos tetraedros apontam para cima (tetraedros T1 e T2) e os outros dois apontam no sentido oposto (tetraedros T3 e T4), formando uma lâmina dupla L (composta por L1 // L2). A lâmina seguinte (lâmina K composta por L3 // L4), é paralela a lâmina L, mas está “deslocada” (translação $a/2$ segundo o eixo “a”). A estrutura corresponde a um arranjo de lâminas duplas L e K alternadas, paralelas entre si. Nos feldspatos potássicos monoclinícos, os átomos de K ocupam posições específicas, segundo planos de simetria perpendiculares ao eixo “b” e eixos binários paralelos ao eixo “b”. Nesta estrutura a posição dos átomos de Si e Al é desordenada. Nos feldspatos potássicos triclinícos, a estrutura não possui planos de simetria perpendiculares ao eixo “b” e eixos binários paralelos ao eixo “b” (como na sanidina e ortoclásio) e a estrutura é mais ordenada. Os plagioclásios são triclinícos e como os feldspatos potássicos triclinícos, os plagioclásios não possuem planos de simetria perpendiculares ao eixo “b” e eixos binários paralelos ao eixo “b”. Nos plagioclásios, a distribuição dos átomos de Si e Al é ordenada e, a estrutura mostra uma “contração” na direção do eixo “a”, apresentando pequenas variações nos eixos “b” e “c”, quando comparado com a estrutura dos feldspatos potássicos.

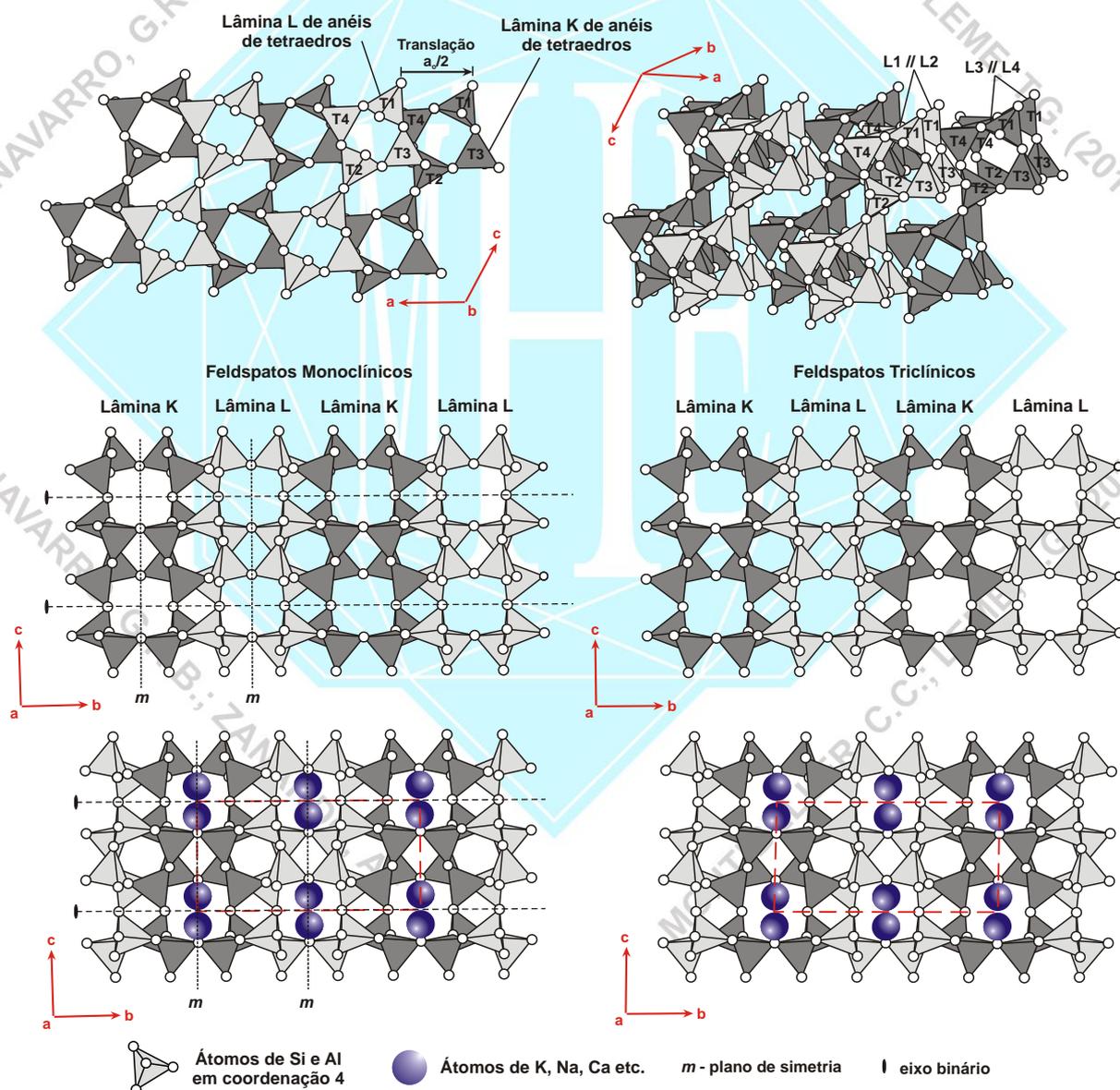


Figura 2 - estrutura geral dos feldspatos



Além de K, Na, Ca e Ba, podem ocorrer nos feldspatos pequenas quantidades de Fe, Pb, Rb e Cs, existindo em certo grau substituição iônica entre todos eles. Apesar disso apenas as substituições entre K, Na e Ca são as mais importantes. O Na e Ca (nos plagioclásios) formam solução sólida acoplada completa entre os seus membros (série albita – anortita). A albita e o ortoclásio formam solução sólida (entre o Na e K) apenas a altas temperaturas, sendo parcial ou ausente em temperaturas baixas. A anortita e o ortoclásio exibem solução sólida muito limitada e apenas a altas temperaturas.

Como a albita e ortoclásio apenas formam solução sólida a altas temperaturas (possuem estrutura mais aberta), com o resfriamento dos minerais ocorre a desmisturação (ou exsolução), uma vez que a distribuição dos átomos de K e Na a temperaturas elevadas é desordenada (encontram-se distribuídos aleatoriamente na estrutura cristalina). Com diminuição da temperatura, ocorre uma “contração da estrutura” e as exigências de tamanho do retículo se tornam mais rígidas e forças internas “ordenam” os átomos de K e Na, levando-os para locais específicos adequados a suas dimensões (a estrutura é ordenada). Esta organização interna pode resultar em filetes, filmes ou delgadas camadas de albita, em um cristal de ortoclásio hospedeiro, contendo algum sódio ainda em solução sólida, gerando a denominada pertita, sendo que o inverso gera a antipertita.

Os feldspatos exibem modificações tanto de alta como de baixa temperatura, sendo que nos espécimes de alta temperatura, o Al está distribuído de maneira fortuita, ao passo que, nas variedades de baixas temperaturas, o Al e o Si possuem uma relação ordenada.

Dentre os feldspatos, os plagioclásios e os feldspatos potássicos são os mais comuns e os feldspatos de bário bem menos comuns. Petrograficamente, uma característica marcante entre os feldspatos comuns (feldspatos potássicos e plagioclásios) são as geminações (normalmente ocorrem geminados segundo as Leis de Carlsbad e Albita e, mais raramente segundo as Leis de Baveno e/ou Manebach), relevo baixo positivo (plagioclásios) ou baixo negativo (feldspatos potássicos) e birrefringência baixa. Estas características são úteis também para diferenciar os feldspatos entre si. Os feldspatos potássicos podem ser distinguidos dos plagioclásios pelas geminações. Os feldspatos potássicos (sanidina e ortoclásio) quando geminados apresentam geminação simples e de repetição segundo as Leis de Carlsbad (comum), Baveno e/ou Manebach (mais raras), o microclínio normalmente apresenta geminação segundo a Lei da Albita e da Periclina, gerando um padrão axadrezado característico e, os plagioclásios normalmente apresentam geminação lamelar polissintética (tipo Lei da Albita). Os feldspatos potássicos possuem índices de refração inferiores aos dos plagioclásios, menor densidade e texturas criptopértíticas ou pertíticas (os plagioclásios apresentam textura antipertítica). Todos os feldspatos possuem caráter ótico biaxial (podem ser positivos ou negativos), são incolores em seção delgada e não apresentam pleocroísmo.

Os feldspatos potássicos podem ser reconhecidos por técnicas de coloração, tanto em seção delgada como em amostra de mão. O método mais prático é atacando a amostra com HF concentrado (em contato direto ou com vapor) por 15 a 30 segundos, a fim de preparar os minerais para a coloração. Se o ataque for só por vapor não existe necessidade de emergir a amostra em água destilada, antes de emergir em solução de cobaltinitrito de sódio (60g em 10ml de água), durante 15 a 20 segundos. Depois disto deve-se imediatamente passar a lâmina ou amostra de mão em água. Os feldspatos K ficam com cor amarelo-pálido e, embora a mica branca e os minerais de argila possam por vezes, absorver a cor, eles podem distinguir-se, por comparação, quando está presente o feldspato potássico em virtude da textura ou relevo ou intensidade de coloração diferente. O quartzo e os plagioclásios não são coloridos, embora as fâculas de feldspatos potássicos nas antipertitas possam ser coloridas.

Ocorrências no Brasil: como o feldspato é um dos constituintes essenciais da crosta terrestre ele é encontrado em todos os estados brasileiros, mas podem ser destacados os seguintes municípios: Nazaré (Ba); Granja, São Francisco e Itapiuna (CE); Córrego da Santa Cruz e Muqui (ES); Piracicaba, Faria Lemos, Santa Rita do Jequitinhonha, Santa Rita do Araçuaí, Carangola, Rio Pardo, Santana dos Ferros, Conceição do Servo, Governador Valadares, Teófilo Otoni, Juiz de Fora, Mar de Espanha, Mantena, Caiana, Pequeri, Taquaraí, Araçuaí, Itinga, Coronel Murta, Salinas, Joáina, Ouro Fino, Inconfidentes, Andradas, Bueno Brandão, Monte Sião, Botelhos, etc. (MG); Picuí, Pedra Lavada, Cubati, Seridó e Cajazeira (PB); Campo Largo, Ponta Grossa, Paranaguá, Curitiba, Guarapuava, São José dos Pinhais, Bossa Nova, Araucária, Jaguarialva, etc. (PR); Niterói, Maricá, Cantagalo, São Gonçalo, Vassouras, etc. (RJ); Parelhas, Equador (RN); Encruzilhada, Rio Pardo, São Gonçalo, Pântano Grande, Pinheiro Machado (RS); Blumenau, Criciúma, Ilhotas, Pedras Grandes, Alfredo Wagner, Urussanga, Grão Pará, Treze de Maio, Orleães, São Bento do Sul, Anitápolis, São Martinho, Rio Fortuna (SC); Socorro, Pinhalzinho, Itapira, Vargem Grande do Sul, São Sebastião da Gramma, Perus, Santana do Parnaíba, Itapeverica da Serra, Votorantim, Piedade, Mogi

das Cruzes, Guarulhos, Santa Isabel, Suzano, Poá, Jujutiba, Paraibuna, São Bernardo do Campo, São Miguel, Salezópolis, São Luiz do Paraitinga, Cunha (SP); etc.

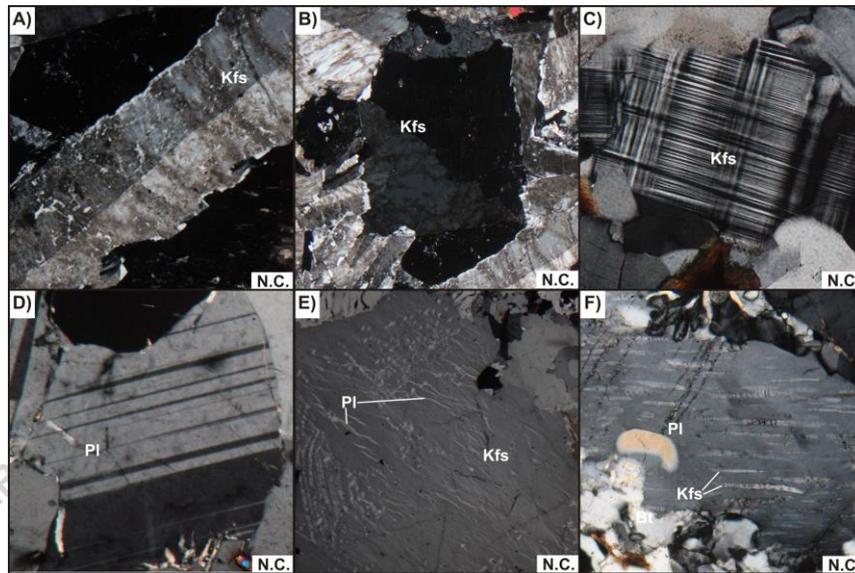


Figura 3 – Fotomicrografias de seções delgadas. A) gemação tipo Carlsbad em cristal de feldspato potássico. B) gemação tipo Baveno em cristal de feldspato potássico. C) gemação tipo Lei da Albita e da Periclina, gerando um padrão axadrezado em cristal de feldspato potássico. D) gemação tipo Lei da Albita em cristal de plagioclásio. E) cristal de feldspato potássico com textura perítica. F) cristal de plagioclásio com textura antiperítica. Kfs: feldspato potássico. Pl: plagioclásio. N.C. nicóis cruzados.

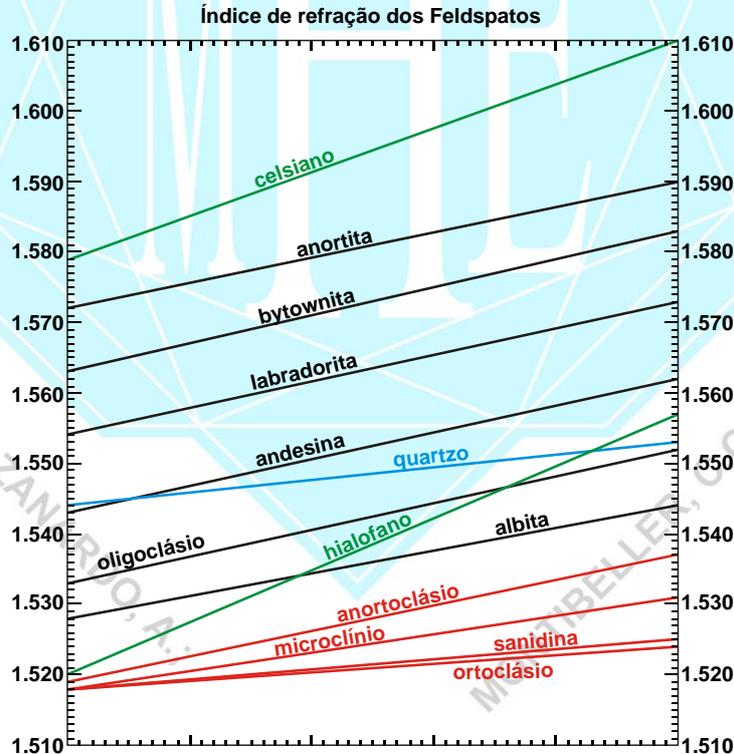


Figura 4 – índices de refração dos feldspatos em relação ao quartzo.

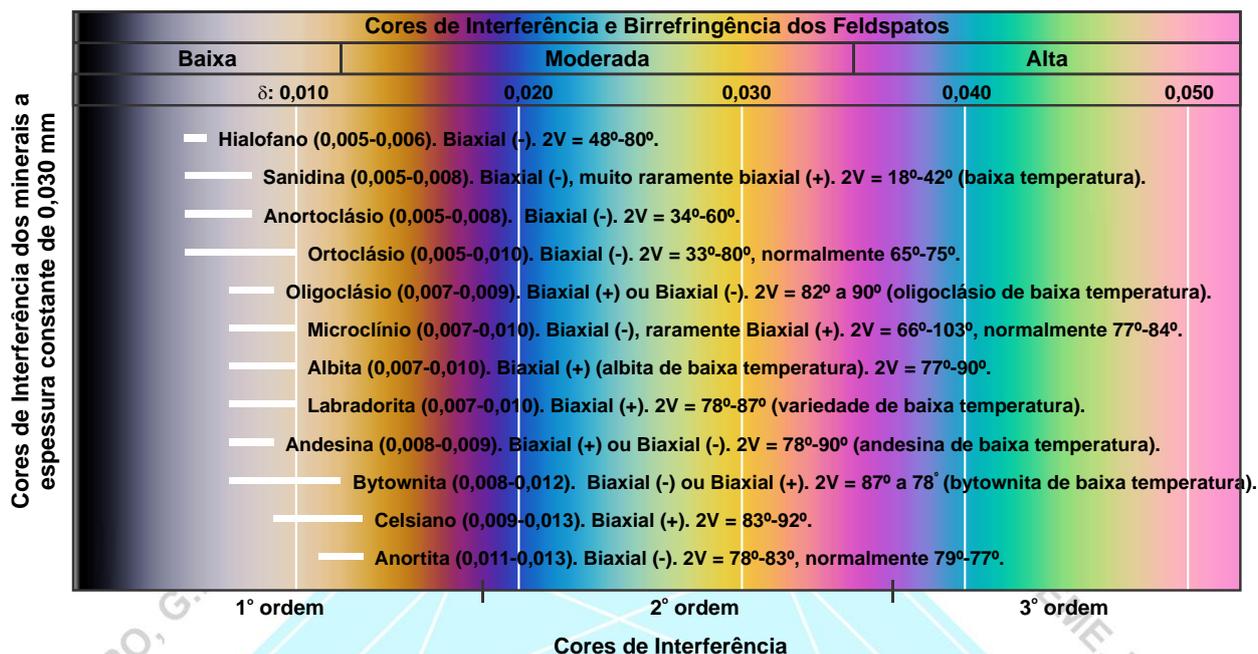


Figura 5 – carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ($\delta = \gamma - \alpha$) dos feldspatos com espessura de 0,030 mm.

Usos: os feldspatos de K (sanidina, ortoclásio e principalmente o microclínio) podem ser usados no vidro de louças e porcelanas, na fabricação do vidro e, finamente moído, também como adubo potássico. As variedades mais sódicas (principalmente a albita/oligoclásio) e o microclínio podem ser usados como fundentes. As variedades muito puras e ou de boa coloração, são usadas como pedras de adorno e gemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Betejtin, A. 1970. **Curso de Mineralogia (2ª edição)**. Traduzido por L. Vládov. Editora Mir, Moscou, Rússia. 739 p.

Betekhtin, A. 1964. **A course of Mineralogy**. Translated from the Russian by V. Agol. Translation editor A. Gurevich. Peace Publishers, Moscou, Rússia. 643 p.

Branco, P. M. 1982. **Dicionário de Mineralogia (2ª edição)**. Editora da Universidade (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, Brasil. 264 p.

Branco, P. M. 2008. **Dicionário de Mineralogia e Gemologia**. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil. 608 p.

Dana, J. D. 1978. **Manual de Mineralogia (5ª edição)**. Revisto por Hurlbut Jr., C. S. Tradução: Rui Ribeiro Franco. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil. 671 p.

Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J. 1981. **Minerais Constituintes das Rochas – uma introdução**. Tradução de Luis E. Nabais Conde. Fundação Calouste Gulbenkian, Soc. Ind. Gráfica Telles da Silva Ltda, Lisboa, Portugal. 558 p.

Gribble, C. D. & Hall, A. J. 1985. **A Practical Introduction to Optical Mineralogy**. George Allen & Unwin (Publishers) Ltd, London. 249 p.

Gribble, C. D. & Hall, A. J. 1992. **Optical Mineralogy Principles and Practice**. Chapman & Hall, Inc. New York, USA. 303 p.

Heinrich, E. W. 1965. **Microscopic Identification of minerals**. McGraw-Hill, Inc. New York, EUA. 414 p.



Kerr, P. F. 1965. **Mineralogia Óptica (3º edición)**. Traducido por José Huidobro. Talleres Gráficos de Ediciones Castilla, S., Madrid, Espanha. 432 p.

Klein, C. & Dutrow, B. 2012. **Manual de Ciências dos Minerais (23º edição)**. Tradução e revisão técnica: Rualdo Menegat. Editora Bookman, Porto Alegre, Brasil. 716 p.

Klein, C. & Hulburt Jr., C. S. 1993. **Manual of mineralogy (after James D. Dana) (21º edition)**. Wiley International ed., New York, EUA. 681 p.

Klockmann, F. & Ramdohr, P. 1955. **Tratado de Mineralogia (2º edición)**. Versión del Alemán por el Dr. Francisco Pardillo. Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, Espanha. 736 p.

Leinz, V. & Campos, J. E. S. 1986. **Guia para determinação de minerais**. Companhia Editorial Nacional. São Paulo, Brasil. (10º edição). 150 p.

Navarro, G. R. B. & Zanardo, A. 2012. **De Abelsonita a Zykaíta – Dicionário de Mineralogia**. 1549 p. (inédito).

Navarro, G. R. B. & Zanardo, A. 2016. **Tabelas para determinação de minerais**. Material Didático do Curso de Geologia/UNESP. 205 p.

Nesse, W. D. 2004. **Introduction to Optical Mineralogy (3º edition)**. Oxford University Press, Inc. New York, EUA. 348 p.

Sinkankas, J. 1964. **Mineralogy for Amateurs**. Van Nostrand Reinhold Company, New York, EUA. 585 p.

Winchell, A. N. 1948. **Elements of Optical Mineralogy: an introduction to Microscopic Petrography, Part II. Descriptions of Minerals (3º edition)**. John Wiley & Sons, Inc., New York (3º edition). 459 p.

sites consultados:

www.handbookofmineralogy.org

www.mindat.org

www.mineralienatlas.de

<http://rruff.info>

www.smorf.nl

www.webmineral.com