

CLORITÓIDE (chloritoid) - Mineral do Grupo dos Nessesilicatos. Grupo do Cloritóide. Forma série com a carboirita. $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Mn})_2\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_4$. De *clorita* + grego *eidos* (forma), por se assemelhar às cloritas.

Cristalografia: Monoclínico, classe prismática ($2/m$) ou Triclínico, classe pinacoidal ($\bar{1}$), ambos pseudo-hexagonais. **Grupo espacial e malha unitária:** $C2/c$, $a_0 = 9,50\text{Å}$, $b_0 = 5,50\text{Å}$, $c_0 = 18,22\text{Å}$, $\beta = 101^\circ57'$, $Z = 4$ ou $C\bar{1}$, $a_0 = 9,46\text{Å}$, $b_0 = 5,50\text{Å}$, $c_0 = 9,15\text{Å}$, $\alpha = 97,05^\circ$, $\beta = 101,56^\circ$, $\gamma = 90,10^\circ$, $Z = 4$.

Padrão de raios X do pó do mineral:

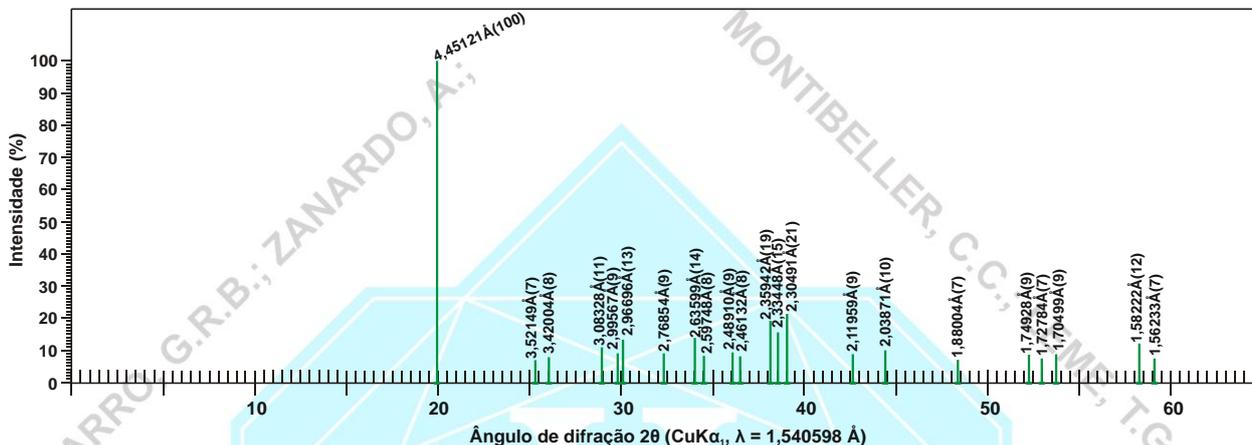


Figura 1 – posição dos picos principais do cloritóide (monoclínico) em difratograma de raios X (modificado de Hanscom, 1975).

Estrutura: a estrutura do cloritóide pode ser descrita como constituída por camadas de “octaedros” e “tetraedros” perpendiculares ao eixo “c”. As camadas octaédricas são de dois tipos: uma do “tipo da brucita” e outra do “tipo coríndon”. Entre as camadas tipo coríndon e tipo brucita, ocorrem camadas de tetraedros $[\text{SiO}_4]$, também perpendiculares ao eixo “c”. Cada camada ocorre com todos os tetraedros com os vértices apontando para a mesma direção e estas ocorrem alternadamente de modo que os tetraedros de cada camada apontam para cima e para baixo. Os tetraedros SiO_4 não formam uma lâmina contínua de composição $[\text{Si}_2\text{O}_5]$ como nas micas, os tetraedros ocorrem isolados. O polimorfo monoclínico apresenta quatro unidades formulares de malha unitária e o polimorfo triclínico tem as mesmas dimensões dos parâmetros a_0 e b_0 e dos ângulos β e γ , contudo o parâmetro c_0 é aproximadamente a metade (9,16Å) e a malha unitária possui duas unidades formulares.

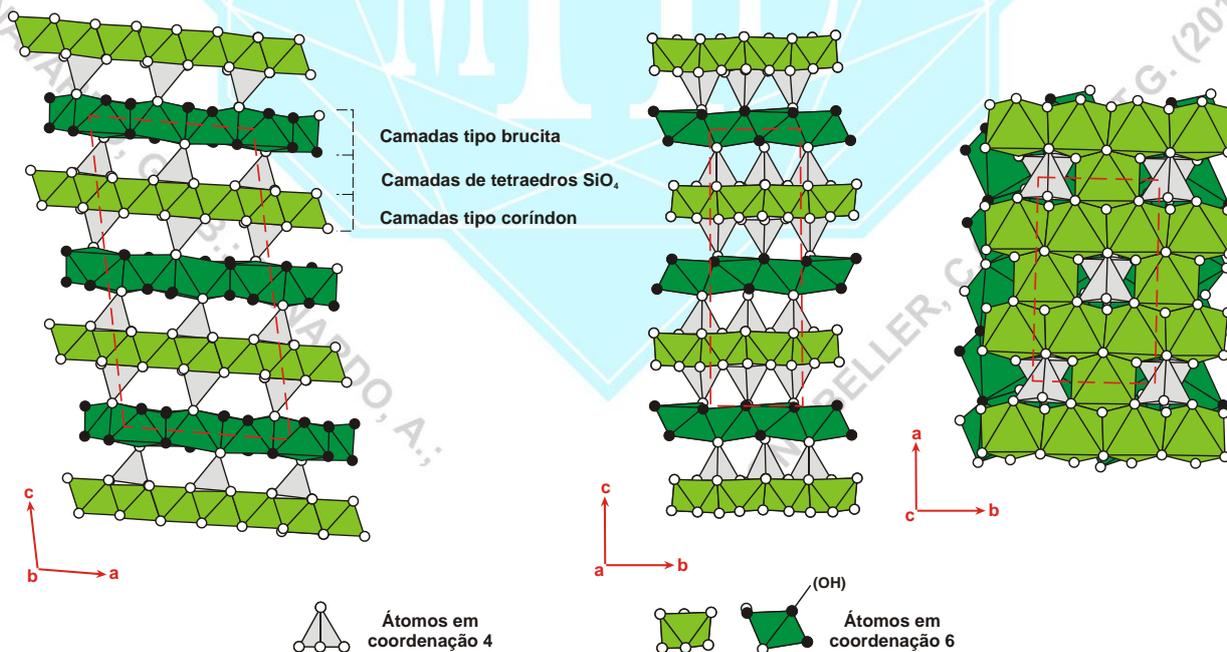


Figura 2 - estrutura do cloritóide. (modificado de Koch-Muller et al., 2000; http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Chloritoid_2.jp#WFLq-SQyUk).

Hábito: normalmente maciço. Forma agregados granulares, agregados grossamente foliados, tufo radiais e raramente rosetas. Normalmente foliado com folhas tipicamente curvas ou dobradas, também ocorre como pequenas escamas ou pequenas placas. Os cristais são prismáticos ou tabulares pseudo-hexagonais. Geminação: {001} frequente, lamelar ou simples.

Propriedades físicas: duas direções de clivagem, uma clivagem perfeita {001} (basal, não tão perfeita como das micas) e uma distinta {110}, partição {010}; quebradiço; Dureza: 6,5; densidade relativa: 3,46-3,8 g/cm³. Translúcido; cinza escuro, cinza esverdeado, preto esverdeado, verde a preto, verde grama em placas muito finas; cor do traço: branco, cinzento ou muito ligeiramente esverdeado; brilho: um pouco nacarado nas superfícies de clivagem.



Propriedades óticas: Cor: incolor, verde ou verde acinzentado em lâmina delgada. Relevo: alto positivo, $n >$ bálsamo ($\alpha = 1,705-1,730$, $\beta = 1,708-1,734$, $\gamma = 1,712-1,740$). Pleocroísmo: ausente ou fraco, $X =$ cinza esverdeado, verde-acinzentado pálido, verde oliva, incolor, azul esverdeado, amarelo, $Y =$ azul acinzentado a azul, azul ardósia a anil, verde azulado, $Z =$ incolor a amarelo esverdeado pálido, amarelo marrom esverdeado pálido. Orientação: $\alpha = b$ ou $\beta = b$ (monoclínico), $\gamma \wedge c = 2^\circ-30^\circ$. $Y \cong b$ (triclínico). As seções alongadas mostram alongação negativa. Plano Ótico (PO): normal à (010). Biaxial (+), pode ser biaxial (-). $\delta = 0,005-0,022$. $2V = 36^\circ-89^\circ$, normalmente $40^\circ-65^\circ$. Dispersão: forte, $r > v$, com cores de interferência anômalas. Em alguns casos a dispersão é tal que os cristais não se extinguem com os nicóis cruzados, a não ser que sejam examinados em luz monocromática.

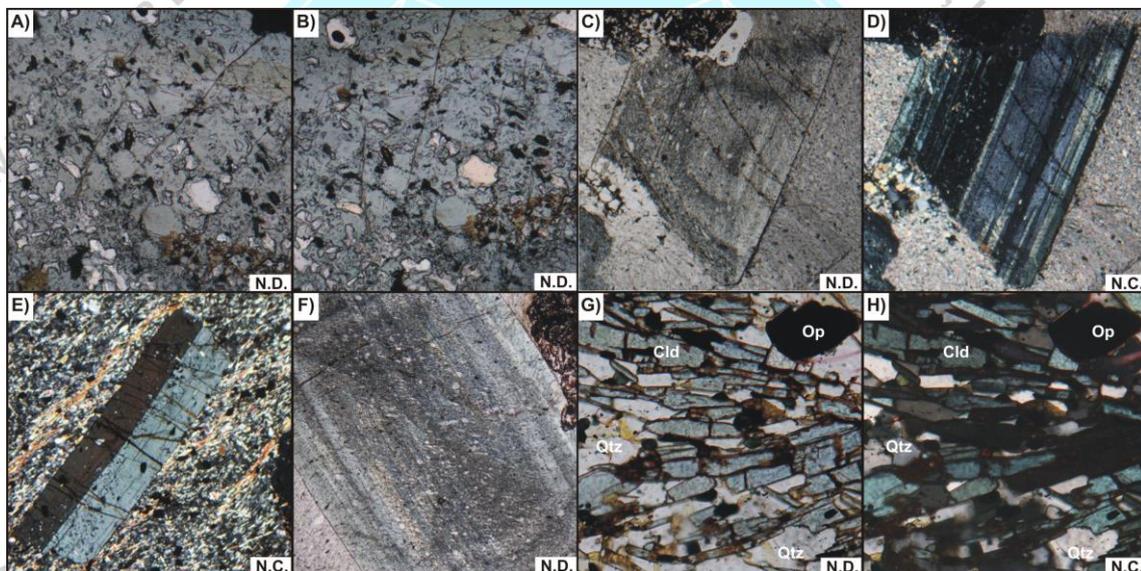


Figura 3 – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B) mudança na de cor em cristal de cloritóide (pleocroísmo: verde claro a verde amarelado claro). C), D) E) porfiroblastos de cloritóide mostrando geminação característica (lamelar). F) inclusões com aspecto de “ampulheta” em porfiroblasto de cloritóide. G), H) cloritóide xisto. Cld: cloritóide. Op: opacos. Qtz: quartzo. N.D. nicóis descruzados. N.C. nicóis cruzados.

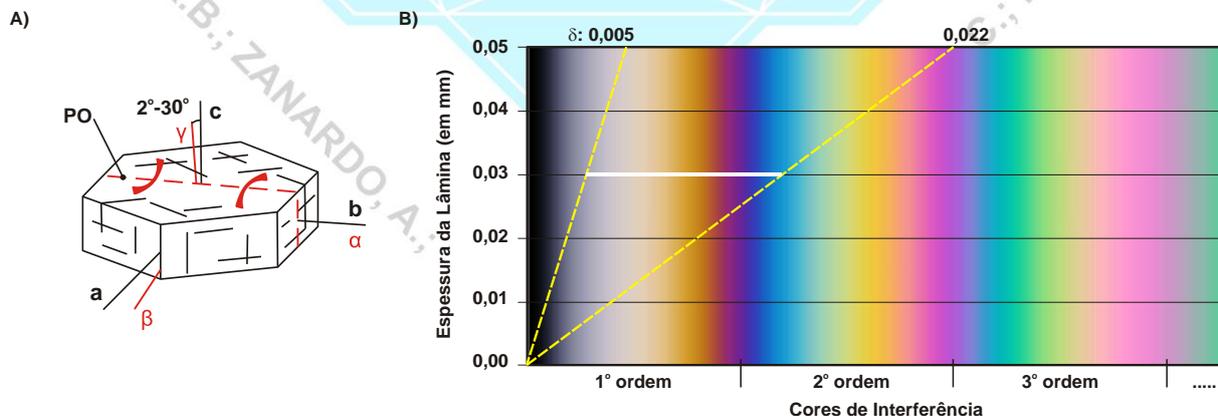


Figura 4 – A) orientação ótica de cristal de cloritóide (modificado de Deer et al., 1981). B) carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ($\delta = \gamma - \alpha$) de cristais de cloritóide com espessura de 0,03 mm.



Composição química: Aluminossilicato básico de ferro com magnésio e manganês. O número de átomos (cátions e ânions) por unidade de fórmula (a.p.u.f.) é calculado na base para 14 (O). (1) cloritóide em granada-estauroilita xisto (Patton Uplands, URSS). (2) cloritóide em veio associado a paragonita (Shakatangchi, Taiwan). (3) cloritóide em muscovita-clorita-quartzo xisto (Angers, França). (4) cloritóide associado a fengita, glaucofânio e quartzo em xisto (Île de Groix, França). (5) cloritóide em quartzo filito (Alpe dei Mais, Itália). (1), (2), (3), (4), (5) análises compiladas de Deer et al. (1997).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
SiO ₂	25,18	23,42	26,00	24,05	24,80
TiO ₂	0,30	0,09	0,60	0,24	0,10
Al ₂ O ₃	40,27	40,24	39,15	41,61	39,02
Fe ₂ O ₃		1,26	4,55	2,89	2,07
FeO	25,14	25,86	19,85	19,80	25,25
MnO	0,40	0,34	0,20	0,40	0,39
MgO	0,30	1,62	2,40	3,84	1,30
CaO	0,48		0,95	0,16	0,00
Na ₂ O	0,05		0,25	0,09	
K ₂ O	0,16		0,25	0,11	
H ₂ O ⁺	7,63	7,12	5,00	7,00	7,25
H ₂ O ⁺			0,75	0,05	
Total	99,19	99,95	100	100,27	100,18

Propriedades diagnósticas: o hábito associado à cor, dureza e propriedades óticas (pleocroísmo, relevo alto positivo, geminação lamelar e forte dispersão). Petrograficamente as biotitas verdes e o estilpnomelano possuem birrefringência bem mais elevada. Distingue-se da margarita pelos índices de refração maiores, birrefringência menor e dispersão forte ($r > v$). Distingue-se das cloritas por estas terem índices de refração menores, pela cor do pleocroísmo (tons de verde, verde amarelado, amarelados, sendo as cores de absorção mais intensas verde escuro ou verde azeitona), clivagem melhor, birrefringência baixa (algumas apresentam cores de interferência anômalas), 2V menor e dispersão (forte, $r < v$).

Gênese: mineral encontrado em rochas metamórficas aluminosas e/ou carbonáticas, com composição química bem definida, em condições de metamorfismo regional ou de contato de temperatura baixa a moderada. Normalmente aparece na forma de pequenos porfiroblastos, em rochas que sofreram metamorfismo geralmente abaixo de 480°C. É um mineral muito comum em cinturões metamórficos de baixo grau.

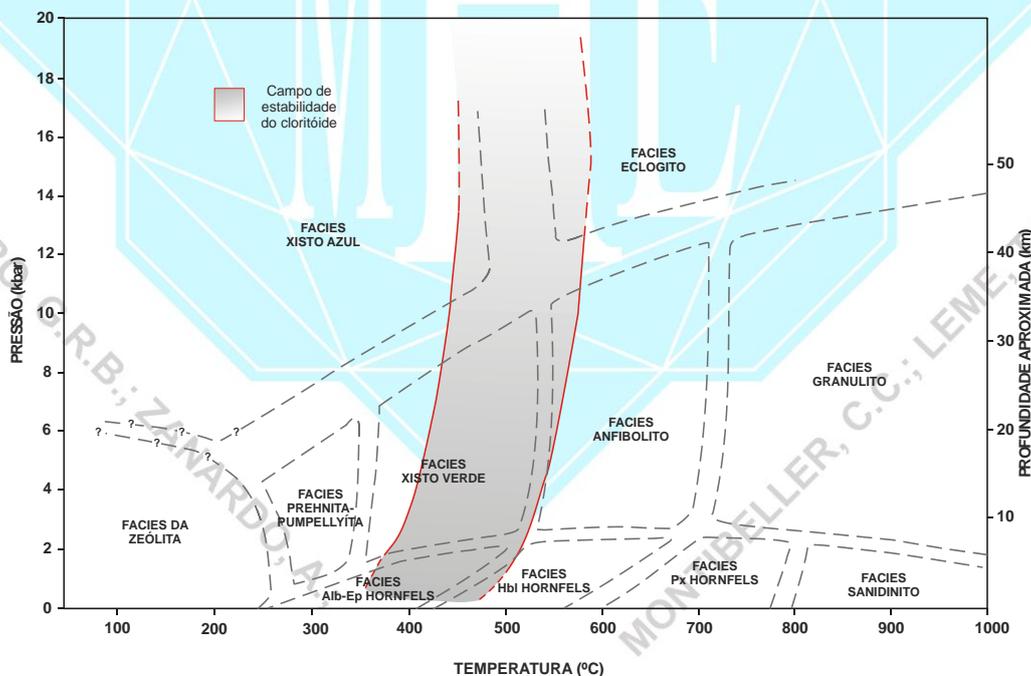


Figura 5 – gráfico P-T mostrando o campo de estabilidade do cloritóide. (Modificado de Yardley, 1989; Speer, 1993).

Associação mineral: ocorre associado a muscovita, clorita, granada, estauroilita, cianita, quartzo, rutilo, biotita, plagioclásio, etc.

Ocorrências: no Brasil é encontrado no Vale do Ribeira (SP); Fortaleza de Minas, Serra do Caraça, Rodrigo Silva, Pirapora (MG), no Grupo Canastra na região de Tapira (MG), etc.



Variiedades: *Masonita* - var. de cloritóide cristalizado em grandes placas verde-escuras. Homenagem ao norte-americano Owen Mason. *Ottrelita* - var. de cloritóide de cor cinza a preto, rica em Mn. De Ottrez, Bélgica, onde foi descoberto. *Sismondina* - var. de cloritóide com magnésio. De Sismondi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beteytin, 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)**. 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.
- Hanscom, R. H. 1975. Refinement of the crystal structure of monoclinic choritoid. **Acta Crystallographica B (24,1968-38,1982)**, 31, i.p. 780.
- 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.
- Koch-Muller, M.; Abs-Wurmbach, I.; Langer, K.; Shaw, C.; Wirth, R.; Gottschalk, M. 2000. Synthetic and natural Fe-Mg chloritoid: structural, spectroscopic and, thermodynamic studies, Sample: RO2. European **Journal of Mineralogy**, 12, p. 293-314.
- 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.
- Speer, F. S. 1993. **Metamorphic phase equilibria and Pressure-Temperature-time Paths (2 edition)**. Mineralogical Society of America, Washington, D.C., EUA. 799 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: NESOSSILICATOS.
Museu de Minerais, Minérios e Rochas “Prof. Dr. Heinz Ebert”

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

sites consultados:

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

