

QUARTZO (quartz) - Mineral do Grupo dos Tectossilicatos. Grupo do Quartzo e/ou Sílica. Polimorfo da tridimita, cristobalita, coesita e stishovita. SiO_2 . Termo de origem incerta, proveniente da palavra alemã *quarz*.

Cristalografia: Trigonal, classe trapezoédrica-trigonal (32) (quartzo- α), e Hexagonal, classe trapezoédrica-hexagonal (quartzo- β). **Grupo espacial e malha unitária:** quartzo- α : $P3_121$ ou $P3_221$, $a_0 = 4,9135\text{\AA}$, $c_0 = 5,4050\text{\AA}$, $Z = 3$. quartzo- β : n.d., $a_0 = 5,010\text{\AA}$, $c_0 = 5,470\text{\AA}$, $Z = \text{n.d.}$

Padrão de raios X do pó do mineral:

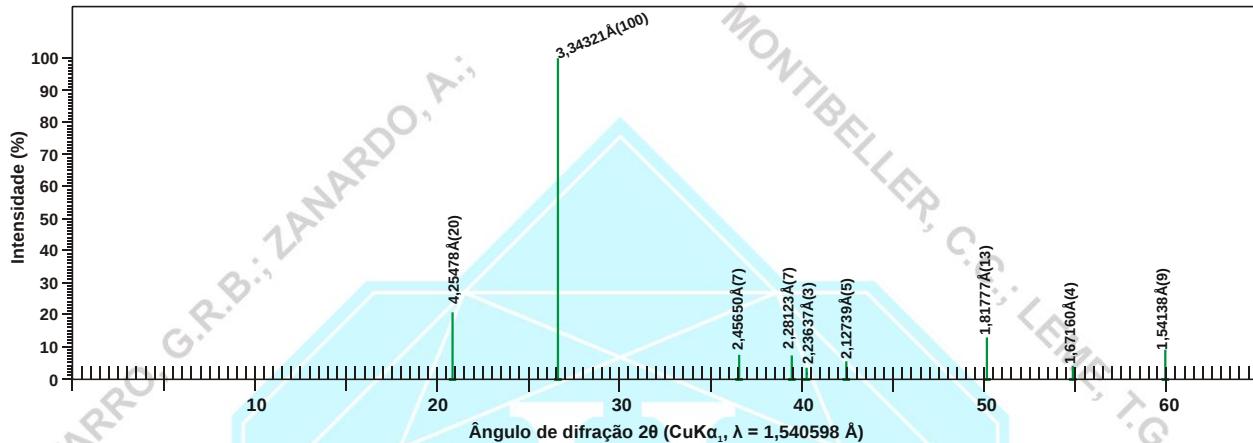


Figura 1 – posição dos picos principais do quartzo alfa em difratograma de raios X (modificado de Donnay & le Page, 1974).

Estrutura: a estrutura do quartzo- α consiste em uma rede tridimensional de tetraedros SiO_4 . A distribuição dos tetraedros, comparando com a estrutura da quartzo- β , é menos regular e os tetraedros estão deslocados relativamente às suas posições ideais. A transformação de quartzo- $\alpha \leftrightarrow$ quartzo- β não envolve nenhum rompimento das ligações Si-O e ocorre por movimentos atômicos relativamente pequenos. Em relação aos polimorfos tridimita e cristobalita, o quartzo apresenta uma estrutura mais densa. As diferenças nos parâmetros de malha unitária do quartzo, estão relacionadas a presença de átomos estranhos na estrutura (impurezas).

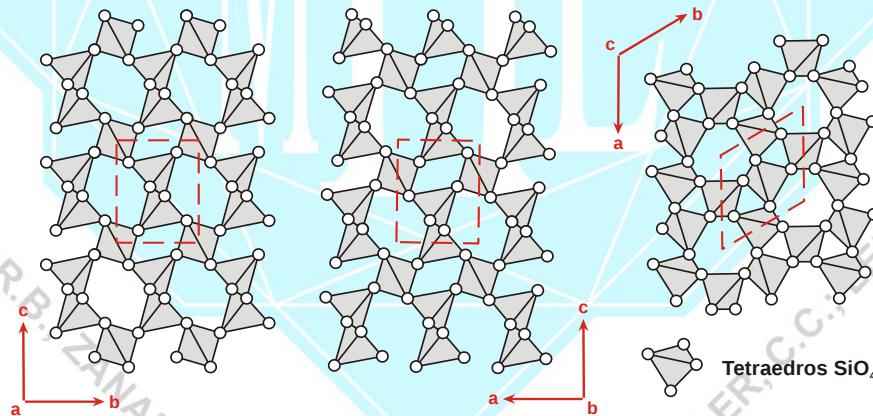


Figura 2 - estrutura do quartzo. (modificado de Levien et al., 1980;
http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Quartz.jpx#.WW5wEOSouUK).

Hábito: maciço ou em agregados com granulação variada. Os cristais são normalmente prismáticos, com as faces do prisma estriadas horizontalmente, com seção basal hexagonal. Normalmente são terminados por uma combinação de romboedros (+) e (-), às vezes com aspecto de bipirâmide hexagonal. Pode formar cristais alongados, com formas pontiagudas e afiladas; cristais torcidos ou curvos. A geminação, embora raramente vista em lâminas delgadas, é bastante frequente e pode ser observada em amostras macroscópicas de cristais de quartzo bem desenvolvidos. As leis mais frequentes são: Lei de Delfinado, eixo de macela “c”, plano {10̄10}; Lei do Brasil, plano {11̄20}; Lei do Japão, plano {11̄22}; Lei de Estérel, plano {10̄11}; Lei de Sardenha, plano {10̄12}; Lei de Breithaupt, plano {11̄21} e Lei combinada de Delfinado-Brasil.

Propriedades físicas: sem clivagem, pode apresentar clivagem muito ruim raramente observável (mesmo em seção delgada), em {10̄11}, {01̄11}, {10̄10} e partição romboédrica (a deformação experimental de quartzo a 450° e 4.000

atmosferas dá origem a fragmentos de clivagem romboédricos ou prismáticos); fratura: conchoidal; quebradiço; Dureza: 7, variável pela direção e forma; densidade relativa: 2,65 g/cm³, 2,59-2,63 g/cm³ quando maciço; piezoelettrico e piroelétrico, pode ser triboluminescente. Transparente a quase opaco; incolor ou branco, pode ser também púrpura, preto, cinza, leitoso, amarelo, marrom, azul, etc, devido a composição química ou a inclusões; cor do traço: branco; brilho: vítreo, graxo a fosco quando maciço.

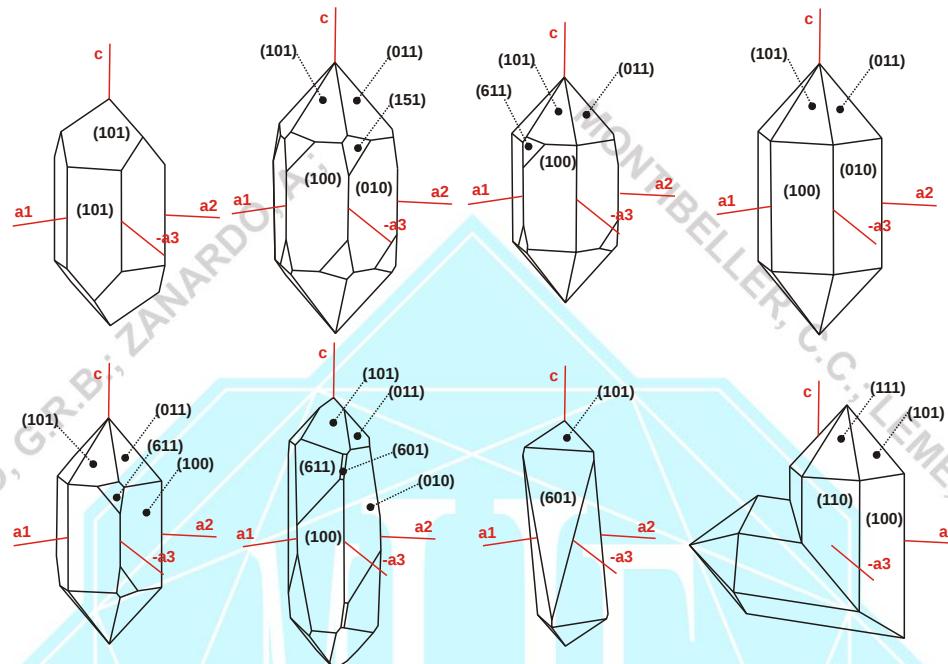


Figura 3 – cristais de quartzo. (modificado de www.smorf.nl; www.mineralienatlas.de). As faces cristalográficas estão expressas por Índices de Miller.

Propriedades óticas: Cor: incolor em seção delgada. Relevo: baixo positivo, $n >$ bálsamo ($\epsilon = 1,552-1,553$, $\omega = 1,543-1,544$). Mostra extinção paralela a face dos cristais. A seção basal permanece escura em todas as posições. Uniaxial (+). $\delta = 0,009$. Em rochas submetidas à deformação direcional o quartzo apresenta extinção ondulante, que pode estar acompanhada de finas lamelas atribuídas a deslizamento por translação. O quartzo com extinção ondulante ou rico em inclusões pode exibir caráter biaxial com $2V$ de até 25° . Os fenômenos de deformação são geralmente apagados por recuperação e principalmente recristalização posterior. A variedade ametista, às vezes, é biaxial com $2V$ de até 35° . O quartzo fumê também pode ser biaxial com $2V$ de até 8° .

Composição química: Óxido de silício. O conteúdo de SiO₂ é praticamente 100%. São poucas as amostras aparentemente puras e de alta qualidade. As análises químicas revelam pequenas quantidades de outros óxidos como de Li, Na, K, Al, Fe³⁺, Mn, Ti, etc. devido a pequenas inclusões de outros minerais (como ex. rutilo) ou a líquidos que preenchem cavidades no interior do quartzo. A substituição de átomos de Si por átomos de Al parece acompanhar a introdução de íons alcalinos maiores como K e Na. (1) quartzo incolor. (2) quartzo fumê. (3) quartzo róseo. (4) quartzo ametista. (1), (2), (3), (4) análises compiladas de Deer et al. (1981).

	(1)	(2)	(3)	(4)
SiO₂	99,99498	99,99608	99,98605	99,9546
TiO₂	0,0001	0,0002	0,0015	0,0004
MnO₂	0,00002	0,00002	0,00005	0,0000
Al₂O₃	0,0008	0,0008	0,0001	0,0004
Fe₂O₃	0,0000	0,0005	0,0003	0,0216
Na₂O	0,0004	0,0000	0,0011	-
K₂O	0,0002	0,0000	0,0001	-
Li₂O	0,0005	0,0004	0,0038	-
Total	99,997	99,998	99,993	99,977

Propriedades diagnósticas: brilho, fratura conchoidal, forma dos cristais, estriações perpendiculares ao eixo "c", transparência e propriedades óticas (relevo fraco positivo, extinção paralela a face dos cristais, caráter ótico uniaxial (+) e birrefringência baixa). Insolúvel em ácidos, com exceção do HF; também é solúvel em fusão de Na_2CO_3 . Petrograficamente distingue-se do berilo por este apresentar relevo sensivelmente maior e ser uniaxial (-). Da nefelina por esta ter relevo e birrefringência menores. Da cordierita por esta ter birrefringência maior, ser biaxial, ter $2V$ moderado a grande, mostrar normalmente geminação e alteração para filossilicatos (sericita, muscovita, clorita). Fragmentos de albita e oligoclásio sem geminação característica distinguem-se do quartzo por serem biaxiais e por

mostrarem clivagem. Superficialmente é semelhante ao topázio, do qual distingue-se por este apresentar relevo maior, clivagem basal perfeita e ser biaxial (+). O quartzo distingue-se das escapolitas por estas apresentarem clivagem e, além disso distingue-se da escapolita sódica (marilaita) por ter birrefringência menor.

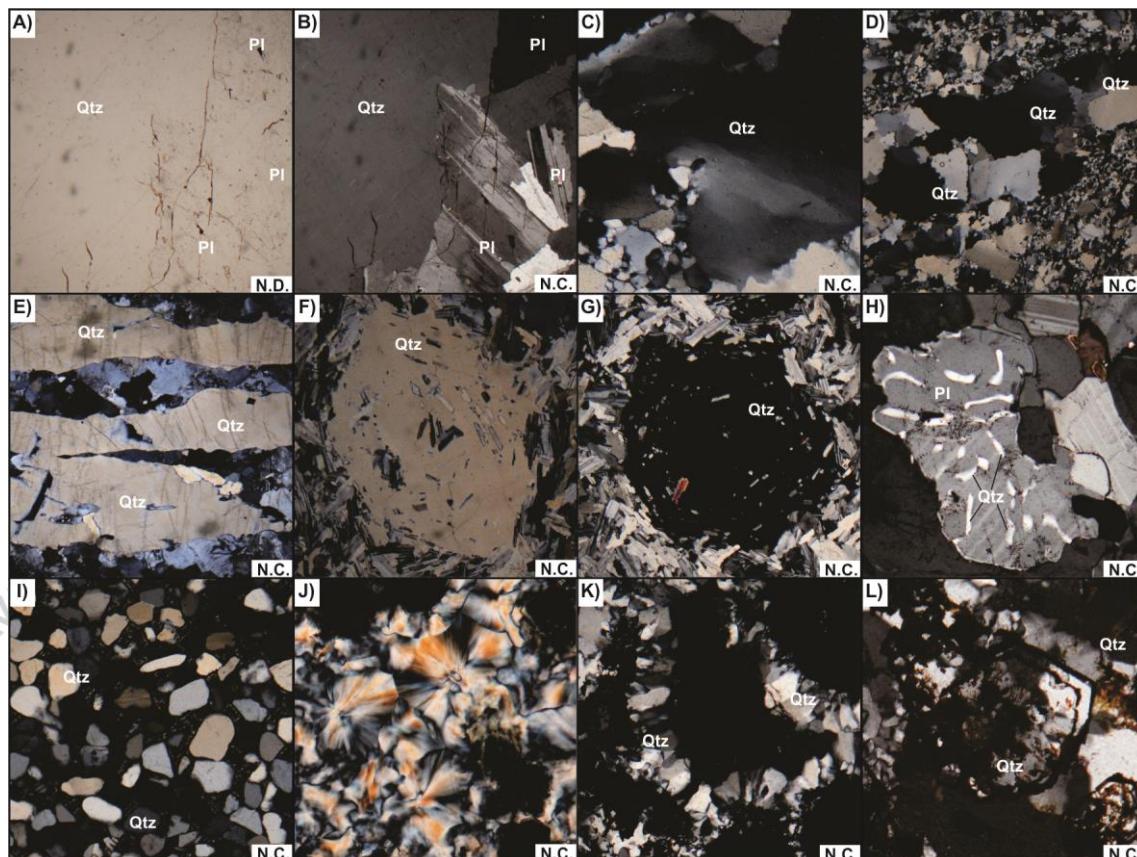


Figura 4 – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B) cristais de quartzo em pegmatito. C) quartzo com extinção ondulante. D) lente de cristais de quartzo. E) ribbons de quartzo em granulito. F) cristal subédrico de quartzo em álcali granito. G) seção basal de quartzo em álcali granito. H) quartzo vermiciforme em plagioclásio (mirmequita). I) grãos de quartzo detritico em arenito cimentado por opala. J) quartzo “fibroso” (calcedônia) preenchendo cavidades. K) cristais de quartzo preenchendo cavidades. L) apatita silicificada (pseudomorfo em rocha alcalina). PI: plagioclásio. Qtz: quartzo. N. D. nicóis descruzados. N.C. nicóis cruzados.

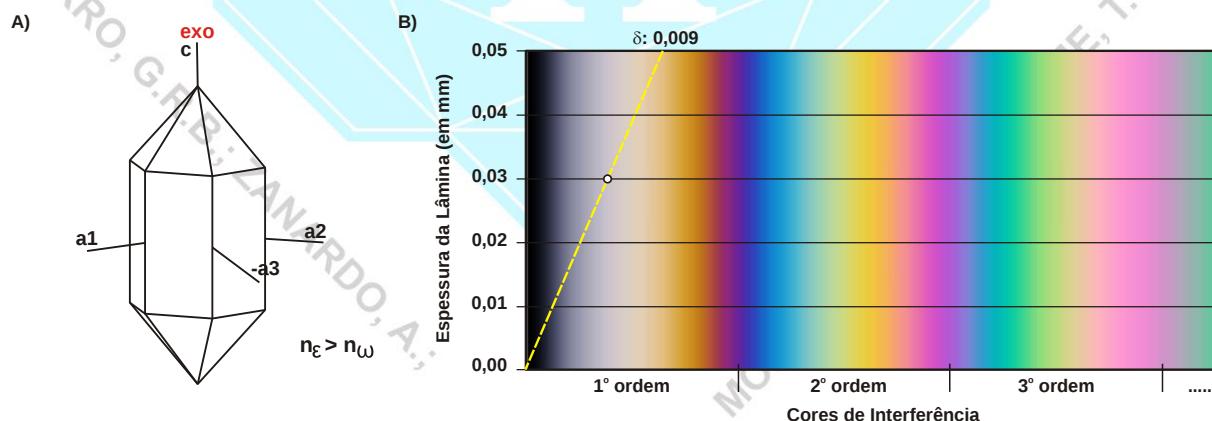


Figura 5 – A) orientação ótica de cristal de quartzo. **B)** carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ($\delta = \varepsilon - \omega$) de cristais de quartzo com espessura de 0,030 mm. exo: eixo ótico.

Gênese: o quartzo é um dos minerais mais abundantes e ocorre como constituinte essencial de muitas rochas eruptivas, plutônicas, sedimentares e metamórficas, perfazendo cerca de 12% do volume da crosta terrestre. Aparece também em veios pneumatoíticos e hidrotermais, frequentemente associado a minérios, sendo que os cristais mais



bonitos são encontrados em cavidades (geodos e amígdalas) de rochas efusivas a hipoabissais, pegmatitos e veios hidrotermais.

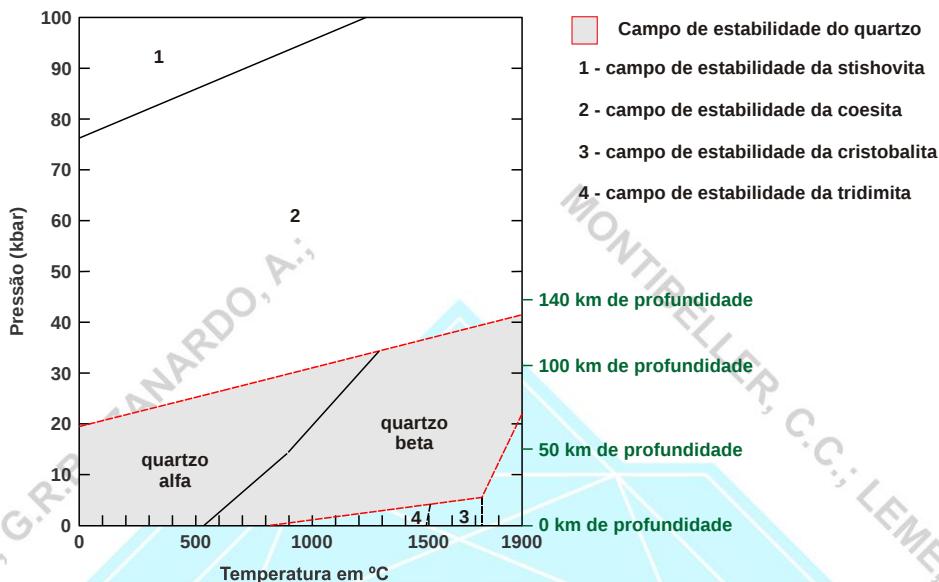


Figura 6 – gráfico P-T mostrando o campo de estabilidade do quartzo. (modificado de Chvátal, 1999).

Associação mineral: ocorre associado a calcita, fluorita, muscovita, feldspatos, epidoto, anfibólios, clorita, zeólitas, piroxênios e muitos outros minerais.

Ocorrências: no Brasil depósitos de areia de quartzo para vidro e fundição ocorrem em: Descalvado, Itirapina, Rio Claro, Franca, etc. (SP). A variedade ametista ocorre em: Serra do Divisor (AC); Bom Jesus dos Meiras, Conquista, Ituassu, Rio de Contas, Caiteté, Brejinho das Ametistas, Itambé, Santo Sé, Jacobina e Urandi (BA); Barbalha, Canindé, São Francisco e Tanhá (CE); Castelo (ES); Serra dos Cristais (GO); Coimbra e leitos dos rios Cuiabá e Coxipó (MT); Araçuaí, Bom Jardim do Turvo, Diamantina, Morro Borrachudo, Miguel Burnier, Patrocínio, Teófilo Otoni e Triângulo Mineiro (MG); Batalha e Cocal (PI); Livramento, Quaraim, São Borja, Soledade e leito do rio Taquari (RS). O cristal de rocha ou quartzo hialino e outras variedades ocorrem em: Diamantina, Araçuaí, Bom Despacho, Cachoeira do Campo, Congonhas, Grão Mongol; Ouro Preto, Itabira, Jequitaí, Lavras, Lagoa Dourada, Mariana, Montes Claros, Rio Doce, Rio Jequitinhonha, São Miguel, Rodrigo Silva, Sabará, Saeté, Salinas, Lavrinhas, Comechas, Santo Antônio, Serro, Sete Lagoas, Teófilo Otoni, Uberaba, Uberlândia, Governador Valadares (MG); Cristalina, Catalão e Santa Luzia (GO); Rio Branco (AM); Bandeira de Melo, Barra do Mendes, Belmonte, Bom Jesus dos Meiras, Campo Formoso, Feira de Santana, Gentio do Ouro, Itauassu, Jacaraci, Joazeiro, Macaúbas, Minas de Rio de Contas, Morro do Chapéu, Orobó, Pilão Arcado, Prado, Rio Branco, Seabra, Santo Sé, Xique-Xique (BA); Apuaires, Caridade, Independência, Itauna, Russas, Tauá, Canindé, Coité, Crateús, Lagoa do Croatá, Quixadá, Quixeramobim, São Mateus e Vila Velha (CE); Serra do Castelo e Pedra Branca (ES); Vila Rica do Mearim (MA); Arinos, Cuiabá, Manso e Araguaia (MT); Cuité, Itabaiana, Mamanguape, Piciú, Santa Luzia, Fundamento, Santa Luzia do Sabugi, Soledade e Teixeira (PB); Petrópolis e Serra da Estrela (RJ); Apodi, Carnaúbas, Currais Novos, Lages, Ponta da Serra, Nova Cruz e Serra Negra (RN); Alegrete, Caxias, Santa Maria, São Borjas, Soledade e Taquari (RS); Itajaí, Tijucas Blumenau, Camboriú, Pedras Grandes e Rodeio (SC); São José dos Campos (SP). A variedade quartzo rosa é encontrada em: Castro Alves, Encruzilhada, Maraci, Monte Santo, Vereda do Paraíso, Vila Rica da Conquista (BA); Amanara, Borda da Mata, Divino das Laranjeiras, Itinga, Jequitinhonha, Joaína, Mantena, Monte Sião, Ouro Fino, Salinas, São João do Paraíso, Retiro dos Pintos (MG); Nova Palmeira e Pedra Lavrada (PB); Socorro (SP), etc. A variedade cabelo-de-vénus é encontrada em Diamantina, Morro da Piedade, Água Limpa e Miguel Burnier (MG); Vale do Ribeira (SP), etc. O quartzo leitoso ocorre em Rio Pardo, Encruzilhada e São Gabriel (RS); Caconde (SP), etc. A variedade morion é encontrada a S e SW de Diamantina e na região de Governador Valadares (MG), etc.

Variedades: Calcedônia - var. de quartzo em geral com estrutura fibrosa. Pode ser criptocristalina, podendo conter minúsculos cristais de quartzo com poros submicroscópicos. É translúcida e frequentemente de belas colorações. Todas as variedades de calcedônia têm aplicações em joalheria e em objetos de adorno. As calcedônias e ágatas comuns prestam-se para bolas de moinhos de preparação de pastas cerâmicas e para a confecção de equipamentos de laboratórios. A denominação "stricto sensu", refere-se à variedade comum, cinza-azulada. De *Chalcedon* ou *Calchedon* (hoje Kadikoy), cidade da Bitínia, na Ásia Menor, onde havia minas do mineral. Ametista - var. de quartzo- α de cor violeta, que muitas vezes possui zonas coloridas de maior refringência, nas quais existem pequenas quantidades de BPO_4 (0,1%), e a cor provavelmente é devido à presença de Fe^{3+} . É usado principalmente como pedra de ornamentação e como gema. Do grego *amethystos* (a que cura a embriaguez) já que, na Idade Média, se pensava que tivesse essa propriedade. Ametista de Montezuma – var. de ametista que ocorre em filões e tratada termicamente fica verde. (sin. *prasiolita*). Abroicotina – nome comercial de uma var. de quartzo que ocorre em seixos vermelhos.



amarelados em Cabo May, New Jersey (EUA). É usado como gema. De abricó, por ter cor semelhante à dessa fruta. Aventurino – (1) var. microcristalina de quartzo, translúcida, com finas inclusões foliadas, geralmente de fuchsite ou fengita, que o tornam cintilante, fenômeno conhecido por aventurescência. Termo também usado para quartzo com inclusões de hematita com cor cinza, amarela ou marrom. (2) quartzo com inclusões de hematita com cor cinza, amarela ou marrom. De aventura, porque diz uma lenda, um operário deixou cair por acaso (por aventura) limalha de latão num cadinho com vidro fundido e obteve um vidro com inclusões que chamou de aventurina. (sin. quartzo aventurino). Aventurino verde - quartzo com fuchsite. Bissolita - nome comercial de var. de quartzo- α com inclusões verde oliva de actinolita. É usado como gema. Talvez do grego *bysbos* (bisso). Cabelos-de-vênus – var. de quartzo com inclusões de amianto. Citrino-madeira - nome comercial de um tipo de quartzo citrino. Citrino-sol - nome comercial de um tipo de quartzo citrino, diferente do citrino-madeira. Falso Topázio - nome dado ao citrino (às vezes também à fluorita), por sua semelhança com o topázio. Cotterita – var. de quartzo com brilho metálico-nacarado. Cristal de Rocha - var. de quartzo incolor a levemente colorida, que pode atingir dezenas de quilogramas e é utilizado em aparelhos de ótica, vidros de alta qualidade (comercialmente conhecidos como cristal), em radiodifusão (agulhas para eletrofones) e como pedra semipreciosa (quando lapidada em brilhante). Do grego *krystallos*, de *kryos* (gelo), porque antigamente se pensava ser gelo supercongelado, de modo a nunca derreter. (sin. comerciais: *diamante-de-herkimer*, *diamante-de-lake-george*, *diamante-do-alaska*, *diamante-mexicano*, *diamante-pingo-d'água*). Dendrita - denominação comercial de quartzo com dendritos. Termo erroneamente aplicado também para quartzo com inclusões de turmalina. Diamante-alencon – var. de quartzo enfumaçado. Diamante-arkansas – var. de cristal-de-rocha. Diamante-bristol - var. de cristal-de-rocha. Dragonita - designação de cristais de quartzo encontrados em cascalhos, já sem brilho e informes, de modo a impossibilitar sua identificação. Nome deriva de uma lenda segundo a qual proviriam da cabeça de dragões alados. Jade-do-brasil - nome dado ao quartzo verde ou à amazonita. Jaspe - var. granular, microcristalina de quartzo de cor vermelha, marrom ou amarela, às vezes em listas devidas a inclusões de hematita. Possui fratura irregular a concóide. Pode ser verde ou branco. Ocorre associado a minério de ferro e é usado para vasos carimbos e outros objetos. Termo também usado para designar calcedônia opaca, de cor vermelha, marrom ou amarela, às vezes em listas devidas a inclusões de hematita, de fratura irregular e conchoidal. Ocorre em massas e tem emprego em joalheria e na confecção de objetos de adorno como vasos, carimbos e outros objetos. Do latim *iaspis*, palavra que designava principalmente pedras translúcidas e semitransparentes, entre elas as variedades de calcedônia de tons claros. (sin. *jasperita*). Iolantita – nome comercial de um mineral semelhante ao jaspe, usado como gema. Kinradita - nome comercial que nos EUA, nos estados da Califórnia e Oregon, designam um jaspe com inclusões esféricas de quartzo, incolores ou quase. Lasca - no Brasil, nome dado ao cristal-de-rocha de qualidade inferior, aproveitado só após o esgotamento da jazida. Lidita - var. de jaspe muito fino, compacto, preto ou cinza-escuro. De Lídia, antigo país da Ásia Menor. (sin. *basanita*). Myrickita - var. de quartzo maciço, de cor cinzenta ou esbranquiçada, com inclusões ou intercrescimentos de cinábrio de cor avermelhada ou rosada, irregularmente distribuídos. Olho-de-tigre – var. de quartzo- α amarela ou avermelhada, rica em fibras de asbestos ou inclusões aciculares, dispostas subparalelamente a uma direção cristalográfica, com acatassolamento e bonitos reflexos e cores. São muito apreciadas como gemas (lapidadas em cabuchão) e como ornamentação. As inclusões fibrosas são normalmente de crocidolita (daí a cor). (sin. *pseudocrociodolita*). Oneguita – var. de quartzo de cor roxo-clara com inclusões aciculares de goethita. De Onega (Rússia), lago onde fica a ilha onde foi descoberto. Prásio - var. de quartzo verde musgo, verde alho devido inclusões de minerais verdes como actinolita, utilizado em joalheria. É mais translúcido que o plasma. Maciço ou em cristais euédricos. É semelhante ao jaspe, com quem ocorre. Associa-se a zeólitas em rochas ígneas. Do grego *prasion* (alho porro), por sua cor. Quartzo azul - var. de quartzo- α encontrada em pegmatitos, turvo, exibindo cor azulada devido à presença de titânio, podendo conter inclusões aciculares de rutilo ou ocorrer como grão em rochas metamórficas e magmáticas. A cor azul também pode ser resultado de inclusões de outros minerais ou de deformações no retículo cristalino. É usado como adorno. (sin. quartzo-safira). Quartzo-cabelo-de-vênus – var. de quartzo rica em inclusões de amianto ou rutilo. Quartzo citrino – var. de quartzo- α de cor amarelada, alaranjada, ou marrom, transparente, semelhante ao topázio, usado como gema. Obtida, artificialmente, mediante aquecimento de ametista ou quartzo enfumaçado. Do latim *citrinus*. (sin. *citrinita*, *citrino*, *falso topázio*, *topázio-da-boêmia*, *topázio-da-Espanha*, *topázio-espanhol*). Topázio Bahia – nome comercial de quartzo cintrino obtido por tratamento térmico da ametista. Topázio Palmira – nome comercial de quartzo cintrino obtido por tratamento térmico da ametista. Topázio Rio Grande - nome comercial de quartzo cintrino obtido por tratamento térmico da ametista a 250°C. De Rio Grande do Sul, onde é produzido. (sin. *citrino-rio-grande*). Quartzo enfumacado - var. de quartzo- α de cor castanha-de-fumo, cinza, às vezes com tons amarelados ou marrons, provavelmente resultante de radioatividade ou da presença de matéria orgânica, sendo que a cor normalmente desaparece pelo aquecimento. Frequentemente transparente. É usado como gema. (sin. *quartzo defumado*, *quartzo "fumé"*, *topázio-de-Escócia*). Quartzo fantasma - var. de quartzo- α formada pelo crescimento através de fases cíclicas, entre as quais houve deposição epitáxica de outras substâncias. É assim denominado por sua aparência. (sin. *quartzo espectral*). Quartzo ferrífero - var. de quartzo- α que consiste em cristais coloridos em amarelo, castanho ou vermelho, por óxidos de ferro e é usado em joalheria. Quartzo fibroso - var. de quartzo- α em agregado de fibras paralelas, às vezes, pseudomórfico de asbestos e outros minerais fibrosos. Quartzo filoneano ou quartzo de veio – var. de quartzo- α normalmente turvo, esbranquiçado a leitoso, usado em cerâmica, na fabricação de vidro, em ligas ferro-silício e como abrasivo. Quartzo hematóide - var. de quartzo- α de cor vermelha opaca, usado também em joalheira. Quartzo leitoso - var. de quartzo- α turvo a branco-de-leite, quase opaca, com brilho graxo, devido à presença de inclusões líquidas e gasosas de pequenas dimensões, e/ou fraturas cicatrizadas, sendo utilizado na fabricação do vidro, em cerâmica, como abrasivo, etc. Quartzo morion - var. de quartzo preta, preto-acastanhada ou preto-de-picche, opaco, diferindo do quartzo enfumaçado por não ser passível de transformação em citrino quando aquecido. É usado como gema. Corruptela do latim *mormorion*. Quartzo róseo - var. de quartzo- α de tonalidade rosa-clara de intensidade variada, grosseiramente cristalina, turva, que quase nunca apresenta faces cristalinas. A cor



provavelmente é derivada da presença de Mn ou Ti, que enfraquece sob a ação da luz solar. Geralmente maciça, usada para revestimento de paredes e em pequenas esculturas. (sin. *canga-rosa*, *quartzo rosa*). Quartzo rutilado - var. de quartzo- α com inclusões aciculares de rutilo. Usado como gema. Venturina - var. de quartzo- α com reflexos e irisações internas, motivadas por minúsculos cristais de micas, como inclusões, empregado como pedra de adorno e gema. Safira d'água - nome dado ao quartzo, topázio e outros minerais de cor azul encontrados na forma de seixos em Sri Lanka. Beekita - sílica opaca e branca, encontrado em geral em paredes de juntas ou em fósseis silicificados, formando acreções subesféricas, em forma de disco ou botroidais. Homenagem a Henry Beek, seu descobridor. Lechatelierita – sílica fundida ou vidro de sílica, formada pela descarga de raios (fulgoritos). Também encontrada em cavidades de algumas rochas vulcânicas. Silidrita - sílica hidratada $[(\text{SiO}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]$. Material branco, mole, ortorrômbico, microcristalino, sem clivagem, com fratura conchoidal, $d_r = 2,14 \text{ g/cm}^3$; decompõem-se em HCl. Possui $n = 1,461$ e $\delta < 0,0040$. Ocorre formando massas. Quando desidratada é muito porosa. Trípoli - var. de sílica quase pura, terrosa, amarelo avermelhada, produzida pelo intemperismo sobre *chert* ou calcário silicoso. Usada como abrasivo. De Trípoli, Síria. Xilólito - madeira petrificada. Madeira que teve sua celulose substituída por sílica. Do grego *xylon* (madeira) + *lithos* (pedra).

Usos: a areia de quartzo é usada para moldes de fundição, fabricação de vidro, esmalte, dentífricos, abrasivos (quartzo de granulação fina), fibras óticas, produtos eletrônicos, relógios, indústria de ornamentos; fabricação de instrumentos óticos; fabricação de vasilhas químicas; refratários, etc. É muito utilizado também na construção civil como areia (usado em argamassas, no concreto) e na confecção de jóias baratas, em objetos ornamentais e enfeites (na confecção de cinzeiros, colares, pulseiras, pequenas esculturas, etc.). O quartzo pulverizado é usado na fabricação de porcelanas (cerâmica), tintas, lixas, sabonetes esfoliantes, massa para madeiras, etc. As variedades incolores a leveamente coloridas (denominadas de *cristal de rochas*), são utilizadas em aparelhos de ótica (na fabricação de cunhas de quartzo, na manufatura de instrumentos para produzir luz monocromática, etc.), em radiodifusão e como pedra semipreciosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betejtin, A. 1970. **Curso de Mineralogia (2º 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.
- Brando, P. M. 1982. **Dicionário de Mineralogia (2º edição)**. Editora da Universidade (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, Brasil. 264 p.
- Brando, P. M. 2008. **Dicionário de Mineralogia e Gemologia**. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil. 608 p.
- Chvátal, M. 1999. **Mineralogia para principiantes: cristalografia**. Trad. de Igor de Abreu e Lima. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 232 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.
- Donnay, G. & le Page, Y. 1974. Refinement of the crystal structure of low-quartz. **Silikaty**, 18, i.p. 1.
- 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 edição)**. 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. & Hulbert 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.

Levien, L.; Prewitt, C. T.; Weidner, D. J. 1980. Structure and elastic properties of quartz at pressure, $P = 1$ atm. **American Mineralogist**, 65, p. 920-930.

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.

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