



ESTAUROLITA (staurolite) - Mineral do Grupo dos Nesossilicatos. $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2\text{Al}_9(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{20}(\text{O}, \text{OH})_4$. 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:

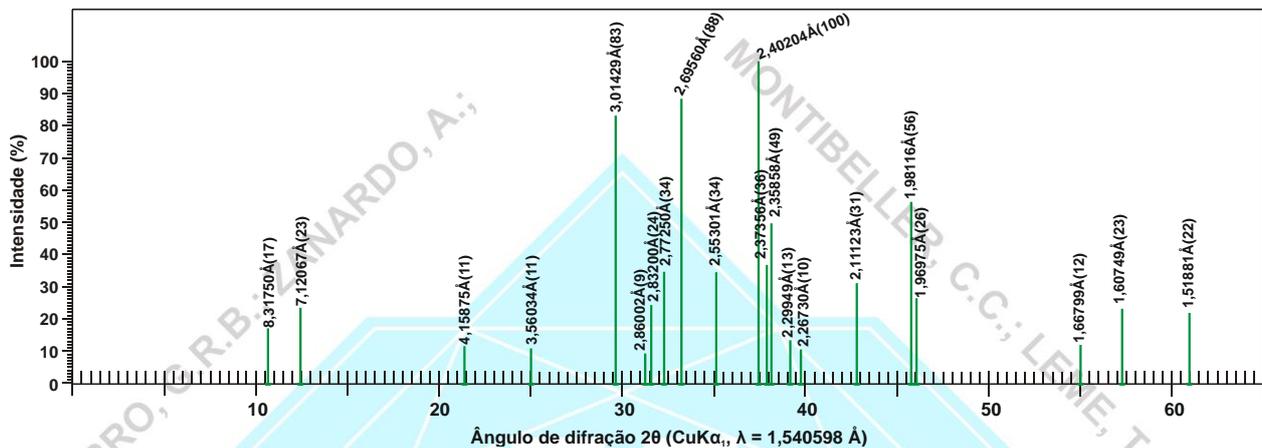


Figura 1 – posição dos picos principais da estaurolita em difratograma de raios X (modificado de Yamamoto et al., 1968).

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).

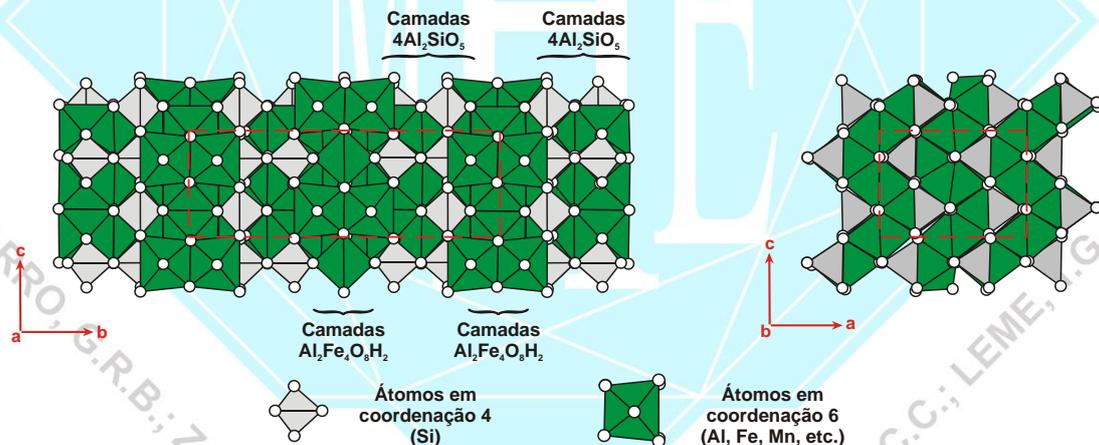


Figura 2 - estrutura da estaurolita. (modificado de Alexander, 1989;
http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Staurolite_2.jp#WFHTLOSqUK).

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: subconchooidal; 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 quiazolita.

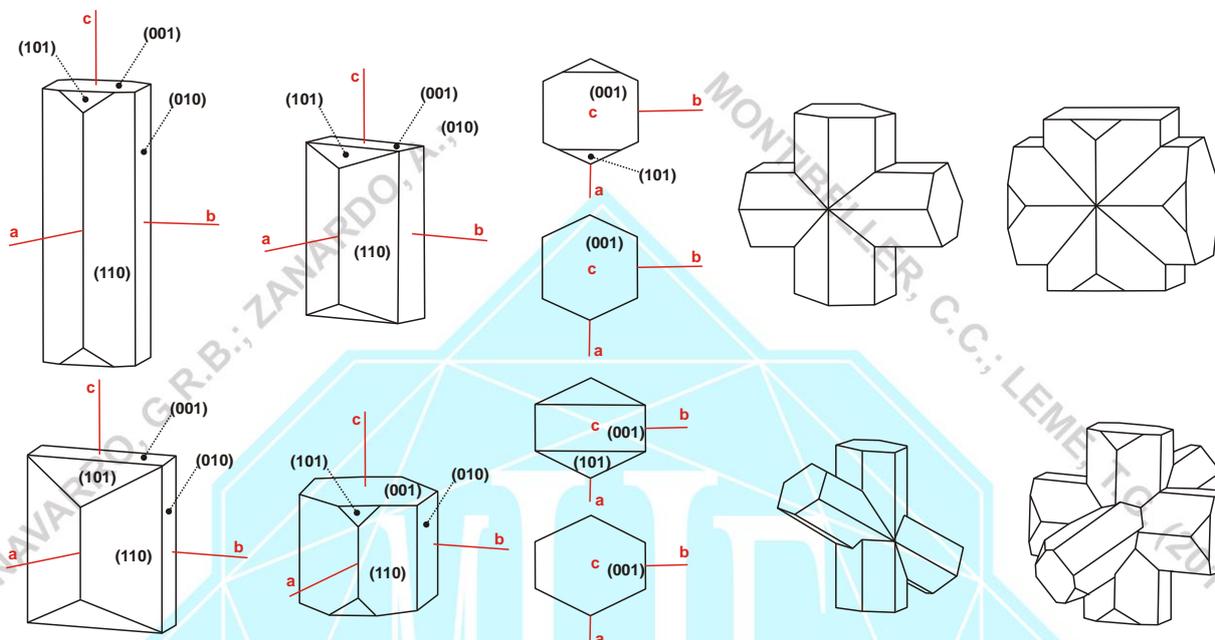


Figura 3 – cristais de estaurolita. (modificado de www.smorf.nl; www.mineralienatlas.de)

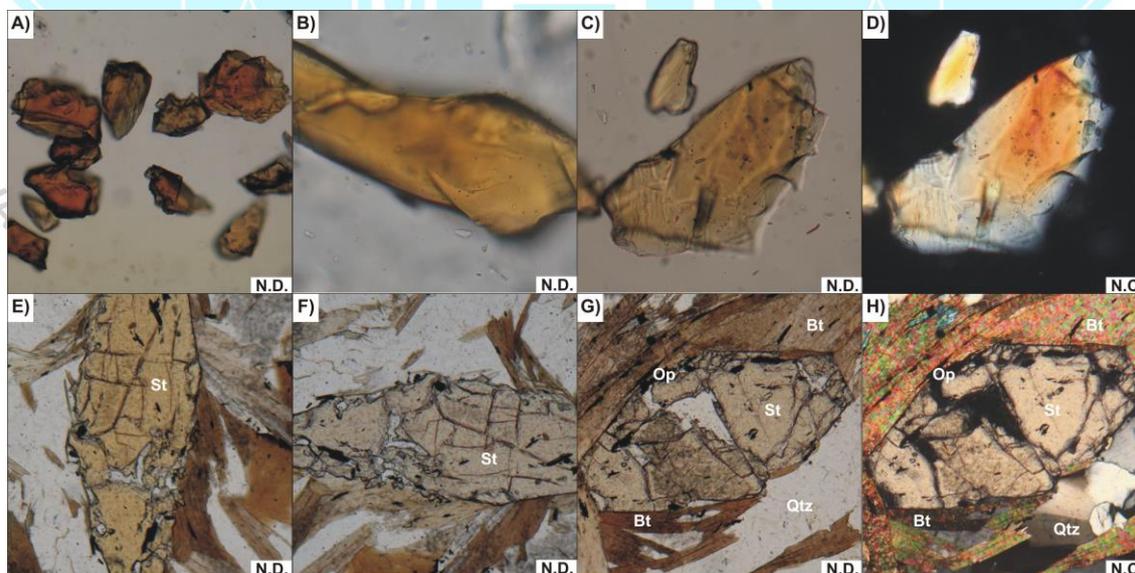


Figura 4 – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B), C), D) lâmina de pó de cristais de estaurolita. E), F) mudança de cor em cristal de estaurolita (pleocroísmo: incolor/amarelo muito pálido a amarelo mel). G), H) seção basal de cristal de estaurolita em seção delgada (metapelito). Bt: biotita. Op: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

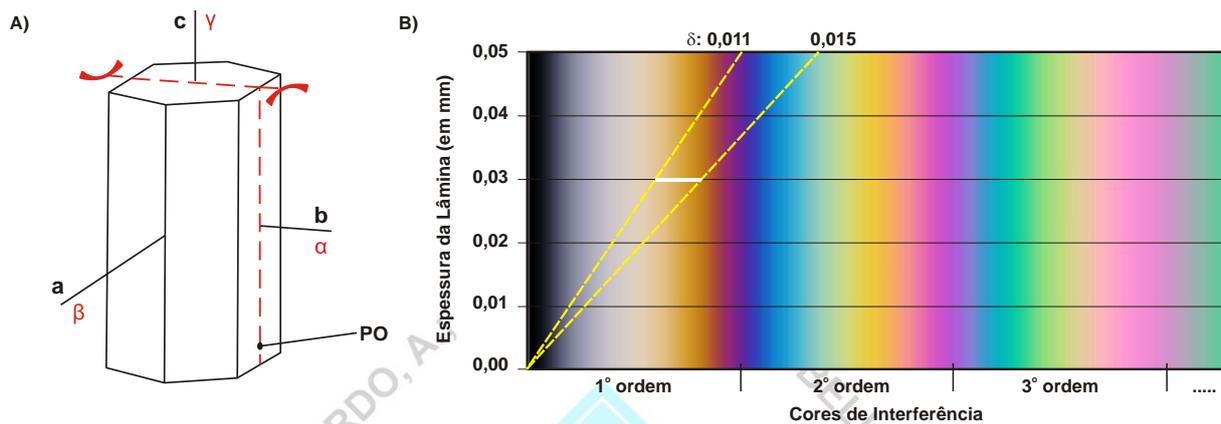


Figura 5 – A) orientação ótica de cristal de estaurólita (modificado de Deer et al., 1981). B) carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ($\delta = \gamma - \alpha$) de cristais de estaurólita com espessura de 0,030 mm.

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) estaurólita em mica xisto (Windham, Maine, EUA). (3) estaurólita associada a muscovita, biotita, quartzo, feldspato em xisto (Glen Clova, Escócia). (4) estaurólita magnésiana. (5) estaurólita zincífera em associação com calcocita e quartzo (Cherokee Country, Georgia, EUA). (6) estaurólita cobaltífera em associação com quartzo, magnetita e lusakita (Lusaka, Zâmbia). (7) estaurólita 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.

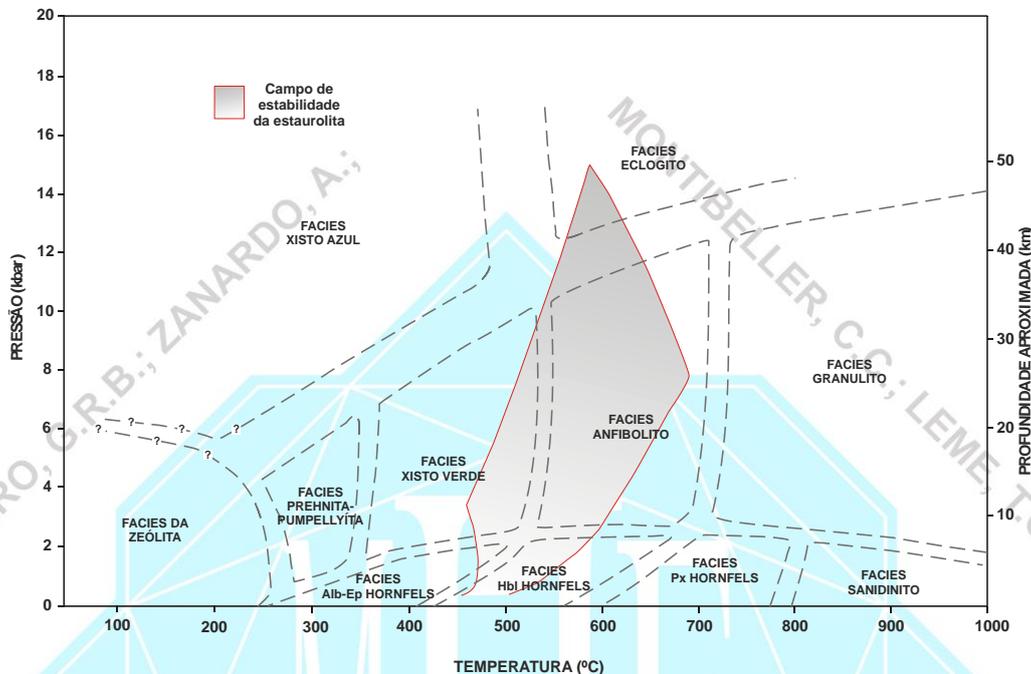


Figura 6 – gráfico *P-T* mostrando o campo de estabilidade da estaurolita (modificado de Yardley, 1989; Speer, 1993).

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