



**CIANITA** (kyanite) - Mineral do Grupo dos Nesossilicatos. Polimorfo com a andaluzita, sillimanita e mullita.  $Al_2SiO_5 = Al^{[6]}Al^{[6]}OSiO_4$ . Do grego *kyamos* (azul) + *khroa* (cor), por ser frequentemente de cor azul. (sin. *distênio*).

**Cristalografia:** Triclínico, classe pinacoidal ( $\bar{1}$ ). **Grupo espacial e malha unitária:**  $F\bar{1}$ ,  $a_0 = 7,1262\text{Å}$ ,  $b_0 = 7,7852\text{Å}$ ,  $c_0 = 5,5724\text{Å}$ ,  $\alpha = 89,99^\circ$ ,  $\beta = 101,11^\circ$ ,  $\gamma = 106,03^\circ$ ,  $Z = 4$ .

**Padrão de raios X do pó do mineral:**

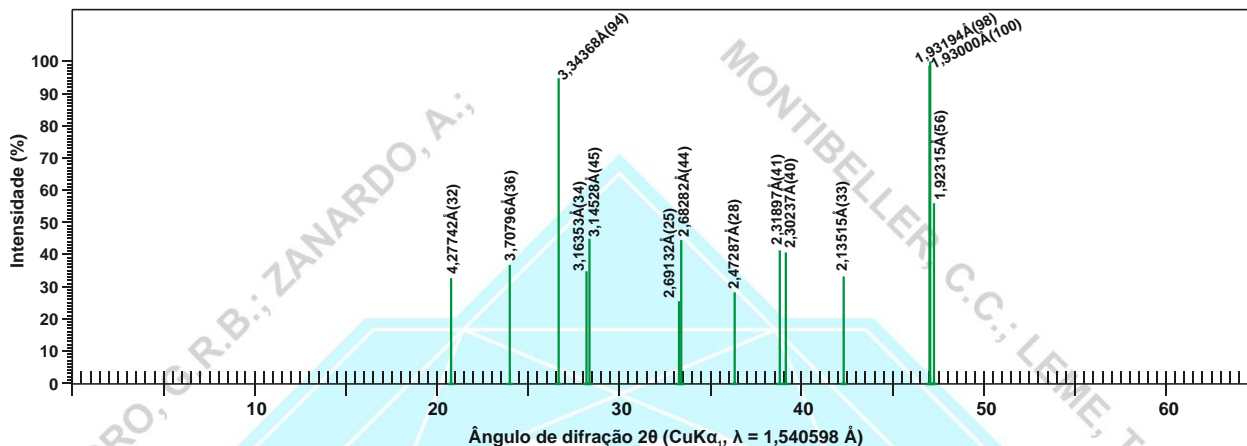


Figura 1 – posição dos picos principais da cianita em difratograma de raios X (modificado de Jackson et al., 1929).

**Estrutura:** a estrutura da cianita consiste em cadeias paralelas ao eixo “c”. As cadeias são formadas por átomos de Al em coordenação 6 (octaedros) que compartilham as arestas com octaedros vizinhos. Estas cadeias são ligadas lateralmente por átomos de Si em coordenação 4 (tetraedros). Nesta estrutura, os átomos de oxigênio estão dispostos em coordenação cúbica compacta, ligeiramente distorcida.

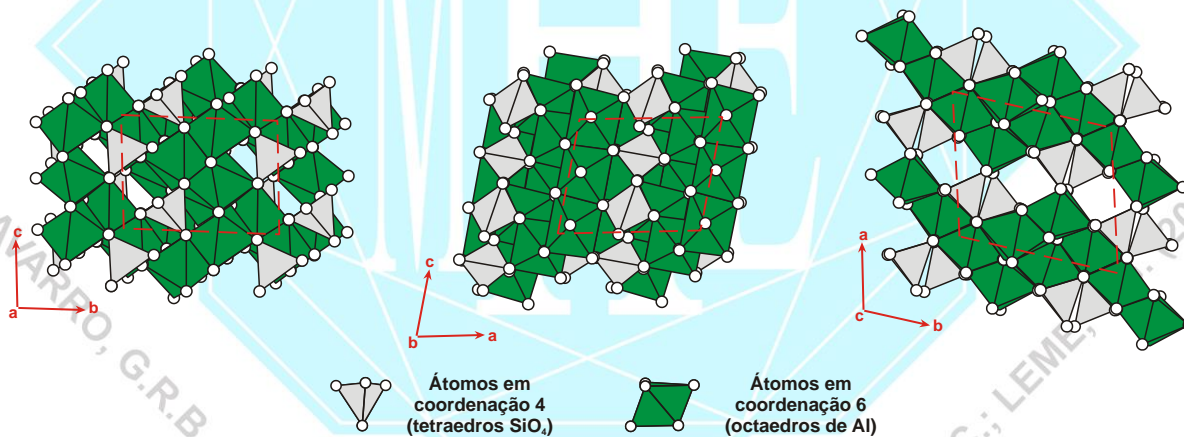


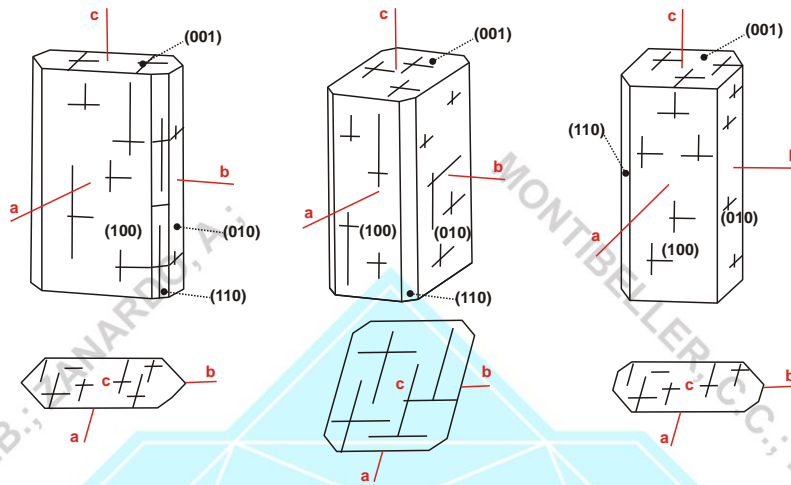
Figura 2 - estrutura da cianita. (modificado de Winter & Ghose, 1979; [http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target\\_file=Kyanite.jpX#.WFL0CuSQyUk](http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Kyanite.jpX#.WFL0CuSQyUk)).

**Hábito:** os cristais são colunares, em geral achatados, longos e tabulares em {100}, alongados || a [001]. As seções características são alargadas, tabulares, paralelas a (100) com estrias paralelas a (010). Os cristais podem ser ripiformes. Ocorre em agregados laminares, às vezes em drusas de cristais que divergem radialmente. Raramente fibrosa. Geminação: lamelar (100) e múltipla (001), com eixo de geminação  $\perp$  {100} ou || [010] ou [001], comum.

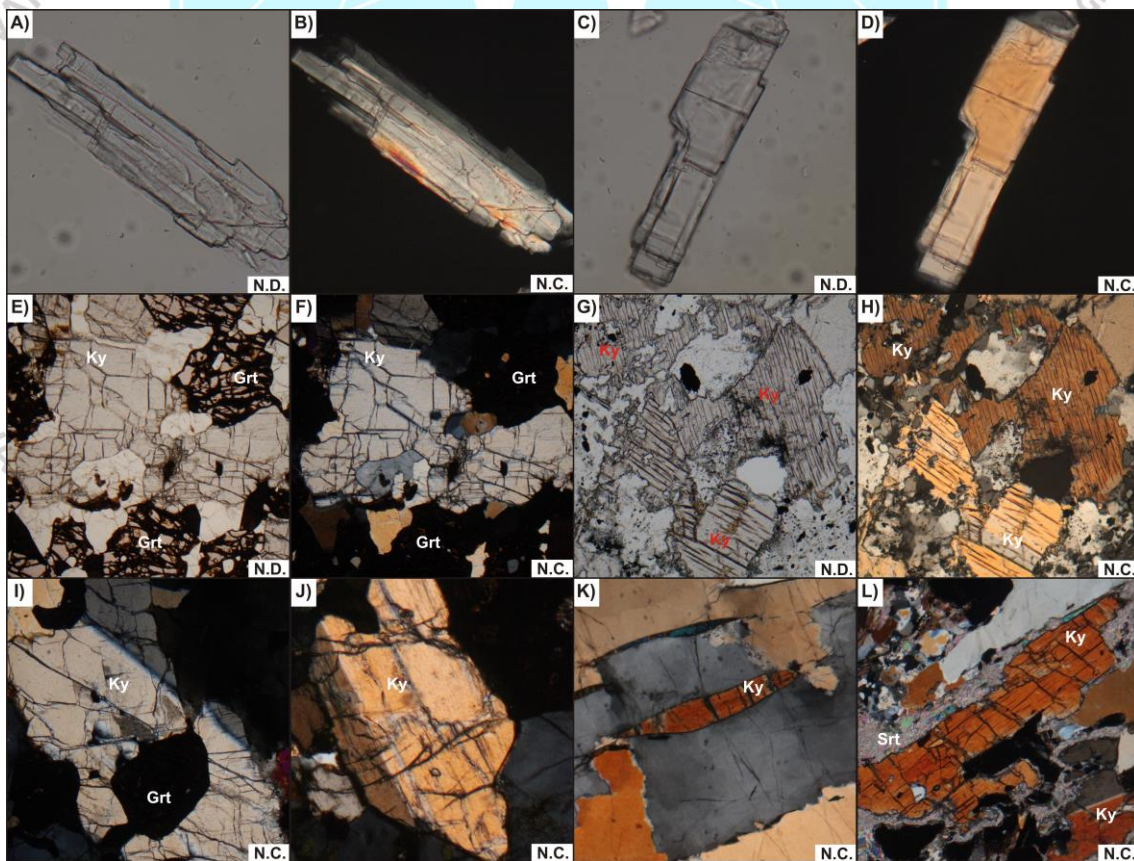
**Propriedades físicas:** duas direções de clivagem, uma direção de clivagem perfeita {100} e uma boa {010},  $(100) \wedge (010) = 79^\circ$ ,  $(100) \wedge c = 85^\circ$ , partição {001}; fratura: estilhaçada; Dureza: 4,5-5 || [001] e 7 || [100]; densidade relativa: 3,53-3,65 g/cm<sup>3</sup>. Transparente a translúcido; azul a branca, podendo ser verde, cinzenta, amarela, rosa, preta ou incolor, pode ser zonada; cor do traço: branco; brilho: vítreo a nacarado.

**Propriedades óticas:** Cor: incolor a azul claro em lâmina delgada. Relevo: alto positivo,  $n >$  bálsamo ( $\alpha = 1,710$ -1,718,  $\beta = 1,719$ -1,725,  $\gamma = 1,724$ -1,734). Pleocroísmo: fraco em lâminas espessas, X = incolor, Y = azul-violeta, Z = azul do cobalto. Orientação:  $\alpha \wedge a = 5^\circ$ -8°, em {001},  $\beta \wedge b = \sim 30^\circ$ ,  $\gamma \wedge c = 27^\circ$ -30°;  $\alpha \cong \perp$  {100} em {100}. As seções

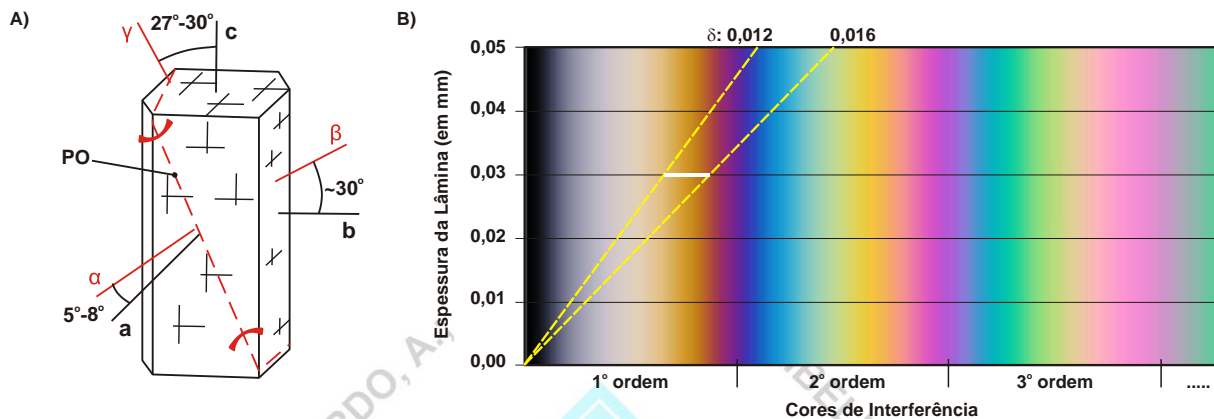
longitudinais mostram alongação positiva. Plano Ótico (PO): é quase normal a (100). Biaxial (-).  $\delta = 0,012-0,016$ .  $2V = 78^\circ-83^\circ$ . Dispersão: fraca,  $r > v$ .



**Figura 3** – cristais de cianita. (modificado de [www.smorf.nl](http://www.smorf.nl); [www.mineralienatlas.de](http://www.mineralienatlas.de))



**Figura 4** – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B), C), D) lâmina de pó de cianita. E), F) cristais de cianita em granada quartzito ( fácies granulito). G), H) cristais de cianita em metapelito ( fácies anfibolito). I), J) cristais de cianita geminados. K) cristal de cianita estirado (quartzito). L) Cristal de cianita parcialmente sericitizado. Grt: granada. Ky: cianita. Srt: sericita. N.D. nicóis descruzados. N.C. nicóis cruzados.



**Figura 5** – A) orientação óptica de cristal de cianita (modificado de Deer et al., 1981). B) carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ( $\delta = \gamma - \alpha$ ) de cristais de cianita com espessura de 0,03 mm.

**Composição química:** Silicato de alumínio. Quase puro, podendo ter pequenas quantidades de  $\text{Fe}^{3+}$ , Cr e Ti, sendo que este último pode estar sob a forma de minúsculas inclusões de rutilo. O número de átomos (cátions e ânions) por unidade de fórmula (a.p.u.f.) é calculado na base para 5 (O). (1)  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ . (2) cianita em eclogito (Caucassus). (3) cianita em cianita-andaluzita-sillimanita xisto (Montanha Goat, EUA). (4) cianita (Elovyi, Rússia). (5) cianita em rocha metaultrabásica de alta pressão (Cabo Ortega, Espanha). (2), (3), (4) análises compiladas de Deer et al. (1981, 1997). (5) análise compilada de Ibarra e Mendia (1991).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$\text{SiO}_2$	37,08	35,48	36,76	36,68	36,52
$\text{TiO}_2$		0,13	0,01	0,00	0,01
$\text{Al}_2\text{O}_3$	62,92	63,66	62,74	63,28	58,39
$\text{Cr}_2\text{O}_3$				0,06	3,85
$\text{Fe}_2\text{O}$		0,81	0,32		
$\text{FeO}$			0,01	0,37	0,21
$\text{MnO}$			0,00	0,00	0,04
$\text{MgO}$		0,21	0,04	0,02	0,02
$\text{CaO}$			0,00	0,01	0,00
$\text{NiO}$					0,01
$\text{Na}_2\text{O}$		0,08	0,00	0,00	0,03
$\text{K}_2\text{O}$		0,11	0,12	0,01	0,02
$\text{H}_2\text{O}^+$			0,14		
$\text{H}_2\text{O}^-$			0,01		
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100,56</b>	<b>100,15</b>	<b>100,43</b>	<b>99,14</b>

**Propriedades diagnósticas:** duas durezas, hábito tabular ou laminar, clivagem perfeita em duas direções, podendo ter também mais uma direção de partição perfeita; insolubilidade em ácidos e propriedades óticas (relevo alto positivo, birrefringência moderada, 2V grande, caráter ótico biaxial (-) e alongação positiva). Os grãos detríticos podem ser reconhecidos pelo aspecto em escadaria característico, causado pela sua boa clivagem. Petrograficamente distingue-se da sillimanita por esta ter caráter ótico biaxial (+), índices de refração menores, extinção reta, 2V pequeno, birrefringência maior e por ter apenas uma direção de clivagem. Da andaluzita por esta apresentar índices de refração e birrefringência menores e por apresentar alongação negativa. Quando azul em lâmina, pode ser confundida com lazulita e safirina. Distingue-se da lazulita por esta apresentar índices de refração menores, birrefringência maior, 2V menor e pela clivagem. Da safirina por esta apresentar clivagem fraca, birrefringência menor e pela dispersão moderada a forte ( $r < v$ ). Cabe ressaltar que em seções delgadas cortadas perpendicularmente a foliação da rocha os cristais de cianita, normalmente, apresentam ângulos de extinção muito pequeno, quase zero, em função dos cortes, em sua grande maioria, serem quase paralelos à direção “x” dos cristais de cianita, em função de sua forma tabular e orientação de acordo com a foliação da rocha.

**Gênese:** é um mineral comum. Produto de metamorfismo regional sobre rochas ricas em alumínio (por exemplo, rochas pelíticas) em condições de pressão média a alta e temperatura moderada a alta, podendo aparecer em gnaisses, xistos, pegmatitos, veios hidrotermais e pneumatolíticos. Pode formar-se em rochas metamáficas e/ou metaultramáficas submetidas à alta pressão. Ocorre também em eclogitos e em chaminés kimberlíticas (ocorrências de granada-onfacita-cianita). Os produtos de alteração incluem a pirofilita, muscovita e sericita. Pode inverter para sillimanita ou andaluzita, por variação nas condições de pressão e temperatura. Pode ocorrer como mineral detrítico em rochas sedimentares.

**Associação mineral:** ocorre associado à estaurolita, andaluzita, sillimanita, talco, hornblenda, gedrita, mullita, coríndon, plagioclásio, quartzo, feldspato K, etc.

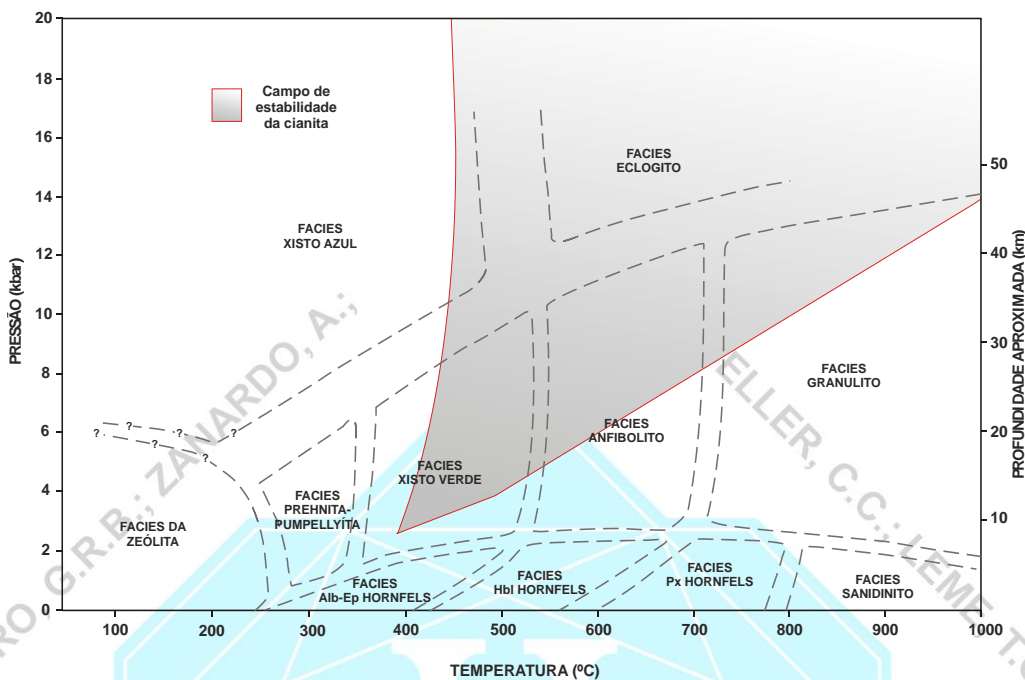


Figura 6 – gráfico *P-T* mostrando o campo de estabilidade da cianita. (modificado de Yardley, 1989; Speer, 1993).

**Ocorrências:** no Brasil ocorre nos estados de Minas Gerais (em veios de quartzo, xistos e gnaisses na região de Passos, Andrelândia, Cássia, São Sebastião do Paraíso, Serra de Capanema, Barão de Guaiçuí, Bom Jardim de Minas, vários pontos da serra do Espinhaço, Ouro Preto, Mariana, Itabira, Serra do Caraça, Nova Lima, Mateus Leme, Aimorés, Lima Duarte, Minduri, Lavras, Pitangui, Itabirito, Minas Novas, Itamarandiba, Grão-Mongol, Araçuaí, Barro Preto, São José do Jacuri), São Paulo (no Vale do Ribeira), Rio de Janeiro (em Búzios), Bahia (em Rio de Contas, Bom Jesus dos Meiras, Ituassa, Caculé, Piripá, Nacarari, Paramirim), Ceará (em Crateus e Camocim), Goiás e Tocantins (em Pilar, Santa Terezinha, Pirenópolis, Pilar de Goiás, Amanã, Crixás, Indiara), Pará (em Altamira); etc.

**Usos:** em adornos e/o como gema. Na fabricação de refratários e porcelanas, uma vez que a altas temperaturas e baixa pressão dá origem a mullita, material de baixo coeficiente de dilatação, fato que leva a grande resistência ao choque térmico. A mullita apresenta ainda grande resistência às cargas em altas temperaturas e ao ataque de substâncias agressivas a exemplo de escórias. Os tijolos de mullita destinam-se ao revestimento de fornos metalúrgicos, principalmente os elétricos, aquecidos por indução.

#### 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.
- Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J. 1997. **Rock-forming minerals. Orthosilicates – vol. 1A (2ª edição)**. The Geological Society Publishing House, London, Inglaterra. 919 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.

Ibarguchi, J. I. G. e Mendia, M. 1991. Mg- and Cr-rich staurolite and Cr-rich kyanite in high-pressure ultrabasic rocks (Cabo Ortegal, northwestern Spain). **American Mineralogist**, 76, p. 501-511.

Jackson, W. W.; Taylor, W. H.; Naray-Szabo, S. 1929. The structure of cyanite. **Zeitschrift fuer Kristallographie, Kristallgeometrie, Kristallphysik, Kristallchemie (-144,1977)**, 71, i.p. 117.

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 Zykaita – Dicionário de Mineralogia**. 1549 p. (inédito).

Navarro, G. R. B. & Zanardo, A. 2016. **Tabelas para determinação de minerais**. Material Didático/Mineralogia Sistemática/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.

Speer, F. S. 1993. **Metamorphic phase equilibria and Pressure-Temperature-time Paths (2 edition)**. Mineralogical Society of America, Washington, D.C., EUA. 799 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.

Winter, J. K. & Ghose, S. 1979. Thermal expansion and high-temperature crystal chemistry of the  $Al_2SiO_5$ , polymorphs. **American Mineralogist**, 64, p. 573-586.

Yardley, B. W. D. 1989. **An introduction to Metamorphic Petrology**. Longman, New York: John Wiley, EUA. 248 p.

**sites consultados:**

[www.handbookofmineralogy.org](http://www.handbookofmineralogy.org)

[www.mindat.org](http://www.mindat.org)

<https://www.mineralienatlas.de/>

<http://rruff.info>

<http://www.smorf.nl>

[www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)