



SULFETOS E RELATOS (antimonetos, arsenetos, teluretos, selenetos, bismutetos e sulfossais)

Este grupo de minerais é formado pelos elementos químicos S, Se, As, Sb e Bi combinados com outros elementos. O S, Se, As, Sb e Bi são pouco abundantes na natureza, (o S corresponde a 0,0260 % da crosta terrestre, o As a 1,8 ppm, o Sb = 0,20 ppm, o Bi a 0,17 ppm e o Se a 0,05 ppm da crosta terrestre). Portanto, seus minerais (sulfetos, sulfossais e relatos) são pouco abundantes e correspondem a cerca de 0,2% do volume da crosta terrestre.

Além de sulfetos, sulfossais e relatos o S, As, Sb, Bi, Se e o Te podem ocorrer na natureza na forma de elementos nativos, que excetuando-se o S são muito raros, bem como, formando ânions complexos $(SO_4)^{2-}$, $(AsO_4)^{3-}$, $(SbO_4)^{3-}$, $(SeO_3)^{2-}$ e $(TeO_3)^{2-}$.

O As e Sb ocorrem, principalmente, na estrutura de sulfetos e sulfossais ou formando minerais próprios denominados respectivamente de arsenetos e antimonetos. Esses elementos também constituem os ânions $(AsO_4)^{3-}$ e $(SbO_4)^{3-}$, que formam arsenatos e antimonatos, podem constituir minerais (mais raros) do grupo dos óxidos e estarem presente na estrutura de outros minerais (como por exemplo em boratos, fluoretos, hidróxidos, silicatos, sulfatos, etc.).

O Se ocorre principalmente na estrutura de sulfetos e sulfossais ou formando minerais próprios nesta classe (selenetos). Também ocorre constituindo o ânion $(SeO_3)^{2-}$ na estrutura de minerais ou formando minerais do grupo dos selenitos (muito raros). De forma idêntica, o Te ocorre na estrutura de sulfetos e sulfossais ou formando minerais desta classe (teluretos). Também ocorre constituindo o ânion $(TeO_3)^{2-}$ na estrutura de minerais ou formando minerais do grupo dos teluritos (muito raros).

O Bi ocorre na estrutura de sulfetos e sulfossais ou formando minerais próprios nesta classe (bismutetos que são muito raros). Também ocorre na estrutura de alguns carbonatos, fosfatos e óxidos.

O S, além de ocorrer no estado nativo, ocorre principalmente combinado com outros elementos químicos formando minerais dos grupos dos sulfetos, sulfossais, sulfatos (ânion $(SO_4)^{2-}$), que é um grupo bastante numeroso, além de poder estar na estrutura de outros minerais (silicatos, fosfatos, halogenetos, etc.). Além do reino mineral o enxofre é constituinte da matéria orgânica (animal e vegetal) e da atmosfera.

Os sulfetos são compostos de enxofre e metais (ou metalóides) nos quais o enxofre desempenha o papel de ânion coordenador/centralizador na estrutura cristalina do composto. Além dos sulfetos propriamente ditos, estão incluídos, nesta classe de minerais compostos de arsênio, telúrio, selênio, antimônio e bismuto com metais (ou metalóides), que como nos sulfetos, estes elementos correspondem ao ânion centralizador na estrutura, e são denominados de arsenetos, teluretos, selenetos, antimonetos e bismutetos respectivamente. Dessa forma, os minerais do grupo dos sulfetos e relatos originam-se pela combinação do S, As, Se, Te, Sb e Bi, com metais e metalóides, sendo os mais importantes (mais comum e em maior quantidade-abundantes) os sulfetos seguidos pelos antimonetos e arsenetos, teluretos, selenetos e bismutetos.

Os compostos em que os semimetals As, Sb, Bi, Te e/ou Se estão presentes juntamente com o S e metais, porém desempenhando o papel de elemento positivo, ou seja, papel mais ou menos semelhante ao do metal na estrutura, gerando compostos que podem ser considerados como sal duplo [ex. a enargita Cu_3AsS_4 que pode ser escrita como $(Cu_2S)_3.As_2S_5$] são denominados de sulfossais. Em consonância com isto, podem ser denominados de sulfoantimonetos, sulfoarsenetos, sulfobismutetos, sulfoteluretos e sulfoselenetos. Dentre estes os sulfoantimonetos, sulfoarsenetos e sulfobismutetos são os mais abundantes (comuns). O termo sulfossal foi proposto originalmente para indicar que um composto era o sal (hipotético ou não) de uma série de ácidos em que o S tinha substituído o O de ácido comum. O termo sulfossal é útil (historicamente) e é aqui adotado para distinguir (separar) um grupo de minerais de enxofre não oxidado, diferente de um sulfeto.

O enxofre na natureza forma compostos simples, ou seja, pode constituir minerais independentes com Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Os, Pb, Ru, Sb, Sn, Tl, V, W e Zn. Também forma compostos com o O (oxi-sulfetos), Ge, K, Ir, Na, Ti, Pd e Rh (mais raros).

Os selenetos constituem compostos simples com Cu, Cd, Co, Pb, Mo, Fe, Bi, Ni, As, Ag, Pd, Zn e Hg. O S, Te, Tl e Ti, ocorrem associados aos outros metais ou como mistura isomórfica, não constituindo compostos simples com o Se. Os teluretos são mais abundantes em relação aos selenetos, e formam



compostos simples com Pb, Au, Hg, Ag, Bi, Pd, Co, Ni e Sb. A Pt ocorre raramente ligada ao Te, ocorrendo como mistura isomórfica, não constituindo compostos simples com este elemento.

O antimônio constitui compostos simples com Ag, Au, Ni, Cu, Pt, Pd, Ni, Sb e Sn. O Fe, Tl, As e Bi ocorrem nos antimonetos apenas como misturas isomórficas. O Au ocorrem apenas como misturas isomórficas em alguns antimonetos.

Nesta classe de minerais, os bismutetos são os menos numerosos, constituindo compostos simples com Pd, Pt e Au, podendo conter Sb e Pb em solução sólida.

Os arsenetos são menos abundantes apenas que os sulfetos, e formam compostos simples com Cu, Pd, Rh, Ni, Fe, Pd, Co, Pt e Sb, o Os, Ru, Ir, Ag.

Embora os minerais deste grupo (sulfetos e relatos) formem compostos com cerca de 35 elementos (constituindo cerca de 520 minerais) os minerais mais abundantes e comuns deste grupo são os compostos com elementos siderófilos e calcófilos.

Figura 1 – Tabela periódica mostrando os principais elementos que formam minerais do grupo dos sulfetos. Cinza claro: elementos siderófilos. Cinza escuro: elementos calcófilos

O estado de valência do enxofre pode ser S^{2-} ou S^{6+} , sendo que no primeiro caso origina os sulfetos e no segundo os sulfatos $(SO_4)^{2-}$. Os sulfetos originam-se através de cristalização dos magmas com H_2S na fase fluida, quanto maior a pressão de H_2S , maior a quantidade de sulfeto, sendo que o S pode ser à base de um magma sulfetado, que é insolúvel, não se mistura com o magma silicático, e por ter densidade maior concentra-se nas porções inferiores dos derrames ou das intrusões. Também se originam pela degaseificação dos magmas em profundidades e no fundo oceânico, dificilmente formando-se na superfície, nos tempos atuais, devido à atmosfera oxidante, gerando nesse caso normalmente enxofre metálico ou sulfatos. Na superfície terrestre, durante a formação das rochas sedimentares (sedimentação ou diagênese) o sulfeto pode formar-se desde que o ambiente seja redutor (anóxico), podendo mesmo formar-se devido à putrefação da matéria orgânica.

O Grupo dos Sulfetos e relatos é constituído por cerca de ~520 minerais, que podem ser agrupados assim como os óxidos, de acordo com a relação entre o ânion e cátions. De acordo com esta relação cátion/ânion a os sulfetos podem ser classificados de acordo com a fórmula geral dos sulfetos que é R_mS_n , onde:

- **R** = metais - cátions (principalmente Fe, Ni, Co, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, Sn, Pt, Hg, Au, Pb, Sb, As, e menos comum Tl, V, Mn, Ga, Rh, Pd, In, Re, Os, Ir);



- **S** = não metais - ânions (principalmente S, As, Se, Te, Sb, Bi podendo ser também C) e;
- **m** e **n** = nº de átomos.

A ordem de enumeração (classificação) dos vários minerais é a de uma relação decrescente de R:S.

- I. sulfetos com R:S > 1**, R = átomos monovalentes e S = S, As, Sb, Te, Bi, etc. [ex. argentita - Ag_2S ; bornita - Cu_5FeS_4 ; calcocita - Cu_2S ; estibiopaladinita - Pd_5Sb_2 ; heazlewoodita - Ni_3S_2 ; stromeyerita - $(\text{Ag,Cu})_2\text{S}$, etc.].
- II. sulfetos com R:S = 1**, R = átomos bivalentes e S = S, As, Sb, Te, Bi, etc. [ex. esfalerita - ZnS ; Calcopirita - CuFeS_2 ; briartita - $\text{Cu}_2(\text{Fe,Zn})\text{GeS}_4$; etc.].
- III. sulfetos com R:S < 1 e > 1/2**, R = átomos trivalentes e S = S, As, Sb, Te, Bi, etc. [ex. bismutinita - Bi_2S_3 ; carrolita - $\text{Cu}(\text{Co,Ni})_2\text{S}_4$; estibinita - Sb_2S_3 ; ouro-pigmento - As_2S_3 ; polidimita - NiNi_2S_4 ; tetradimita - $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$; violarita - $\text{Fe}^{2+}\text{Ni}^{3+}_2\text{S}_4$; etc.].
- IV. sulfetos com R:S = 1/2 (disulfetos)**, R = elementos metálicos e S = S, As, Sb, Te, Bi, etc. [ex. arsenopirita - FeAsS ; cobaltita - $(\text{Co,Fe})\text{AsS}$; glaucodoto - $(\text{Co,Fe})\text{AsS}$; pirita - FeS_2 ; etc.].
- V. sulfetos com R:S < 1/2**, R = elementos metálicos e S = S, As, Sb, Te, Bi, etc. [ex. Cloantita - $(\text{Ni,Co})\text{As}_{2-3}$; Patronita - VS_4 ; Skutterudita - CoAs_{2-3} ; etc.].

Apesar do grande número de minerais desta classe (~520 minerais) algumas características são comuns entre os minerais desta classe:

- a grande maioria dos minerais desta classe possui brilho metálico (apenas 41 minerais não tem brilho metálico),
- a grande maioria dos minerais desta classe são opacos (apenas 37 minerais não são opacos),
- a grande maioria dos minerais desta classe possui traço cinza, preto ou colorido (amarelo, vermelho, laranja, marrom etc.). Apenas 8 minerais deste grupo possuem traço branco,
- são minerais pesados a muito pesados (possuem densidade maior que $2,89 \text{ g/cm}^3$). Apenas cinco minerais desta classe possuem densidade menor que $2,89 \text{ g/cm}^3$,
- a grande maioria dos minerais desta classe possui dureza menor que 4 (cerca de 70 minerais desta classe possuem dureza maior que quatro, sendo que, destes apenas cerca de 10 possuem dureza entre 6 e 7,5),

Entre os sulfetos (e relatos) mais comuns e de importância econômica, as características gerais comuns entre eles são:

- são minerais de dureza baixa (<4). As exceções são: a pirita - FeS_2 (Dureza: 6-6,5), a arsenopirita - FeAsS (Dureza: 5,5-6), a marcassita - FeS_2 (Dureza: 6-6,5), a skutterudita - CoAs_{2-3} (Dureza: 5,5-6), a cobaltita - $(\text{Co,Fe})\text{AsS}$ (Dureza: 5) e a nicolita - NiAs (Dureza: 5-5,5),
- são minerais pesados (possuem densidade maior que $2,89 \text{ g/cm}^3$) a muito pesados (densidade entre 4 g/cm^3 e 7 g/cm^3) em sua maioria. As exceções são: a galena - PbS ($d_r = 7,58 \text{ g/cm}^3$), a nicolita - NiAs ($d_r = 7,784 \text{ g/cm}^3$), o cinábrio - HgS ($d_r = 8,176 \text{ g/cm}^3$) e a calaverita - AuTe_2 ($d_r = 9,1-9,4 \text{ g/cm}^3$) que são minerais extremamente pesados (densidade superior a 7 g/cm^3),
- são minerais de traço cinza ou preto. As exceções são: o ouro-pigmento - As_2S_3 (cor do traço: amarelo pálido), a esfalerita - ZnS (cor do traço: amarronzado a amarelo claro, mais raramente branco) e a molibdenita - MoS_2 (cor do traço: cinza esverdeado, cinza azulado), o realgar - AsS (cor do traço: vermelho alaranjado a vermelho), a greenockita - CdS (cor do traço: laranja-amarelo a vermelho tijolo), a wurtzita - $(\text{Zn,Fe})\text{S}$ (cor do traço: marrom), a calaverita - AuTe_2 (cor do traço: esverdeado a cinza amarelado) e o cinábrio - HgS (cor do traço: vermelho, vermelho escarlate),



**Livro de referência de Minerais Comuns e Economicamente Relevantes:
SULFETOS E SULFOSSAIS.
Museu de Minerais, Minérios e Rochas “Prof. Dr. Heinz Ebert”**

- são minerais de cor cinza a cinza prateado; branco do estanho a branco prata; de coloração amarela a bronze. As exceções são: o cinábrio – HgS (cor vermelha) e a covellita – CuS (azul escuro, azul claro, azul-anil),

- são minerais de brilho metálico. As exceções são a esfalerita - ZnS (brilho resinoso a adamantino), o ouro-pigmento - As₂S₃ (brilho resinoso, nacarado nos planos de clivagem), o cinábrio - HgS (brilho adamantino), o realgar - AsS (brilho resinoso a gorduroso), a greenockita - CdS (brilho adamantino a resinoso), e a wurtzita – (Zn,Fe)S (brilho resinoso a submetálico),

- são minerais opacos (apenas sete minerais não são opacos: esfalerita, ouro-pigmento, pirargirita, proustita, cinábrio,). Estes minerais possuem relevo extremamente alto positivo em seção delgada ($n > 2,000$) e birrefringência extrema ($\delta > 0,0550$, com exceção da wurtzita e da greenockita que possuem birrefringência moderada).

Entre os sulfossais mais comuns e de importância econômica, as características gerais são:

- são minerais de brilho metálico. As exceções são: a pirargirita - Ag₃SbS₃ (br adamantino) e a proustita - Ag₃SbS₃(br adamantino),

- são minerais de dureza baixa (dureza menor que 4). A exceção do glaucocoto - (Co,Fe)AsS (D = 5),

- são minerais muito pesados (densidade maior que 4 g/cm³),

- são minerais de traço cinza ou preto. As exceções são: a boulangerita - Pb₅Sb₄S₁₁ (tr amarronzado), a proustita - Ag₃SbS₃ (tr vermelho escarlata), a pirargirita - Ag₃SbS₃ (tr vermelho púrpura) e a miargirita - AgSbS₂ (tr vermelho-cereja),

- são minerais de cor cinza a preto. As exceções são: a proustita - Ag₃SbS₃ (cor vermelho-rubi, vermelho escarlata) e a pirargirita - Ag₃SbS₃ (cor vermelha-escuro, cinza-vermelho, cinza ou preto),

- são minerais opacos. As exceções são: a pirargirita - Ag₃SbS₃ (translúcida) e a proustita - Ag₃SbS₃ (translúcida a transparente). Estes minerais possuem relevo extremamente alto positivo em seção delgada ($n > 2,000$) e birrefringência extrema ($\delta > 0,055$).

Apesar dos sulfetos e relatos corresponderem a menos de 0,2% do volume da crosta terrestre, constituem as principais jazidas de minério de cobre (calcopirita – CuFeS₂, calcocita – Cu₂S, covellita - CuS, etc.), de mercúrio (cinábrio – HgS), zinco (esfalerita - ZnS), de cádmio (greenockita – CdS, esfalerita – ZnS), de chumbo (galena - PbS), de arsênio (arsenopirita - FeAsS), de molibdênio (molibdenita - MoS), de bismuto (bismutinita – Bi₂S₃) e de antimônio (estibinita – Sb₂S₃), além de serem fontes de Ag, Pt, Au, Co, Ni, Fe, Tl, Te, Re, S, Sn, Ga, Ge, In, Ru e Pt. Qualquer sulfeto pode ser utilizado para a obtenção do enxofre elementar e o SO₂ das ustulações podem ser usados para a obtenção do ácido sulfúrico ou sulfídrico.



Lista dos SULFETOS E RELATOS mais comuns			
R:S > 1 (CÁTIONS MONOVALENTES + S, As, Sb, Te, Bi, etc.)			
Acantita	Ag ₂ S	Estibiopaladinita	Pd ₅ Sb ₂
Argentita	Ag ₂ S	Heazlewoodita	Ni ₃ S ₂
Bornita	Cu ₅ FeS ₄	Stromeyerita	(Ag,Cu) ₂ S
Calcocita	Cu ₂ S	Argirodita	Ag ₈ GeS ₆
		Canfieldita	Ag ₈ SnS ₆
R:S = 1 (CÁTIONS BIVALENTES + S, As, Sb, Te, Bi, etc.)			
Bragguita	(Pt,Pd,Ni)S	Herzenberguita	SnS
Briartita	Cu ₂ (Fe,Zn)GeS ₄	Metacínabrio	HgS
Calcopirita	CuFeS ₂	Millerita	NiS
Cinábrio	HgS	Nicolita e/ou Niquelita	NiAs
Cooperita	(Pt,Pd,Ni)S	Pentlandita	(Fe,Ni) ₉ S ₈
Covellita	CuS	Pirrotita*	Fe _(1-x) S
Cubanita	CuFe ₂ S ₃	Realgar*	AsS
Esfalerita ou Blenda	ZnS	Renierita	(Cu,Zn) ₁₁ (Ge,As) ₂ Fe ₄ S ₁₆
Estanita	Cu ₂ FeSnS ₄	Roquesita	CuInS ₂
Galena	PbS	Sakuraiita	(Cu,Zn,Fe,In,Sn)S
Germanita	Cu ₂₆ Fe ₄ Ge ₄ S ₃₂	Wurtzita	ZnS
Greenockita	CdS		
R:S < 1 E > ½ (ELEMENTOS TRIVALENTES + S, AS, SB, TE, BI, ETC.)			
Bismutinita	Bi ₂ S ₃	Siegenita	(Co,Ni) ₃ S ₄
Carrolita	Cu(Co,Ni) ₂ S ₄	Tetradimita	Bi ₂ Te ₂ S
Estibinita	Sb ₂ S ₃	Violarita	Fe ²⁺ Ni ³⁺ ₂ S ₄
Linneita	CoCo ₂ S ₄	Tennantita*	(Cu,Ag,Zn,Fe) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃
Ouro-Pigmento	As ₂ S ₃	Tetraedrita*	(Cu,Fe,Zn,Ag) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃
Polidimita	NiNi ₂ S ₄		
R:S = ½ (DISULFETOS)			
Arsenopirita	FeAsS	Löellinguita	FeAs ₂
Bravoita	(Ni,Fe)S ₂	Marcassita	FeS ₂
Calaverita	AuTe ₂	Molibdenita	MoS ₂
Cobaltita	(Co,Fe)AsS	Pirita	FeS ₂
Gersdorffita	NiAsS	Rammelsberguita	NiAs ₂
Glaucodoto	(Co,Fe)AsS	Saflorita	(Co,Fe)As ₂
Jordisita	MoS ₂	Silvanita	(Au,Ag)Te ₂
Kalungaíta	PdAsSe	Sperrylita	PtAs ₂
Krennerita	AuTe ₂		
R:S < ½			
Cloantita	(Ni,Co)As ₂₋₃	Skutterudita	CoAs ₂₋₃
Patronita	VS ₄		
SULFOSSAIS			
Enargita	Cu ₃ AsS ₄	Franckeita	(Pb,Sn) ₆ FeSn ₂ Sb ₂ S ₁₄
Boulangerita	Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁	Jamesonita	Pb ₄ FeSb ₆ S ₁₄
Bourmonita	PbCuSbS ₃	Miargirita	AgSbS ₂
Stephanita	Ag ₅ SbS ₄	Pirargirita*	Ag ₃ SbS ₃
Cilindrita	Pb ₃ Sn ₄ FeSb ₂ S ₁₄	Polibasita	(Ag,Cu) ₁₆ Sb ₂ S ₁₁
Emplectita	CuBiS ₂	Proustita	Ag ₃ AsS ₃
OXI-SULFETO			
Quermesita	Sb ₂ S ₂ O		



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)**. 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.
- 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.



GUILLERMO RAFAEL B. NAVARRO, ANTENOR ZANARDO, CIBELE CAROLINA MONTIBELLER,
THAIS GÜTZLAF LEME. (2017)

**Livro de referência de Minerais Comuns e Economicamente Relevantes:
SULFETOS E SULFOSSAIS.
Museu de Minerais, Minérios e Rochas “Prof. Dr. Heinz Ebert”**

sites consultados:

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

