



MALAQUITA (malachite) – Mineral do Grupo dos Carbonatos. Grupo da Azurita-Rosasita. $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$. Do grego *malakhites*, devido a sua cor verde característica.

Cristalografia: Monoclínico, classe prismática ($2/m$). **Grupo espacial e malha unitária:** $P2_1/a$, $a_0 = 9,502\text{Å}$, $b_0 = 11,974\text{Å}$, $c_0 = 3,240\text{Å}$, $\beta = 98^\circ 45'$, $Z = 4$.

Padrão de raios X do pó do mineral:

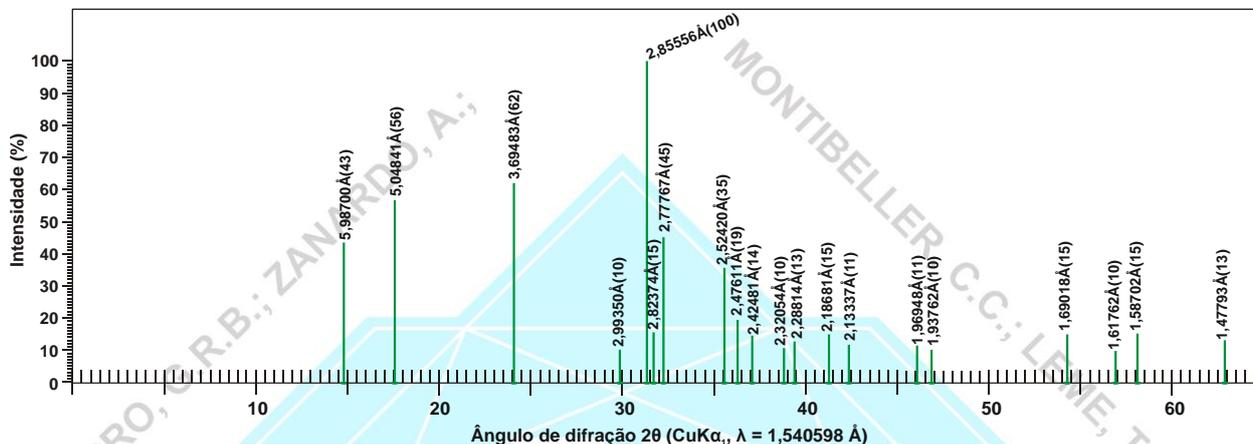


Figura 1 – posição dos picos principais da malaquita em difratograma de raios X (modificado de Suesse, 1953).

Estrutura: a estrutura da malaquita é formada por átomos de cobre em coordenação 6 (octaédrica) e grupos aniônicos $[\text{CO}_3]^{2-}$ com geometria triangular. Os octaedros de Cu são definidos por uma geometria planar entre os átomos de cobre e quatro elementos de ligação (O e/ou OH), e os vértices externos dos octaedros são ocupados por dois átomos de O, completando assim os octaedros. Estes octaedros estão unidos entre si por arestas, definindo cadeias em zigue-zague paralelas ao eixo “a”, que se interconectam através dos grupos aniônicos $[\text{CO}_3]^{2-}$. Cada grupo OH é compartilhado com dois átomos de Cu, e cada O do grupo aniônico CO_3 está ligado a pelo menos um átomo de Cu.

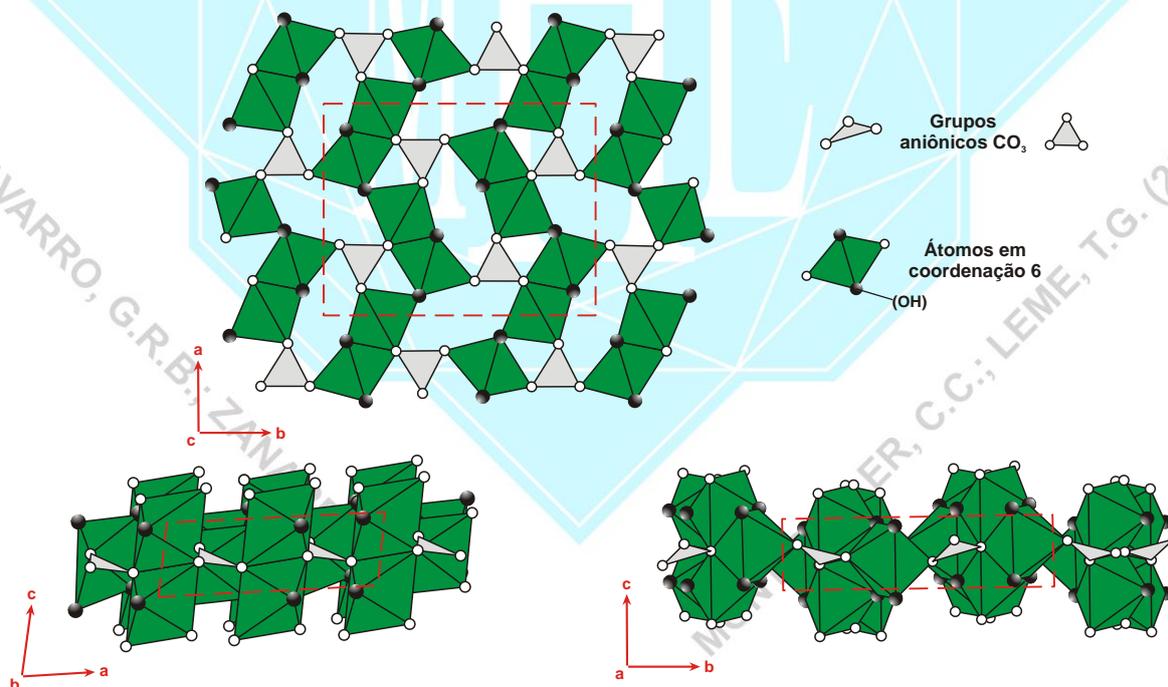


Figura 2 - estrutura da malaquita. (modificado de Susse, 1967; http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Malachite.jpg#.WHt-muSQx9A)

Hábito: tipicamente ocorre como massas mamilonares, botrioidais, crostas, agregados radiais ou fibrosos, estalactíticas. Os cristais são aciculares a prismáticos fibrosos, equidimensionais. Os cristais bem formados não são comuns. Geminação: em $\{100\}$, $\{201\}$, muito comum de contato ou de penetração, também polissintética.

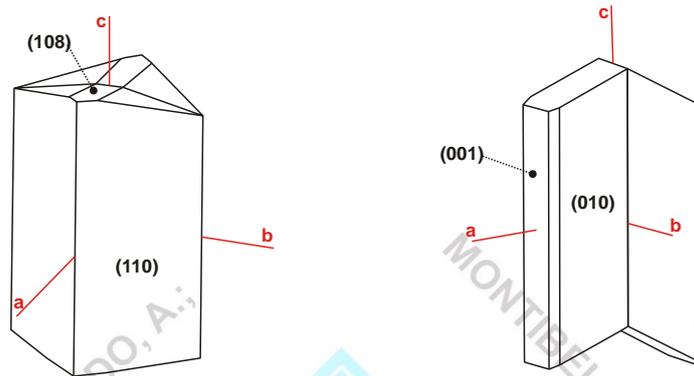


Figura 3 – cristais de malaquita. (modificado de www.smorf.nl; www.mineralienatlas.de)

Propriedades físicas: três direções de clivagem, duas direções de clivagem perfeitas {001}, {201} e uma fraca {010}; fratura: conchoidal a irregular; Dureza: 3,5-4; densidade relativa: 4,03-4,07 g/cm³. Transparente a opaco; verde brilhante, verde escuro, verde enegrecido, frequentemente com faixas paralelas de diferentes tons de verde; cor do traço: verde claro; brilho: adamantino a vítreo, nacarado a sedoso se fibroso, fosco a terroso se maciço.

Propriedades óticas: Cor: verde a verde amarelado em luz transmitida. Relevo: moderado positivo a muito alto positivo, $n >$ bálsamo ($\alpha = 1,652-1,658$, $\beta = 1,872-1,878$, $\gamma = 1,906-1,912$). Pleocroísmo: X = quase incolor, Y = verde amarelado, Z = verde escuro. Orientação: $\alpha \wedge c = 32^\circ$, $\beta = b$. Plano Ótico (PO): (010). Biaxial (-). $\delta = 0,254$. $2V = 41^\circ-45^\circ$. Dispersão: moderadamente forte e inclinada, $r > v$ ou $r < v$. Absorção: $X < Y < Z$.

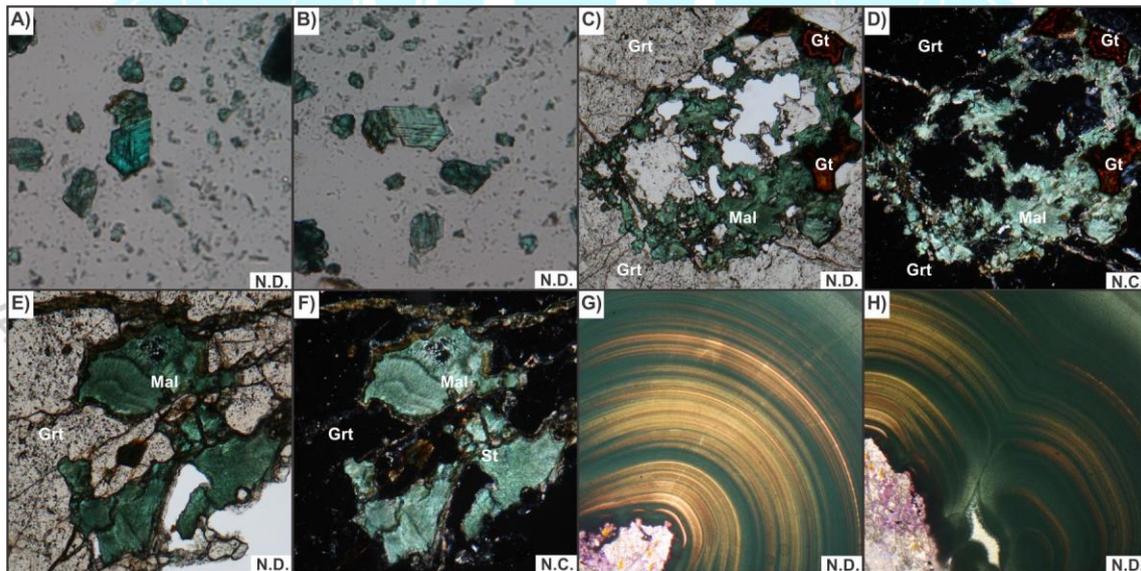


Figura 4 – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B) mudança na cor (pleocroísmo: verde claro a verde escuro) em cristal de malaquita (lâmina de pó). C), D), E), F) lâmina delgada mostrando cavidades preenchidas por malaquita fibrosa. G), H) malaquita botroidal. Grt: granada. Gt: goethita. Mal: malaquita. N.D. nicóis descruzados. N.C. nicóis cruzados.

Composição química: Carbonato básico de cobre. (1) $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$. (2) Rio Marina, Itália. (2) análise compilada de <http://handbookofmineralogy.org/pdfs/malachite.pdf>.

	(1)	(2)
CO ₂	19,9	20,04
CuO	71,95	72,03
H ₂ O	8,15	8,09
Total	100	100,16

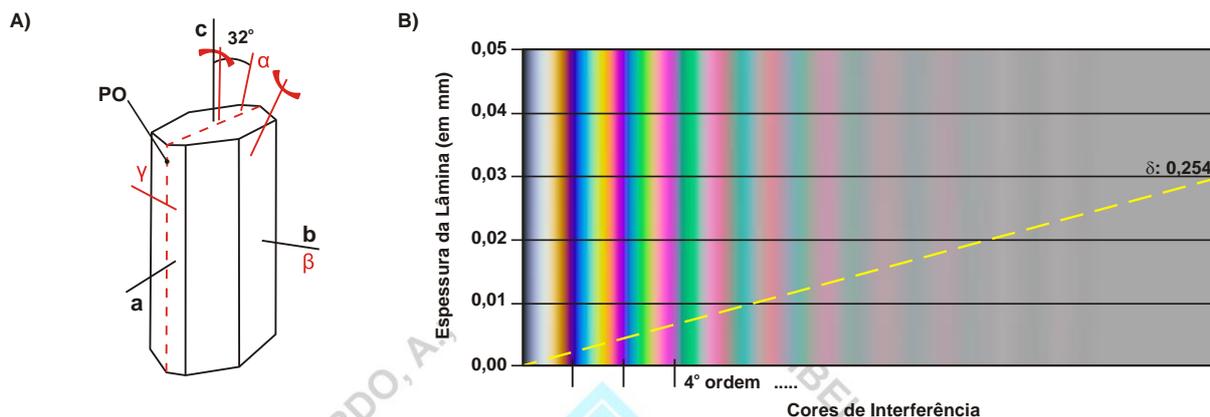


Figura 5 – A) orientação ótica de cristal de malaquita (modificado de Nesse, 2004). B) carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ($\delta = \gamma - \alpha$) de cristais de malaquita com espessura de 0,030 mm.

Propriedades diagnósticas: cor característica, solubilidade em HCl (às vezes sem efervescência) associação com azurita e estrutura radial-fibrosa. Escala de fusibilidade (von Kobell): 2. Solúvel em HCl com efervescência, formando solução verde; solúvel também em HNO_3 , com efervescência. Umedecida em HCl dá cor azul à chama. Distingue-se de outros minerais verdes como antlerita, atacamita, crisocola e brochantita por estes não mostrarem efervescência em HCl. Petrograficamente distingue-se da atacamita pela extinção inclinada e birrefringência extrema, a atacamita e brochantita apresentam uma única direção de clivagem {010}, que é paralela à alongação e normal à bisetriz aguda. Da antlerita por esta ser biaxial (+), ter birrefringência menor e ter extinção reta. É semelhante a conicalcita, da qual se distingue por ter maior birrefringência, e dureza e densidade um pouco mais baixas. Distingue-se da cornualhita por apresentar clivagem, por efervescer em ácidos, ser um pouco mais mole, por ter pleocroísmo e ter birrefringência maior.

Gênese: mineral secundário, encontrado na zona de oxidação de depósitos de cobre, oriundo da alteração de sulfetos de cobre, normalmente em associação com azurita.

Associação mineral: ocorre associado a azurita, cuprita, cerussita, crisocola, calcita, etc.

Ocorrências: no Brasil ocorre principalmente nos estados de Minas Gerais (na mina Córrego do Feijão, Brumadinho; no distrito de Cachoeira do Campo, Quadrilátero Ferrífero), Bahia (na Serra das Éguas, Brumado; no vale do rio Curaçá no depósito Surubim, Curaçá; em Jaguarari, na mina Caraíba; em Piatã, na mina Inúbia; no distrito de Ibiajara, Rio do Pires), Goiás (no depósito Mangabeira em Monte Alegre de Goiás; em Santo Antônio da Esperança, Santa Cruz de Goiás), Pará (em Curionópolis na mina Serra Verde e em Parauapebas na mina Igarapé Bahia, Província Mineral de Carajá), Paraíba (em Picuí, Província Mineral de Borborema), Paraná (na mina Perau em Adrianópolis), Rio Grande do Norte (em Carnaúba dos Dantas no pegmatito Alto Mirador; em Parelhas no pegmatito Boqueirão), São Paulo (em Itapeva, na mina Santa Blandina) e Rio Grande do Sul (em Caçapava do Sul nas minas Camaquã e Seival).

Variiedades: *Parauricalcita* - var. zincífera de malaquita. Do grego *para* (quase) e *auricalcita*. *Plumbomalaquita* - var. de malaquita com chumbo. Do latim *plumbum* (chumbo) + malaquita, em alusão a sua composição.

Usos: a malaquita foi empregada como pigmento em pintura e, ainda hoje, é usada na confecção de objetos de adorno e em joalheria. Pode ser minério de Cu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betejtin, A. 1970. **Curso de Mineralogia (2ª 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 (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.
- Chang, L. L. Y.; Howie, R. A.; Zussman, J. 1998. **Rock-Forming Minerals. Non-silicates: Sulphates, Carbonates, Phosphates, Halides. Volume 5B (2ª edition)**. The Geological Society, London, England. 383 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.

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.

Navarro, G. R. B. & Zanardo, A. 2012. **De Abelsonita a Zykaíta – 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.

Palache, C.; Berman, H.; Frondel, C. 1966. **The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Volume II. Halides, Nitrates, Borates, Carbonates, Sulfates, Phosphates, Arsenates, Tungstates, Molybdates, etc.** John Wiley & Sons, Inc., New York (7º edition). 1124 p.

Sinkankas, J. 1964. **Mineralogy for Amateurs**. Van Nostrand Reinhold Company, New York, EUA. 585 p.

Suesse, P. 1953. Verfeinerung der Kristallstruktur des Malachits, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. **Naturwissenschaften**, 66, i.p. 80.

Susse, P. 1967. Verfeinerung der kristallstruktur des malachits, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. **Acta Crystallographica**, 22, p. 146-151.

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.

sites consultados:

www.handbookofmineralogy.org

www.mindat.org

www.mineralienatlas.de

<http://rruff.info>

www.smorf.nl

www.webmineral.com