



**RUTILIO** (rutile) - Mineral do Grupo dos Óxidos. Grupo do Rutilo. Polimorfo do anatásio e da brookita.  $TiO_2$ . Do latim *rutilus* (vermelho), por sua cor. (sin. *rutilio*).

**Cristalografia:** Tetragonal, classe bipiramidal-ditetragonal ( $4/m\ 2/m\ 2/m$ ). **Grupo espacial e malha unitária:**  $P4_2/mnm$ ,  $a_0 = 4,59\text{Å}$ ,  $c_0 = 2,96\text{Å}$ ,  $Z = 2$ .

**Padrão de raios X do pó do mineral:**

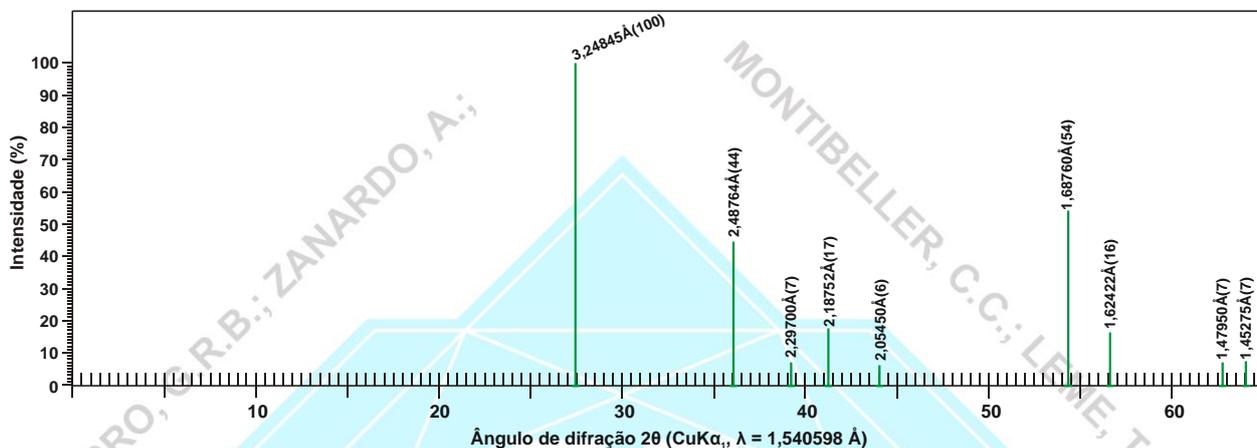


Figura 1 – posição dos picos principais do rutilo em difratograma de raios X (modificado de Khan & Baur, 2002).

**Estrutura:** na estrutura do rutilo, os átomos de Ti estão em coordenação 6 (octaédrica) com o O. A estrutura do rutilo consiste em cadeias de octaedros de  $TiO_6$ , paralelas ao eixo "c", compartilhando as arestas com os octaedros vizinhos, dipostos acima e abaixo. Entretanto, 1/3 dos octaedros  $TiO_6$ , estão orientados a  $90^\circ$  da orientação dos outros octaedros.

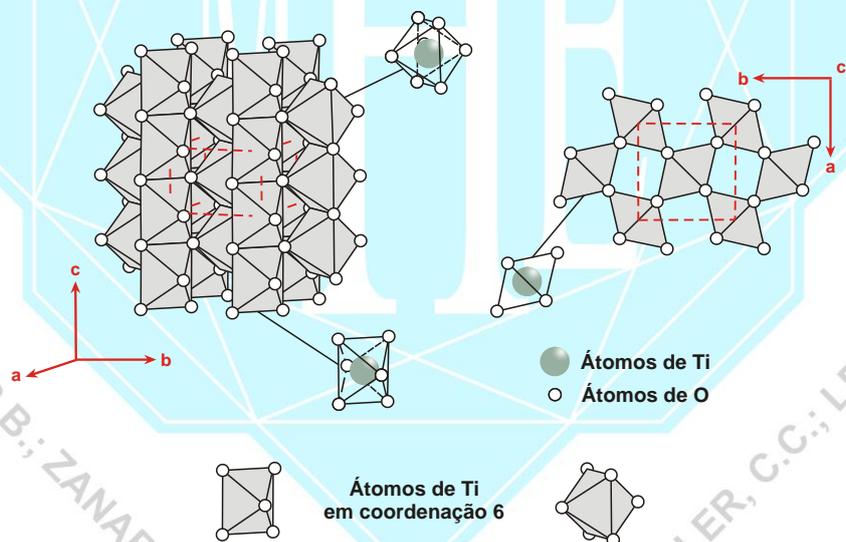


Figura 2 - estrutura do rutilo. (modificado de Wyckoff, 1963;  
[http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target\\_file=Rutile.jp#WKdP9uQiy70](http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Rutile.jp#WKdP9uQiy70))

**Hábito:** granular ou maciço. Os cristais são prismáticos alongados e estriados ||  $[001]$ , terminados por  $\{101\}$  ou  $\{111\}$  (geralmente com seção transversal quadrada, mas podem ter 8 ou mais lados) entre outras formas. Raramente bipiramidais. Às vezes fibroso ou acicular. Geminção: possui geminção sobre  $\{011\}$ , que pode ser lamelar ou cíclica (em joelho e/ou cotovelo), geminção de deslocamento  $\{011\}$  e  $\{092\}$  e rara de contato  $\{031\}$ , sendo que os planos de geminção podem resultar em partições.

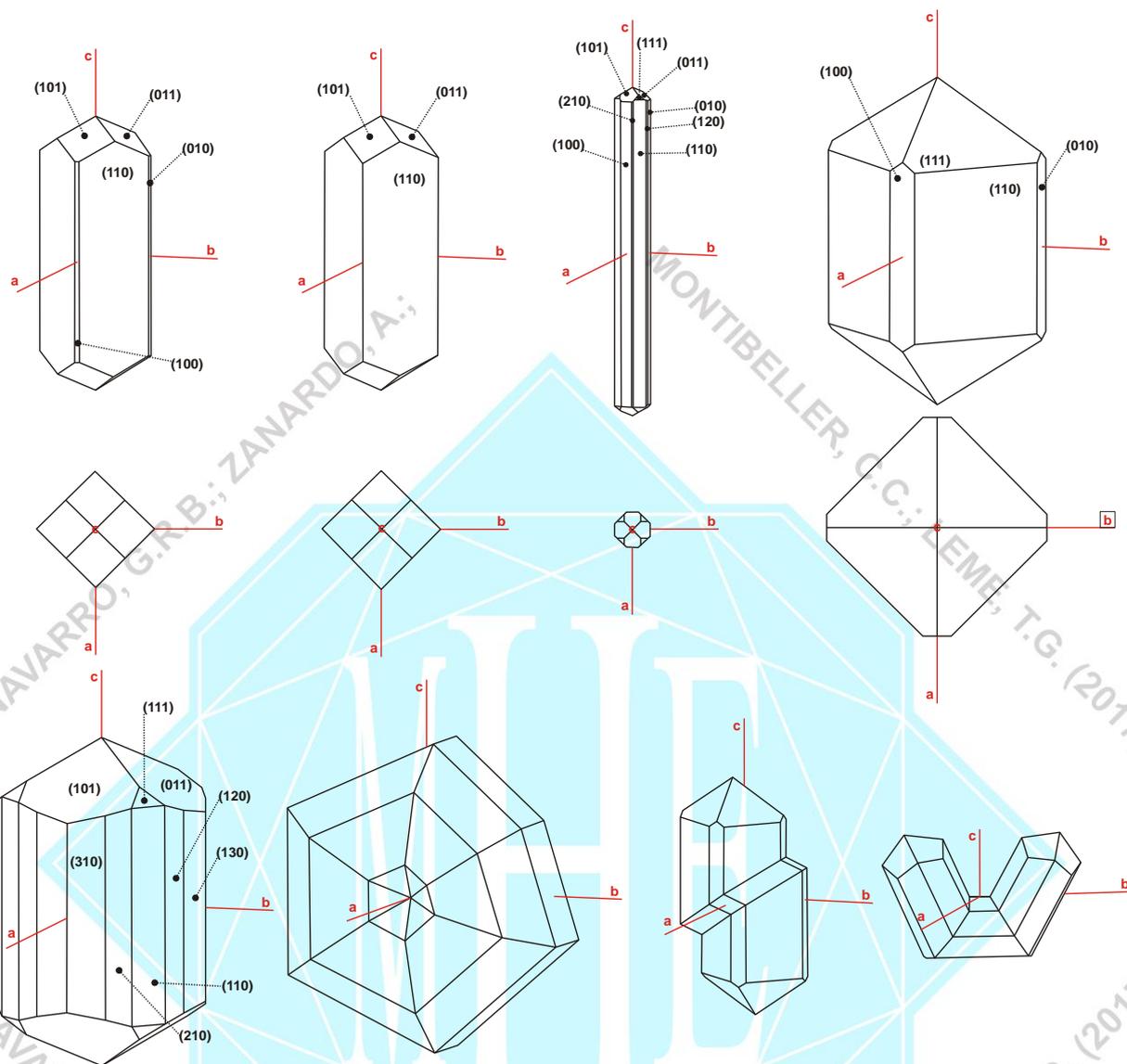


Figura 3 – cristais de rutilo. (modificado de [www.smorf.nl](http://www.smorf.nl); [www.mineralienatlas.de](http://www.mineralienatlas.de))

**Propriedades físicas:** três direções de clivagem, uma direção de clivagem boa {110}, uma distinta {100} e uma descontínua {111}, partição {092} e {011}; fratura: subconchooidal, irregular; quebradiço; Dureza: 6-6,5; densidade relativa: 4,18-4,25 g/cm<sup>3</sup>, aumentando com o conteúdo de Nb-Ta; fotossensível. Opaco, transparente em seções finas; vermelho a marrom avermelhado, preto amarronzado, amarelado, azulado, violeta, azul violeta e raramente verde, preto se rico em Nb-Ta; cor do traço: marrom pálido, marrom amarelado, é cinza, preto esverdeado com alto Nb-Ta; brilho: adamantino a submetálico.

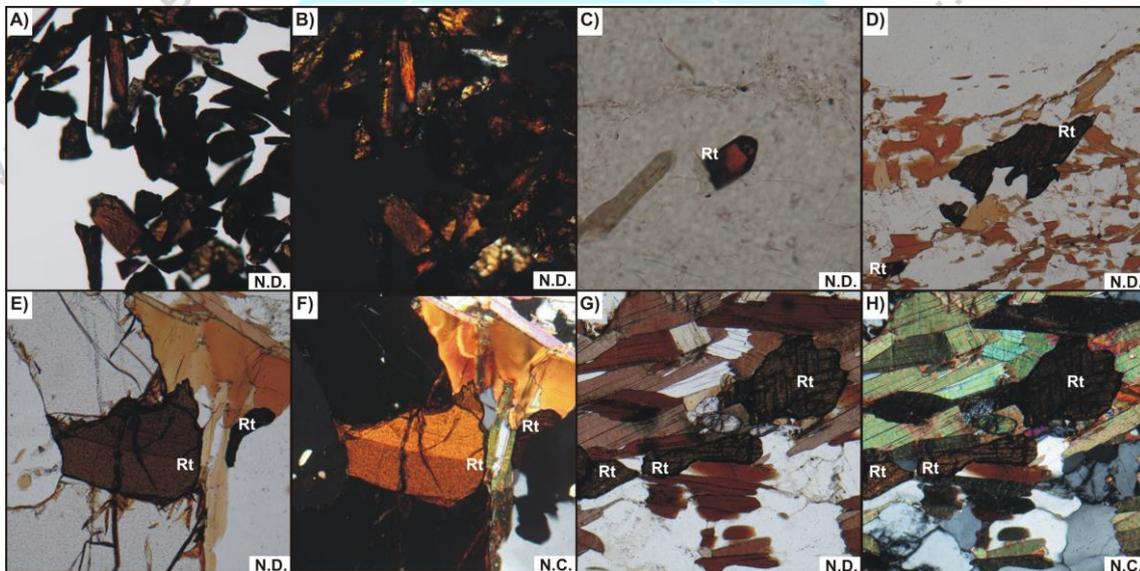
**Propriedades óticas:** Cor: amarronzado, vermelho a vermelho amarronzado, amarelado em luz transmitida, marrom escuro a verde com alto Nb-Ta. Relevô: extremamente alto,  $n >$  bálsamo ( $\epsilon = 2,889-2,908$ ,  $\omega = 2,605-2,621$ ). Pleocroísmo: distinto,  $E =$  amarelo-amarronzado a verde amarelado, ou vermelho sangue escuro a preto,  $O =$  amarelo, ou vermelho amarronzado. Uniaxial (+).  $\delta = 0,287-0,294$ . Dispersão: forte. Absorção:  $E > O$ . Às vezes o rutilo pode apresentar caráter biaxial anômalo, principalmente devido a geminações. Cinza com matiz azulada, com reflexões interna brancas, amarelas ou vermelhas. Reflectância: 20,0%–23,4% (580 nm). Anisotropia: forte.



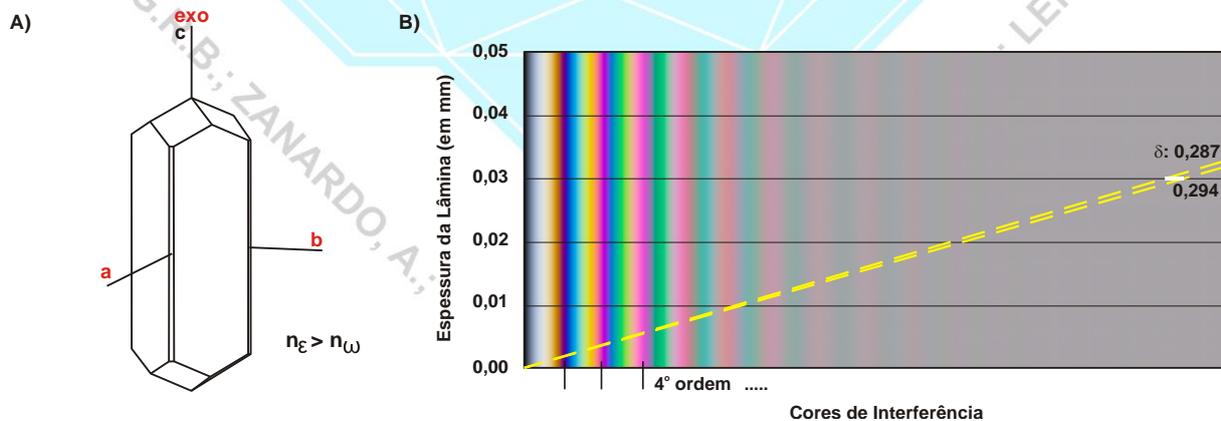
**Composição química:** essencialmente óxido de titânio, contudo alguns rutilos podem apresentar quantidades consideráveis de Nb e Ta. A estrita semelhança entre os raios iônicos do Ti<sup>4+</sup> e do Nb<sup>5+</sup> e Ta<sup>5+</sup> torna possível que estes últimos íons entrem nos minerais de titânio, sendo a estrutura compensada eletrostaticamente quer pelo não preenchimento de alguns locais da rede, quer pela substituição complementar de íons divalentes, tais como Fe<sup>2+</sup>. Frequentemente contém um pouco de ferro substituindo o titânio. Pode conter também Sn, Cr e V nas variedades ricas em Ta. O número de átomos (cátions e ânions) por unidade de fórmula (a.p.u.f.) é calculado na base para 2 (O). (1)

Montanhas Graves, Geórgia, EUA; (2) rutilo (Queensland, Austrália). (3) rutilo (Prilepec, Servia). (4) rutilo em eclogito (Vissuri, Tanzânia). (5) rutilo (kimberlito, Orapa, Botswana). (6) ilemorutilo (Mts. Ilmen, Rússia). (1), (2) análises compiladas de Deer et al, (1981). (3), (4), (5), (6) análises compiladas de Bowles et al., (2011).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
TiO <sub>2</sub>	98,77	66,28	98,96	99,00	64,30	53,04
Si <sub>2</sub> O	0,23	0,32		0,08		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16		0,03	0,04	8,21	
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			0,13			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14			0,07	0,01	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				1,1		
FeO	0,55	8,00	0,78		4,10	10,56
MnO		tr.		0,03	0,41	
MgO				0,03	0,05	
CaO				0,04		
SnO <sub>2</sub>		1,24				
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		8,64			29,90	21,73
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		15,44			1,54	14,70
H <sub>2</sub> O		0,18	0,38			
<b>Total</b>	<b>99,85</b>	<b>100,1</b>	<b>100,28</b>	<b>100,39</b>	<b>100,87</b>	<b>100,03</b>



**Figura 4** – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B) lâmina de pó de rutilo. C) cristal euédrico de rutilo em xisto (fácies anfíbolito). D), E), F), G), H) cristais de rutilo em gnaisse de fácies granulito. Rt: rutilo. N.D. nicóis descruzados. N.C. nicóis cruzados.



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

**Propriedades diagnósticas:** cor vermelha, hábito, geminações características, propriedades óticas (relevo extremamante alto positivo e birrefringência extrema), brilho forte, cor do traço, clivagem tetragonal e densidade



moderada. Escala de fusibilidade (von Kobell): 7 (infusível, Ponto de Fusão: 1.825°C). Insolúvel em ácidos, decompõem-se por fusão com carbonatos alcalinos. Depois de fusão com carbonato de sódio, pode ser dissolvido em ácido sulfúrico, tornando-se a solução de cor amarela, quando se adiciona peróxido de hidrogênio (titânio). Petrograficamente distingue-se pelo relevo extremamente alto positivo e birrefringência extrema. Petrograficamente distingue-se da baddeleyita por esta apresentar cores mais fracas, menor relevo e birrefringência e por ser biaxial (-). Da cassiterita por esta apresentar clivagem pior e birrefringência menor. Do anatásio por este ser uniaxial (-), ter birrefringência menor e clivagem perfeita e, pelo hábito dos cristais (pseudocúbicos). Grãos irregulares de rutilo podem ser confundidos com titanita. Distingue-se da titanita por este apresentar relevo menor, ser biaxial (+) e ter birrefringência menor. Não é fusível. Insolúvel.

**Gênese:** mineral formado por processos magmáticos, metamórficos, hidrotermais e até mesmo supérgenos, sendo encontrado em praticamente todos os tipos de rochas. Ocorre em rochas ígneas ácidas a básicas, metamórficas e em areias de praias ou rios, devido a sua grande resistência mecânica e principalmente química. Pode ser produzido artificialmente por aquecimento de uma solução de  $TiCl_4$  a 950 °C. Os cristais isolados de rutilo puro são produzidos por métodos de fusão a chama. O ponto de fusão do  $TiO_2$  puro é 1.825 °C. Também pode ser produzido pelo aquecimento do anatásio acima de 730 °C. Podem ser fabricados pelo método Vermeuil. Com tratamento térmico adequado, podem tornar-se transparentes e quase incolores, inteiramente diferentes do mineral natural. Por causa de seu índice de refração elevado e alta dispersão, o material sintético é usado como gema, exibindo leve tonalidade amarela.

**Associação mineral:** ocorre associado a anatásio, quartzo, brookita, ilmenita, hematita, apatita, plagioclásios, feldspatos, titanita, clorita, etc.

**Ocorrências:** no Brasil algumas localidades onde ocorre são: Bom Jesus dos Meiras, Conquista (ocorrem grandes cristais), Ibitiara (ocorrem grandes cristais), Ituassu e nas areias diamantíferas do Rio das Bicas em Lençóis e Lavras (BA); Canindé, Itapagé, Caucaia, Sobral, Massa, Nova Russas, Crateús, Independência, Quixadá, Quixeramobim, São Francisco, Afonso Pena, Iguatu, Boa Viagem, Aracoiaba, Cascavel, Curu, Pentecostes e Apuiá (CE); Catalão e serra dos Pirineus (GO); Corumbá e satélite de praticamente todos os aluviões auríferos (MT); Araçuaí, Araxá, Bom Jesus do Turvo, Datas, Diamantina, São João da Chapada, Miguel Burnier, Ouro Preto, Pirapora, São Sebastião do Paraíso, Cássia, Passos (MG).

**Variiedades:** *Agulha* - no Brasil, nome dado ao rutilo quando satélite do diamante. (sin. *palha-de-vidro*). *Arizonita* - mistura de hematita, rutilo, ilmenita e anatásio. *Ilmorutilo* - var. niobífera de rutilo. *Iserita* - suposta variedade de rutilo com considerável quantidade de ferro. De Iserwiese. *Nigrina* - var. de rutilo preta, com ferro. Do latim *niger* (preto), por sua cor. *Micaulita* - produto de decomposição do rutilo. Terroso, cor de telha. *Sagenita* - var. acicular de rutilo em grupos de maclas reticuladas onde os cristais se cruzam formando ângulos de 60°, frequentemente encontrado como inclusões em quartzo ou outros minerais. Do latim *sagena* (rede de pescar). *Strüverita* - var. de rutilo com tântalo. Ocorre em cristais tetragonais, prismáticos curtos, negros, geralmente opacos, de brilho nacarado ou adamantino. Encontrado em pegmatitos e rochas graníticas. provavelmente homenagem a H. C. G. von Struve, diplomata russo. (sin. *tântalo-rutilo*). *Titânia* - rutilo artificial, produzido por tratamento térmico do rutilo natural, de modo a ficar transparente e quase incolor, usado como gema. De titânio. (sin. *gema-de-Quênia*, *miridís*).

**Usos:** o óxido de titânio forma 3 minerais (rutilo, anatásio e brookita), sendo o rutilo o mais abundante. O óxido de Ti mineral, além de ser matéria-prima para obter o elemento na forma inicial de esponja de titânio, é aplicado na decoração de porcelanas e na preparação de um pigmento branco para tintas, de grande resistência, elevado poder de cobertura e muito usado na atualidade.

#### 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.
- Bowles, J. F. W.; Howie, R. A.; Vaughan; Zussman, J. 2011. **Rock-Forming Minerals. Non-silicates: Oxides, Hydroxides and Sulphides. Volume 5A (2ª edition)**. The Geological Society, London, England. 920 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 Luís 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.

Khan, A. A. & Baur, W. H. 2002. Rutile-type compounds. VI. SiO<sub>2</sub>, GeO<sub>2</sub> and a comparison with other rutile-type structures. **Golden Book of Phase Transitions**, Wroclaw, 1, ip. 1.

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 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.

Palache, C.; Berman, H.; Frondel, C. 1966. **The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Volume I. Elementes, Sulfides, Sulfosalts, Oxidos**. John Wiley & Sons, Inc., New York (7º edition). 834 p.

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

Uytenbogaardt, W. & Burke, E. A. J. 1971. **Tables for Microscopic Identification of Ore Minerals**. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Holanda. (2º edição). 430 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.

Wyckoff, R. W. G. 1963. **Crystal Structures**, Second edition. Interscience Publishers, New York, New York, 1, p. 239-444.

**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)