



## **ELEMENTOS NATIVOS**

O Grupo dos Elementos Nativos é constituído por minerais formados por elementos que ocorrem livres, não combinados com outros elementos. Na natureza, cerca de 37 elementos químicos podem ocorrer como elementos livres e, portanto, diz-se que ocorrem no estado nativo. Destes 37 elementos, seis correspondem aos gases nobres (hélio - He, neônio - Ne, argônio - Ar, criptônio - Kr, xenônio - Xe e radônio - Rn), que não constituem compostos químicos por serem quimicamente inertes, ou seja, possuem o último orbital totalmente preenchido com dois ou oito elétrons.

O hidrogênio (H), o nitrogênio (N), o oxigênio (O) e o cloro (Cl) também ocorrem na forma não combinada, mas somente como gases, ou muito raramente como líquidos em algumas inclusões fluidas de minerais. Segundo a definição de “mineral”, entretanto, são excluídos desta classe os elementos que ocorrem na forma de gás e/ou líquido, ou seja, os gases nobres, H, N, O e Cl. Os 27 elementos restantes que podem ocorrer no estado nativo, portanto, são encontrados na crosta terrestre formando minerais. São eles:

<b>METAIS</b>		<b>SEMIMETAIS</b>
Cádmio – Cd	Níquel – Ni	Antimônio – Sb
Chumbo – Pb	Ósmio – Os	Arsênio – As
Cobalto – Co	Ouro – Au	Bismuto – Bi
Cobre – Cu	Paládio – Pd	Selênio – Se
Cromo – Cr	Platina – Pt	Telúrio – Te
Estanho – Sn	Prata – Ag	
Ferro – Fe	Rênio – Re	<b>NÃO METAIS</b>
Índio – In	Ródio – Rh	Carbono – C
Iridio – Ir	Rutênio – Ru	Enxofre – S
Mercúrio – Hg	Zinco – Zn	

Dos elementos desta lista, no entanto, o rênio (Re), o ródio (Rh), o ósmio (Os) e o cobalto (Co) não constituem minerais independentes como o ouro (Au), a prata (Ag) ou o enxofre (S), somente ocorrem fazendo parte de soluções sólidas (amalgamas) com outros elementos nativos, constituindo ligas naturais (ex. wairauíta – CoFe, rutheniridosmine – (Ir,Os,Ru), etc.).

O número de compostos (minerais) do Grupo dos Elementos Nativos excede em muito o número de elementos constituintes deste grupo. Estes 27 elementos nativos formam cerca de 80 espécimes e/ou variedades de minerais, classificados por critérios químicos e cristalográficos. Este aspecto resulta do fato de muitos minerais serem variedades polimórficas (a exemplo do carbono que pode ocorrer como diamante – C, grafita – C, lonsdaleíta – C e chaoíta - C; do enxofre que pode ocorrer formando um polímorfo monoclinico (rosickyíta) ou ortorrômbico (enxofre), etc.) e/ou constituírem soluções sólidas (a exemplo do electrum – (Au,Ag), paládio platina – (Pt,Pd), etc.). Os minerais desta classe dividem-se em metais típicos, semi-metais e não metais.

Os metais típicos são subdivididos em grupos tais como: grupo do ouro (Au, Ag, Cu), grupo do ferro (Fe, Co, Ni), grupo do mercúrio (Hg, Cd, Zn), grupo da platina (Pt, Pd, Ir, Rh), grupo do ósmio e rutênio (Os, Ru, Re). Também fazem parte desta divisão os metais típicos Pb, Sn, In, e Cr. As combinações destes elementos constituem cerca de 40 ligas naturais.

Segundo a classificação de Strunz (2014), os minerais da classe dos elementos nativos são classificados em:

- I. - Ligas metálicas e intermetálicas (ex: cobre – Cu, aurocuprita - Cu<sub>3</sub>Au, etc.)
- II. - Metalóides (ex: antimônio – Sb, selênio – Se, etc.)
- III. - Não metais (ex: enxofre – S, carbono – C, etc.)

São incorporados, nesta classificação, também os carbetos (ex: cohenita – (Fe,Ni,Co)<sub>3</sub>C, tongbaita – Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, etc.), silicetos (ex: suessita – (Fe,Ni)<sub>3</sub>Si, xifengita – Fe<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>, etc.), nitretos (ex: osbornita – TiN, roaldita – (Fe,Ni)<sub>4</sub>N, etc.) e fosfetos (ex: schreibersita – (Fe,Ni)<sub>3</sub>P, barringerita – (Fe,Ni)<sub>2</sub>P, etc.), segundo a

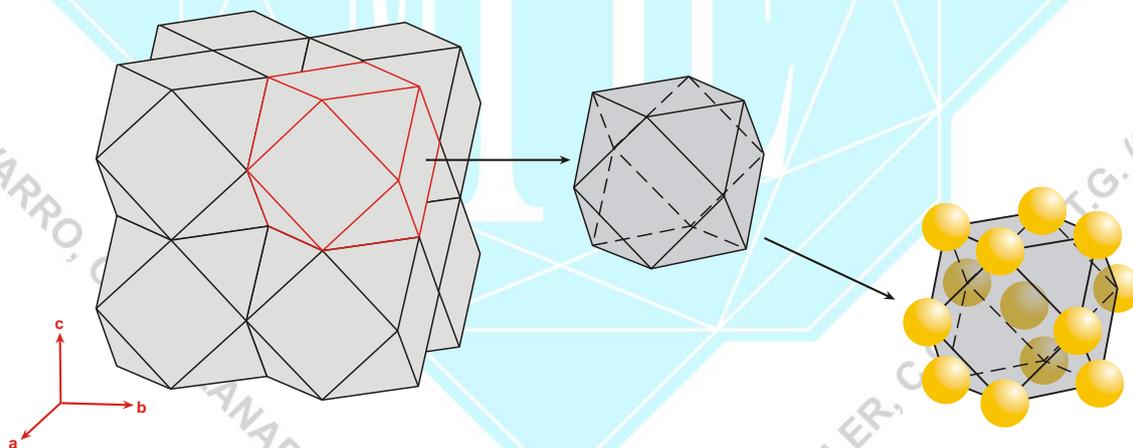


classificação de Strunz (2014). Entretanto, preferimos colocar estes grupos de minerais como classes separadas.

Entre os elementos nativos, os metais são os que apresentam a melhor condutividade térmica e elétrica, possuem, quando polidos, forte brilho metálico (alto grau de reflexão), são opacos e sem clivagem (exceção do Fe, Ni e do Zn). A maior parte dos metais nativos possui cor branca do estanho ou prata, cinza aço, com exceção do ouro (cor amarelo ouro) e do cobre (cor vermelha cobre). De todos os minerais conhecidos, os metais nativos são os que apresentam os maiores pesos específicos (são minerais extremamente pesados, a densidade destes minerais varia entre 6,9-22,65 g/cm<sup>3</sup>), principalmente os minerais do grupo da platina (paládio - 11,9-12,02 g/cm<sup>3</sup>; platina - 14-19 g/cm<sup>3</sup>; ródio - 16,5 g/cm<sup>3</sup>; irídio - 22,65-22,84 g/cm<sup>3</sup>).

Os metais com estrutura caracterizada por número de coordenação 12 (minerais que cristalizam no sistema isométrico, classe hexaocáedrica (4/m  $\bar{3}$  2/m) - Ag, Au, Cu, Cr, Ir, Ni, Pb, Pd, Pt e Rh), que por ausência de forças de ligação orientadas, são muito maleáveis e dúcteis. São minerais sem clivagem ou com fratura serrilhada e, em geral não são muito duros (possuem dureza entre 1,5 a 4,5). Quanto à dureza, entre os metais com estrutura em coordenação 12, a exceção é o irídio que possui dureza 6-7. Os minerais que contêm este elemento em quantidades consideráveis também possuem dureza alta (iridosmina D = 6-7; osmirídio D = 6-7; platinirídio D = 6-7). Além destes minerais, as ligas naturais de Fe-Ni também possuem dureza maior, variando entre 5, 5-5,5 e 5,5-6 (plumbopaladinita - Pd<sub>3</sub>Pb<sub>2</sub>, taenita - (Ni,Fe) e awaruíta - Ni<sub>3</sub>Fe respectivamente).

A plasticidade e maleabilidade dos metais são condicionadas principalmente, pelo número de direções das quais se dispõem normalmente as faces de densidade máxima. Nos meios que possuem uma densidade máxima cúbica, as direções são quatro, e em meios com estrutura hexagonal é uma. Esta diferença na estrutura resulta do tipo de ligação, sendo as ligações metálicas típicas de máxima simetria, e a medida que aparece a interpenetração dos orbitais do(s) elemento(s) envolvido(s) na formação do mineral, ou seja, aparece caráter covalente e o aumento de sua intensidade, resultando no aumento da dureza dos minerais, ao mesmo tempo em que diminui a simetria dos mesmos, chegando a formar estrutura hexagonal. Esta é a razão de que os metais com disposição cúbica sejam mais plásticos que os metais com estrutura hexagonal.

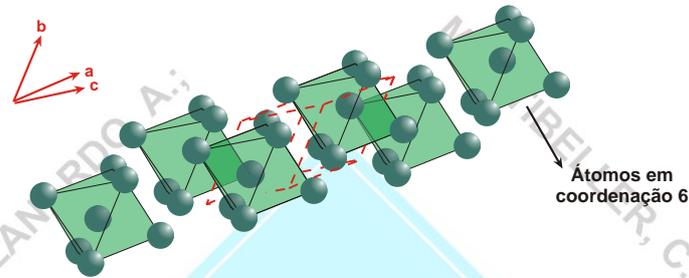


**Figura 1** – Estrutura dos metais nativos Ag, Au, Cu, Cr, Ir, Ni, Pb, Pd, Pt e Rh (coordenação 12). (modificado de Wyckoff, 1963; <http://webmineral.com/data/Gold.shtml#.WJi2j-QizL8>)

Entre os semi-metais nativos, o As, Sb e Bi são isoestruturais (cristalizam no sistema trigonal, classe escalenoédrica-hexagonal  $\bar{3}$  2/m) e mostram propriedades semelhantes entre si. Exibem clivagem perfeita {0001}, são comparativamente frágeis (quebradiços) e piores condutores de calor e eletricidade em comparação com os metais nativos. Apresentam cor branca do estanho e assim como os metais nativos, são opacos e possuem brilho metálico. São minerais muito pesados a extremamente pesados (a densidade destes minerais varia entre 5,63-9,83 g/cm<sup>3</sup>). Estes minerais apresentam um tipo de ligação intermediária entre a metálica verdadeira e a covalente, portanto, mais forte e mais direcional em suas propriedades levando a uma simetria inferior. A estrutura destes minerais pode ser imaginada como um tipo modificado de



coordenação 6, em que cada átomo está ligado mais fortemente a três de seus vizinhos do que aos outros três. A estrutura se constitui assim de camadas de átomos ligadas fortemente a outra adjacente e, fracamente, à outra. As camadas são paralelas a base e, a ligação fraca entre grupos de folhas duplas dá origem à clivagem {0001} perfeita e/ou boa. Entre os semimetais, somente constituem solução sólida o arsênio e o antimônio, a altas temperaturas em quaisquer proporções, a baixas temperaturas constituem apenas um composto intermediário estável, a alemontita (AsSb).



**Figura 2** – Estrutura dos semi-metais nativos As, Sb e Bi. (modificado de Wyckoff, 1963;  
[http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target\\_file=Bismuth.jp#.WcEJIE748](http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Bismuth.jp#.WcEJIE748))

No grupo dos não metais, além do S e C, são aqui incluídos o Se e Te, que possuem um comportamento em parte semelhante ao dos semimetais e não metais. Entre os não metais, os mais abundantes e importantes são o S seguido pelo C (variedades polimórficas diamante e grafita).

**Lista dos ELEMENTOS NATIVOS mais comuns**

<b>METAIS</b>			
<b>Grupo do Ouro:</b>		<b>Grupo da Platina:</b>	
Ouro	Au	Platina	Pt
Prata	Ag	Paládio	Pd
Cobre	Cu	<b>Grupo do Mercúrio:</b>	
<b>Grupo do Ferro:</b>		Mercúrio	Hg
Ferro	Fe		
Níquel	Ni		
<b>SEMIMETAIS</b>			
Antimônio	Sb	Bismuto	Bi
Arsênico	As		
<b>NÃO METAIS</b>			
<b>Grupo do Enxofre:</b>		<b>Grupo do Carbono:</b>	
Enxofre	S	Diamante	C
		Grafita	C



## 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 I. Elements, 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.



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

Livro de referência de Minerais Comuns e Economicamente Relevantes:  
ELEMENTOS NATIVOS.

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<sup>o</sup> edition).** John Wiley & Sons, Inc., New York (3<sup>o</sup> edition). 459 p.

Wyckoff, R. W. G. 1963. Cubic closest packed, ccp, structure. **Crystal Structures**, Second edition. Interscience Publishers, New York, New York, p. 7-83.

**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)

