

Estanho

Antônio Fernando da Silva Rodrigues, Geólogo, Gemólogo, MSc.
DNPM – Sede / DF. Tel.: (61) 3312-6868/4070 (92) 3611-1112
e-mail: antonio.fernando@dnpm.gov.br

I. INTRODUÇÃO

Neste estudo são abordados vários aspectos do segmento estanífero brasileiro, dando ênfase especial à Economia Mineral do Sn-metálico, aplicações e inserção nos mercados, visando avaliar sua importância e perspectivas de cenários interno e externo. Eventual interesse em maiores detalhes sobre fatos históricos, propriedades físico-química e usos, remete-se o leitor para consulta ao *Balanço Mineral (Estanho) – 2001*, disponível no Portal-DNPM:

<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=65>

O estanho é uma das *commodities* minerais que teve na história recente da economia mineral brasileira o privilégio de experimentar dois ciclos de *boom* de preços no mercado internacional¹: o primeiro no período de 1975-1985 e o segundo iniciado a partir de 2004 (US\$ 8,481.00/t, média anual), alcancendo o patamar de US\$ 17,500.00/t Sn-metálico em 2008. Sublinhe-se que o *Segmento Míneroestanífero Nacional*, apresenta, no primeiro ciclo um súbito aumento de produção

(54,7 mil t Sn-contido, em 1989) projetando o Brasil como *global player* no mercado externo de não-ferrosos ao assumir a liderança como exportador líquido de Sn-metálico, no final da década de '80.

Há prevalência de opiniões sobre três componentes essenciais para a deflagração do processo e dinâmica do 1º Ciclo de *Boom* de produção estanífera no Brasil:

- ↳ A estratégia de conhecimento da Geodiversidade da Amazônia como elemento precursor de alavancagem de mudanças definidas pelos programas de levantamentos geológicos básicos e projetos de pesquisa mineral específicos, tais como, RADAM (1970-1985), Província Estanífera de Rondônia (1976-1978) e Sulfetos do Uatumã (1976-1978);
- ↳ A política de sustentação (artificial) de preços no mercado internacional de estanho, praticada pelo ITC, que favoreceu sobremaneira a atração de novos investimentos em pesquisa mineral e em infra-estrutura do parque minero-estanífero nacional, durante as décadas de 70 e 80; e
- ↳ Por último, quiçá mais significante, as vantagens comparativas inata às jazidas/minas de classe internacional do 'Pitinga' (AM) e 'Bom Futuro' (RO).

Certamente, foram as vantagens comparativas inatas às jazidas brasileiras, que favoreceram esse grande impacto positivo no *quantum* e no valor das exportações de estanho metálico, na segunda metade dos anos '80. Esse reconhecido diferencial gerou um clima de verdadeira euforia no segmento empresarial, dando a falsa impressão de que a crise internacional do estanho deflagrada na *London Metal Exchange – LME*, em 1985, seria passageira e superada, exacerbando-se no otimismo de que a economia mínero-estanífera brasileira não seria impactada.

¹ O conceito de *boom* pode ser entendido como o aumento repentino de preços das *mineral commodities* ou a descoberta de uma jazida de classe internacional — com vantagens comparativa inatas — implicando em uma significativa dependência desses bens na pauta de exportação de um determinado País.

Conclusivamente, admite-se que a situação adversa que o segmento estanífero nacional enfrentaria, na década de 90, nada mais seria do que o reflexo do excesso da capacidade instalada mundial das minas e metalurgias, agravada pelas mudanças estruturais que afetariam a demanda pelo metal². Ademais, ante o cenário internacional desfavorável, observa-se ainda que a implementação de uma política de exportação equivocada na década de 80, resultou em ininteligível competição predatória³ entre os países produtores, com o conseqüente aviltamento dos preços do metal no mercado.

Portanto, sob a dimensão do *tsunami* sem precedentes, prevalecia a opinião de que a indústria do estanho haveria de adaptar-se à nova realidade de mercado, onde o excesso de capacidade instalada e os altos níveis de estoque configuravam-se em grandes desafios para a estabilização dos preços, traduzindo-se em fatores de elevado risco e incerteza para novos investimentos.

Dessa experiência traumática da crise do mercado internacional do estanho — que culminou com a suspensão das negociações do metal no pregão da *London Metal Exchange – LME*, em outubro de 1985 — resta ao segmento estanífero o alento da significativa recuperação dos preços, que se situou na faixa média no quinquênio 2000-2005 de U\$ 6.602,6/t.

Ao momento atual de alta cíclica dos preços dos metais não-ferrosos, incluindo o estanho, prenunciando um novo *boom* mineral no mundo, credita-se à China, enquanto força-motriz desse movimento ascendente das cotações, e à retomada do crescimento da economia global acima de 5% nos últimos anos, registrando-se as seguintes cotações médias anuais: US\$ 8.481/t (2004), US\$ 7.385,0/t (2005), US\$ 8.765/t (2006), US\$ 14.520/t (2007), 13.018/t (2008) e US\$ 13.018/t Sn-metálico (até set.-2009).

Contudo, a crise financeira internacional que se agrava a partir de 2008, tem refletido na instabilidade do mercado de *commodities*, com implicações na volatilidade-preço dos metais, conformando-se uma nova inflexão na curva do preço a partir de meado de 2008. Enfim, é neste ambiente de incerteza que o Sn-metálico – mesmo admitindo-se em melhores condições de sustentabilidade, comparativamente aos demais não-ferrosos pelos baixos estoques – de uma cotação máxima de US\$ 25.000,00/t, em maio de 2008, o preço declina em 40% para o patamar de US\$ 10.000,00/t, em dezembro de 2008.

II. GEOLOGIA ECONÔMICA, RECURSOS E RESERVAS

II.1- AMBIENTES GEOLÓGICOS E MINERALIZAÇÕES

No Mundo

Agêñese da cassiterita está intimamente relacionada a processos de diferenciação magmática, associada preferencialmente às rochas graníticas. Entretanto, os depósitos de placers⁴ originários da erosão dessas rochas primárias mineralizadas, transporte e sedimentação, destacam-se como importantes fontes econômicas de cassiterita.

Nessa perspectiva, para melhor entender a natureza, concentração e distribuição global dos recursos minerais, deve-se ter claro que as rochas são composições minerais, cujas origens podem estar relacionadas a(o):

² A retração na demanda gerada pelo comportamento elevado dos preços resultou no aumento da reciclagem de sucatas e substituição de materiais concorrentes. A participação da China no mercado internacional como grande produtor também contribuiu para o aumento da oferta mundial.

³ A Teoria dos Jogos explica.

⁴ *Placer*: depósito mineral sedimentar de origem fluvial, eluvial, litoral, eólica etc, por concentração mecânica natural (Leinz,V. & Leonardos,O.H., 1982).

- Resfriamento e cristalização simultânea a partir de um estado de fusão (magma), originando as rochas ígneas (vulcânicas ou plutônicas);

- Desagregação de rochas primárias pela ação dos agentes de erosão e de intemperismo – vento, água e gelo – e deposição subsequente, formando as rochas sedimentares; e,

- Recristalização de rochas pré-existentes, promovendo o rearranjo de estrutural, químico e mineralógico, sob influência de temperatura e pressão elevadas, originando as rochas metamórficas.

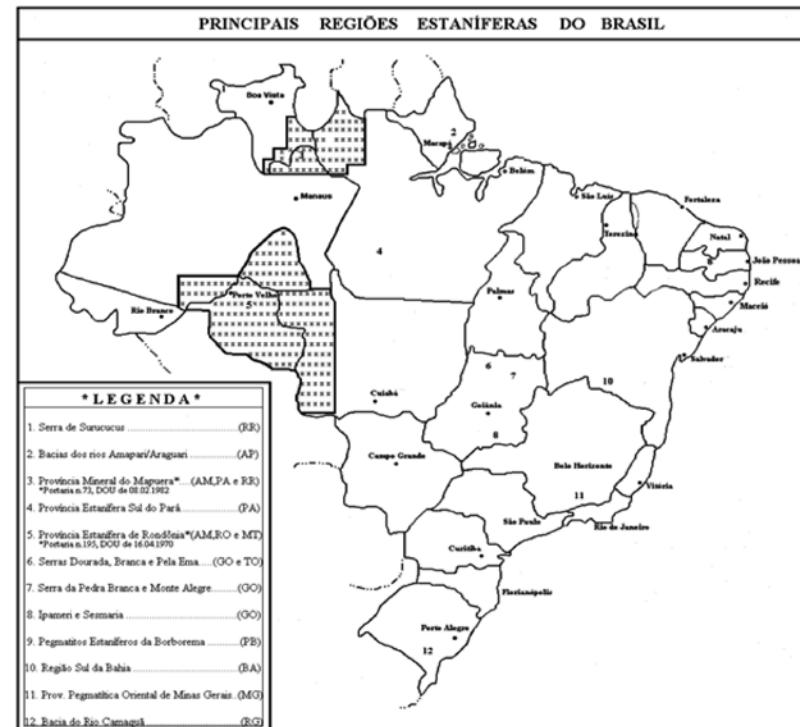
Apresentados os três principais grupos de rochas — ígneas, sedimentares e metamórficas — torna-se conveniente enfatizar que as mineralizações estaníferas economicamente interessantes estão relacionadas, particularmente, aos grupos das rochas **ígneas e sedimentares**. No primeiro grupo as mineralizações primárias estão associadas aos **granitos**. No segundo, às acumulações residuais: **aluvionês (placers)**, **coluvionês** e **eluviionês**, cujas formações são favorecidas pelas propriedades mineralógicas da cassiterita (resistência ao intemperismo, densidade elevada etc.). Adverte-se, contudo, que somente serão objeto de lavra aqueles depósitos, verdadeiras anomalias geológicas, que eventualmente ofereçam retorno econômico aos investimentos exigidos pelo desenvolvimento mina.

No Brasil, a título de exemplo, enumeram-se os seguintes domínio graníticos mineralizados em cassiterita: serra da Palanqueta, em '*Bom Futuro*' (RO), serra do Madeira, no '*Pitinga*' (AM), serra das Surucucus (RR) e Pela Ema (GO), no Brasil. Noutros países destacam-se: Cerro Rico de Potosi, na Bolívia; Dachang, na R.P. da China, Cornwall, sudoeste da Inglaterra; Jos-Bukuru e Ogidi, na Nigéria etc. (Muzzolon, 1996; Koury & Antonietto Jr., 1988; Hosking, 1965, *apud* Damasceno, 1988).

No Brasil

No Brasil há ocorrências de mineralizações primárias e secundárias de cassiterita em toda a amplitude do território nacional, conforme desataques acima. Entretanto, dado o objetivo econômico mineral deste estudo dá-se ênfase aos aspectos geoconômicos das principais Províncias de Minerais: Mapuera e Estanífera de Rondônia (Fig. 01).

Mapa 1
PROVÍNCIAS ESTANÍFERAS DO BRASIL



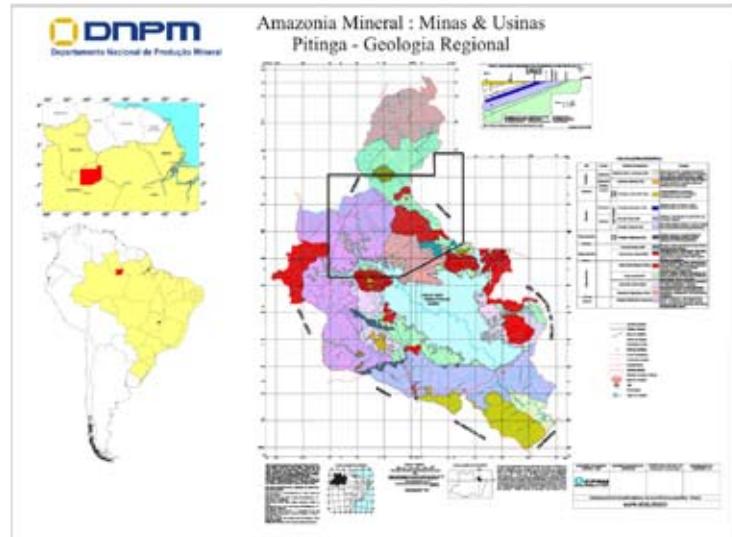
• Província Mineral do Mapuera

A descoberta de depósitos de cassiterita na região do rio Pitinga, domínio hidrográfico do Uatumã, resultou do programa de reconhecimento geológico do DNPM/CPRM (1974) — que ensejou a possibilidade de existência de mineralizações em Sn, Pb, Cu, Ag Cr, Ba, Sr e V — permitindo a seleção de uma área alvo de 15.400 km², para desenvolvimento (1976-1978) do projeto *Sulfetos do Uatumã*, na escala de 1:100.000 (DNPM/CPRM, 1979).

A Mineração Taboca S.A., ‘braço’ do mineralnegócio do Grupo Paranapanema, promoveu o adensamento da malha de pesquisa mineral, resultando na identificação de alvos altamente positivos, protagonizando a abertura das primeiras frentes de lava de cassiterita nas aluvioções do igarapé Queixada. Este fato ensejou a criação da Província Mineral do Mapuera⁵ (Figura – 02), abrangendo parte do Pará, Amazonas e Roraima, com o propósito de restringir o acesso da garimpagem de cassiterita, ouro e/ou associados, como forma de assegurar os direitos minerários das tituladas, a exemplo das normas impostas em Rondônia, no início da década de ‘70.

As áreas-domínio do ambiente polimetálico do Pitinga localizam-se nos municípios de Presidente Figueiredo e Urucará — na porção nordeste do Estado do Amazonas — distando 280 km a Norte de Manaus e 55 km a Este em relação a BR-174 (Manaus-Boa Vista).

Figura 2
GEOLOGIA REGIONAL DO MUNICÍPIO DE PRES. FIGUEIREDO-AM



Fonte: CPRM

⁵ Portaria Interministerial nº 73, MJ/MME, publicada no D.O.U de 08.02.1982.

• Província Estanífera de Rondônia

A teoria prevalente é de que os ‘Granitos Rondonianos’ e outros corpos primários associados – endo-exogreisen, veios, stockworks, pegmatitos etc.– derivaram os depósitos estaníferos sedimentares, através de processos naturais de intemperização e erosão. Esses *placers* podem ser classificados em: *aluviais*, associados a rios anastomosados; *coluviais* (encostas); *coluviais-eluviais*; e *eluviais* (Bettencourt, 1988).

Mapa 2
PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE RONDÔNIA



O condicionamento geológico da região de '*Bom Futuro*', particularmente, sugere o enquadramento da jazida no modelo porfirítico ou hidrotermal, vinculado à cúpula do granito intrusivo Palanqueta, associado às rochas vulcânicas-subvulcânicas (quartzo-pórfiro), com brechas hidrotermais (Muzzolon, 1996).

De acordo com Muzzolon (*op. cit.*), os principais alvos de garimpagem em '*Bom Futuro*' têm sido os leques aluviais e o sistema filoneano que entrecorta as rochas gnáissicas capeadoras do anel (*Ring Dyke*) de rochas vulcânicas e brechas intrusivas, haja vista o alto grau de intemperização do gnaisse. Contudo, não obstante o menor grau de intemperização das rochas e consequentemente maior dificuldade de garimpagem, as subvulcânicas e brechas também têm sido alvo de exploração, inclusive o granito da '*serra Palanqueta*', onde a cassiterita apresenta-se disseminada.

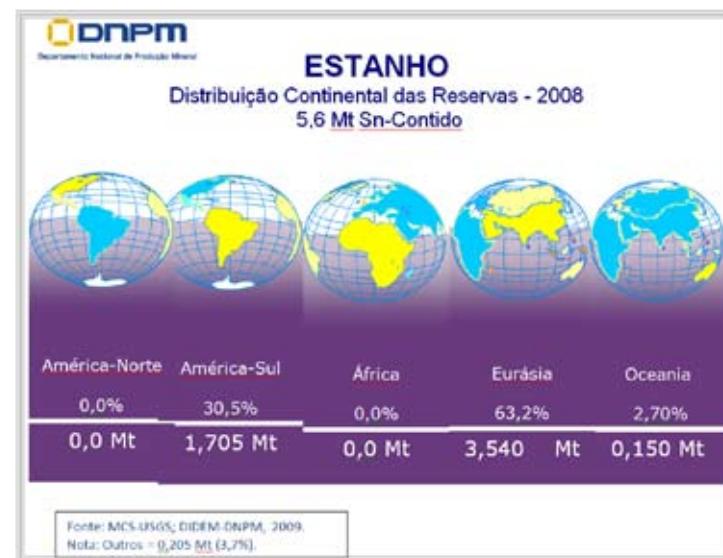
Em que pese o potencial da Província Estanífera de Rondônia — associada a estrutura mínero-empresarial desenvolvida e consolidada durante a década de 70 — a crise do mercado estanífero internacional, deflagrada a partir de 1985, refletiu na retração dos investimentos em pesquisa mineral sistemática na região, condição fundamental ao redimensionamento, reposição e definição de reservas (Rodrigues, 1986).

A situação de verdadeiro *price bust* do Sn-metálico no mercado internacional por toda a década de '90, resultou no agravamento da latência do segmento mínero-estanífero rondoniense, implicando no fechamento de minas, saída e falência até de diversos grupos precursores da mineração de cassiterita na Província Estanífera de Rondônia: BEST, BRUMADINHO, Cesbra/BRASCAN, PARANAPANEMA.

1.2 - DISPONIBILIDADE MUNDIAL DE RECURSOS E RESERVAS

Conforme estimativas do USGS (2009) as disponibilidades de recursos estaníferos mundiais são da ordem de 11,0 Mt (*Reserve Base*; Mt = milhões de toneladas) e 5,6 Mt (***Reserves***), respectivamente. Para efeito, desse estudo optou-se pelo uso dos dados mais conservadores de *Reserves*, que sugerem a seguinte distribuição continental: Eurásia (63,26%), América do Sul (30,5%), Oceania (2,7%) e outros (3,7%).

Figura 3
DISPONIBILIDADE PRIMÁRIA DE RECURSOS ESTANÍFEROS MUNDIAIS – 2008



Fonte: MCS-USGS; DDEM-DNPM, 2009.
Nota: Outros = 0,205 Mt (3,7%).

Inserindo-se neste contexto continental os países com as reservas mais expressivas, destacam-se: 1º China (30,4%); 2º Indonésia (14,3%), 3º Peru (12,7%), 4º Brasil (9,4%), 5º Malásia (8,4%), 6º Bolívia (8,0%), 7º Rússia (5,4%) e 8º Austrália (2,7%).

No plano nacional, a Amazônia destaca-se com as mais significativas concentrações de cassiterita, cujos recursos estimativos do País são da ordem de 1,1 bilhão de toneladas (Bt). Importa ressaltar que, considerando-se em maior amplitude os recursos geológicos dimensionados no Projeto Rocha-Sã do Pitinga de 1,186 Bt (teor médio: 0,176% Sn), sugere-se uma disponibilidade primária regional superior a 2,0 Mt de Sn-contido.

Gráfico 1
DISPONIBILIDADE PRIMÁRIA DE RECURSOS
ESTANÍFEROS MUNDIAIS – 2008



Fonte: DNPM, 2009; USGS, 2009.

Entretanto, sob uma dimensão mais conservadora de ‘reservas lavráveis’ (provada + provável), deduzidas as produções registradas nos RALs até 2008, os valores convergem para algo em torno de 365.000 t de Sn-contido – minério primário em prevalência: AM: 87,8%; RO: 11,7% e PA: 0,51% – assegurando a vida útil das minas e a provisão da demanda doméstica do País, por mais de duas décadas (*ceteris paribus*).

Tabela 1
ESTANHO: RECURSOS E RESERVAS
(Ano base 2008)

Recursos	Minério (t)	Teor (kg/t)	Sn-contido (t Sn)
BRASIL*	1.051.102.220	0,564	592.597
Primário	453.156.627	1,018	461.500
Secundário	597.945.593	0,219	131.097

RESERVAS LAVRÁVEIS

AMAZÔNIA	381.577.331	0,956	364.800
Amazonas	224.709.805	1,425	320.273
Primário	202.937.434	1,501	304.708
Secundário	21.772.371	0,715	15.565
Rondônia	145.810.534	0,293	42.668
Primário	12.732.314	0,227	2.896
Secundário	133.078.220	0,299	39.773
Pará	11.056.992	0,168	1.858
Primário	5.518.368	0,236	1.303
Secundário	5.538.624	0,100	556

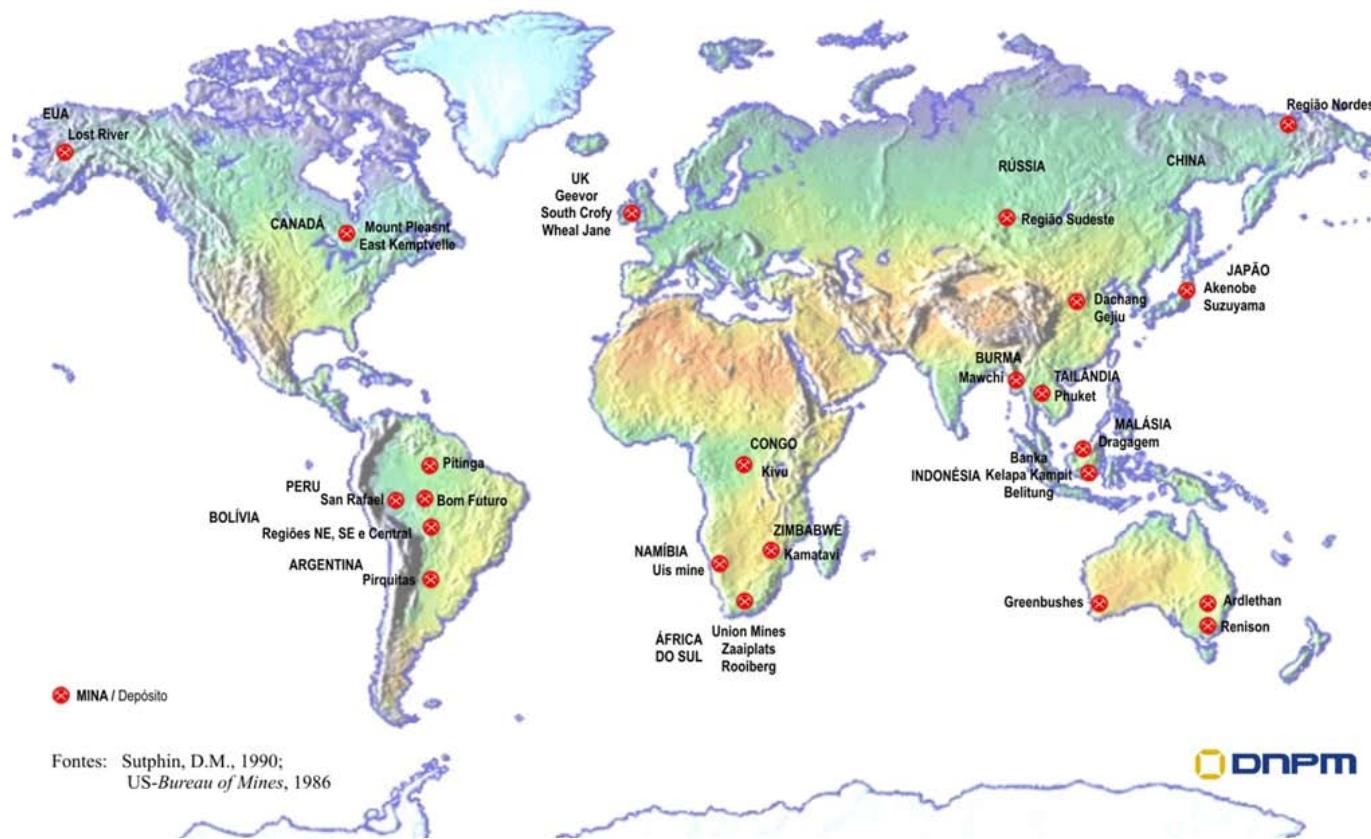
Fonte: AMB – 2009.

Nota: *Recursos estaníferos.

I. PRODUÇÃO E CONSUMO MUNDIAL

A produção mundial de Sn-contido em concentrado foi da ordem de 282.500 t em 2008, registrando-se um declínio de -6,5% quando comparada a 2007 (302.500 t). Por outro ângulo, a produção de Sn-metálico (estanho refinado) de 325.500 t apresentou uma queda -5,9% em relação a registrada no ano de 2007 (345.800 t).

Mapa 3
ESPACIALIZAÇÃO CONTINENTAL DAS PRINCIPAIS MINAS DE CASSITERITA



O ranking mundial de países produtores de Sn-metálico (282.500t) apresenta a seguinte ordem em 2008: China (37,5%), Indonésia (21,2%), Peru (11,7%), Malásia (9,7%), Tailândia (6,7%), Bolívia (3,9%) e Brasil (3,3%). Portanto, China e Indonésia mantêm hegemonia absoluta na produção mundial de estanho respondendo por cerca de 60% do total de Sn-metálico.

Gráfico 2
RANKING MUNDIAL DE PAÍSES PRODUTORES
DE SN-METÁLICO – 2007-2008



Fonte: CRU; DNPM, 2009.

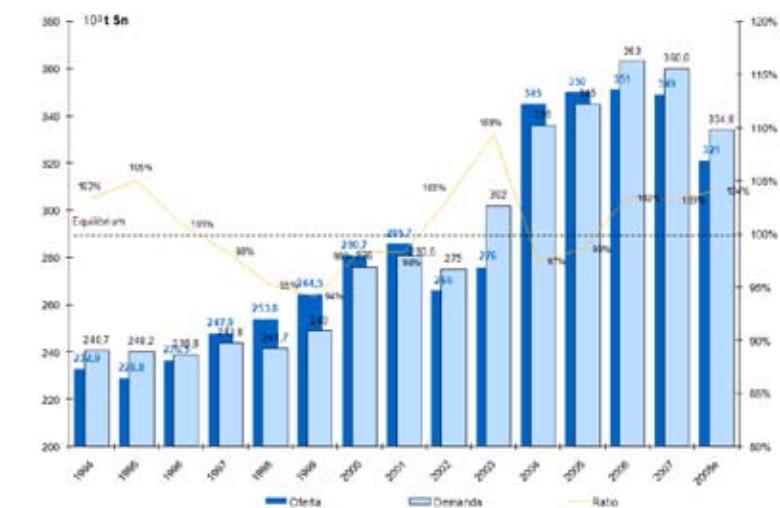
O ranking das maiores usinas metalúrgicas é liderado pela chinesa *Yuannan Tin*, seguida por PT-Timah e Minsur, localizadas na Indonésia e no Peru, respectivamente.

Superpondo-se as séries históricas de produção e consumo mundial de Sn-metálico (Fig. 02), torna-se evidente a retomada da tendência de crescimento a partir de 2003, coincidindo com a fase

Gráfico 3
RANKING MUNDIAL DE USINAS METALÚRGICAS DE SN-METÁLICO – 2008



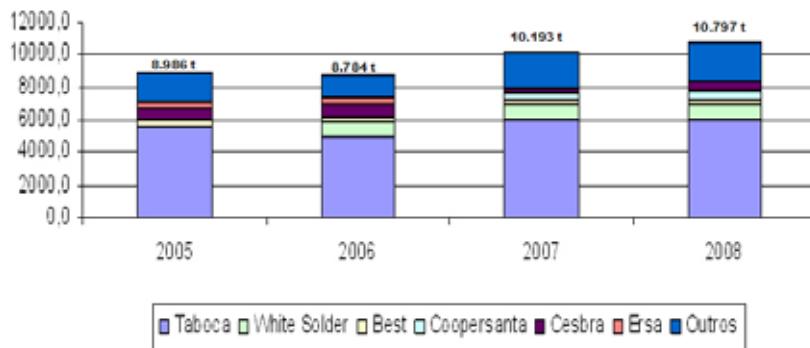
Gráfico 4
OFERTA VS DEMANDA MUNDIAL DE SN-METÁLICO – 1994-2008



Fonte: CRU; Roskill, 2009.

de *boom* dos preços das *commodities* metálicas. Entretanto, a partir da deflagração da crise do *subprime* americano e subsequente agravamento da recessão econômica mundial, observa-se uma inflexão da curva de produção e consumo em 2008, conforme configuração gráfica abaixo. A China respondeu isoladamente por 36,5% de consumo mundial estimado de 334.000 t Sn-metálico.

Gráfico 5
BRASIL: USINAS METALÚRGICAS (SMELTERS)
Participação na produção Sn-metálico

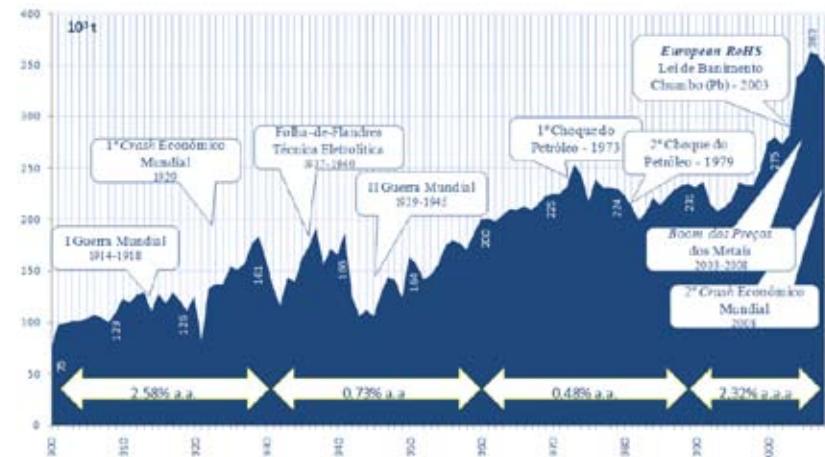


O parque minero-estanífero nacional é constituído pelos grupos de empresas que segue: Taboca/Mamoré, Cesbra/ERSA, Coopersanta, White Solder e outros produtores de pequena escala.

DEMANDA

O estudo de demanda das *commodities* minerais está estreitamente associado ao conceito de **Intensidade de Uso – IU** (*Intensity of Use*) dos metais. Índices de *Intensidade de Uso dos Metais*, desenvolvidos pela *LME-London Metal Exchange*, evidenciam a retomada do consumo de não-ferrosos, no período 1985-2005, falseando a *teoria da obsolescência*, na medida em os países desenvolvidos, puxados pelas locomotivas dos BRICs – Brasil, Rússia, Índia e China, aumentaram a pressão da demanda sobre a oferta mundial de metais-base, conformando-se um novo ciclo de *boom* dos preços, iniciado a partir de 2003.

Gráfico 6
EVENTOS MUNDIAIS VS EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONSUMO DE SN-METÁLICO: 1900-2008



Fonte: WBMS, CRU, 2009.

Sob a perspectiva mundial, a Intensidade de Uso – IU de Sn pouco se modificou no período 1985-2003, comparativamente a outros metais. Entretanto, a partir de 2003, observa-se significativo aumento da IU-Sn, só emparelhado ao IU-Alumínio (Fig 01).

Figura 7
LME: ÍNDICE DE INTENSIDADE-USO DOS METAIS
1985-2005

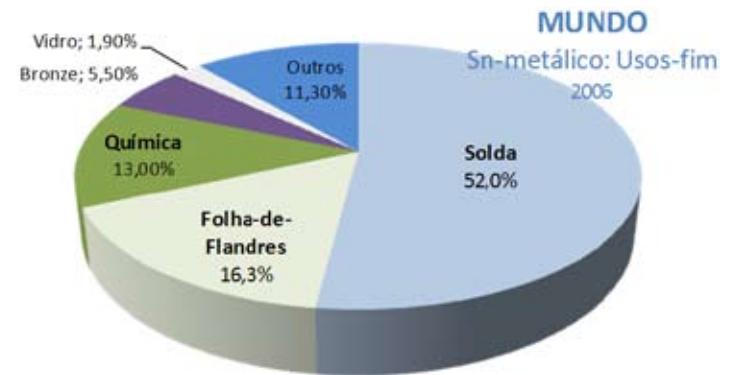


Fonte: LME *apud* MEG, 2006.

Atribui-se como fatores determinantes ao aumento do consumo de Sn-metálico, o rápido desenvolvimento metal-intensivo da China, à melhoria das condições de acesso aos produtos eletrônicos (popularização), associado evidentemente à implementação de normas de *Restrições às Substâncias Perigosas* na União Européia – que propugna o banimento do chumbo (Pb) na composição de soldas. Com efeito, é certo o adicional significativo de consumo de estanho nas soldas, que passam a conter 95-98% Sn-metálico, comparado aos 63% anteriores.

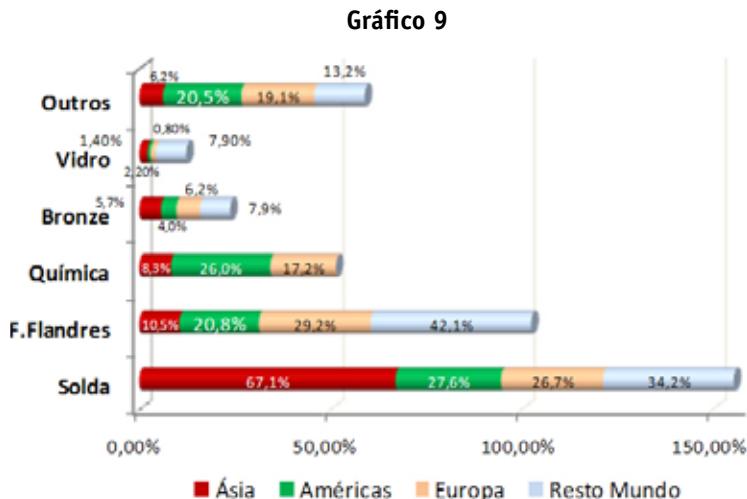
Conforme estimativas do CRU (2009), admite-se que o consumo mundial gire ao redor de 325.00 t de Sn-metálico, em 2008 (CRU, 2009), com o seguinte do mercado consumidor: soldas, 54,0%; folhas-de-Flandres, 16,3%; indústria química, 13,0%; bronze, 5,5%; vidros, 1,9%; e outros 11,3% (cf. ITRI, 2006).

Gráfico 8
MUNDO (Sn-metálico: Usos-fim 2006)



Fonte: ITRI, 2006.

Ainda pelo ângulo do uso-fim do metal, observa-se na Ásia significativa dominância do segmento eletro-eletrônico na demanda por soldas (67,1%), enquanto no resto do mundo a prevalência do uso do Sn-metálico na fabricação de folhas-de-flandres para a indústria de embalagens de alimentos e bebidas (42,1%).



Fonte: ITRI, 2006.

Neste contexto, nos EUA, registra-se uma hierarquia bem definida das indústrias de embalagens, eletro-eletrônica, construção civil e transportes, conforme planilha abaixo (USGS, 2004).

No Brasil, estima-se que o consumo aparente seja da ordem de 6.000 – 7.000 t Sn-metálico/ano, inobstante as vendas internas apresentarem declínio de 5.265,6 t para 3.846,3 t, compensado pela evolução das importações de 1.671 t para 2.133 t Sn-metálico (27,65%). Ainda assim, pode-se afirmar que a mineração de cassiterita, mesmo com o declínio da produção na última década, ainda assegura a demanda doméstica, bem como gera um excedente de Sn-metálico para exportação.

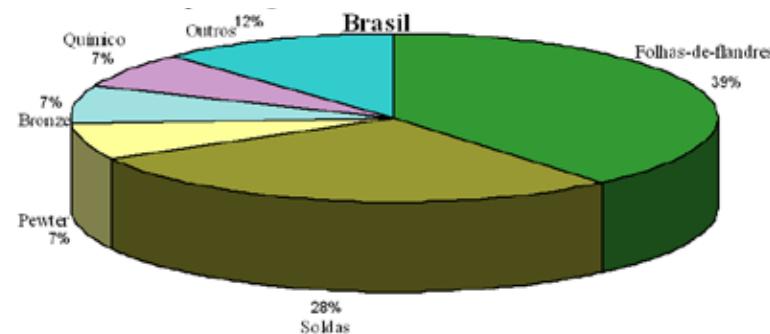
A demanda interna por Sn-metálico é formada por cinco segmentos mais expressivos: 1º) Indústria Siderúrgica (folhas-de-Flandres), 39%; 2º) Indústria de Soldas, 28%; 3º) Indústria Química, 7%; 4º) Objetos de Pewter, 7%; 5º) Bronze, 7%. En-

Tabela 2
ESTANHO METÁLICO
Consumo Aparente – EUA
Unid.: t

Setor	Embalagens	Elétrico	Construção	Transportes	Outros	Consumo Aparente
1994	13.900	9.530	4.330	4.760	10.800	43.320
1995	15.500	11.100	4.350	5.310	12.100	48.360
1996	14.000	9.360	4.680	4.680	14.000	46.720
1997	16.600	11.000	5.520	5.520	16.600	55.240
1998	17.900	11.900	5.970	5.970	17.900	59.640
1999	14.700	9.800	4.900	4.900	14.700	49.000
2000	17.200	11.400	5.720	5.720	17.200	57.240
2001	14.500	9.660	4.830	4.830	14.500	48.320
2002	15.000	12.800	5.570	5.570	16.700	55.640
2003	13.000	11.200	4.870	4.870	14.600	48.540

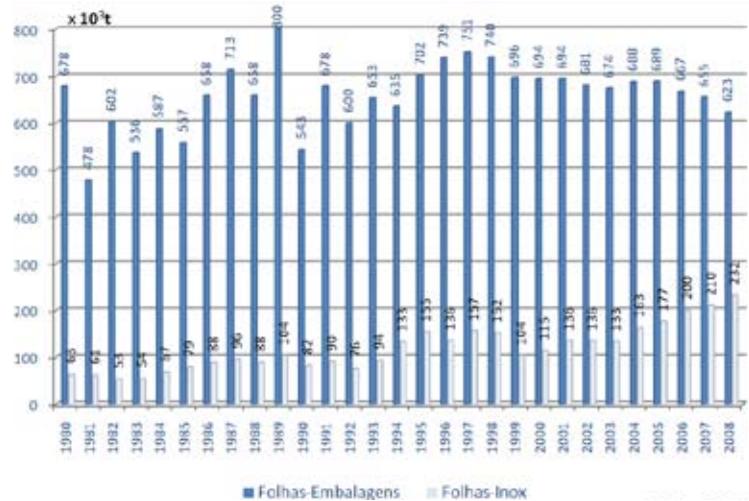
Fonte: USGS, 2005.

Gráfico 10
CONSUMO APARENTE NACIONAL (CAN) DE SN-METÁLICO



Fonte: LME *apud* MEG, 2006.

Gráfico 11
**PERFORMANCE DA PRODUÇÃO NACIONAL:
FOLHAS DE EMBALAGENS VS FOLHAS INOX (1980-2008)**

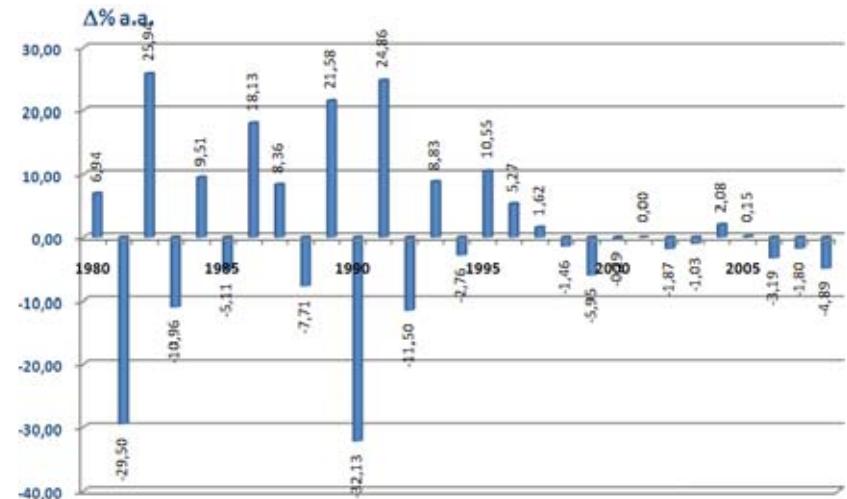


Fonte: IBS, 2009.

tretanto, admitindo-se a condição irreversível de banimento do chumbo torna-se fato na análise sobre o comportamento dos segmentos consumidores um significativo incremento na demanda de Sn-metálico pela indústria de soldas, suplantando o tradicional consumidor: folhas-de-Flandres.

Importa destacar, o material metálico mais utilizado na fabricação de embalagens metálicas ainda é a folha-de-Flandres, que consiste de uma lâmina de aço com baixo teor de carbono submetida ao processo de revestimento eletrolítico de estanho (padrão LME 99,999% de pureza: Sn-metálico *high grade*), conferindo-lhe propriedade antioxidante, combinada à resistência mecânica e a capacidade de conformação do aço.

Gráfico 12
**VARIAÇÃO % DA PRODUÇÃO DE FOLHAS DE
EMBALAGENS VS FOLHAS INOX: 1980-2008**

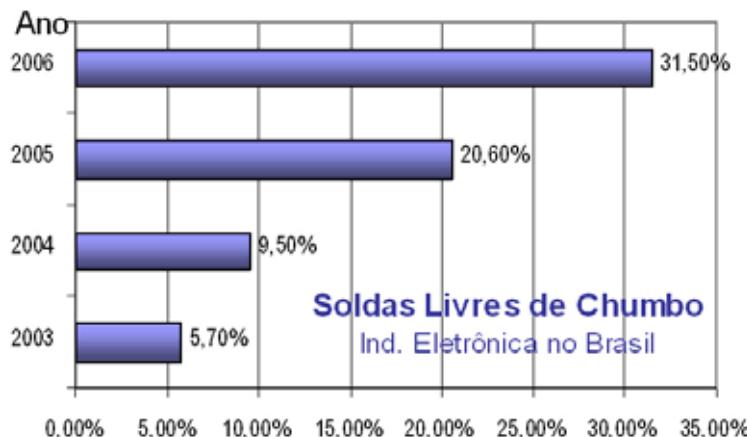


Fonte: IBS, 2009.

Compete registrar que as Diretrizes da União Européia (25 países) sobre RoHS (*Directive 2002/95/EC on Restriction of Certain Hazardous Substances*) e sobre WEEE (*Directive 2002/96/EC on Waste Electrical and Electronic Equipment*), despontam como importantes iniciativas mundiais, na perspectiva do banimento definitivo do uso dos seguintes metais: chumbo, cádmio, cromo hexavalente, mercúrio etc. Importantes instrumentos legais de incentivo à reciclagem e re-uso dos materiais, enquanto estratégia de substituição e eliminação de matérias-primas minerais ambientalmente perigosas.

Nos EUA a Califórnia elaborou diretrizes similares à da EU e a China, por sua, anuncia a aplicação de normas restritivas ao usos dessas substâncias a partir de 2007. No Brasil, caminhando nessa direção, a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) e a ELETROS (Associação Nacional de Produtos Eletro-eletrônicos Manufaturados, criaram em out.-2004 o COMTEC – Comitê Brasileiro de RoHS e WEEE.

**Gráfico 13
CONSUMO APARENTE NACIONAL (CAN) DE SN-METÁLICO**



Fonte: LME *apud* MEG, 2006.

Com efeito, na perspectiva do banimento do chumbo na formação de ligas metálicas, em particular as soldas largamente usadas nas indústrias elétrica e eletrônica, estudos apontam uma evolução 10% (2003) para 18% (2005) do uso de soldas livres de chumbo nas Américas, com uma expectativa de alcançar 50% em 2006.

Não obstante as exportações da indústria eletrônica nacional (leia-se Zona Franca de Manaus) ser de apenas 11% para a União Européia, estima-se que o uso de soldas livres de chumbo tem apresentado um perfil evolutivo na indústria eletrônica de 5,3% (2003) para 31,4% (2005), conforme o gráfico.

Dinâmica dos Preços

A história recente da mineração internacional mostra que o segmento estanífero internacional experimentou um longo período de verdadeira estagnação, a partir da crise deflagrada com a suspensão do pregão do Sn-metálico na LME e subsequente falência do ITC – *International Tin Council*, em meado da década de '80. Consequentemente, durante toda a década '90, observa-se os preços oscilarem na faixa de US\$ 5.0 – 6.0/t Sn-metálico, considerados aquém da cobertura da escalada dos custos operacionais, que implicou no fechamento de várias minas por todo o mundo.

Essa situação de preços deprimidos implicou na interrupção dos investimentos em pesquisa mineral, fator determinante à 'geração' novas jazidas e reposição de reservas de cassiterita no Brasil e no mundo. Como reflexo, desestrutura-se o parque minero-metalúrgico de Rondônia, construído na década de '70, remanescendo algumas frentes de lavra operados no modelo cooperativado, em prevalência.

O Boom dos Preços dos Metais

O boom dos preços internacionais das commodities minerais, atribuído a forte pressão da demanda sobre as condições de oferta no parque produtivo mundial, iniciado em 2003, favoreceu a recuperação progressiva da cotação do metal, conforme apresentado no

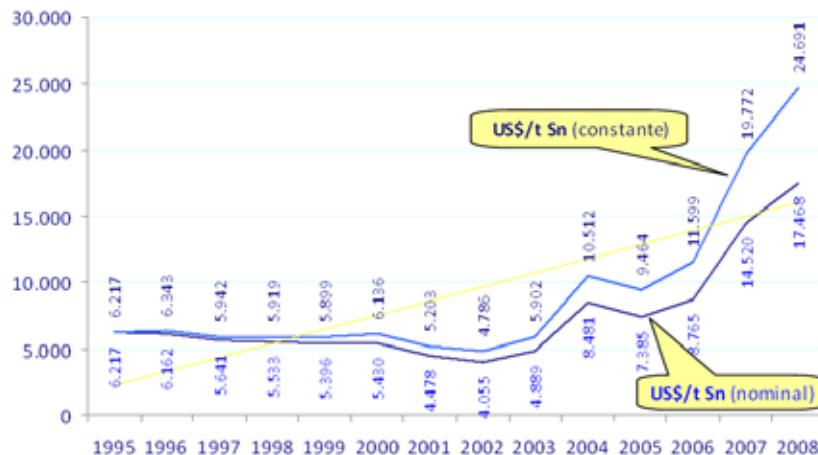
gráfico abaixo, registrando-se uma cotação máxima na LME alcançada no mês de US\$ 25,000.00/t (maio-2007) e uma média anual na ordem de US\$ 14,542.00/t Sn-metálico, 66% acima de 2006.

Entrada na Crise

O agravamento da crise financeira iniciada com o *subprime* americano em 2007, tem como marco recessivo da economia internacional a falência do ícone capitalista *Lemhan Brothers Holding Inc.*, em 15 setembro de 2008. Em consequência, a curva de preços das *commodities* metálicas, em ascendência contínua desde 2003, sofre forte inflexão a partir de meados de 2008.

A despeito dos sinais de recessão da economia mundial, surpreendentemente, a cotação do Sn-metálico na LME-2008 resistiu a média anual de US\$ 17,467.66/t, ainda que ao final de dezembro mergulhasse à ordem de US\$ 10,355.00 (*cash seller*), com equivalência em Euro de € 7,006.73.

Gráfico 14
LME: SÉRIE HISTÓRICA DAS COTAÇÕES MÉDIAS ANUAIS DO SN-METÁLICO

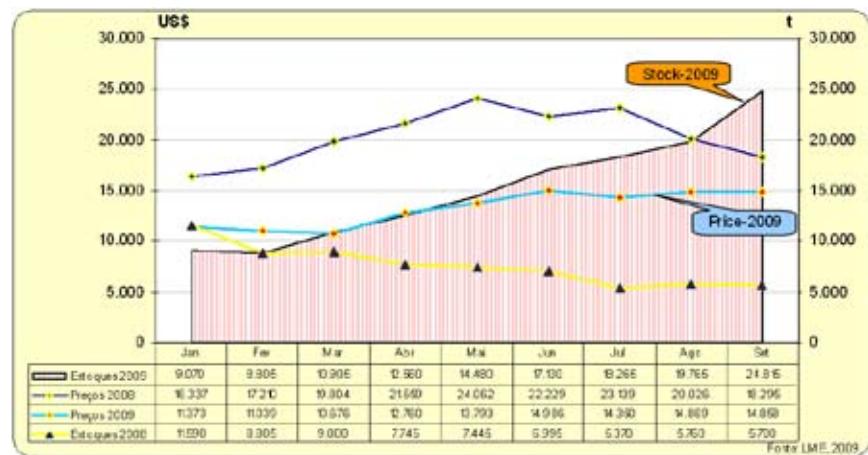


Fonte: LME / IPEData, 2009.

Saída da Crise

Consolidada as Contas Nacionais das economias dos países desenvolvidos e emergentes, em meado de 2009, analistas de mercado evidenciam sinais de saída da recessão e retomada do crescimento, ainda que se reconheça a credibilidade abalada do sistema financeiro internacional e a incerteza sobre o ritmo e sustentabilidade desse crescimento globalizado.

Gráfico 15
LME: VARIAÇÃO DE PREÇO VS ESTOQUE DE SN-METÁLICO (JAN-SET 2009/2008)



Fonte: LME, 2009.

Tendo em conta que a crise afetou fortemente as indústrias eletro-eletrônica e automotiva, fortes demandantes de estanho – usado principalmente na composição de soldas e chapas de aço estanhado –, os estoques do metal na LME tendem a avolumar-se a partir de jan-2009 (9.070 t), superando o patamar de 25.000 t (30out2009), mas sem comprometer ainda a estabilidade relativa

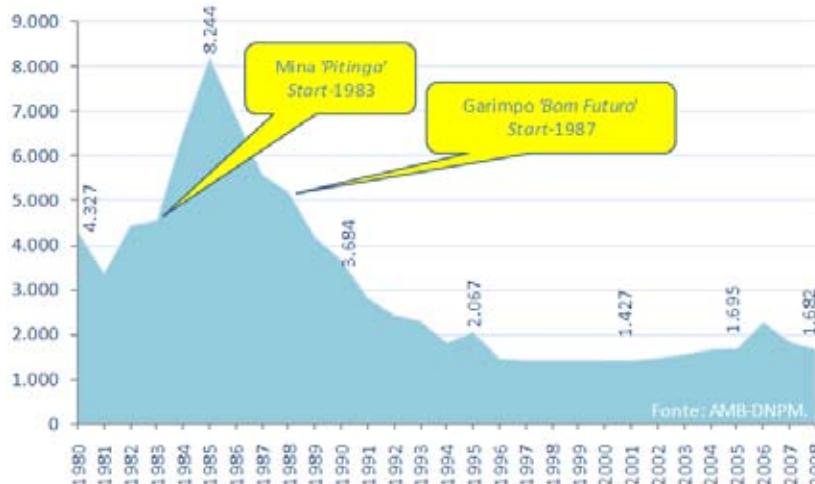
dos preços do Sn-metálico, que resiste nas médias mensal de US\$ 15.008,56/t (*cash seller*; out2009) e anual de US\$ 13.189,00 (jan-set 2009). US\$ (jan-out2009)

Emprego

A mineração é caracterizada por ser uma atividade inserida no Setor Primário da Economia, ser intensiva em capital e, relativamente, moderada geração de empregos diretos. Não obstante, estima-se que para cada emprego nas minas são gerados 8,3 postos de trabalho indireto.

Neste contexto, a mineração de cassiterita – cujos indicadores usados neste trabalho resumem-se às atividades formais, portanto objeto de declarações das empresas e cooperativas minerárias nos RALs – Relatórios Anuais de Lavra – a partir de uma análise da série histórica (1980-2008) apresenta o ápice de 8.244 empregos em meado da década de '80, época do *boom estanífero brasileiro*.

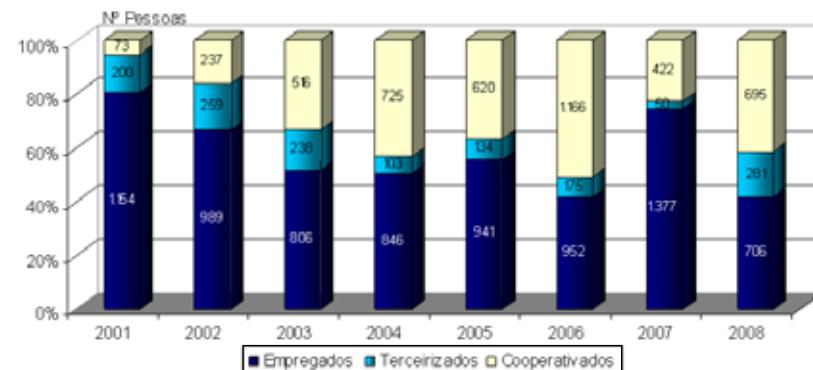
Gráfico 16
EMPREGO NO SEGMENTO ESTANÍFERO BRASILEIRO – 1980-2008



Fonte: LME/ IPEData, 2009.

O alongamento da crise do mercado internacional de Sn-metálico, avançando por toda a década de '90, a exaustão progressiva das jazidas aluvionares de alto teor, a escala de custos de lavra/beneficiamento de rochas primárias em '*Pitinga*' e '*Bom Futuro*', trouxeram sérias implicações no que se refere à capacidade de empregabilidade do segmento minero-estanífero, haja vista que os empregos diretos gerados em 2008 da ordem de 1.682 pessoas representam apenas 20,4% do universo de postos de trabalhos gerados na fase do *boom estanífero nacional*.

Gráfico 17
EMPREGO: DISTRIBUIÇÃO PROPORCIONAL POR CLASSE/CATEGORIA (2001-2008)



Fonte: AMB-DNPM;

Nota: Minas + Usinas.

Portanto, o período prolongado de preços que comprometiam o retorno e rentabilidade do capital empregado, associado à depleção das jazidas aluvionares de mais elevado teor, induz à conformação do indesejável perfil declinante de postos de trabalho na mineração de cassiterita, verdadeira '*curva da morte*' do emprego no segmento minero-estanífero nacional, porquanto, nos extremos (2005), tem-se

uma queda abrupta da ordem de 366,4% em relação ao ápice em 1985 (Fig. 1). Resta o alento da reabilitação do segmento no novo milênio, coincidindo com o início do *boom* dos preços dos metais (2003), observando-se uma evolução do índice de emprego da ordem 18%, quando se compara 2008 a 2001, no qual o *cooperativismo mineral* projeta-se com número significativo de postos de trabalho em Rondônia.

Comércio Exterior

A despeito do ângulo da curva de depleção das reservas estaníferas aluvionares da Amazônia, associado ao agravante da cotação internacional estacionária durante toda a década de '90 em patamares entre US\$ 5.00 – 6.00/ t Sn-metálico – aquém de se garantir as condições atratividade a novos investimentos em pesquisa mineral

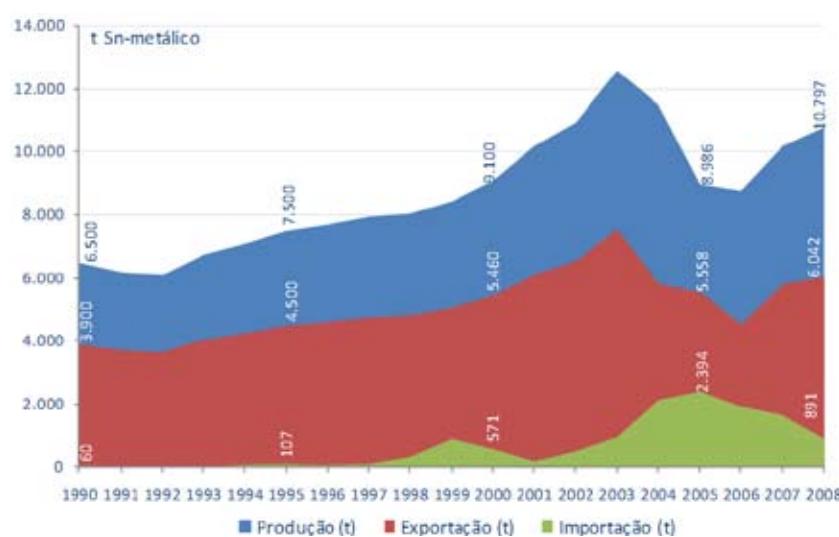
e economicidade aos empreendimentos mínero-estanífero na região, atendendo aos requisitos legais de sustentabilidade ambiental – a produção de cassiterita ainda assegura a provisão do consumo aparente nacional, estimado na ordem de 6 a 7 t Sn-metálico – usado na estanhagem de chapas de aço pela CSN (folhas-de-Flandres) e soldas pela CESBRA, em prevalência – gerando excedente exportável.

Admitindo-se o consumo mundial da ordem de 334 Mt de Sn-metálico em 2008, e assumindo-se uma cotação média anual de US\$ 17,467.66/t (*cash seller*), pode-se estimar um movimento financeiro no mercado estanífero internacional da ordem de US\$ 4,9 bilhões, superando em 62% o valor transacionados no ano anterior (*quantum demandado equivalente*), o que corrobora o aquecimento da economia mineral internacional, com reflexos altamente positivos na recuperação dos preços das *commodities* minerais.

Brasil: Fluxo de Comércio Exterior – FCE⁶

Sob uma visão retrospectiva mais ampla da série histórica que se pretende enfocar no presente estudo (1995-2005), conclui-se que o FCE-Sn acumula em *quantum* 90.480 t Sn-metálico equivalentes a valores da ordem de US\$ 569,007.00 (Cte.). Comparando-se com a série (1984-1994) obtém-se uma involução tanto no *quantum* como no valor, cujos indicadores expressam significativa quedas de % e %, respectivamente. Importa destacar a condição privilegiada do Brasil enquanto exportador líquido do metal, o que tornava as importações pouco significativa na composição do FCE-Sn, no referido período, onde as exportações participavam com % e a importações %.

O FCE-Sn do Brasil registra um movimento de 7.581 t Sn-metálico, equivalentes a US\$ 58,513 milhões (M), respectivamente, apontando um ligeiro decréscimo nos índices de exportações física e de receita: 0,01% e 12,3%. Ademais, observa-se um significativo avanço



Fonte: DNPM, SECEX.

⁶ FCE = Exportações + Importações (t; US\$).

das importações na composição do FCE-2005, quando comparado ao ano 2005 (7.656 t; US\$ 66,747M), evoluindo com índices da ordem de 13,5% no *quantum* e 21,6% no preço. Ao se comparar com o ano 2000

os índices denunciam a tendência preocupante de inversão na situação de exportador líquido para uma crescente dependência de importações de Sn-metálico em *quantum* (338,6%) e valor (629,5%).

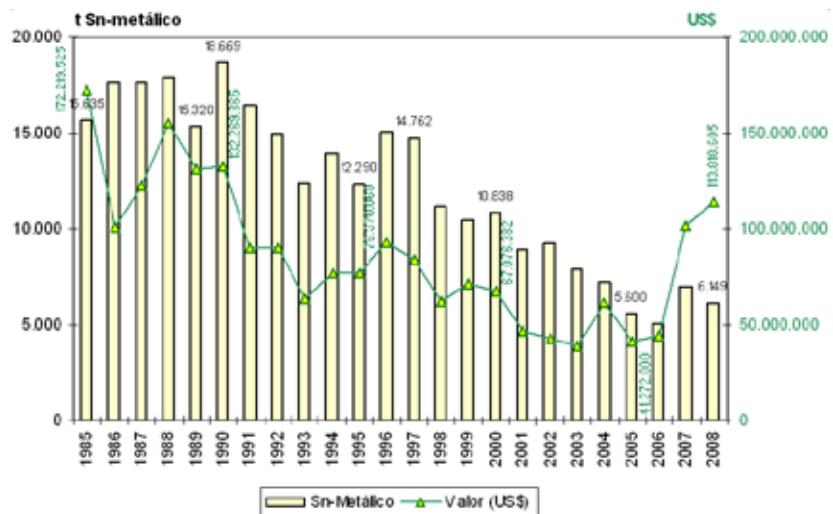
Tabela 3
ESTANHO: FLUXO DE COMÉRCIO EXTERIOR

Ano	Produção		Vendas Internas		Exportações				Importações			
	Sn-Metálico (t)	Δ%	(t)	Δ%	(t)	Δ%	10 ³ US\$	Δ%	(t)	Δ%	10 ³ US\$	Δ%
1989	45.682	...	8.914	...	34.166	...	286.081	...	3	...	64	...
1990	37.611	-17,7	5.693	-36,1	29.440	-13,8	182.523	-36,2	60	1.900,0	493	670,3
1991	30.934	-17,8	6.241	9,6	18.700	-36,5	102.854	-43,6	23	-61,7	228	-53,8
1992	26.948	-12,9	6.157	-1,3	19.896	6,4	118.658	15,4	5	-78,3	107	-53,1
1993	26.945	0,0	5.700	-7,4	23.124	16,2	111.604	-5,9	22	340,0	418	290,7
1994	20.400	-24,3	5.400	-5,3	18.274	-21,0	102.000	-8,6	93	322,7	707	69,1
1995	16.787	-17,7	5.800	7,4	10.188	-44,2	63.763	-37,5	107	15,1	898	27,0
1996	19.412	15,6	7.200	24,1	12.290	20,6	68.517	7,5	73	-31,8	599	-33,3
1997	18.453	-4,9	6.544	-9,1	12.969	5,5	73.565	7,4	110	50,7	1.346	124,7
1998	14.574	-21,0	7.246	10,7	6.998	-46,0	35.935	-51,2	334	203,6	2.706	101,0
1999	12.787	-12,3	6.990	-3,5	6.488	-7,3	31.707	-11,8	900	169,5	6.066	124,2
2000	13.284	3,9	6.851	-2,0	7.123	9,8	34.986	10,3	571	-36,6	5.769	-4,9
2001	12.228	-7,9	6.155	-10,2	6.455	-9,4	20.021	-42,8	188	-67,1	1.800	-68,8
2002	12.031	-1,6	6.402	4,0	6.065	-6,0	22.376	11,8	514	173,4	2.435	35,3
2003	10.761	-10,6	6.333	-1,1	3.898	-35,7	17.446	-22,0	955	85,8	5.191	113,2
2004	11.512	7,0	5.266	-16,8	5.830	49,6	46.702	167,7	2.129	122,9	16.789	223,4
2005	8.986	-21,9	3.846	-27,0	5.558	-4,7	42.409	-9,2	2.394	12,4	20.603	22,7

Fonte: SECEX; DNPM; SNIEE.

Nota: US\$ nominal.

Gráfico 19
MAMORÉ IND. METALURGIA



PERSPECTIVA DE MERCADO E PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

Mercado

No Balanço Mineral – 2001 arriscou-se antever que o mercado mÍnieroestanífero mundial ingressaria em um novo contexto de severo acirramento da competição entre os países produtores emergentes, liderados pela China e Peru. E que estes, detentores de reservas supostamente elevadas e de alto teor, conseguiram manter-se ativos no mercado diante dos cenários de preços seguramente inferiores ao custo médio da maioria dos demais produtores mundiais. O prognóstico se confirmou, com a China, Indonésia e Peru mantendo a hegemonia e respondendo por 70,2% do mercado estanífero internacional. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=65>.

Por outro ângulo, influenciado por estudos desenvolvidos pelo Banco Mundial, advertia-se para o desenho de cenários de longo prazo desoladores para a maioria das *commodities*, na medida em que se supunha que os avanços tecnológicos e a liberalização dos mercados deveriam manter os preços deprimidos por décadas, haja vista que as forças deflacionárias predominavam na economia mundial e um *boom* nos preços das *commodities* não era previsto no cenário.

Felizmente esse cenário⁷ — tenebroso para os países em desenvolvimento (PEDs), altamente dependentes de receitas de exportações de recursos ambientais, com destaque às *commodities* minerais — não se confirmou. Ao contrário, o revigoramento da economia internacional no limiar do século XXI (4% a 5% a.a.), tracionada nas locomotivas da China e dos EUA, permitiu a inflexão da curva de demanda de bens minerais, que resultou na elevação progressiva das cotações no período de 2003-2008, configurando-se um novo *boom* da Economia Mineral.

Importa destacar ainda que, no capítulo sobre o Estanho (Balânco Mineral – 2001), concluía-se, à luz dos aspectos conjunturais analisados, que: *se fatos novos não ocorrerem, particularmente do lado da demanda, aqueles países com reconhecido potencial estanífero, associado ao excesso de capacidade instalada, ali existente, poderão promover o indesejável prolongamento e agravamento do já congestionado mercado estanífero mundial, por vários anos, desestimulando novos investimentos produtivos e em pesquisa mineral.*

Nessa perspectiva da análise pode-se identificar dois fatores determinantes à alta cíclica de preços dos metálicos ferrosos e não-ferrosos no início do novo século:

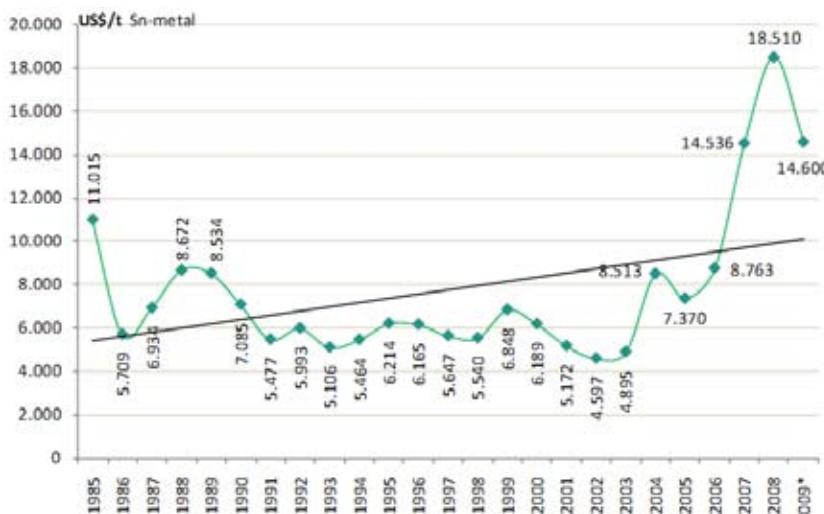
- O revigoramento da economia dos EUA, associado às especuladoras taxas de crescimento da China; e, fundamentalmente,
- A crescente demanda interna da China por bens minerais, que implicou na menor oferta de excedentes exportáveis daquele país, passando de exportador a importador líquido de Sn-metálico, em 2006.

⁷ O prognóstico não estava totalmente equivocado na medida em que se acreditava que a oferta manteria os preços sob pressão, por um período tão longo quanto perdurasse a incerteza da retomada do crescimento econômico dos países desenvolvidos. E não se antevia o *efeito China*.

Certo é que, nessa perspectiva de *boom* mineral (2003-julho2008), tem-se observado uma retomada dos investimentos no Setor Mineral em nível global e particularmente no Brasil, por sua Geodiversidade e reconhecido potencial mineral que encerra. Entretanto, não se tem observado aporte de investimentos significativos em exploração mineral de cassiterita, tornando-se evidente a convergência das inversões para a reavaliação de depósitos e a redefinição de rotas tecnológica de usinas de beneficiamento do minério de ‘*rochas-sãs*’ (granitos).

A despeito do arrefecimento da demanda e o consequente *bust* dos preços das *commodities* – enquanto reflexo do agravamento da crise econômica mundial – denota-se que entre os metais não-ferrosos cotados na LME (Al, Cu, Ni, Pb, Sn e Zn), o preço do estanho resiste em patamares elevados – média jan-jun US\$ 12,161/t; cotação

Gráfico 20
SÉRIE HISTÓRICA DE PREÇOS SN-METÁLICO
1985-AGO2009 (NOMINAL)



Fonte: LME (2009* 25ago; cash seller).

em 25ago2009: US\$ 14,600/t, *cash seller* – considerando-se a série histórica recente de preços do metal (1985-2008).

Importa registrar a cotação recorde alcançada em maio (23) pelo Sn-metálico (US\$ 25,000/t), despencando fechando o ano de 2008 com uma cotação média de US\$ 14,536/t. Em 2009, mesmo com tendência crescente dos estoques da LME, 87,5% (de jan.-jun: 9.070 t para 17.005 t) os preços evoluíram 32,9% (de jan-jun: US\$ 11,257/t para US\$ 14,964/t).

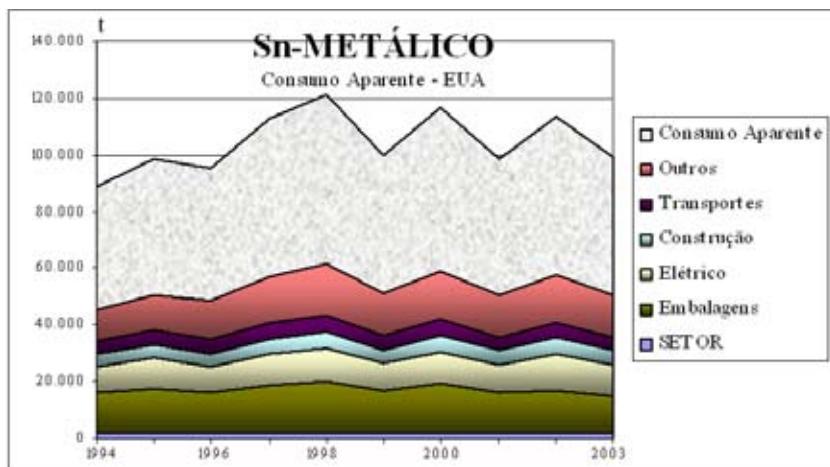
Por fim, com as sinalizações de retomada do crescimento ainda que moderada da economia mundial, em meado de 2009, é de se esperar que o segmento minero-estanífero nacional deverá inserir-se nesse novo contexto da economia mineral, na medida em que se considerem os pressupostos abaixo:

- a) A geodiversidade e o potencial geoeconômico da Amazônia destacam-se como principal fator de vantagem comparativa à atração de investimentos em pesquisa mineral visando à reposição de reservas, na medida em que as jazidas de cassiterita de classe mundial escasseiam;
- b) Historicamente observa-se a prevalência da produção brasileira de cassiterita de *placers* aluvionares — excluindo-se a perspectiva de mineralizações em terras indígenas, cuja exploração ainda carece regulamentação pelo Congresso Nacional — praticamente esgotado;
- c) Pelo ângulo da indústria metalúrgica, impõem-se investimentos adicionais em tecnologia e redimensionamento das usinas de beneficiamento mineral, exigidos para o aumento da escala operação, melhoria contínua da produtividade e redução de custos operacionais na mina primária polimetálica da serra do Madeira, no Pitinga⁸;

⁸ Advoga-se no círculo minero-empresarial, como alternativa para animar investimentos novos em pesquisa mineral — exercendo a vantagem comparativa do País em termos de potencial territorial e de geologia favorável — a regulamentação da mineração em áreas indígenas, sabidamente com indícios promissores de mineralizações metálicas, particularmente de cassiterita. Nessa perspectiva, é aguardada a aprovação do projeto de lei complementar autorizativo que transita, há anos, no Congresso Nacional.

- d) No âmbito externo o reaquecimento da demanda pelo Sn-metálico está associado ao ‘banimento do chumbo’ na composição da soldas para eletro-eletrônico e, mais notadamente ao ritmo de crescimento da China, em que pese não se vislumbrar crescimento do mercado doméstico brasileiro, nos próximos anos, que venha impactar o mercado, haja vista que o maior demandante, o segmento de folha-de-Flandres (CSN), mantém –se estável à décadas;

Gráfico 21



PROSPECTIVA TECNOLÓGICA DO ESTANHO

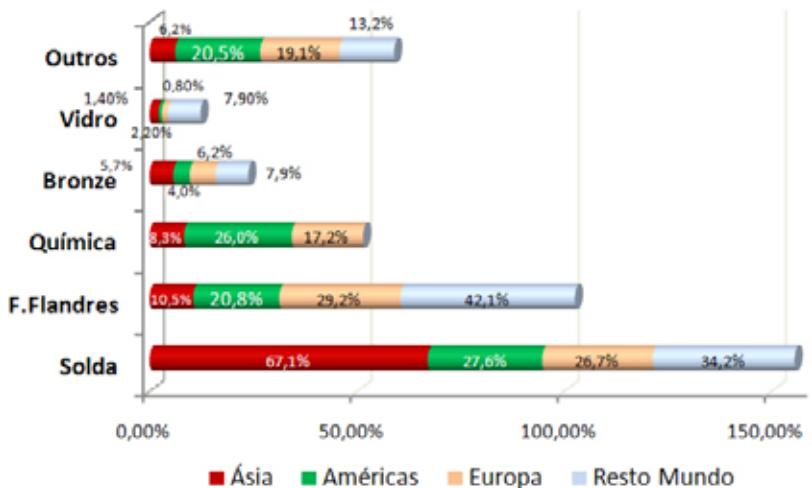
Na definição de objetivos e diretrizes estratégicas para a instrumentalização de políticas científicas públicas e privadas para a pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais, a observância do Princípio da Termodinâmica é de fundamental importância, na medida em que se admite uma estreita conexão entre a entropia e a geração de invenções/inovações.

Nessa perspectiva, o estudo da evolução, tanto da criatividade científica, medida pela taxa e extensão do número de artigos publica-

dos em diversos campos de investigação, como do número de patentes relevantes registradas, sobre novas tecnologias, podem ajudar a identificar áreas e avaliar as condições de sobrevida ou a exaustão da pesquisa sobre dado assunto, sendo portanto inútil insistir em P&DT nas mesmas (cf. Marchetti, *apud* Vargas, I.J.).

No caso do Estanho, por analogia de raciocínio – ao se reconhecer o *Processo de Eletrodeposição*, que remonta a década de '40⁹, como principal inovação na área de P&DT – a despeito dos esforços do ITRI, pode-se admitir que a probabilística tecnológica, ou seja: *a probabilidade de novas descobertas de novas aplicações para o Estanho é baixa*.

Gráfico 22
DEMANDA CONTINENTAL POR ÁREA DE APLICAÇÃO DO SN-METÁLICO



Fonte: ITRI, 2006.

⁹ Até a década de '40 a Imersão a Quente era o processo prevalentemente usado para o revestimento/estanhagem de chapas de aço (insumo: 1,6% Sn-metálico/t de FDP). A inovação do processo de Deposição Eletrolítica permitiu uma redução do uso do Sn-metálico para uma faixa de 0,6% a 0,28% de Sn/t de FDP.

Enfim, sob a perspectiva de que a pesquisa fundamental é essencial — pois, segundo Abdus Salam¹⁰, não há ciência aplicada sem ciência — compete-nos provocar e remeter os leitores, a comunidade acadêmica e científica à seguinte reflexão:

Oportunidades de desenvolvimento de aplicações técnicas imprevistas ainda podem ser reveladas para o Estanho, particularmente na área de desenvolvimento de instrumentação aplicável aos mais variados domínios?

Não obstante as prospectivas tecnológicas adversas ao estanho, pelo ângulo da demanda, ainda resta o alento dos seguintes aspectos favoráveis ao aumento do consumo de Sn-metálico:

- ✓ “**Green Metal**” – o estanho é considerado um metal ambientalmente correto;
- ✓ **REACH – Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemical substances** (Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm).

A União Europeia modernizou a legislação impondo maior rigor no controle sobre o uso de substâncias químicas, adotando o sistema REACH (EC 1907/2006, vigente a partir de 01 julho 2007). A agência ECHA (*European Chemicals Agency*), é responsável pelo gestão de um sistema integrado único de registo, avaliação e autorização de substâncias químicas, com a missão de proteger a saúde humana e o meio ambiente (controle de toxicidade de materiais), assegurar a competitividade e induzir à inovação na indústria química européia. Com consequência exige-se:

- Soldas *Lead-Free* ⇒ banimento do chumbo metálico (Pb) da composição de ligas metálicas (soldas) usadas na indústria eletrônica. Pesquisas na composição de novas ligas livres de chumbo, devem favorecer o aumento do consumo do Sn-metálico. Estima-se um crescimento da ordem de 5,4% a.a.;

- *Tinplate* (Folha de Flanders) ⇒ tendência de aumento do uso de embalagens para alimentos, substituindo o alumínio e plástico. Crescimento estimado em 2,0% a.a.; e

- Novos usos / *Organotins* ⇒ Indústria química encontra novos usos para o estanho, como cimento, tintas, PVC, radiofarmacêuticos, material antifogo, medicina, micro e nanotecnologia. Crescimento estimado em 3,5% a.a.

BIBLIOGRAFIA

- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM. *Anuário Mineral Brasileiro*. Brasília: DNPM. Disponível em: www.dnpm.gov.br.
- _____. *Sumário Mineral*. Brasília: DNPM (vários).
- _____. *Informe Mineral* Brasília: Desenvolvimento & Economia Mineral. Brasília: DNPM (vários). Disponível em: www.dnpm.gov.br.
- _____. *Balanço Mineral Brasileiro*. Brasília: DNPM. Disponível em: www.dnpm.gov.br.
- BRASIL. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM/MME. *Anuário Estatístico: Setor Metalúrgico*. Brasília: SGM/MME, (vários).
- CSN. Companhia Siderúrgica Nacional. *Relatório Anual*. 2006. 40p.
- KETTLE, P. *Tin in Transition*. In: London Metal Exchange: The ringsider (*Market fundamentals and price analysis*). London: LME. 2008. p. 64-66.
- OGUNSEITAN, O.A. (July2007). *Public Health and Environmental Benefits of Adopting Lead-Free Solders*. Disponível em: <http://www.tms.org/pubs/journals/jom/0707/ogunseitan-0707.html>. Acesso em: 290ut2009.

RODRIGUES, A.F. da S. *Estanho da Amazônia: sobre a dinâmica e a gestão do boom*. In: Anais do VI Simpósio de Geologia da Amazônia. Manaus: SBG, 1999. p. 118-121.

RODRIGUES, A.F. da S. & SUSLICK, S. B. *O boom de estanho na Amazônia: efeitos e determinantes*. Artigo publicado na Revista Escola de Minas-UFOP, Ouro Preto-MG, out-dez/98, 51(4) p. 19-26.

RODRIGUES, A.F. da S. *O Boom Estanífero Brasileiro: Fatores Determinantes, Efeitos e Perspectivas*. Campinas, 1997. Dissertação (Mestrado em Administração e Política de Recursos Minerais). Instituto de Geociências, Unicamp, 1997, 124p.

_____. *O segmento estanífero brasileiro após o boom*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador, 1996. *Resumos expandidos*, SBG, v. 3, p. 213-216.

SNIEE. Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Estanho. *Informativo do Setor do Estanho*. Rio de Janeiro: SNIEE (vários).

The RoHS regulation (Directive 2002/95/EC). Major regulation's provisions. Disponível em: <http://www.rohs.eu/english/index.html>. Acesso em: 29out2009.

Tin market expected to be in surplus in 2009. Disponível em: <http://www.commodityonline.com/futures-trading/technical/Tin-market-expected-to-be-in-surplus-in-2009-10450.html>. Acesso em: 10junho2009.