



**SERPENTINA** (serpentine) – Mineral do Grupo dos Filossilicatos. Grupo da Caulinita-Serpentina.  $(Mg,Fe)_3(Si_2O_5)(OH)_4$ . Do latim *serpentaria*, pela semelhança com pele de serpentes, quando manchado. O termo serpentina é usado de modo geral para designar os silicatos básicos de magnésio crisotilo, lizardita e antigorita (serpentinhas comuns). A amesita, berthierina, brindleyita, carlosturanita, caryopilita, cronstedtita, fraipontita, greenalita, karpinskita, kellyíta, maufita, népouita, ortocrisotilo, paracrisotilo, pecoraíta e a zinalcita também fazem parte do grupo das serpentinhas.

**Cristalografia:** Monoclínico, classe domática (*m*) - antigorita. Monoclínico ou triclinico, classe n.d. - crisotilo. Trigonal, classe piramidal-ditrigonal (*3m*) (1A) ou piramidal-dihexagonal (*6mm*) (2H<sub>1</sub>); pseudo-ortorrômbico - lizardita. **Grupo espacial e malha unitária:** *Cm*,  $a_0 = 43,53\text{Å}$ ,  $b_0 = 9,259\text{Å}$ ,  $c_0 = 7,263\text{Å}$ ,  $\beta = 91^\circ 8'$ ,  $Z = 16$  (antigorita). n.d.,  $a_0 = 5,3129\text{Å}$ ,  $b_0 = 9,120\text{Å}$ ,  $c_0 = 14,637\text{Å}$ ,  $\beta = 93^\circ 9'$ ,  $Z = 4$  - crisotilo. *P31m* (1A),  $a_0 = 5,325\text{Å}$ ,  $c_0 = 7,259\text{Å}$ ,  $Z = 2$  ou *P6<sub>3</sub>cm* (2H<sub>1</sub>),  $a_0 = 5,318\text{Å}$ ,  $c_0 = 14,541\text{Å}$ ,  $Z = [4]$  (lizardita).

**Padrão de raios X do pó do mineral:** a posição dos picos principais nos difratogramas de raios X varia em função do tipo de serpentina. Entretanto, todas as serpentinhas comuns têm pico principal de  $\sim 7,3\text{Å}$ . (ver crisotilo, lizardita e antigorita).

**Estrutura:** a estrutura da serpentina é constituída pela alternância entre folhas bidimensionais formadas por tetraedros de  $SiO_4$  polymerizados, e uma folha bidimensional formada por octaedros de átomos de Mg, constituindo uma estrutura em camadas (tipo T-O e/ou 1:1, tri-octaédrica). As folhas de tetraedros (folha tipo T) são constituídas por tetraedros  $(SiO_4)^{4-}$  compartilhados em duas dimensões formando uma folha, na qual três dos quatro oxigênios de cada tetraedro  $(SiO_4)^{4-}$  são compartilhados com os tetraedros vizinhos, levando a uma relação Si:O = 2:5. As folhas octaédricas (folha tipo O) são compostas por octaedros de  $Mg(OH)_2$  unidos entre si (folha O, tipo brucita). De modo geral esta estrutura consiste na junção de uma folha tetraédrica (T) e uma folha octaédrica (O – tipo brucita), semelhante à estrutura da caulinita. Entretanto difere por ser tri-octaédrica e pelo modo do empilhamento de suas camadas. O módulo de repetição perpendicular às camadas (T-O) é de  $\sim 7,3\text{Å}$ .

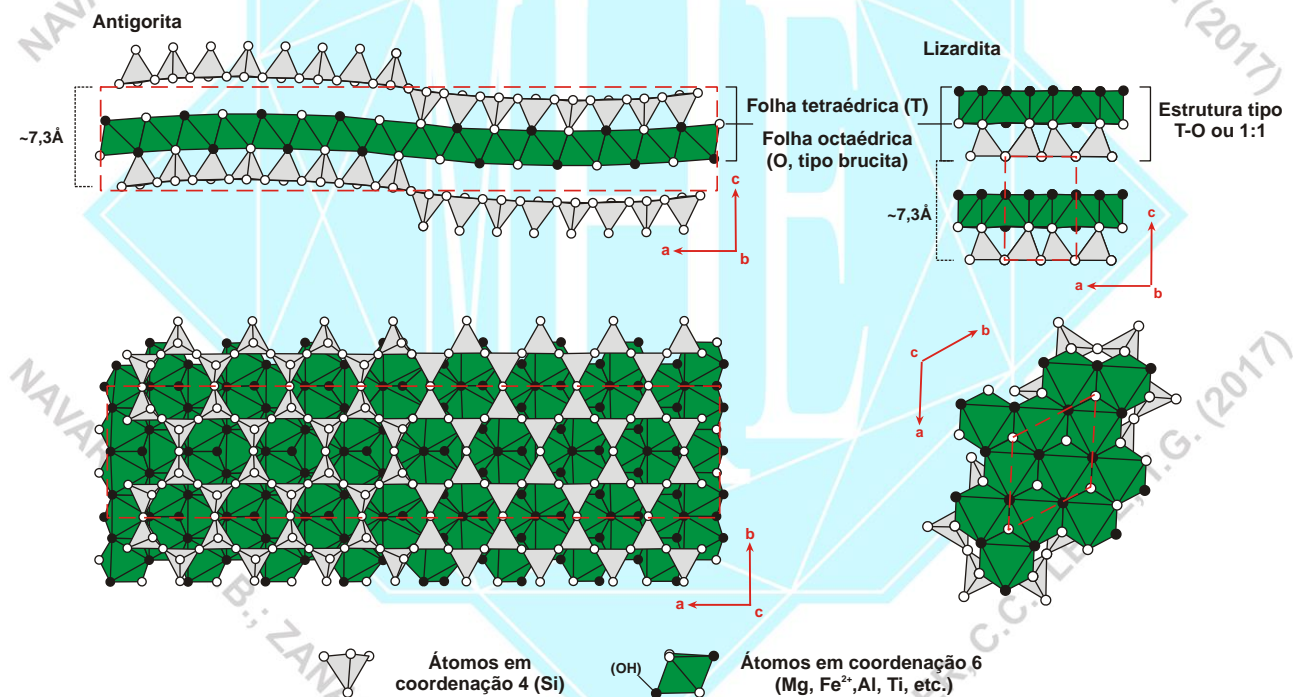


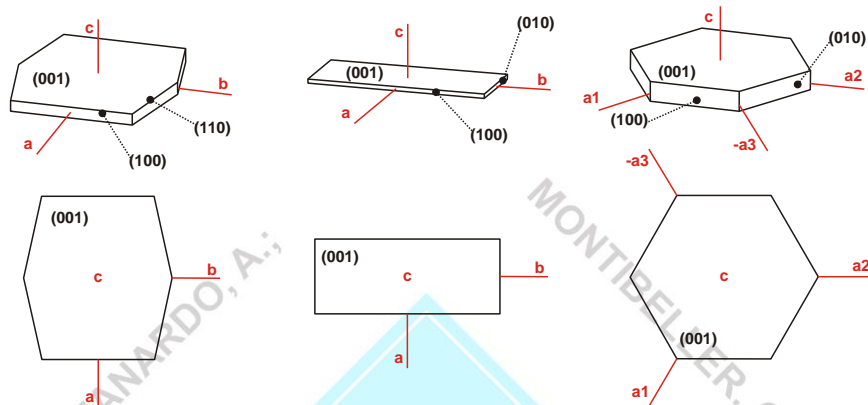
Figura 2 – estrutura da antigorita (modificado de Uehara, 1998;

[http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target\\_file=Antigorite\\_2.jp#WFJ9c-SQy74](http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Antigorite_2.jp#WFJ9c-SQy74)) e estrutura da lizardita (modificado de Mellini, 1982; [http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target\\_file=Lizardite.jp#WF5R6uSQycw](http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Lizardite.jp#WF5R6uSQycw))

**Hábito:** as serpentinhas ocorrem normalmente constituindo agregados ou massas compactas, fibrosas ou granulares. O hábito fibroso é comum na variedade crisotilo e o hábito placóide é comum na variedade antigorita. Forma escamas de granulação extremamente fina. Os cristais são raros, podem constituir placas trigonais a piramidais trigonais truncadas ou minúsculos prismas curtos (lizardita) e/ou cristais lamelares ou folhas irregulares segundo o eixo “c”, raramente alongados segundo o eixo “b” (antigorita).

**Propriedades físicas:** clivagem perfeita {001} (basal e fibrosa); fratura conchoidal em agregados; Dureza: 2,5 e 4 em agregados; densidade relativa: 2,2-2,65 g/cm<sup>3</sup>. Translúcida a opaca; cor variável, pode ser verde escuro ou claro, podendo aparecer também nas cores amarelo esverdeado ou cinza esverdeado, frequentemente com manchas ou

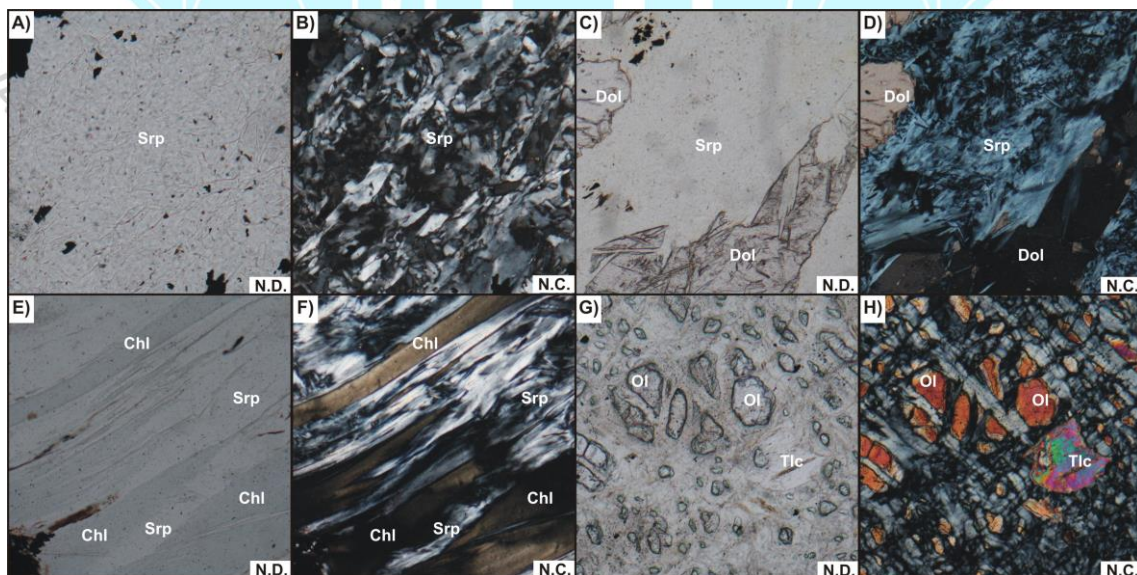
faixas verdes, brancas ou vermelhas; cor do traço: branco; brilho: gorduroso em agregados maciços, sedoso em agregados fibrosos.



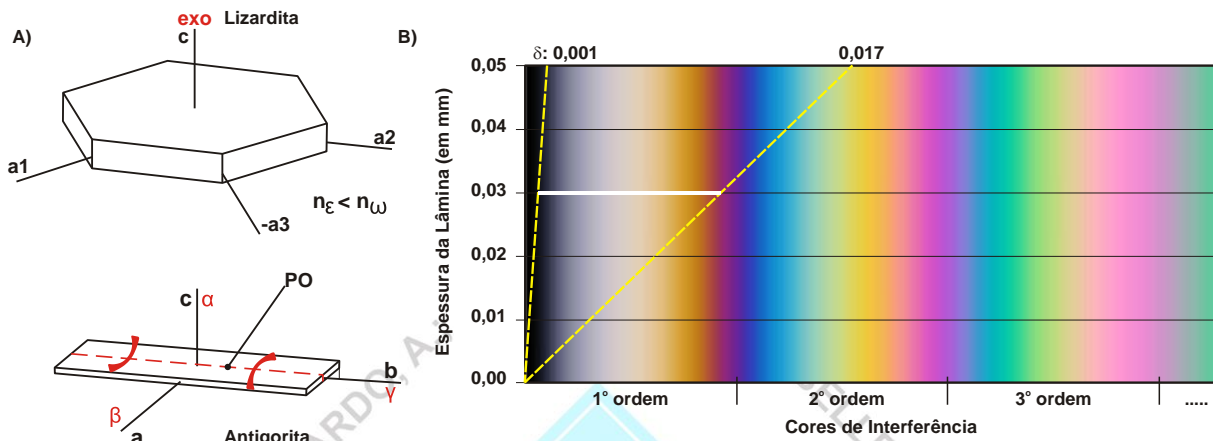
**Figura 3** – cristais de serpentina. (modificado de [www.smorf.nl](http://www.smorf.nl); [www.mineralienatlas.de](http://www.mineralienatlas.de))

**Propriedades óticas:** Cor: incolor a verde pálido em seção delgada. Relevo: fraco negativo a baixo positivo,  $n > c$  báltamo ( $\alpha = 1,532-1,571$ ,  $\beta = 1,546-1,573$ ,  $\gamma = 1,545-1,574$ ). Pode apresentar fraco pleocroísmo. Biaxial (-).  $\delta = 0,001-0,017$ .  $2V = 20^\circ-61^\circ$ . Dispersão: fraca,  $r > v$ .

- **lizardita:** incolor a verde pálido em lâmina delgada. Uniaxial (-).  $\varepsilon = 1,538-1,562$ ,  $\omega = 1,546-1,568$ ,  $\delta = 0,006-0,008$ . Pode ser Biaxial (-) com  $2V = 37^\circ-61^\circ$ .
- **crisotilo:** incolor, verde pálido a amarelo pálido em lâmina delgada. Pleocroísmo: pode ser levemente pleocróico, X = incolor, amarelo esverdeado, Y = incolor, verde, amarelo, Z = amarelo, verde. Orientação:  $\beta = b$ ,  $\alpha \wedge a =$  pequeno,  $\gamma \wedge c =$  pequeno. As fibras mostram elongação positiva. Biaxial (-).  $\alpha = 1,567-1,571$ ,  $\beta = 1,569$ ,  $\gamma = 1,568-1,572$ ,  $\delta = 0,013-0,017$ .  $2V = 30^\circ-50^\circ$ .
- **antigorita:** incolor a verde pálido em lâmina delgada. Pleocroísmo: pode mostrar fraco pleocroísmo, X = amarelo esverdeado pálido, Y = verde claro, Z = verde claro. Orientação:  $\alpha = c$  ou  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge a = -0^\circ$ . As lâminas mostram elongação positiva. Plano Ótico (PO): (010). Biaxial (-).  $\alpha = 1,555-1,567$ ,  $\beta = 1,560-1,573$ ,  $\gamma = 1,560-1,574$ ,  $\delta = 0,001-0,007$ .  $2V = 20^\circ-61^\circ$ . Dispersão: fraca,  $r > v$ .



**Figura 4** – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B) serpentinito (metaultramáfica). C), D) serpentina em mármore. E), F) serpentina em clorita-serpentina xisto. G), H) serpentina produto de alteração de olivina (metadunito). Chl: clorita. Dol: dolomita. Ol: olivina. Tlc: talco. N.D. nicóis descruzados. N.C. nicóis cruzados.



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

**Composição química:** a composição química do grupo das serpentinhas é relativamente simples, apresentando como fórmula ideal  $(Mg,Fe)_3[Si_2O_5](OH)_4$ . As principais substituições são normalmente de Si por Al, de Mg por Al,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ . Às vezes o Ni pode substituir o Mg (em média as serpentinhas magnesianas possuem 2,5% de Ni). O número de átomos (cátions e ânions) por unidade de fórmula (a.p.u.f.) é calculado na base para 9 (O,OH). (1) crisotilo em veio de fibras cruzadas (Transvaal, África do Sul). (2) lizardita em veio (Transvaal, África do Sul). (3) antigorita (região de Caracas, Venezuela). (1), (2), (3) análises compiladas de Deer et al. (1981).

	(1)	(2)	(3)
SiO <sub>2</sub>	41,83	41,23	43,60
TiO <sub>2</sub>	0,02	0,02	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30	0,54	1,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,29	1,32	0,90
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			0,02
FeO	0,08	0,09	0,81
NiO			0,16
MnO	0,04	0,07	0,04
MgO	41,39	41,84	41,00
CaO	Tr.	0,02	0,05
Na <sub>2</sub> O			0,01
K <sub>2</sub> O			0,03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	13,66	13,68	12,18
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1,57	0,97	0,08
<b>Total</b>	<b>100,18</b>	<b>99,80</b>	<b>99,92</b>

**Propriedades diagnósticas:** dureza baixa, porém não riscada pela unha, tato levemente untuoso, cor cinza a verde (geralmente), granulação fina e associação com rochas ultrabásicas submetidas a metamorfismo de baixo grau ou hidrotermalismo. Escala de Fusibilidade (von Kobell): 7. É decomposto por HCl com separação de sílica mas sem gelatinizar-se. Petrograficamente as serpentinhas com hábito placóide distinguem-se da brucita por esta ser uniaxial (+) e ter birrefringência maior. As serpentinhas fibrosas distinguem-se da tremolita, actinolita e antofilita asbestiformes por estas apresentarem índices de refração maiores e maior birrefringência. Distinguem-se das cloritas por estas terem índices de refração mais altos, cores de interferência anômalas e, às vezes, por serem pleocróicas.

**Gênese:** mineral formado por processos secundários, hidrotermais ou metamórficos (normalmente de baixo grau). É produto de alteração de silicatos magnesianos, especialmente olivina, piroxênios e anfibólios.

**Associação mineral:** ocorre associado a cromita, magnetita, magnesita, talco, olivina, anfibólios, clorita, etc.

**Ocorrências:** no Brasil ocorre em diversos corpos metaultrabásicos/metaultramáficos (Liberdade, Fortaleza de Minas, Ouro Branco (MG), Cromínia, Mairipotaba, Abadiânia, Cana Brava (GO), etc.).

**Variiedades:** *Jenkinsita* – var. de antigorita com ferro. De Jenkins. *Karachaíta* – var. de crisotilo.  $[MgSiO_3 \cdot H_2O]$ . De Karachai, Cáucaso (Rússia). O produto de alteração com Mg/Fe=6 chama-se xilotilo. *Nematofilita* – var. de serpentina contendo CaO e Na<sub>2</sub>O, de estrutura fibrosa. Do grego *nema* (filamento) + *phyllon* (folha), por seu hábito e estrutura). *Revdanskita* - var. niquelífera de serpentina (sin.: *revdinskita*, *revdinstá*, *rewdanskita*, *refdanskita*, *rewdjanskit* e *rewdinskita*). *Xilotilo* - produto de alteração da antigorita (com Mg/Fe = 6).



**Usos:** quando translúcidos podem ser usados para objetos ornamentais, substituindo inclusive o jade, sendo usado também para revestimentos, material refratário, cerâmica, fundente e fabricação de compostos de magnésio. A crisotila é conhecida como amianto branco e se apresenta em forma de fibras flexíveis, finas e sedosas, com comprimento variando de menos de 1 a mais de 40 milímetros. Resiste ao calor e caracteriza-se por ser facilmente tecida. Em temperaturas acima de 800°C a crisotila sofre decomposição térmica, transformando-se em forsterita. Esse fenômeno tem grande importância, pois a forsterita não é fibrosa, sendo inócua à saúde humana. Um quilo de fibra pode produzir até 20.000 metros de fio. A crisotila constitui o mais apreciado tipo de amianto, cujas fibras são empregadas na produção de tecidos incombustíveis e isolantes; no preparo de materiais para isolamento elétrico; na fabricação de grande número de peças, como gachetas, discos de embreagens, lonas para freios, etc., adicionando a outras substâncias; a maior quantidade, no entanto, é empregada na fabricação de materiais de cimentos-amianto. Como material maciço (serpentinóis), onde predomina antigorita, é usada na confecção de objetos de adorno, como vasos e cinzeiros, em formas de placas, à semelhança do mármore, ou usada como fundente na siderurgia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betejtin, A. 1970. **Curso de Mineralogia (2º edición)**. 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 (2º 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 (5º edição)**. Revisado 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. & Hurlbut 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.
- Mellini, M. 1982. The crystal structure of lizardite 1T: hydrogen bonds and polytypism. **American Mineralogist**, 67, p. 587-598.
- 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.



GUILLERMO RAFAEL B. NAVARRO, ANTENOR ZANARDO, CIBELE CAROLINA MONTIBELLER,  
THAIS GÜTZLAF LEME. (2017)  
**Livro de referência de Minerais Comuns e Economicamente Relevantes: FILOSSILICATOS.**  
**Museu de Minerais, Minérios e Rochas “Prof. Dr. Heinz Ebert”**

Uehara, S. 1998. TEM and XRD study of antigorite superstructures. *The Canadian Mineralogist*, 36, p. 1595-1605.

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

**sites consultados:**

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

