



ESTAUROLITA (staurolite) - Mineral do Grupo dos Nesossilicatos. $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2\text{Al}_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{20}(\text{O}, \text{OH})_4$. Do grego *stavros* (cruz) + *lithos* (pedra), por sua geminação.

Cristalografia: Monoclínico, classe prismática ($2/m$), pseudo-ortorrômbico. **Grupo espacial e malha unitária:** $C2/m$, $a_0 = 7,863\text{-}7,900\text{Å}$, $b_0 = 16,534\text{-}16,700\text{Å}$, $c_0 = 5,600\text{-}5,663\text{Å}$, $\beta = 90^\circ\text{-}90,45^\circ$, $Z = 2$.

Padrão de raios X do pó do mineral:

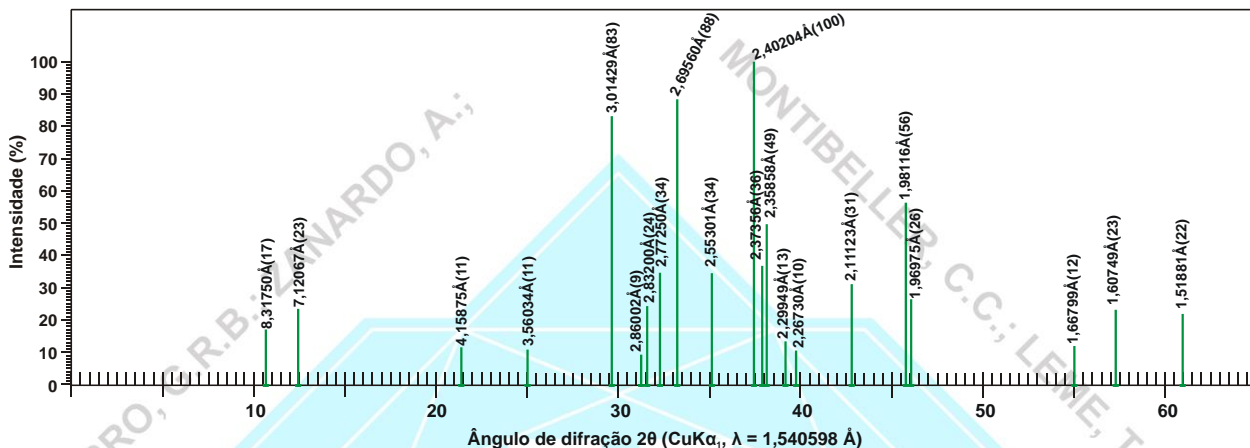


Figura 1 – posição dos picos principais da estaurolita em difratograma de raios X (modificado de Yamamoto et al., 1968).

Estrutura: a estrutura da estaurolita pode ser simplificada como sendo composta por camadas ao longo do eixo “b” de composição $\text{Al}_2\text{Fe}_4\text{O}_6(\text{OH})_2$ (átomos em coordenação 6) alternadas por camadas de composição $4\text{Al}_2\text{SiO}_5$ (átomos em coordenação 4 e 6, com disposição semelhante à estrutura da cianita, fato que explica o frequente crescimento epitaxial entre estes minerais).

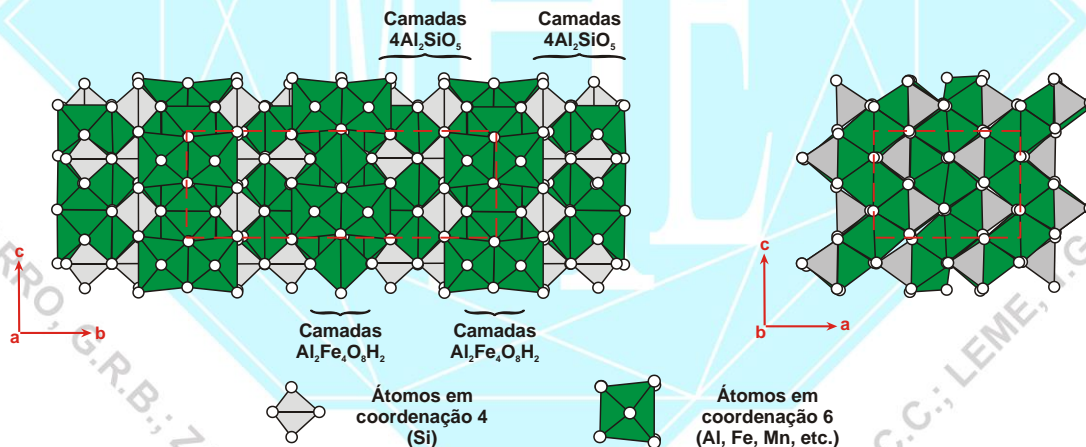


Figura 2 - estrutura da estaurolita. (modificado de Alexander, 1989; http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Staurolite_2.jp#WFHTLOSqUK).

Hábito: normalmente ocorre como cristais prismáticos isolados. Forma cristais prismáticos com simetria pseudo-ortorrômbica. As seções transversais apresentam seis lados (pseudo-hexagonal) com $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 51^\circ$. Raramente maciço. Geminação: comum em forma de cruz com $\{032\}$ como plano geminado, no qual os dois indivíduos se cruzam em ângulos quase de 90° ; e com $\{232\}$ como plano geminado, em que se cruzam em ângulos de quase 60° (geminados em “X”). Em alguns casos, ambos os tipos estão combinados em um grupo geminado.

Propriedades físicas: uma direção de clivagem distinta $\{010\}$, fratura: subconchoidal; quebradiço; Dureza: 7-7,5; densidade relativa: 3,6-3,83 g/cm^3 . Translúcido a quase transparente; marrom avermelhado escuro, marrom escuro a preto, marrom amarelado, raramente azul; cor do traço: branco a cinzento; brilho: vítreo a resinoso.

Propriedades óticas: Cor: amarelo dourado pálido em lâmina delgada. Relevo: alto positivo, $n >$ bálsamo ($\alpha = 1,736\text{-}1,747$, $\beta = 1,740\text{-}1,754$, $\gamma = 1,745\text{-}1,762$). Pleocroísmo: X = incolor, amarelo pálido, Y = incolor, amarelo pálido, marrom amarelado, Z = amarelo claro, amarelo dourado, amarelo alaranjado, marrom avermelhado. Orientação: $\alpha = b$, $\beta = a$, γ

= c. As seções alongadas mostram alongação positiva. Plano Ótico (PO): (100), Z é normal a (001). Biaxial (+), raramente biaxial (-). $\delta = 0,011-0,015$. $2V = 80^\circ-90^\circ$. Dispersão: fraca a moderada, $r > v$. Absorção: $Z > Y > X$. Normalmente apresenta abundantes inclusões de quartzo e mais raramente de rutilo, turmalina, granada e filossilicatos, sendo que em margas carbonáceas pode apresentar inclusões regularmente arranjadas como na quiaistolita.

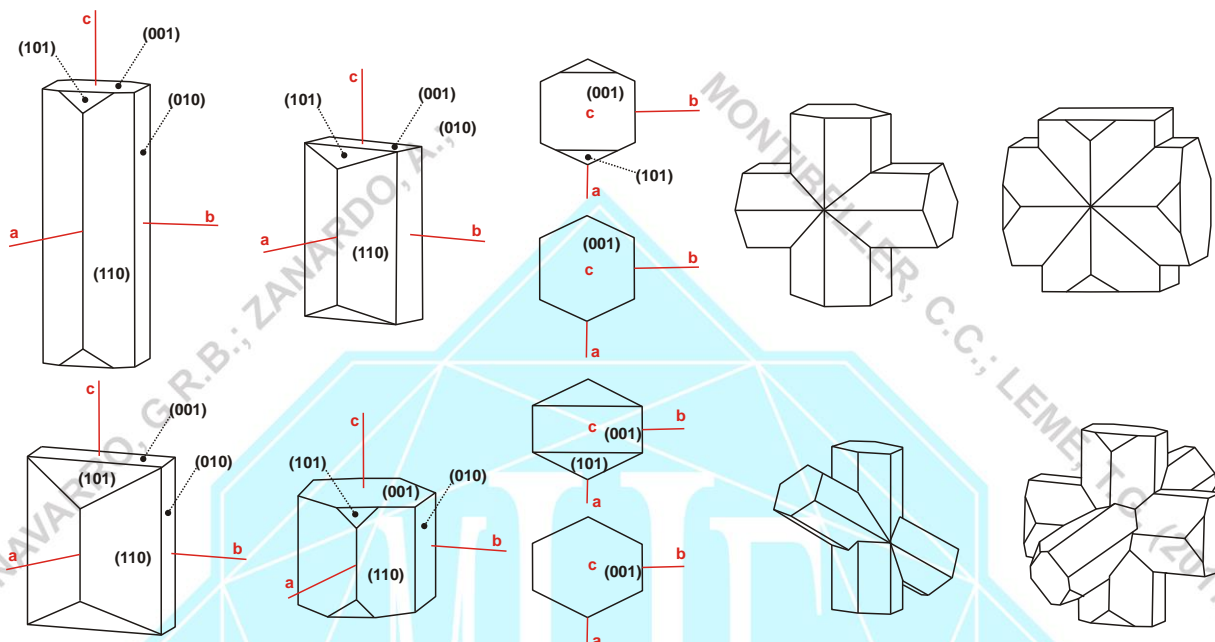


Figura 3 – cristais de estaurolita. (modificado de www.smorf.nl; www.mineralienatlas.de)

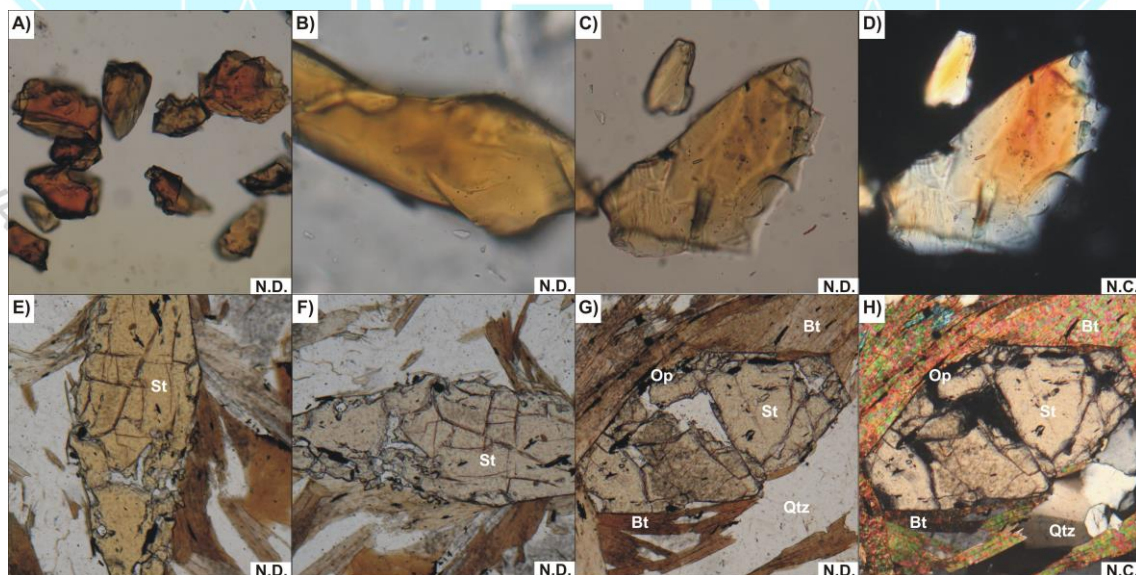


Figura 4 – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B), C), D) lâmina de pó de cristais de estaurolita. E), F) mudança de cor em cristal de estaurolita (pleocroísmo: incolor/amarelo muito pálido a amarelo mel). G), H) seção basal de cristal de estaurolita em seção delgada (metapelito). Bt: biotita. Op: opacos. Qtz: quartzo. St: estaurolita. N.D. nicóis des cruzados. N.C. nicóis cruzados.

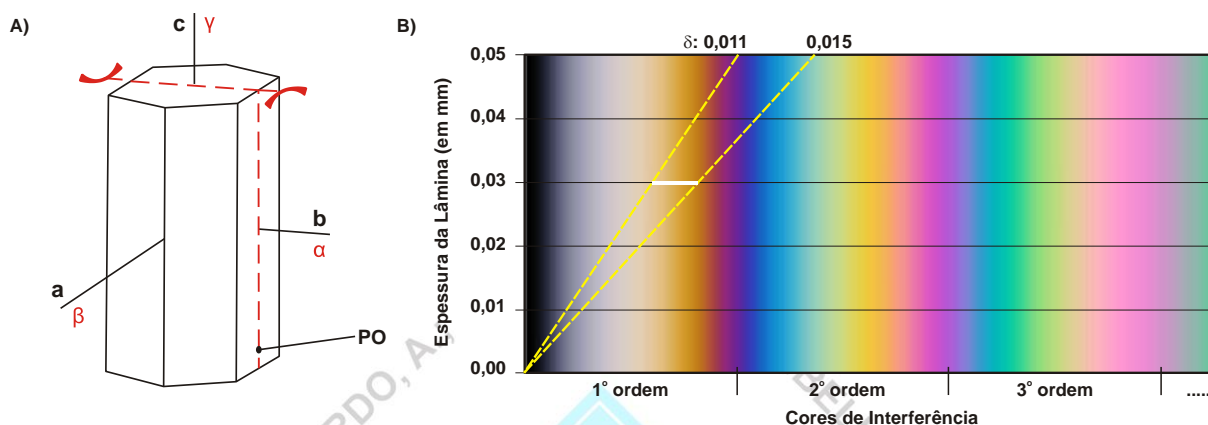


Figura 5 – A) orientação ótica de cristal de estaurolita (modificado de Deer et al., 1981). B) carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ($\delta = \gamma - \alpha$) de cristais de estaurolita com espessura de 0,030 mm.

Composição química: Silicato de ferro, magnésio e alumínio. O número de átomos (cátions e ânions) por unidade de fórmula (a.p.u.f.) é calculado na base para 12 e/ou 24 (O). (1) $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2\text{Al}_9(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{20}(\text{O}, \text{OH})_4$. (2) estaurolita em mica xisto (Windham, Maine, EUA). (3) estaurolita associada a muscovita, biotita, quartzo, feldspato em xisto (Glen Clova, Escócia). (4) estaurolita magnésiana. (5) estaurolita zincífera em associação com calcocita e quartzo (Cherokee Country, Georgia, EUA). (6) estaurolita cobaltífera em associação com quartzo, magnetita e lusakita (Lusaka, Zâmbia). (7) estaurolita cromífera. (2), (3), (4), (5), (6) análises compiladas de Deer et al. (1997). (7) análise compilada de Ibaruchi e Mendia (1991).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
SiO ₂	28,86	27,22	28,89	29,86	28,64	27,23	29,23
TiO ₂		0,56	0,81	0,91	0,56	0,50	0,20
Al ₂ O ₃	54,62	54,16	52,61	53,67	50,14	50,72	50,28
Cr ₂ O ₃							5,81
Fe ₂ O ₃		1,47	2,95		0,84	4,96	
FeO	12,39	12,31	10,78	7,68	7,18	3,42	5,44
MnO		0,23	0,09	0,03	0,16	0,08	0,05
NiO							0,03
MgO	0,68	2,34	2,09	5,73	3,44	2,56	6,88
CaO				0,12			0,07
CoO						8,48	
ZnO					7,44		
H ₂ O	2,55	1,98	1,78		1,92	1,19	0,02
Total	100	100,27	100	98,00	100,32	100,03	98,01

Propriedades diagnósticas: hábito, geminação e propriedades óticas (pleocroísmo cor de mel, relevo alto positivo, 2V próximo de 90° e birrefringência baixa). Escala de fusibilidade (von Kobell): 7 (infusível). É fracamente atacado por H₂SO₄ e é insolúvel em HF, a frio. Petrograficamente distingue-se da monazita por esta ter fraco pleocroísmo, ter extinção inclinada, relevo e birrefringência maiores e 2V menor. Distingue-se da humita por esta apresentar índices de refração menores, birrefringência maior, 2V menor e extinção reta. Pode ser confundida com turmalina marrom amarelada, mas esta é uniaxial (-), mostra elongação negativa, birrefringência maior e extinção reta. Distingue-se da clinohumita por esta apresentar índice de refração menor, birrefringência maior, 2V menor e dispersão forte.

Gênese: é um mineral comum, formado por metamorfismo de contato ou regional, de grau médio (fácies anfibolito, gerado a temperaturas superiores a 480°C e inferiores a 700°C) sobre rochas pelíticas e argilosas, sendo encontrado em xistos, gnaisses e hornfels. Também é comum como mineral detrítico em sedimentos. Altera-se para mica verde, com 2V relativamente grande, muscovita, sericita ou clorita. Pode crescer sobre a cianita em orientação paralela (crescimento epitaxítico).

Associação mineral: ocorre associado a almandina, sillimanita, cianita, turmalina, hornblenda, plagioclásio, muscovita, quartzo, cloritóide, biotita, etc.

Ocorrências: no Brasil é encontrado em Salobro (BA); Icó (CE); Sorocaba, Vale do Ribeira, Jundiá (SP), Araçuaí, Passos, Nova Resende, São João Batista de Minas Novas, Patrocínio, Ouro Preto, Roque-Soares, bacias do Araçuaí e do Jequitinhonha, nos rios Gravatá e Itamarandiba, em Rubellita e Ardenella, Água Quente, Rio Pardo de Minas, Fazenda Graniais (MG), Cruzeta (RN); Santa Luzia (PB), etc.



Variedades: *Nordmarkita* - var. de estaurolita contendo manganês. De Nordmark (Suécia), onde foi descoberto. *Lusakita* - var. de estaurolita cobaltífera de cor azul a preta, que forma cristais ortorrômbicos, tabulares. De Lusaka, Rodésia.

Usos: pode ser usada como gema.

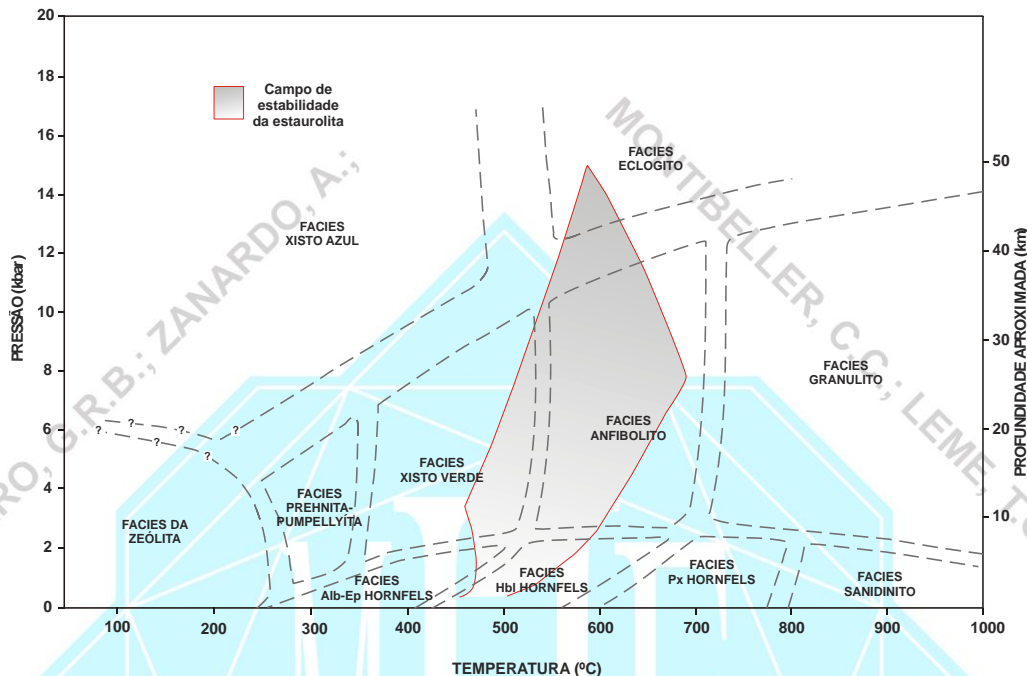


Figura 6 – gráfico *P-T* mostrando o campo de estabilidade da estaurolita (modificado de Yardley, 1989; Speer, 1993).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, V. D. 1989. Iron distribution in staurolite at room and low temperatures, sample at room temperature. *American Mineralogist*, 74, p. 610-619.
- 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.



- 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 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.
- 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.
- Yamamoto, T.; Aikawa, N.; Takeuchi, Y. 1968. The hydrogen locations and chemical composition of staurolite. **American Mineralogist**, 53, i.p. 1139.
- Yardley, B. W. D. 1989. **An introduction to Metamorphic Petrology**. Longman, New York: John Wiley, EUA. 248 p.

sites consultados:

www.handbookofmineralogy.org
www.mindat.org
www.mineralienatlas.de
<http://rruff.info>
www.smorf.nl
www.webmineral.com