

# ESTANHO

**Coralie Heinis Dias**

Eng. de Minas, Doutoranda em Geologia Econômica no IGC/UFMG  
*co.dias.minas@gmail.com*

**Mario Luiz de Sá Carneiro Chaves**

Geólogo, Prof. Titular, CPMTC-IGC/UFMG  
*mlschaves@gmail.com*

**Daniel Kroeling Rodrigues Cardoso**

Graduando em Eng. de Minas no IGC/UFMG  
*dkrc@eng-min.grad.ufmg.br*

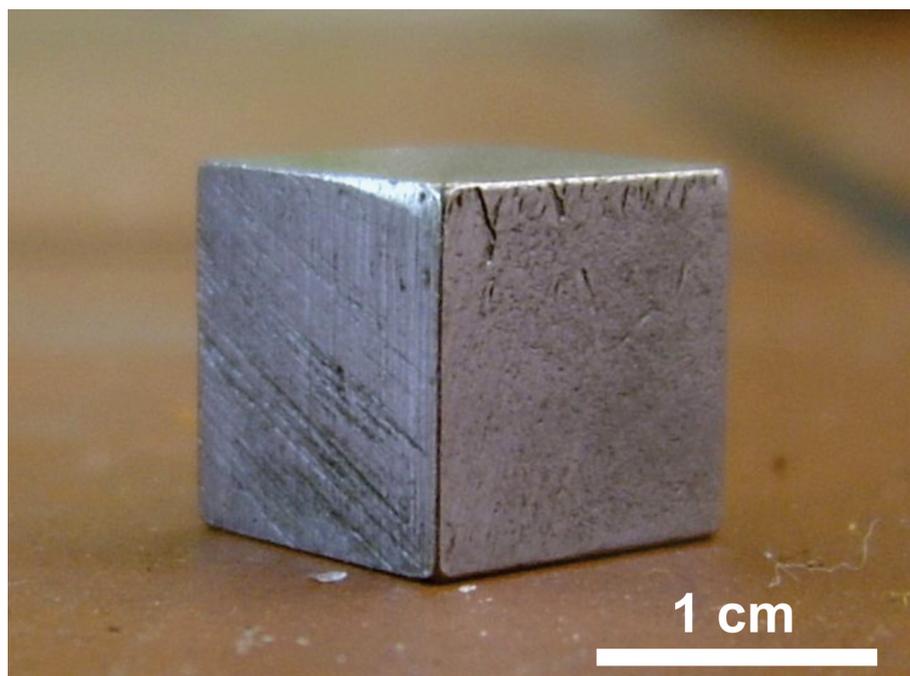
# SUMÁRIO

---

1. ASPECTOS GERAIS.....	1
2. MINERALOGIA.....	3
3. RESERVAS.....	5
3.1. DISTRITO PEGMATÍTICO DE ARAÇUAÍ.....	7
3.2. DISTRITO PEGMATÍTICO DE SÃO JOSÉ DA SAFIRA .....	7
3.3. DISTRITO PEGMATÍTICO DE CONSELHEIRO PENNA .....	7
3.4. DISTRITO PEGMATÍTICO DE SÃO JOÃO DEL REI .....	8
4. APLICAÇÕES.....	9
5. ASPECTOS ECONÔMICOS.....	11
6. CURIOSIDADE .....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

## 1. ASPECTOS GERAIS

O metal estanho (Figura 1) tem símbolo Sn, número atômico 50, massa atômica 118,71 e densidade 7,29 g/cm<sup>3</sup>. O estanho vem sendo empregado em utensílios diversos há quase três mil anos, sendo assim um dos primeiros metais utilizados pelo homem. Apresenta-se como um metal esbranquiçado, mas também ligeiramente azulado. Mantém-se brilhante ao ar seco e não sofre corrosão significativa, muito embora sobre ele se forme uma tênue camada de óxidos, fixa e invisível. Tal camada elimina-se facilmente com vapor de iodo. Contrariamente aos outros metais, é macio o suficiente para ser cortado com uma faca. Em vista disso, os recipientes fabricados com estanho puro perdem com facilidade sua forma (Alecrim 1982).



**Figura 1.** Cubo de estanho metálico (Foto: Carsten Niehaus).

Existem três formas alotrópicas do estanho, isto é, três formas de estruturação cristalina distintas e estáveis nas quais esse elemento se apresenta na natureza. Entre 13,2° e 161 °C, temos o estanho- $\beta$ , ou estanho branco, que é o estanho comum, prateado a branco, brilhante e com retículo cristalino tetragonal. Abaixo de 13,2 °C mantém-se estável o estanho- $\alpha$ , ou estanho cinzento, que é um pó amorfo, cinza, não-metálico e com estrutura cristalina cúbica. Já o estanho- $\gamma$ , ou estanho rômboico, é estável a temperaturas acima de 161 °C até sua fusão (231,8 °C). Essa variedade cristalina forma retículos ortorrômnicos e é extremamente quebradiça (Fiorucci *et al.* 2012). A transição da variedade  $\beta$  para  $\alpha$  é lenta e só pode ser realizada quando o estanho apresenta elevado grau de pureza. Quando presente em tubos antigos de órgãos nas catedrais das regiões frias da Europa, essa transição causa o aparecimento de manchas cinzentas (o estanho  $\alpha$ ) nos tubos, popularmente chamada de "peste do estanho" e que já foi considerada, nos tempos antigos, como uma "obra do demônio".

Durante invernos rigorosos e prolongados, barras de estanho podem transformar-se em pó, embora o fato não seja comum. A estrutura se destroça, havendo

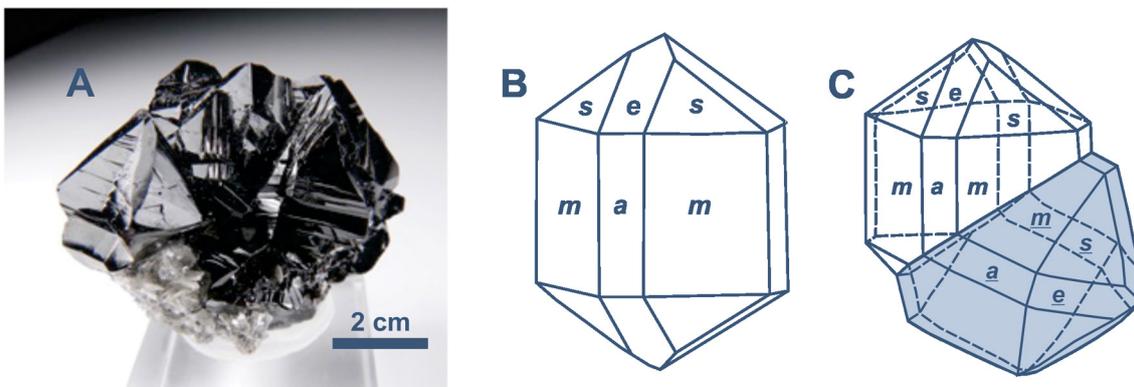
concomitantemente aumento de volume (Alecrim 1982). Barras de estanho, quando dobradas, emitem um ruído de estilhaçamento característico, causado pela fricção entre os cristais chamado de "grito de lata" ou "grito de estanho".

Devido à capacidade do estanho de endurecer o cobre, a liga de estanho-cobre, chamada bronze, é utilizada para produzir armas e utensílios há mais de 5.000 mil anos, quando teve início a Idade do Bronze, um importante período do processo de civilização. As minas da região de Cornwall, no sudoeste da Inglaterra, começaram a produzir estanho na Idade do Bronze, por volta de 2150 a.C., e supriram o Reino Unido até o século XX. O estanho era obtido de cassiterita aluvionar, e ainda existem operações para a extração desse mineral naquela região.

## 2. MINERALOGIA

Dentre os muitos minerais que contêm estanho, a cassiterita ( $\text{SnO}_2$ ) é definitivamente o de maior importância como minério para extração desse metal (Figura 2A), seguido muito minoritariamente pela estanita ( $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ ).

A cassiterita possui cor escura e pertence ao sistema tetragonal, com hábito prismático e bipiramidal (Figura 2B). Apresenta com frequência geminações em cotovelo com um entalhe característico (Figura 2C). O plano de geminação é  $\{011\}$ . Geralmente, a cassiterita é granular e maciça, ocorrendo também em grãos rolados. Sua cor mais comum varia do castanho ao preto, podendo algumas vezes ser vermelha, branca ou amarela, apresentando brilho adamantino a submetálico. Sua dureza está entre 6 e 7 com densidade de 6,8 a 7,1  $\text{g/cm}^3$ . O mineral é caracterizado por sua dureza e densidade relativamente altas, traço claro e, também, pela sua infusibilidade (Klein & Dutrow 2012).



**Figura 2.** A) Drusa de cristais de cassiterita de Sichuan, China (Fonte: MCh Minerals). B) Modelo de cristal completo de cassiterita. C) Cristal de cassiterita mostrando geminação em cotovelo (modelos cristalográficos conforme Klein & Dutrow 2012).

A cassiterita está distribuída amplamente, embora em pequenas quantidades na maioria das vezes. É um mineral acessório na constituição de alguns tipos de granito e pegmatito. Encontra-se com mais abundância em *greisens* e veios hidrotermais, juntamente com quartzo e mica, associados a corpos graníticos ou próximo deles (Figura 3A).



**Figura 3.** A) Grão milimétrico de cassiterita em pegmatito da Lavra Itatiaia II, município de Conselheiro Pena (MG) (Foto dos Autores). B) Concentrado aluvionar de cassiterita de Jos Plateau, Nigéria (foto: Wolfgang Hampel).

As rochas portadoras de cassiterita têm, usualmente, minerais que contêm flúor ou boro, tais como turmalina, topázio, fluorita e apatita. Devido à sua alta densidade e grande resistência ao intemperismo, a cassiterita forma grãos rolados que se acumulam em depósitos aluvionares, conhecidos como “estanho de rio”, os quais também podem constituir jazidas de importância econômica (Figura 3B).

### 3. RESERVAS

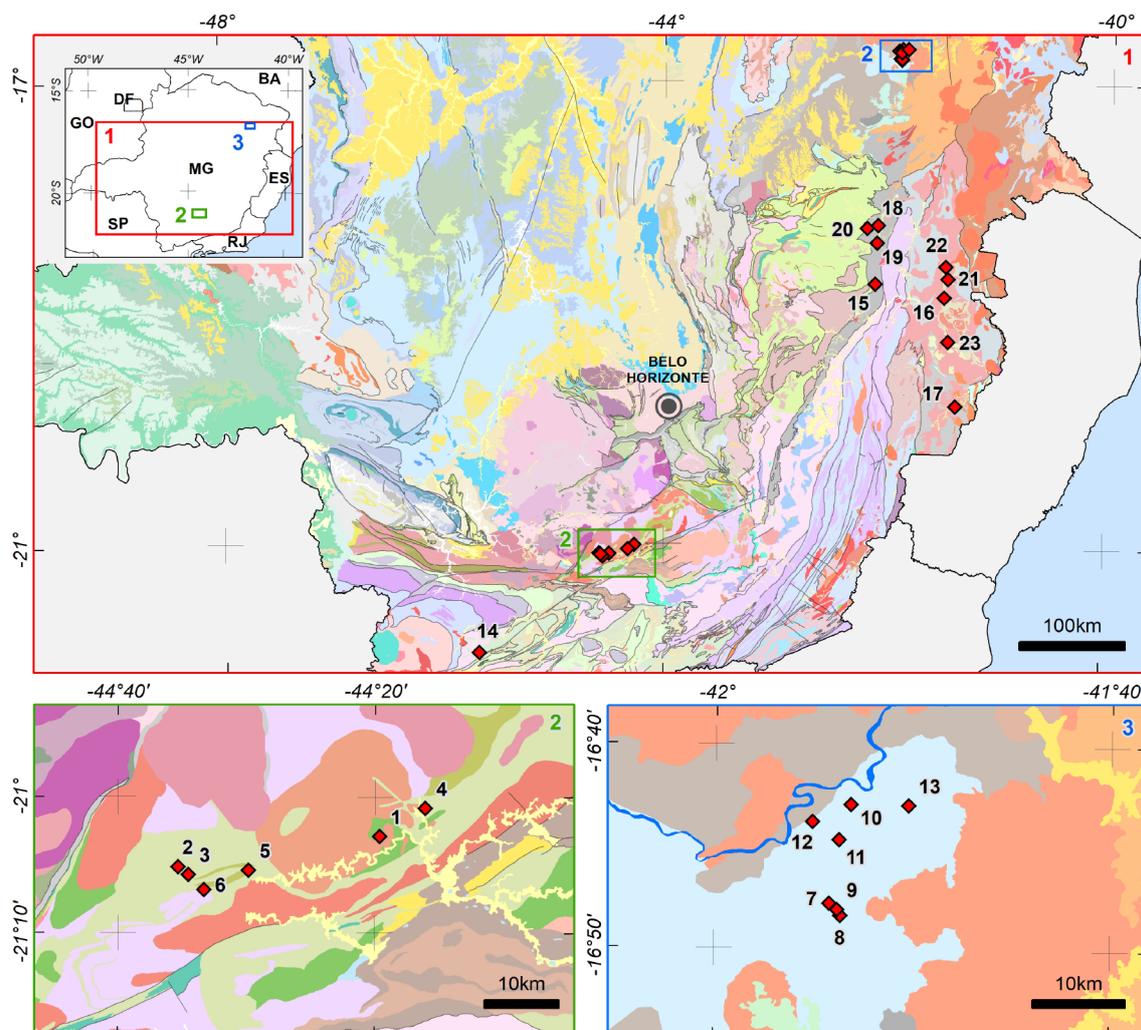
Em Minas Gerais, as reservas de estanho se localizam principalmente, nos distritos pegmatíticos de Araçuaí, São José da Safira e Conselheiro Pena, todos da Província Pegmatítica Oriental do Brasil (Pedrosa-Soares *et al.* 2011), e no Distrito Pegmatítico de São João del Rei, isolado (Figura 3), ocorrendo em depósitos primários (pegmatitos) e secundários (aluviões e coluviões).

Em pegmatitos, a cassiterita associa-se à columbita-tantalita, albita, mica e quartzo. Pode formar concentrações econômicas em depósitos de coluvião e aluvião próximos a pegmatitos e *greisens*. Embora tenha sido minerada como produto principal em décadas passadas no estado de Minas Gerais, principalmente nas regiões de São João del Rei e Araçuaí (Alecrim 1982), atualmente a cassiterita tem sido aproveitada apenas como subproduto da extração de outros bens minerais (Netto *et al.* 1998, Pinto *et al.* 2001, Pedrosa-Soares *et al.* 2011, Paes *et al.* 2016).

Os depósitos e ocorrências que constam na Tabela 1 foram obtidos em pesquisa ao DNPM e à base de dados de recursos minerais da CPRM (2018), além do projeto “Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil: Área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais” (Paes *et al.* 2016, pontos 007 a 013 da Tabela 1) e do “Projeto Leste” (Netto *et al.* 1998, pontos 015 a 023 da Tabela 1). As Figuras 4 e 5 mostram a distribuição dos distritos com as principais ocorrências de minerais de estanho de Minas Gerais.



**Figura 4.** Mapa de Minas Gerais mostrando a distribuição geral das áreas com ocorrências de cassiterita no estado, envolvendo os distritos pegmatíticos de **1)** Araçuaí; **2)** Conselheiro Pena; **3)** São José da Safira; **4)** São João del Rei.



**Figura 5.** Principais ocorrências de estanho no estado de Minas Gerais. A numeração se refere aos itens da Tabela 1. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014.

**Tabela 1.** Principais ocorrências de estanho no estado de Minas Gerais.

Status econômico	Situação	Toponímia	Município	Latitude	Longitude	
1	Mina	Desativada	Mina do Paiol	Ritópolis	-21,048646	-44,32691
2	Mina	Ativa	Mina de Volta Grande	Nazareno	-21,086562	-44,588416
3	Mina	Desativada	Minas Brasil	São Tiago	-21,09579	-44,575046
4	Concessão de Lavra		AMG Mineração I	Coronel Xavier Chaves	-21,014042	-44,267945
5	Mina	Ativa	AMG Mineração II	Conceição da Barra de Minas	-21,090319	-44,497088
6	Garimpo	Ativo	Sandelminas Mineração	Conceição da Barra de Minas	-21,114441	-44,554637
7	Concessão de Lavra	Paralisado	Lavra do Barreiro	Itinga	-16,796304	-41,903529
8	Mina	Inativa	Lavra de Nezinho de Chicão	Itinga	-16,806061	-41,894283
9	Mina	Inativa	Lavra do Algodão	Itinga	-16,801308	-41,897024
10	Mina	Inativa	Lavra do Urubu	Itinga	-16,71542	-41,886277
11	Garimpo	Intermitente	Lavra da Generosa	Itinga	-16,744265	-41,895803
12	Garimpo	Intermitente	Lavra do Alair	Araçuaí	-16,729561	-41,918465
13	Garimpo	Ativa	Lavra do Baixão	Itinga	-16,715814	-41,837696
14	Concessão de Lavra		Vale S.A.	São Gonçalo do Sapucaí	-21,947336	-45,68544
15	Mina	Ativa	Ipê	Governador Valadares	-18,743828	-42,106568
16	Garimpo	Paralisado	Mineração Alfa	Galiléia	-18,854998	-41,482808
17	Garimpo	Paralisado	França	Mutum	-19,791007	-41,368026
18	Garimpo	Ativo	Benedito	Água Boa	-18,238235	-42,085663
19	Garimpo	Paralisado	Morcego	São José da Safira	-18,389754	-42,093641
20	Mina	Ativa	Rolador	São José da Safira	-18,264934	-42,186323
21	Garimpo	Paralisado	Nô	Divino das Laranjeiras	-18,694955	-41,452071
22	Garimpo	Ativo	Pires	Itabirinha	-18,587657	-41,473167
23	Garimpo	Ativo	Itatiaia II	Conselheiro Pena	-19,235971	-41,444291

### 3.1. Distrito Pegmatítico de Araçuaí

As ocorrências de cassiterita do Distrito Pegmatítico de Araçuaí estão concentradas no Campo Pegmatítico de Itinga (Figura 3), cuja parte principal se localiza no mapa geológico da Folha Itaobim (Paes *et al.* 2008). Tal campo pegmatítico é caracterizado pela abundância e variedade de minerais de lítio, mas a produção de cassiterita já teve destaque no passado, como na Lavra do Barreiro que foi, na segunda metade do século XX, uma grande produtora de minério de estanho (Pedrosa-Soares *et al.* 2011, Paes *et al.* 2016)

### 3.2. Distrito Pegmatítico de São José da Safira

Este distrito produz principalmente gemas (turmalinas e berilo), além de minerais industriais (Figura 3), tendo ocorrências restritas de cassiterita (Netto *et al.* 1998).

No Campo Pegmatítico da Serra do Cruzeiro, localizado no mapa geológico da Folha Santa Maria do Suaçuí (Silva 1997), a cassiterita não tem destaque como mineral de aproveitamento econômico nos pegmatitos cadastrados por Netto *et al.* (1998), aparecendo somente como mineral acessório em três lavras, dentre as quais a Lavra do Morcego teria sido uma grande produtora de cassiterita no passado, juntamente a berilo industrial, quartzo e columbita-tantalita.

O Campo Pegmatítico de Santa Rosa se localiza entre o sul das folhas Teófilo Otoni (Paes 1997) e Malacacheta (Guimarães *et al.* 2012) e o norte das folhas Santa Maria do Suaçuí (Silva 1997) e Itambacuri (Signorelli 1997), sendo reconhecido internacionalmente pela excelente qualidade das turmalinas que produz (Netto *et al.* 1998). Não há registros de cassiterita nos pegmatitos cadastrados por Netto *et al.* (1998), mas estes autores obtiveram junto à população local informações de ocorrências do mineral, entre outros, no material eluvionar inconsolidado em áreas rebaixadas de planícies aluviais sob processos de assoreamento avançado.

O Campo Pegmatítico de Golconda, situado na Folha Marilac (Ribeiro 1997), teve as primeiras minerações iniciadas em 1908, tendo o ápice da produção de mica, berilo e outros minerais, utilizados na indústria bélica, durante a Segunda Guerra Mundial. A partir do final da guerra, passou a ser mundialmente reconhecido pela produção de água-marinha e turmalina de qualidade gemológica (Netto *et al.* 1998). Nesse campo, cassiterita acessória aparece entre os minerais extraídos da Lavra do Ipê.

### 3.3. Distrito Pegmatítico de Conselheiro Pena

Neste distrito, Netto *et al.* (1998) relatam a produção de columbita-tantalita nos campos pegmatíticos citados a seguir (Figura 3).

O Campo Pegmatítico de Galileia - Mendes Pimentel está situado na Folha Itabirinha de Mantena (Vieira 1997), tendo despertado o interesse de mineralogistas pela descoberta e identificação de novas espécies minerais, destacando-se a brasilianita de qualidade gemológica (Netto *et al.* 1998) entre vários outros. Cassiterita é descrita na associação mineral de apenas três lavras cadastradas, mas somente teve aproveitamento econômico na

Mineração Alfa, que extraiu cassiterita e columbita-tantalita até o final da década de 1960, por meio de um aproveitamento racional da lavra com utilização de desmonte hidráulico conforme (Netto *et al.* 1998).

O Campo Pegmatítico de Itatiaia - Barra do Cuieté situa-se no Médio Rio Doce, abrangendo a porção noroeste da Folha Conselheiro Pena (Oliveira 2000). Segundo Netto *et al.* (1998), ao fim da década de 1970 a garimpagem encontrava-se ainda em franca atividade, mas estava praticamente estagnada na primeira metade da década de 1990, sendo o principal mineral extraído o feldspato industrial. Entre as lavras cadastradas, apenas uma (Lavra Itatiaia II) apresentou cassiterita em sua assembleia mineralógica.

### 3.4. Distrito Pegmatítico de São João del Rei

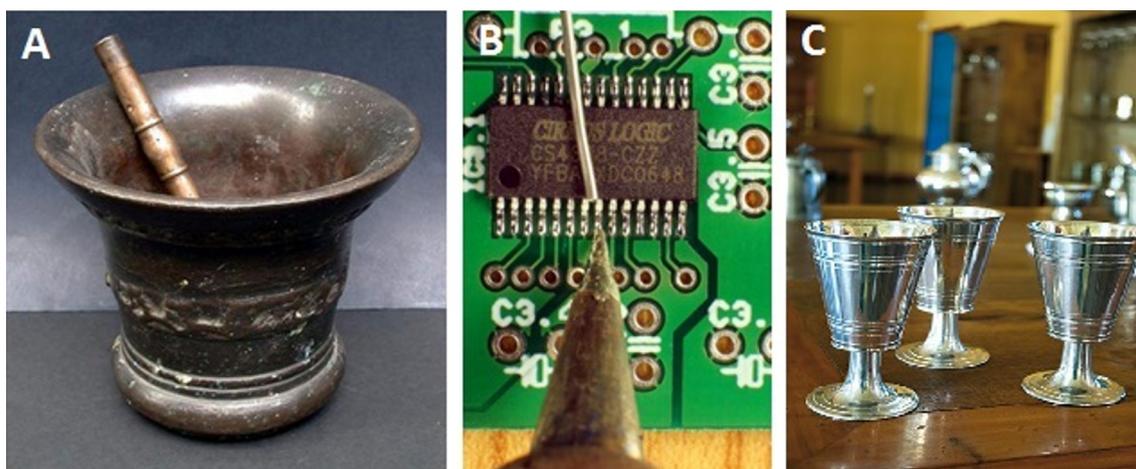
O Distrito Pegmatítico de São João del Rei (chamado de “província” por Francesconi 1972) engloba uma área isolada de cerca de 1.400 km<sup>2</sup> situada na porção centro-sul do estado de Minas Gerais (Figura 3). Os pegmatitos se distribuem em uma faixa com mais de 55 km de comprimento (Paes *et al.* 2016). Abrange os municípios de Nazareno, São Tiago, Resende Costa, Cassiterita (atual Conceição da Barra de Minas), São João del Rei, Ritópolis e Coronel Xavier Chaves, cujos pegmatitos são minerados principalmente para cassiterita e columbita-tantalita.

De acordo com Alecrim (1982), esta área já foi a mais importante produtora de estanho do Brasil, antes da descoberta da província estanífera da Amazônia na década de 1970. Paes *et al.* (2016) ressaltam a diferença de idade e mineralizações dessa região com a Província Pegmatítica Oriental do Brasil. Ávila (2000, *in* Pereira *et al.* 2007) fornece uma idade paleoproterozoica, de  $2.121 \pm 7$  Ma, para o corpo granítico de Ritópolis, o qual constitui o provável responsável pela geração dos pegmatitos do Distrito de São João del Rei.

## 4. APLICAÇÕES

A aplicação primária do estanho foi na fabricação da folha de flandres ou chapas de estanho para embalagens de alimentos, que são obtidas pela aplicação em uma folha de aço, com baixo teor de carbono, de uma cobertura de estanho e chumbo, ao invés de estanho puro. Entretanto, alumínio, vidro, papel, plástico e aço livre de estanho têm substituído as embalagens de alimentos com estanho (Klein & Dutrow 2012).

O estanho também é utilizado na composição de ligas metálicas de importante aplicação, sendo as mais comuns o bronze (estanho-cobre, Figura 6A), a solda (estanho-chumbo, Figura 6B), e estanho-chumbo-antimônio (metal patente). Ele também é usado em liga com o titânio na indústria aeroespacial.



**Figura 6.** Exemplos da aplicação do estanho em: **A)** Objeto de bronze (Fonte: Quimlab). **B)** Solda de componentes eletrônicos (Fonte: Quimlab). **C)** Objetos de estanho fabricados na cidade mineira de São João del Rei (Fonte: Portal Brasil).

O bronze é utilizado em canhões, molas espirais, pinos, tubos, fusíveis, fundição, odontologia, tipografia e outros. As soldas macias, como as usadas em eletrônica, são ligas de estanho e chumbo, algumas vezes com adição de bismuto. Elas são uma liga particularmente interessante na indústria eletro-eletrônica, usadas para união e remendo de metais.

A liga estanho-níquel é empregada na confecção de torneiras de água e similares. O latão (estanho-cobre-zinco-chumbo) possui também larga aplicação (Alecrim 1982). Como o estanho liga-se prontamente com o ferro, foi muito usado na indústria automotiva para revestimento e acabamento de latarias. Grande parte do estanho produzido no mundo é utilizada em combinação com o zinco para cobrir metais, como aço e ferro, com a finalidade de impedir a corrosão e a eletrólise.

Os sais de estanho são agentes oxidantes fracos. O cloreto estânico ( $\text{SnCl}_2$ ) é aplicado como agente redutor e como mordente no processo de fixação de tintas no tecido morim, produzindo um tecido estampado conhecido como “chita”. Também é aplicado em perfumaria, para evitar a descoloração e a perda de odores. O óxido estânico ( $\text{SnO}$ ) dá aspecto fresco a vidros e esmaltes. O cloreto estânico ( $\text{SnCl}_4$ ) é fixador de importância comercial. O sal de Pink ( $\text{SnCl}_6\text{NH}_4$ ) é empregado em tinturaria como fixador mordente, e resulta da combinação de cloreto estânico com o cloreto de amônio (Alecrim 1982).

Compostos de carbono e estanho são usados na cobertura de plásticos (cloreto de polivinilo) para protegê-los da descoloração. Além desses, seus sulfetos são utilizados em química analítica para caracterizar o estanho em forma de íon bivalente ou tetravalente, a partir de sua precipitação pela ação de ácido sulfúrico sobre as soluções ácidas dos respectivos sais (Alecrim 1982).

Devido à alta estabilidade e maleabilidade desse elemento, várias outras aplicações na indústria são encontradas, tais como: acondicionamento de produtos como maços de cigarros e barras de chocolate; fungicidas para madeira; vermífugos veterinários; construção de destiladores de água; caldeiras; utensílios domésticos (Figura 5C); recipientes de leite (galões); papel adesivo (fita adesiva); e revestimento de tanques de petróleo e derivados (Alecrim 1982).

## 5. ASPECTOS ECONÔMICOS

Segundo dados do Sumário Mineral de 2015 (Pontes 2016), as reservas mundiais de estanho, em 2014, eram de aproximadamente 4,5 milhões de toneladas de Sn contido, associadas às jazidas de cassiterita (Tabela 2). A Ásia é o continente que possui as maiores reservas do mundo, detendo 54% do total. A América vem em seguida com 19%, a África tem 13%, a Austrália possui 8% e o restante dos países produtores ficam com 4%.

A China detém as maiores reservas de estanho, sendo também o principal produtor do minério. Em 2014 foi responsável por mais de 40% da produção mundial. A Indonésia vem em seguida com 27%. Nas Américas, o Brasil ganhou destaque principalmente por suas jazidas na região amazônica (Rondônia e Amazonas), tornando-se o principal produtor do continente e o terceiro maior do mundo, ficando atrás apenas da China e da Indonésia (Pontes 2016).

O Brasil possui aproximadamente 9% das reservas mundiais de estanho contido em cassiterita, sendo a terceira maior reserva do mundo. É o terceiro maior produtor mundial, com 25.534 t (toneladas do metal contido em concentrado de cassiterita), produzidas em 2014 (aproximadamente 8% do total). As reservas brasileiras localizadas na Amazônia inserem-se na Província Mineral do Mapuera (Mina do Pitinga), no Amazonas, e na Província Estanífera de Rondônia (minas Bom Futuro, Santa Bárbara, Massangana e Cachoeirinha).

**Tabela 2.** Reservas e produção mundial de estanho (conforme Pontes 2016).

Discriminação Países	Reservas (t) 2014 <sup>(p)</sup>	2013 <sup>(r)</sup>	Produção (t) <sup>(3)</sup>	
			2014 <sup>(e)</sup>	(%)
<b>Brasil</b>	<b>416.383<sup>(1)</sup></b>	<b>16.830<sup>(4)</sup></b>	<b>25.534<sup>(4)</sup></b>	<b>8,25</b>
China	1.500.000	110.000	125.000	40,40
Indonésia	800.000	95.200	84.000	27,15
Peru	80.000	23.700	23.700	7,66
Bolívia	400.000	19.300	18.000	5,82
Mianmar	-	11.000	11.000	3,55
Austrália	370.000	6.470	6.100	1,97
Vietnam	-	5.400	5.400	1,75
Malásia	-	3.700	3.500	1,13
Congo (Kinshasa)	250.000	3.000	3.000	0,97
Ruanda	-	1.900	2.000	0,65
Laos	-	800	800	0,26
Rússia	-	420	600	0,19
Nigéria	350.000	570	500	0,16
Tailândia	170.000	200	200	0,06
Outros países	180.000	100	100	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>4.516.383<sup>(2)</sup></b>	<b>298.590</b>	<b>309.434</b>	<b>100</b>

(1) Reserva lavrável em metal contido; (2) o total da reserva mundial informada pelo USGS foi ajustado com os dados do Brasil;

(3) dados de produção em metal contido; (4) metal contido no concentrado; (p) preliminar; (e) estimada; (r) revisado.

A produção nacional de concentrado de estanho (em metal contido) foi de 25.534 t, em 2014, com alta de 51% em relação a 2013. O destaque foi para Amazonas e Rondônia com 72% e 17% da produção nacional, respectivamente. Minas Gerais e Pará são os outros estados brasileiros produtores de estanho.

O aumento considerável da produção de estanho em 2014 foi impulsionado, principalmente, pelos investimentos praticados pela principal mineradora de estanho no país, a Mineração Taboca, que após um bom período de estabilidade operacional, vem

expandindo a sua produção desde 2012, investindo de forma significativa no crescimento da sua produção. Assim, em comparação a 2013, sua produção aumentou aproximadamente 88% (Pontes 2016).

O valor (US\$ 14.570 milhões) das importações de estanho no Brasil caiu 5% em 2014. Os principais produtos importados foram os manufaturados (polpas, escamas, barras e fios de estanho), seguidos dos compostos químicos (sais e ésteres). O país que mais exportou para o Brasil em valores no período foram os Estados Unidos da América, com 25% do total, e a China ficou logo em seguida com 15%.

Quanto às exportações de estanho no Brasil, o valor (US\$ 209.280 milhões) subiu em torno de 24% (Tabela 3). Os destaques positivos ficaram por conta dos bens semi-manufaturados (estanho não-ligado, ligas e resíduos de estanho) e dos bens primários, com crescimento de 22% e 50%, respectivamente. Os semi-manufaturados continuam sendo os produtos mais exportados, seguido pelos bens primários e manufaturados. Os compostos químicos apresentaram uma alta de 75% em relação ao ano anterior.

Os Estados Unidos foram o principal destino das exportações brasileiras de estanho. Em 2014, as remessas para aquele país responderam por cerca de 29% do total e por 35% dos semi-manufaturados. A Alemanha ganhou destaque em 2014 com 17% das exportações brasileiras de produtos semi-manufaturados e a Malásia foi o principal destino dos bens primários, com 35% (Pontes 2016).

**Tabela 3.** Principais estatísticas – Brasil (conforme Pontes 2016).

	Discriminação	Unidade	2012 <sup>(r)</sup>	2013 <sup>(r)</sup>	2014 <sup>(p)</sup>
Produção	Concentrado (metal contido)	(t)	13.667	16.830	25.534
	Metálico	(t)	11.955	14.721	22.334
Importação	Bens Primários	(t)	71	61	40
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	1.897	1.769	1.182
	Semimanufaturado	(t)	239	64	152
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	5.226	1.588	2.392
	Manufaturado	(t)	246	230	225
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	9.913	9.737	8.130
	Compostos Químicos	(t)	313	276	319
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	3.129	2.355	2.866
Exportação	Bens Primários	(t)	1.731	1.758	2.411
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	15.659	20.599	30.968
	Semimanufaturado	(t)	9.015	8.544	8.405
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	135.305	140.280	172.137
	Manufaturado	(t)	405	322	252
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	8.266	7.093	6.133
	Compostos Químicos	(t)	3	1	2
		(US\$ 10 <sup>3</sup> -FOB)	72	24	42
Consumo Aparente	Sn - Metálico	(t)	3.451	4.652	7.057
Preço Médio	LME – Cotação Média Anual	(US\$/t)	21.113,10	22.142,19	21.933,74

(p) preliminar; (r) revisado.

Na última década, o consumo aparente de estanho metálico no Brasil apresentou média de 4 a 5 mil t/ano. A demanda interna por estanho metálico é formada por cinco

segmentos na seguinte ordem de importância: indústria siderúrgica (folhas de flandres), indústria de soldas, indústria química, objetos de peltre (liga metálica de zinco, cobre e estanho) e bronze (liga metálica de cobre e estanho). As indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM) consomem cerca de 10% da produção do estanho que é beneficiado pela Mineração Taboca. Entretanto, no estado do Amazonas o beneficiamento de cassiterita só atinge 50% do processo produtivo, sendo o restante processado no estado de São Paulo, onde são produzidas ligas de estanho (Pontes 2016).

Com relação a projetos futuros e em andamento, Pontes (2016) relata que o grupo peruano MINSUR S.A., proprietário da Mineração Taboca, deve investir até 12 milhões na mineradora brasileira. Um dos projetos da MINSUR é o de duplicar a produção de cassiterita na mina de Pitinga, onde se planeja construir uma planta de flotação para aumentar a taxa de recuperação do estanho, além de também recuperar nióbio e tântalo. A companhia pretende iniciar a construção assim que concluir os estudos de viabilidade.

## 6. CURIOSIDADE

---

Uma curiosidade a respeito do estanho e seus minerais foi apresentada por Organ & Mandarino (1971, *in* Branco & Chaves 2006). De tal modo, descreveram-se dois minerais de origens absolutamente insólitas, os óxidos de estanho romarchita (pronuncia-se romarquita) – SnO – tetragonal, e a hidrorromarchita – Sn<sub>3</sub>O<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub> – tetragonal.

Entre 1801 e 1821, uma canoa que levava utensílios constituídos de estanho afundou no Rio Winnipeg, em Ontário, Canadá. Aqueles objetos ficaram submersos desde aquela data até o início da década de 1970, quando foram recuperados a uma profundidade de 4,5 m. Ao serem retirados da água, verificou-se que eles continham em sua superfície uma crosta fina de cristais brancos, aos quais se associavam outros cristais, de cor preta.

O estudo do material mostrou tratar-se de dois novos minerais para a ciência, designados de romarchita (o preto) e hidrorromarchita (o branco). As circunstâncias estranhas que deram origem à formação dessas espécies geraram controvérsias no âmbito da Associação Internacional de Mineralogia (International Mineralogical Association – IMA), onde alguns membros da comissão que aprova novos minerais julgaram não serem espécies válidas. Entretanto, submetido o assunto a votação, estas novas espécies minerais foram aprovadas pela IMA, por dez votos contra quatro. Afinal, romarchita e a hidrorromarchita obedecem aos cinco atributos básicos para a definição de um novo mineral: (1) são sólidos, (2) de formação em meio natural (não importando se se originaram a partir de um artefato humano), (3) têm composição química única, (4) têm estrutura atômica característica, e (5) se formaram como produto de um processo inorgânico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alecrim J.D. 1982. *Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Metamig, 298 p.
- Branco P.M. & Chaves M.L.S.C. 2006. A Mineralogia e alguns de seus minerais raros ou de gênese exótica. *Terrae Didactica*, **2**(1):75-85.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2018. *GeoSGB - Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil – CPRM*. Serviço Geológico do Brasil -SGB - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.
- Fiorucci A.R., Filho E.B., Oliveira N. 2012. Os alótropos do estanho: ocorrências do estanho  $\alpha$  e as novas soldas sem chumbo usadas em eletrônicos. *Química Nova na Escola*, **34**(3):124-130.
- Francesconi R. 1972. *Pegmatitos da região de São João del Rey, MG*. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 170 p.
- Guimarães M.L.V., Pedrosa-Soares A.C., Baars F.J., Grossi-Sad J.H. 2012 *Folha SE.23-X-D-VI, Malacacheta, Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000*. In: Projeto criação de banco de dados geográficos para os mapas geológicos do Projeto Espinhaço, Minas Gerais. Belo Horizonte: CODEMIG-UFMG.
- Klein C. & Dutrow B. 2012. *Manual de ciência dos minerais*. Traduzido por Rualdo Menegat. Porto Alegre: Bookman, 23ª ed., 724 p. ISBN: 9788540700857
- Netto C., Araújo M.C., Pinto C.P., Drumond J.B. 1998. *Projeto Leste: Cadastramento de Recursos Minerais - Pegmatitos*. Belo Horizonte: SEME/COMIG/MME/CPRM, v. 1, 210 p.
- Oliveira M.J.R. 2000. Folha SE.24-Y-C-II, Conselheiro Pena / Folha SE.24-Y-C-III, São Gabriel da Palha (parte), Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000. In: *Projeto Leste, texto e mapa geológico*. Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM.
- Paes V.J.C. 1997. Folha SE.24-V-C-IV, Teófilo Otoni, Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000. In: *Projeto Leste, texto e mapa geológico*. Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM.
- Paes V.J.C., Heineck C.A., Malouf R.F. 2008. Folha SE-24-V-A-IV, Itaobim, Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000. In: *Projeto Jequitinhonha*. Belo Horizonte: CPRM.
- Paes V.J.C., Santos L.D., Tedeschi M.F., Betiollo L.M. 2016. *Avaliação do potencial do lítio no Brasil: área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais: texto explicativo e mapas*. Belo Horizonte: CPRM.
- Pedrosa-Soares A.C., De Campos C.P., Noce C.M., Silva L.C., Novo T., Roncato J., Medeiros S., Castañeda C., Queiroga G., Dantas E., Dussin I., Alkmim F.F. 2011. Late Neoproterozoic-Cambrian Granitic Magmatism in the Araçuaí Orogen (Brazil) the Eastern Brazilian Pegmatite Province and Related Mineral Resources. In: Sial A.N., Bettencourt J.S, De Campos C.P., Ferreira V.P. (eds.). Granite-Related Ore Deposits. London, *Geological Society Special Publications*, **350**:25-51. doi: 10.1144/SP350.3
- Pereira R.M., Ávila C.A., Neumann R. 2007. Ocorrências de zircão hafnífero no sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**(2):215-223. doi: 10.25249/0375-7536.2007373445463215223
- Pinto C.P., Drumond J.B.V., Féboli W.L. 2001. *Projeto Leste*. Belo Horizonte: CPRM, CODEMIG. 1 CD-ROM. Mapas imp.
- Pinto C.P. & Silva M.A. 2014. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, Escala 1:1.000.000*. Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, CODEMIG e Serviço Geológico do Brasil, CPRM.
- Pontes E.P. 2016 Estanho. In: Lima T.M. & Neves C.A.R. (coords.). *Sumário Mineral 2015*. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), v. 35, p. 62-63. ISSN: 01012053
- Ribeiro J.H. 1997. Folha SE.23-Z-B-VI Marilac, Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000. In: *Projeto Leste, texto e mapa geológico*. Belo Horizonte: COMIG/CPRM, v. 10, 55 p.
- Signorelli N. 1997. Folha SE.24-Y-A-I, Estado de Minas Gerais, Itambacuri, escala 1:100.000. In: *Projeto Leste, texto e mapa geológico*. Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM.

Silva S.L. 1997. Folha SE.23-Z-B-III, Santa Maria do Suaçuí, Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000. *In: Projeto Leste, texto e mapa geológico*. Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM.

Vieira V.S. 1997. Folha SE.24-Y-A-V, Itabirinha de Mantena, Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000. *In: Projeto Leste, texto e mapa geológico*. Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM, v. 12.

Pinto C.P., Drumond J.B.V., Féboli W.L. 2001. *Projeto Leste*. Belo Horizonte: CPRM, CODEMIG. 1 CD-ROM. Mapas imp.