



CONTRATO Nº 48000.003007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME**

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

## **BANCO MUNDIAL**

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

### **PRODUTO 18**

**Minério de Estanho**

### **Relatório Técnico 27**

**Perfil da Mineração do Estanho**

### **CONSULTOR**

**José Maria Gonçalves de Lima**

### **PROJETO ESTAL**

**PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA**

Agosto de 2009

## SUMÁRIO

1. SUMÁRIO EXECUTIVO .....	3
2. APRESENTAÇÃO .....	4
3. MINERAÇÃO DO ESTANHO NO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO DA MINERAÇÃO DE ESTANHO: .....	4
3.1. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA MINERAÇÃO DO ESTANHO .....	6
3.2. RECURSOS E RESERVAS DE MINÉRIO DE ESTANHO .....	7
3.3. ESTRUTURA EMPRESARIAL DA MINERAÇÃO DE ESTANHO .....	9
3.4. PARQUE PRODUTIVO .....	10
3.5. RECURSOS HUMANOS DA MINERAÇÃO DO ESTANHO .....	13
3.6. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA MINERAÇÃO DO ESTANHO .....	14
3.7. ASPECTOS AMBIENTAIS .....	15
3.8. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DO PREÇO DE MERCADO .....	16
3.9. INVESTIMENTOS NA MINERAÇÃO DO ESTANHO .....	17
4. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO .....	18
5. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DE MINÉRIO DE ESTANHO .....	18
6. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO E DAS RESERVAS DE ESTANHO .....	20
7. NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS PARA A REPOSIÇÃO DAS RESERVAS .....	21
8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS .....	22
9. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS .....	23
10. CONCLUSÕES .....	23
11. RECOMENDAÇÕES .....	24
12. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	25
13. ANEXOS .....	26
ANEXO I .....	26
ANEXO II .....	29
ANEXO III .....	30

## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

A base da cadeia produtiva da indústria do estanho é a matéria prima mineral, expressa na produção de estanho contido no concentrado de cassiterita.

As reservas brasileiras de cassiterita estão cerca de 92% localizadas nos estados do Amazonas e Rondônia. Também esses estados agregam a quase totalidade da produção, adensada em três minas: Mina do Pitinga, Mina de Bom Futuro e Mina de Santa Bárbara. O restante da produção ocorre em áreas de Concessão e de Lavra Garimpeira, outorgadas a cooperativas, e em operações de alguns mineradores independentes em processo de legalização, predominantemente em Rondônia.

A Mina do Pitinga, no Amazonas, é uma jazida primária polimineral de classe mundial de estanho, nióbio e tântalo, com ocorrências econômicas de criolita e zirconita, sendo individualmente a maior produtora brasileira de cassiterita. Em 2008, foi adquirida do grupo Paranapanema pelo grupo empresarial peruano MINSUR, sendo o único empreendimento do setor sob controle estrangeiro. Ao assumir a mina, a MINSUR resolveu reavaliar a rota técnica do projeto Rocha Sã, tendo como foco não somente o estanho, mas também a recuperação de outros minerais associados na jazida.

A Mina de Santa Bárbara é controlada pela A ERSA – Estanho de Rondônia S.A, adquirida do grupo Brascan pela CSN – Cia. Siderúrgica Nacional, visando o suprimento da usina metalúrgica da empresa, para consumo cativo do metal produzido. Ao adquirir a ERSA a CSN planejava expandir a produção da mina de 60 t/mês para a casa das 300 t/mês, o que, por diversas razões não logrou alcançar.

As demais minas estão outorgadas a cooperativas de origem garimpeira, que já respondem por mais de 50% da produção nacional. Observa-se que as cooperativas de mineração de cassiterita são exemplo de associativismo bem sucedido, ainda mais considerando o ambiente amazônico, deficiente em infraestrutura, onde se desenvolve.

Diante do estado da arte, não existe restrição técnica para a produção de cassiterita, que se desenvolve segundo os melhores padrões internacionais.

As reservas oficiais divulgadas no Anuário Mineral Brasileiro mostram que existe disponibilidade, considerando apenas as reservas lavráveis, para atender à demanda projetada até 2030. Os investimentos para a reposição das reservas utilizadas até 2030 foram estimados, no cenário vigoroso, US\$ 64,1 milhões.

Tais investimentos são principalmente recomendados nas áreas das cooperativas, de moda a imprimir segurança operacional de longo prazo, diante da deficiência de trabalhos de pesquisa de campanhas anteriores.

Como forma de ampliar as perspectivas para o setor, é também recomendada a gestão no sentido da aprovação da regulamentação da lavra em áreas indígenas, de acordo com projeto de lei do Executivo em tramitação no Congresso Nacional.

## **2. APRESENTAÇÃO**

O presente relatório (RT 27) integra o projeto *Estudos para a Elaboração do Plano Duodecenal (2010 – 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – PDGMT*, iniciativa do Ministério de Minas e Energia, com o objetivo de elaborar, até o final de 2009, o planejamento estratégico de longo prazo para o setor mineral brasileiro, com propostas de programas e ações para o seu desenvolvimento sustentável.

O RT 27 é um produto da Macro-Atividade 4.3 - A Mineração Brasileira - do projeto, dedicado à análise do perfil da mineração de estanho, tendo como objetivo caracterizar o segmento produtivo (base 2008) e analisá-lo considerando: dados do segmento, usos, consumo, produção, reservas minerais, projeção de demanda, projeção de investimentos, projeção de necessidade de recursos humanos, tecnologia, capacitação, gargalos legais, acesso a financiamento, aspectos ambientais e logística.

Em termos conceituais, a mineração do estanho é a indústria primária, abrangendo a atividade extrativa do bem mineral, limitada à etapa do produto beneficiado

## **3. MINERAÇÃO DO ESTANHO NO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO DA MINERAÇÃO DE ESTANHO:**

A base da cadeia produtiva da indústria do estanho é a matéria prima mineral, expressa na produção de estanho contido no concentrado de cassiterita.

A cassiterita é o principal mineral de estanho explorado no mundo e o único produzido comercialmente no Brasil. A fórmula química do seu cristal puro é o SnO<sub>2</sub>, sendo que, em peso, o estanho corresponde a 78,6% e o oxigênio a 21,4%.

Os concentrados de cassiterita tem teores que variam na faixa na 60% a 72% de estanho, sendo o restante composto de outros minerais dos quais a ilmenita é a impureza mais comum.

A cassiterita foi descoberta no Estado de Rondônia em 1952 e durante a década de 60 a sua extração era realizada por garimpeiros. Até então não eram conhecidas com segurança as dimensões das reservas disponíveis, já que não havia programas sistemáticos de pesquisa e toda a atividade se desenvolvia de forma empírica.

A produção desorganizada era insuficiente para o atendimento integral da demanda do parque metalúrgico transformador, de modo que o mercado consumidor era complementarmente suprido com importações da matéria prima

Diante desse quadro, em 1970, o governo federal resolveu ordenar a atividade de mineração de cassiterita e lançou um programa visando avaliar o potencial dos recursos estaníferos em Rondônia. Foi criada a Província Estanífera de Rondônia, compreendendo uma área de aproximadamente 87.000 km<sup>2</sup>, abrangendo todo o Estado de Rondônia e parte dos Estados do Amazonas, Acre e Mato Grosso do Sul, passando a ser proibida a atividade garimpeira de cassiterita na região.

O ano de 1970, então, costuma ser considerado como o marco da estruturação da mineração brasileira de cassiterita: ao mesmo tempo em que eram modernizadas as operações de lavra, foram implementadas campanhas de levantamentos de geologia regional e estimulados investimentos em projetos voltados ao detalhamento das ocorrências conhecidas.

Como decorrência dessas medidas, a produção, que era então de 3.200 t, iniciou partir de 1972 processo contínuo de expansão, a um ritmo médio de 8,5% ao ano, de modo que, já em 1982, a produção registrada era de 8.574 t de estanho contido em concentrado de cassiterita, alcançando o Brasil, auto-suficiência em minério.

Mais foi a partir de 1983 que a produção de cassiterita experimentou surto de expansão expressivo, com a descoberta da mina do Pitinga, na Província do Mapuera, no estado do Amazonas. Essa mina, no seu primeiro ano de operação elevou a produção brasileira em 52%, taxa que se repetiu em 1984. Qual seja, em apenas dois anos a produção de estanho contido em concentrado de cassiterita mais que dobrou, atingindo nível próximo a 20.000 toneladas.

Em 1985, quando eclodiu a crise no mercado internacional do estanho, a produção brasileira já havia ultrapassado o patamar das 26.000 toneladas, despontando o Brasil entre os maiores produtores mundiais de minério de estanho.

Como esclarecimento, a crise do mercado do estanho foi provocada pelos elevados estoques mundiais do metal, alimentados crescentemente pelo excesso de oferta, diante de um cenário de demanda retraída. Como decorrência do novo contexto do mercado, os preços despencaram do nível vigente de US\$ 12.000/t para abaixo de US\$ 6.000/t, em pouco tempo. Naturalmente, houve reflexo generalizado a montante da cadeia produtiva e muitas minas fecharam em todo o mundo.

Impulsionada pela disponibilidade de reserva de alto teor do minério aluvionar da mina do Pitinga, a oferta de cassiterita continuou em processo de expansão, embora que em ritmo médio anual mais moderado – 3,7%/ano, no período 1985/87.

A curva de produção veio a mostrar nova inflexão positiva em 1988, quando foi descoberta a mina de Bom Futuro, no Município de Ariquemes, em Rondônia. Operada por garimpeiros, Bom Futuro, com seu minério rico em teor, adicionou mais 49% à produção em 1988 e outros 29% em 1989, ano em que o Brasil obteve sua produção máxima, cerca de 54.700 toneladas de estanho contido em cassiterita, levando o país a alcançar a primeira posição no *ranking* dos produtores mundiais. Aparentemente, o primeiro momento da crise mundial não havia provocado dano maior ao conjunto da atividade de mineração de cassiterita no país, restrito ao fechamento de algumas frentes de lavra que se tornaram antieconômicas.

No entanto, a partir de 1989, a produção em Bom Futuro, pelo esgotamento acelerado do minério de alto teor e fácil extração, entrou em declínio. Também em Pitinga escassearam as reservas do minério aluvionar mais rico. Diante do empobrecimento das reservas e com a renitência dos preços aviltados no mercado internacional, a queda da produção só poderia ter sido evitada com a reposição das reservas de teores competitivos. Isso, por sua vez, dependeria do sucesso de novos investimentos em pesquisa mineral, que não aconteceram, diante da indefinição dos rumos do mercado e dos preços.

Iniciou, então, a queda progressiva da produção brasileira de estanho contido em cassiterita: menos 23,4% em 1990, menos 27,1% em 1991, menos 9,8% em 1993, rompendo, em 1994, o piso das 20 mil toneladas, mantendo o *trend* de queda nos anos posteriores, após um período de equilíbrio até 1997. O último registro, de 2008, mostrou a produção em 12.992 toneladas, apontando para um rumo de recuperação em relação aos anos mais recentes, mas ao nível do registrado em 2003.

No cenário internacional atual, o Brasil, outrora líder do mercado, ocupa hoje a 5º lugar no rol dos produtores mundiais.

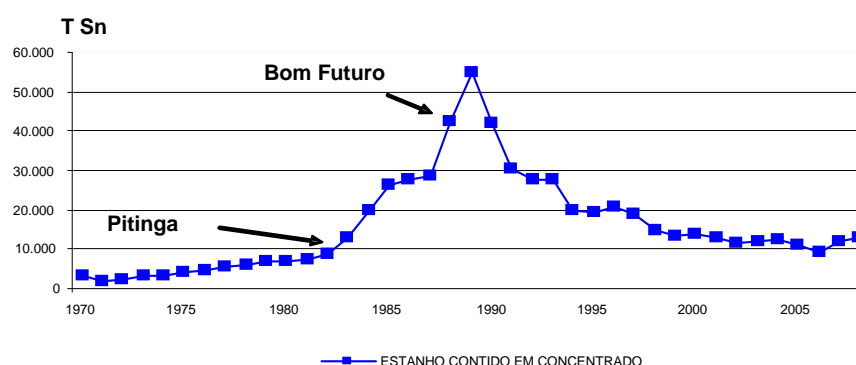
A trajetória da produção brasileira de estanho contido em cassiterita, com o destaque dos eventos que influenciaram o desempenho do setor, está retratada na tabela e no gráfico a seguir, conforme dados do SNIEE:

**Tabela 1 - Produção Brasileira de Cassiterita (t de Sn contido)**

<b>Ano</b>	<b>1970</b>	<b>1971</b>	<b>1972</b>	<b>1973</b>	<b>1974</b>	<b>1975</b>	<b>1976</b>	<b>1977</b>	<b>1978</b>	<b>1979</b>
<b>t</b>	3.180	2.020	2.510	3.210	3.140	3.998	4.735	5.525	6.130	6.950
<b>Ano</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>
<b>t</b>	6.742	7.306	8.574	13.061	19.932	26.451	27.690	28.485	42.473	54.708
<b>Ano</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>2000</b>
<b>t</b>	41.913	30.555	27.558	27.871	19.641	19.360	20.567	19.064	14.607	13.773
<b>Ano</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>t</b>	13.048	11.584	12.083	12.467	11.035	9.265	11.835	12.992	-	-

Fonte: SNIEE / empresas produtoras

**Gráfico 1 - Produção Brasileira de Cassiterita**



### 3.1. Localização e Distribuição da Mineração do Estanho

As principais minas de cassiterita do país, tomando como parâmetro a disponibilidade das reservas, estão concentradas em dois estados: Amazonas (58,0%) e Rondônia (34,0%), aproximadamente. É também na região amazônica onde reside o maior potencial de recursos estaníferos, considerando a extensão territorial e de ambientes geologicamente favoráveis (estruturas graníticas), com nível de conhecimento considerado ainda insuficiente, diante da carência de trabalhos de pesquisa sistemática na região.

Os dois estados – Amazonas e Rondônia – agregam a quase totalidade da produção do concentrado de cassiterita, adensada em apenas três minas: Mina do Pitinga, no Amazonas, e as Minas de Bom Futuro e Santa Bárbara, em Rondônia, esta em processo de reavaliação. O restante da produção ocorre em áreas de Concessão e de Lavra Garimpeira, outorgadas a cooperativas, e em operações de alguns mineradores independentes em processo de legalização, predominantemente em Rondônia.

As empresas produtoras disponibilizam ao mercado o concentrado de cassiterita, geralmente obtido nas usinas de beneficiamento do minério nas próprias áreas da mineração. No fluxo da comercialização o concentrado é distribuído nos estados de São Paulo (60%), Minas Gerais e Rondônia, tendo havido recentemente algumas experiências de exportação. Considerando a forte verticalização minero – metalúrgica, característica nas empresas do setor, prevalecem as transferências para consumo cativo.

### 3.2. Recursos e Reservas de Minério de Estanho

Dentre as mineralizações de cassiterita de interesse econômico - acumulações primárias e depósitos residuais secundários -, até a descoberta da Mina de Pitinga predominaram no Brasil os depósitos do segundo tipo, os *placers* (concentrações de origem mecânica), localizadas principalmente no cráton Amazônico. Existem registros de reservas de minério de estanho em outras regiões – primárias, colúviais, elúviais e alúviais -, no entanto todas desprovidas de expressão econômica relevante.

As mineralizações de estanho até hoje identificadas no cráton Amazônico estão, invariavelmente, associadas geologicamente a estruturas graníticas.

Os depósitos primários são caracterizados pela presença de greisen (in-situ) no maciço ou quartzo greisens relacionados com diques de rochas ácidas, como riolito/quartzo pórfiro (tipo stockwork ou enxame de veios). Essa rocha resulta da alteração hidrotermal do granito in-situ, após ou concomitante a eventos tectônicos como fraturas e falhas.

Os depósitos secundários são originados da intensa decomposição química e desagregação mecânica da rocha granítica original ou da rocha greisenizada. A cassiterita é um mineral resistente à intemperização e pode ser encontrada na forma residual (in-situ) nos elúvios, na forma semitransportada, nos colúvios e na forma transportada nos alúvios. No depósito do tipo coluvionar, as rochas depositam-se nas encostas e planícies próximas ao afloramento do depósito primário.

Quanto à gênese das rochas matrizes, podem ser classificadas em três tipologias principais:

1. Depósitos estaníferos relacionados com fácies tardias de maciços de afinidade rapakivi (topázio-granitos, albita-granitos e biotita-granitos) ricas em flúor, peraluminosas, cristalizadas em condições redutoras, com greisens, venulações e *stockworks* associados. É o tipo predominante na Província Estanífera de Rondônia (Bettencourt et AL., 1995, 2005). Ocorre também na mina do Pitinga, no granito Água Boa (Daoud & Antonietto Jr., 1985; Borges, 1997, 2002);
2. Depósitos associados e epissienitos, sendo o único exemplo identificado e descrito no cráton Amazônico o Granito Água Boa da Província Pitinga (Costi et AL., 2002). Os teores de Sn nesses tipos de depósitos são elevados, porém as zonas mineralizadas são descontínuas e seus volumes relativamente baixos, o que restringe o aproveitamento econômico.
3. Depósitos associados a albita-granitos peralcalinos, muito ricos em flúor, cristalizados em condições oxidantes, com mineralização de Sn, Nb (Ta), F, Zr, Li. Tipo muito raro, mesmo em termos mundiais, cujo único exemplo conhecido é a fácies albita-granito do Granito Madeira, na Província Pitinga. A sua identificação desperta grande interesse devido à diversidade de mineralizações econômicas associadas, geralmente com altos teores e volumes.

A vinculação dos depósitos estaníferos com essas linhagens de rochas graníticas, com características petrográficas e geoquímicas bem conhecidas e estudadas, é indicativa de um conjunto de critérios e modelos aplicáveis à prospecção de estanho no cráton Amazônico.

Quanto aos dados da distribuição das reservas, a edição de 2006 do Anuário Mineral Brasileiro, do DNPM, mostra o seguinte quadro das reservas brasileiras de estanho contido no minério de estanho, didaticamente formatado por unidades da Federação:

**Tabela 2 - Reservas Brasileiras de Estanho Contido em Cassiterita**

Unid.: t de Sn

UF	Reservas Oficialmente Aprovadas Pelo DNPM				
	Medida	Indicada	Inferida	Total	Lavrável
Amazonas	221.527	272.635	3.923	498.085	342.091
Goiás	1.703	2.956	21.076	25.735	1.766
Mato Grosso	32.808	0	0	32.808	32.808
Minas Gerais	1.173	1.536	1.578	4.287	1.219
Pará	5.353	281	177	5.811	5.353
Rondônia	169.330	78.609	43.666	291.605	146.932
Tocantins	19	0	2	21	19
<b>Total Brasil</b>	<b>431.913</b>	<b>356.017</b>	<b>70.420</b>	<b>858.351</b>	<b>530.188</b>

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - DNPM 2006

Conforme esclarecido no Anuário Mineral Brasileiro do DNPM, as reservas minerais computadas são aquelas constantes nos Relatórios de Pesquisa Aprovados e nos Relatórios de Reavaliação de Reservas, subtraídas as produções ocorridas no ano base e anos anteriores. E ainda que não incluem as reservas minerais lavradas sob regime de Licença, Extração e Permissão de Lavra Garimpeira.

Isso implica para mineração de cassiterita que as reservas oficiais estão subestimadas, considerando que cerca de 1/5 da produção brasileira de estanho contido no minério é proveniente de áreas Portaria de Lavra e de Permissão de Lavra garimpeira, outorgadas a cooperativas de garimpeiros e de alguns produtores independentes, onde as produções são crescentes e as reservas disponíveis há muito não são reavaliadas. E que mesmo a Mina de Bom Futuro, detentora de 26% da produção nacional, ainda não foi suficientemente estudada, tendo a dimensão de suas reservas desvendadas no decorrer dos trabalhos de lavra.

Levando em conta essas considerações e adotando como referência conservadora apenas as *reservas medidas* oficiais - 431.913 toneladas de Sn contido – e deduzindo a produção acumulada nos anos de 2006 a 2008 (os dados do Anuário do DNPM são de 2005), existe teoricamente disponibilidade de cassiterita para atender à demanda dos próximos 31 anos, ao nível atual da produção (2008) e da conjuntura vigente dos preços.

Ousando um pouco mais e assumindo para as disponibilidades de minério as *reservas lavráveis*, cujo conceito introduzido pelo DNPM também é conservador - no caso de Rondônia as reservas lavráveis são inferiores às reservas medidas –, haveria cassiterita para garantir o abastecimento do mercado, nas condições atuais, nos próximos 38 anos.



### 3.3. Estrutura Empresarial da Mineração de Estanho

Em 2008, apenas quatro produtores responderam por aproximadamente 94% da produção brasileira de concentrado de cassiterita. O restante da produção advém de três cooperativas de garimpeiros - Coogampa, Mineralcoop e Coopercon –, todas em Rondônia, e de alguns mineradores independentes em processo de legalização, a maioria operando também em Rondônia, no Pará e no Mato Grosso.

- A Mineração Taboca, individualmente a maior produtora brasileira de cassiterita, foi adquirida, em setembro de 2008, do grupo Paranapanema pelo grupo empresarial peruano MINSUR, através de sua subsidiária no Brasil, a Mineração Serra da Madeira, pelo valor anunciado de US\$ 472,2 milhões. Agora sob controle estrangeiro, a Mineração Taboca é detentora da concessão da mina do Pitinga, no município de Presidente Figueiredo, no Amazonas, uma jazida primária polimineral de classe mundial de estanho, nióbio e tântalo, com ocorrências econômicas de criolita e zirconita;
- A Coopersanta – Cooperativa de Santa Cruz, de origem garimpeira, é outorgada do título de lavra da mina de Bom Futuro, no município de Ariquemes, em Rondônia. Na área da cooperativa operam oito frentes de lavra independentes;
- A ERSa – Estanho de Rondônia S.A, adquirida do grupo Brascan pela CSN – Cia. Siderúrgica Nacional, concessionária da mina de Santa Bárbara, no município de Itapuã d'Oeste, em Rondônia;
- A Cemal Cooperativa Estanífera de Mineral Amazônia Legal, tem sua base operacional na mina de Massangana, agregando diversas frentes de lavra, no município de Monte Negro, em Rondônia.

A mina da Pitinga, da Mineração Taboca, em 2008, pôs em marcha o seu Projeto Rocha Sã, iniciando a lavra da rocha primária e dando por esgotadas as reservas do minério aluvionar que sustentaram a lavra da mina, desde a sua inauguração, em 1983. Na primeira fase do projeto está programado alcançar, com a modernização do processo de lavra, uma produção de 7.000 t/ano de estanho contido. Na segunda etapa a produção será elevada para 10.000 t/ano, por volta de 2010 – 2011, tendo como meta final do projeto atingir 14.000 t/ano, em futuro próximo, à mercê da consecução de investimentos adicionais.

A informação atual é que a nova proprietária da mina do Pitinga, a MINSUR, resolveu reavaliar todo o projeto, suspendendo a lavra do minério primário, já iniciada mas com baixo índice de recuperação, ao redor de apenas 39%, voltando a lavar o minério aluvionar remanescente e os resíduos de operações anteriores. Nesta fase de reavaliação, a produção da mina, conforme último registro já de 2009, vem se situado ao redor de 260 t/mês, menos abaixo dos valores históricos mensais, e menos da metade das metas previstas no projeto Rocha Sã original.

A ERSa – Estanho de Rondônia era originalmente exclusivamente um empresa fundidora de estanho, pertencente a Companhia Estanífera do Brasil – Cesbra e a Best Metais e Soldas, com controle equalitário. Lá eram processados principalmente os concentrados de cassiterita produzidos na mina de Santa Bárbara, cuja concessionária era a Cesbra, e na mina de Bom Futuro, naquela época pertencente a EBESA – Empresa Brasileira de Estanho S/A, controlada por um pool de empresas, inclusive a Best. Quando 100% do controle acionário veio a ser assumido pela Cesbra, foi incorporado ao seu patrimônio a Mina de Santa Bárbara, passando todo o empreendimento, mina mais usina, a ter a razão social ERSa.

Após adquirir o controle integral da ERSa, a Cesbra a vendeu para CSN – Companhia Siderúrgica Nacional, maior empresa consumidora de estanho metálico do país, usado como matéria prima na produção de folha-de-flandres. Ao adquirir a ERSa, o objetivo da CSN é garantir o suprimento de estanho para o seu consumo cativo. Aparentemente ainda não conseguiu equacionar adequadamente as de operações lavra para alcançar a sua meta, visto que a mina de Santa Bárbara

vem produzido ao redor de 60 t/mês de estanho contido, quando a necessidade da CSN para alimentar a usina metalúrgica da ERSA e atender a sua demanda de estanho seria em torno de 300 t/mês, estando a empresa importando estanho metálico.

A Cooperativa dos Mineradores de Santa Cruz – Coopersanta tem sua origem no acordo de ordenamento da lavra na mina de Bom Futuro: embora houvesse uma Portaria de Lavra concedida à EBESA, a área estava invadida por garimpeiros, sendo impraticável para a empresa realizar os trabalhos de prospecção e aproveitamento da mina em bases técnicas. Com o descontrole total provocado pela invasão, instalou-se uma questão social que tinha que ser considerada e resolvida pelo poder público, representado pelo gestor da mineração no país, o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. A solução adotada foi, primeiramente, estimular a criação de uma cooperativa que associasse os garimpeiros que trabalhavam em Bom Futuro. Foi então criada a Cooperativa dos Garimpeiros de Santa Cruz – Coopersanta para a qual foi averbada a transferência, por prazo determinado, os direitos de lavra da mina de Bom Futuro, outorgados originalmente para a EBESA. Na negociação da transferência, fixou-se acertado que a Coopersanta, enquanto vigorasse o acordo, venderia para as empresas controladoras da EBESA 80% do estanho contido no concentrado produzido pelos seus cooperativados. Posteriormente a Portaria de Lavra da mina de Bom Futuro foi transferida em caráter definitivo para a Coopersanta.

A CEMAL – Cooperativa Estanífera de Mineral Amazônia Legal, dentre as cooperativas de garimpeiros de cassiterita em Rondônia, vem despontando com produção crescente, ocupando atualmente a terceira posição entre os mineradores de estanho.

As cooperativas Coogampa, Mineralcoop e a Coopercan complementam a produção no Estado de Rondônia. Alias, Rondônia, no conjunto da lavra de suas minas, todas em expansão progressiva, mais de 90% fundamentadas na operação garimpeira organizada, poderá ultrapassar, em 2009, o Estado do Amazonas como principal pólo da produção brasileira de estanho contido em concentrado de cassiterita.

È fato a ser destacado o bem sucedido processo de organização associativa em cooperativas nas atividades de mineração de estanho. A tendência é de que os poucos produtores independentes, ainda presentes, busquem também a via da organização, de modo que em pouco tempo prevalecerá integralmente a lavra empresarial de base associativa na produção de cassiterita na outrora Província estanífera de Rondônia.

Alias, diante da política em voga de estimular a organização dos pequenos produtores, de diversos setores da econômica, nos chamados arranjos produtivos, a mineração de cassiterita em Rondônia, pelos resultados alcançados, pode ser apontada como exemplo positivo de associativismo, ainda mais se considerada as condições adversas do meio ambiente e da carência de infraestrutura, naturais na região amazônica em que se desenvolve.

Quanto ao controle acionário atual das empresas, tendo como referência a participação na produção de 2008, 48,1% pertence ao capital estrangeiro, representado pela Mineração Taboca, vendida pelo grupo nacional Paranapanema para o grupo peruano MINSUR. Da parte sob controle nacional, 47% está em mãos de cooperativas e 4,9% pertence a empresa de mineração, no caso exclusivamente a ERSA.

### **3.4. Parque Produtivo**

O parque produtor atual de cassiterita é integrado pelas minas de cassiterita em operação – mina do Pitinga, no Estado do Amazonas, minas de Santa Bárbara e mina de Bom Futuro, no Estado de Rondônia – e pelas frentes de lavra dispersas em antigas áreas produtoras, a maioria em Rondônia, cujos títulos minerários – Portarias de Lavra ou Permissões de Lavra Garimpeiras – pertencem às cooperativas de garimpeiros Cemal, Coogampa, Mineralcoop e Coopercon. Algumas empresas que também detêm títulos minerários não estão ainda produzindo, embora participem

ativamente como compradoras no mercado de cassiterita, como é caso da Metalmig, com concessão também em Rondônia.

Pela pulverização das operações de lavra dos filiados das cooperativas, fica difícil estabelecer a capacidade instalada efetiva para a produção de estanho contido em cassiterita, medida a partir da capacidade da totalidade das plantas de beneficiamento. Tentativamente, baseado no perfil da produção dos mineradores e considerando que não há ociosidade significativa dos equipamentos hoje instalados, podemos estimar o seguinte perfil para a capacidade produtiva das minas:

**Tabela 3 - Capacidade Instalada para Produção de Cassiterita**

Produtores	t de Sn contido/ano	
	Estimativa de Capacidade Instalada de Produção	
Min. Taboca*	14.000	
ERSA	2.000	
Coopersanta	3.400	
Cemal	1.400	
Coogampa	800	
Mineralcoop	500	
Coopercan	1.000	
Outros	1.000	
<b>Total Instalada</b>	<b>24.100</b>	

Fonte: Empresas / SNIEE

\* Meta da última etapa do Projeto Rocha Sã

Como dito, os dados acima se referem à capacidade máxima instalada atual, tendo como referência a situação em agosto de 2009. No entanto, a realidade da produção por empresa verificada nos últimos cinco anos é mostrada na tabela 4 a seguir onde também é estimado o valor anual da produção, usando como critério a correlação com as cotações médias do estanho metálico na LME.

**Tabela 4 - Produção Brasileira de Estanho Contido em Cassiterita x Valor**

Empresa	t							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Min. Taboca	9.114	8.758	8.634	7.183	5.703	5.538	6.602	6.257
Cesbra	1.119	1.199	1.099	751	142	0	0	0
ERSA	0	0	0	0	447	519	481	674
Coopersanta	1.890	909	1.396	2.756	2.351	1.751	2.776	3.319
Outros	925	718	955	1.778	2.393	1.457	1.975	2.742
<b>Total</b>	13.048	11.584	12.083	12.468	10.894	9.265	11.835	12.992
Valor da Produção U\$ 10 <sup>3</sup>	52.296	42.305	53.201	95.592	72.380	73.221	155.429	216.447

Fonte: SNIEE/empresas

Devido à dificuldade em obter informações diretas, foi optado consolidar a estimativa das produções das cooperativas, exceto a Coopersanta, no item *Outros*, adotando o melhor critério de cálculo disponível, com base no conhecimento empírico do mercado.

Da observação do quadro cabe destacar que, novamente exceto a Coopersanta, todos os produtores operam com larga margem de ociosidade, que oscila em função das condições dos preços do mercado. Isso é bem visível no crescimento da produção de *Outros*, isto é das cooperativas, nos

anos de 2007 e 2008, justamente quando houve aumento significativo do preço das commodities, inclusive do estanho, no mercado internacional, que é o balizador do preço doméstico.

A exceção da mina do Pitinga (Mineração Taboca) e de uma das oito frentes de lavra em operação na mina de Bom Futuro (Coopersanta), em todas as demais são exploradas reservas de minérios de jazimentos secundários, em aluviões e em colúvios, utilizando equipamentos apropriados às feições físicas dos depósitos: dragas, retro escavadeiras, monitores hidráulicos, etc. Após a extração, o minério é transportado por caminhões ou por bombeamento para as plantas de beneficiamento onde a cassiterita, pela sua propriedade de alta densidade, é submetida a concentração gravimétrica, secagem e concentração magnética e/ou eletrostática. Todo o processo ocorre nas próprias áreas da lavra, em plantas com equipamentos apropriados à granulometria do mineral e às características mineralógicas de cada depósito. O produto final do beneficiamento é o concentrado de cassiterita, com teores que variam de 60% a 92% do mineral, equivalentes estequiometricamente a 60% - 72% de estanho.

Tratando-se de lavra de minério primário, previamente à concentração gravimétrica há os processos de desmonte mecânico da rocha por explosivos ou por tratores de esteira, quando tratar-se de minério intemperizado, e a cominuição por britagem e moagem para a liberação dos minerais do minério.

Os rejeitos das operações de beneficiamento são geralmente depositados em baias de decantação e a água utilizada é reciclada no processo. Isso, no entanto, pode não ocorrer nos garimpos mais primitivos de produtores independentes (não cooperativados) ou que não estejam regularizados.

O consumo de energia elétrica nas operações de lavra de cassiterita, conforme informação de fontes produtoras, é da ordem de 8 mil a 10 mil kw por tonelada de estanho contido produzido. Qual seja, extrapolando a aplicação desse índice ao conjunto das operações em 2008, quando foram produzidas 12.992 t de metal contido no minério, assumi-se que o consumo de energia, atualmente, pela mineração brasileira de estanho situa-se na faixa 104 mil a 130 mil Mwh / ano. Além da energia elétrica, a atividade mineira é consumidora intensiva de óleo diesel, da ordem de 1.200 litros / t de metal contido produzido, considerando a informação colhida das operações lavra e beneficiamento na mina de Bom Futuro.

É elevado, também, o consumo de água nas operações de lavra e beneficiamento da cassiterita, visto principalmente que todas as etapas dos processos de beneficiamento se baseiam na concentração gravimétrica, onde a água é o insumo fundamental. É estimado um consumo, também referenciado à mina de Bom Futuro, da ordem de 25.000 m<sup>3</sup> de água por tonelada de estanho contido produzido, com a atenuante que toda a água é reciclada no processo, com uma perda efetiva de 10% nas lamdas das bacias de rejeito e por infiltração.

Quanto à emissão de CO<sub>2</sub>, segundo informações colhidas junto ao conjunto das operações das empresas e cooperativas de Rondônia, a relação de emissão acatada é de 3 t de CO<sub>2</sub> / 1 tonelada de estanho contido em cassiterita produzida. Para operações de lavra que não dispõem de energia elétrica, usando como fonte energética integralmente o óleo diesel, felizmente o caso de poucas e pequenas frentes de lavra garimpeira independentes, essa relação sobe para 9 / 1. Vale dizer que a mineração brasileira de cassiterita é responsável pela emissão de, aproximadamente, 36 mil toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera da Amazônia, por ano.

Considerando um contingente estimado de 3.500 trabalhadores nas empresas e nas cooperativas de garimpeiros, incluindo os produtores independentes e os chamados *requeiros* - trabalhadores artesanais que circundam a extração dentro dos garimpos -, lidando diretamente com extração e beneficiamento do minério, e tomando como parâmetro a produção de 2008, a produtividade média do setor situa-se ao redor de 3,7 toneladas / homem / ano. Se o cálculo for referenciado apenas aos empregados das empresas de mineração e aos organizados dentro das

cooperativas, a produtividade sobe para 10,4 toneladas// homem / ano, valor que deve ser considerado como a produtividade da atividade formal da mineração brasileira de cassiterita.

A característica marcante da indústria brasileira do estanho é predominância da verticalização das operações de mineração e de transformação metalúrgica, dentro de uma mesma empresa. Desse modo, todo o concentrado produzido na mina do Pitinga, no Município de Presidente Figueiredo, no Amazonas, é todo destinado para consumo cativo na usina de fundição de estanho metálico da Mineração Taboca, situada no Município de Pirapora do Bom Jesus, em São Paulo. Isso envolve o transporte rodoviário inicial de 300 km da mina até o porto de Manaus, de onde segue por via marítima até o porto de Santos, em São Paulo. De Santos até o destino final da usina metalúrgica, cumpre outro trajeto rodoviário, de cerca de 200 km, fechando um percurso de mais de 3.000 km de transporte.

Toda a produção da mina de Santa Bárbara, atualmente reduzida a cerca de 60 t / mês de estanho, é transferida para consumo na usina própria da ERSA em Ariquemes, Rondônia, em trajeto rodoviário de pouco mais de 170 km.

O minério de Bom Futuro, até o início de 2008, era todo vendido no mercado interno através da Coopersanta e, dependendo do comprador, era transportado por rodovia para usinas metalúrgicas em Ariquemes, em Rondônia, distante 70 km, ou para fundições no Sudeste do País, neste caso percorrendo mais de 2.500 km de estradas. Com a inauguração da usina metalúrgica Coopermetal, pertencente à Coopersanta, situada dentro da área da mina, cerca de 40% do concentrado de cassiterita produzido em Bom Futuro é consumido cativamente pela cooperativa. Com a montagem do segundo forno da Coopermetal, provavelmente já em 2010, crescerá significativamente a verticalização na Coopersanta, restando pouco da produção do concentrado de cassiterita para ser oferecida ao mercado.

A Cemal também tem fundição própria, a CFC da Amazônia – Cooperativa dos Fundidores de Cassiterita da Amazônia Ltda., uma cooperativa de fundidores de estanho, que absorve a quase totalidade da produção da cooperativa dos mineradores de cassiterita.

A comercialização de outras áreas garimpeiras de Rondônia e, eventualmente, de outros garimpos do país, é realizada diretamente pelo minerador para empresas metalúrgicas, que costumam ter agentes compradores locais, muitas vezes envolvidos na capitalização das operações de lavra, o que era a prática dominante do passado.

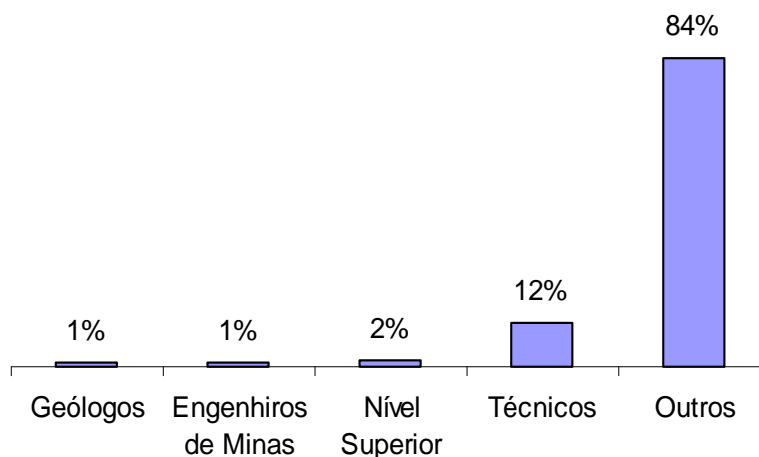
Dessa configuração da comercialização depreende-se que cada vez mais se fortalece a verticalização na indústria do estanho, incluindo mesmo a base garimpeira, antigamente empírica e desordenada, que hoje assume feições de atividade empresarial com *modus operandi* próprio e de eficiência singular.

### **3.5. Recursos Humanos da Mineração do Estanho**

A Mineração Taboca, após a adquirida pela MINSUR, reduziu o número da mão-de-obra utilizada na mina do Pitinga para 540 empregados. Desses, 30 são de nível superior, incluindo 3 geólogos e 4 engenheiros de minas, e outros 200 de nível médio: encarregados da extração, beneficiamento, manutenção e serviços correlatos e de apoio. As demais mineradoras, inclusive as cooperativas, empregam, segundo última informação, aproximadamente 700 pessoas na atividade direta de produção. Diante da carência de dados efetivos, podemos generalizar que cada cooperativa deve empregar 1 geólogo, 1 engenheiro de minas e três técnicos de mineração. Os de nível médio, são estimados em 150, incluindo operadores de máquinas, mecânicos, soldadores, eletricitas e operadores de planta.

O gráfico abaixo exhibe a distribuição percentual dos empregados na mineração:

### Empregos na Mineração de Cassiterita



Fonte: SNIEE

No contingente de empregados citado acima não estão incluídos cerca de 2.000 trabalhadores, ditos *requeiros*, que são garimpeiros artesanais que *catam* e vendem a cassiterita dentro das áreas das cooperativas. Isso ressalta a importância do associativismo na mineração de cassiterita, praticada principalmente no interior de Rondônia, mas também em outras regiões disseminadas no Pará e no Mato Grosso, com implicação social importante para as comunidades locais, já que a atividade é, quase sempre, a única oportunidade de sustento.

Deve ser destacada a função social das cooperativas como verdadeiros pólos irradiadores de expansão regional interiorizada, já que em torno e em função delas, passam a prosperar vilarejos, com escolas, comércio e serviços para atender as comunidades que lá se assentam. Cite-se como exemplo a vila de Bom Futuro, inexistente antes da Coopersanta e que hoje já dispõe de escola para 1.500 alunos.

### 3.6. Aspectos Tecnológicos da Mineração do Estanho

A mineração e o beneficiamento de cassiterita em depósitos secundários no Brasil sempre se fizeram segundo os melhores padrões tecnológicos de processo disponíveis, nada ficando a dever em relação aos métodos e equipamentos utilizados na mineração de estanho no resto do mundo. Os procedimentos de lavra e beneficiamento adotados variam em função das características de cada depósito, buscado sempre a melhor eficiência operacional de recuperação de SnO<sub>2</sub>, com custo operacional competitivo.

A eficiência operacional é constatada também na lava do minério nas cooperativas, o que permitiu superar períodos adversos de preços aviltados sem ter sido registrado o fechamento de qualquer mina por perda de competitividade, diferentemente do ocorrido em diversos países produtores tradicionais.

Relativo ao desenvolvimento tecnológico, vale dizer que nas cooperativas garimpeiras, com baixa disponibilidade de capital, predomina a criatividade operacional de inovação sobre a pesquisa formal de inovação verificada em outros segmentos da indústria de mineração.

Por outro lado, o minério primário mais complexo da mina do Pitinga, com teor em torno de 0,18 %, granulometria fina da cassiterita disseminada, e com associação paragenética envolvendo a presença de nióbio, tântalo, zircônio, ítrio, urânio, tório, e criolita, pode demandar o

desenvolvimento de rota tecnológica mais sofisticada de separação da cassiterita e de outros minerais com exequibilidade comercial. Isso foi objeto de intenso programa de pesquisa da Mineração Taboca, que chegou a definir o modelo considerado eficiente, testado em plantas piloto pela empresa e empregado no *start up* do seu Projeto Rocha Sã, em 2008. Como já foi citado, a meta inicial do Projeto Rocha Sã era atingir, no seu primeiro ano de operação, 7.000 t de estanho contido, o que implicaria em uma produção média mensal de 550 t – 600 t / mês. No entanto essa média não vinha sendo alcançada, devido à baixa recuperação da cassiterita, em torno de 39%, indicando dificuldade de ajuste do processo de beneficiamento do projeto na escala industrial, sendo esse o contexto operacional da mina quando a Taboca foi vendida para MINSUR.

Diante dessa dificuldade não sanada, a MINSUR, segundo divulgado, resolveu reavaliar todo o Projeto Rocha Sã, inclusive revendo o mix de produção da mina, empenhando-se em pesquisar nova tecnologia de processo que leve a melhor recuperação do estanho e a economicidade da produção de outros minerais associados, com foco mais imediato na liga Nb-Ta. Enquanto isso passou a lavar o resíduo de operações anteriores estando por conta disso, no final do primeiro semestre de 2009, com a produção de estanho contido ao redor de 200 t / mês, o que certamente é uma contingência temporária.

### **3.7. Aspectos Ambientais**

Pela natureza de suas operações, a exploração mineral é uma atividade impactante ao meio ambiente. Mas o dano ecológico provocado é pontual, podendo ser afirmado que a agricultura, a pecuária, a petroquímica, a siderurgia, as grandes barragens e a própria urbanização promovam maior dano ambiental. Além do mais, o valor por hectares decorrente da exploração mineral é muito maior do que o dos outros segmentos econômicos citados.

Diante do controle rigoroso das autoridades em nível federal, estadual e municipal, nenhum empreendimento mineiro se instala e prospera, em qualquer de suas fases, sem o atendimento às exigências impostas pela legislação ambiental ampla e minuciosa vigente no país.

Antes de obter os títulos de autorização, concessão, lavra garimpeira ou licenciamento, o minerador tem que apresentar licença prévia, estudo de impacto ambiental, licença de operação, programa de recuperação das áreas degradadas, o que será abordado no arcabouço legal aplicada ao setor, mais adiante.

Não entendemos ser o caso de relacionar o vasto arcabouço legal do controle ambiental aplicado à mineração em geral, a conta em diversos trabalhos que lidam especificamente com o tema.

Vale, no entanto, destacar que a mineração do estanho tem particularidades próprias, já que se desenvolve na região amazônica, que é foco permanente dos ambientalistas de todo o mundo, e onde qualquer evento fora de controle assume proporções de tragédias de divulgação midiática. Daí o cuidado dos mineradores com o descarte dos rejeitos da lavra apropriadamente resguardados nas barragens e com o reaproveitamento da água nos circuitos de beneficiamento.

A Mina de Santa Bárbara, da ERSa, pelo fato de estar localizada em área de reserva florestal, a Floresta Nacional do Jamari, em Rondônia está sujeita a controle permanente dos órgãos de gestão ambiental, tendo o IBAMA residência dentro da área da concessão. Lá a empresa detentora do título de lavra anterior, a Cesbra, implantou há muitos anos um projeto modelo continuado de recuperação das áreas degradadas (PRAD), desenvolvido pela Unicamp, que já apresenta resultados importantes na recomposição da cobertura vegetal.

Na mina do Pitinga as essências da floresta nativa vêm sendo reposta, cumprindo programa permanente de recuperação das áreas lavradas, tendo a Mineração Taboca instituído uma gerência técnica exclusivamente para administrar o projeto ambiental da mina.

Questão adicional em relação ao meio ambiente na mina de Pitinga é contaminação radioativa na planta de redução aluminotérmica, onde é produzida a liga Fe-Nb a partir do resíduo da planta de concentração da cassiterita, que acumula minerais desses elementos, provenientes do minério primário granítico. Como o granito matriz da jazida primária também contém minerais de urânio e tório, além da zirconita, essa parcela radioativa é segregada na escória da produção da liga Fe-Nb. A solução técnica do descarte seguro da escória radioativa, enterrada e armazenada em trincheiras abertas no solo, foi definida pela CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear, que fiscaliza o cumprimento da norma de proteção ambiental.

Um aspecto correlato à questão ambiental que deve ser observado é que a Mina do Pitinga está situada contígua a área indígena dos Waimiri Atroari, por cuja terra transita o escoamento do minério, mediante pagamento mensal à comunidade, atualmente, de R\$ 140 mil. Além do aporte financeiro aos índios, a empresa, em convivência harmônica, oferece facilidades de sustento e apoio de assistência social.

Em Bom Futuro a questão ambiental é peculiar às áreas de origem garimpeira, e embora o cumprimento da lei seja exigido e a sua aplicação cumprida e fiscalizada, as entidades gestoras do meio ambiente, aparentemente, levam em consideração outros interesses sociais das comunidades que subsistem em função da atividade extrativa e a outras economicamente a ela associadas.

### **3.8. Evolução e Tendência do Preço de Mercado**

O preço da cassiterita sempre foi estabelecido pelo mercado, tendo como referência o preço do estanho metálico da Bolsa de Metais de Londres – LME, isso mesmo na época em que os preços eram controlados pelo extinto CIP – Conselho Interministerial de Preços. Naquela época era consagrado o chamado princípio da indiferença de mercado para o consumidor do metal, pelo qual os preços de venda no mercado interno e do importado internalizados, eram equivalentes.

Ao longo do tempo, a relação mais constante entre o preço do minério e do metal foi de 0,85. Isto é, a cassiterita com teor mínimo de 60% de Sn custava o equivalente a 85% da cotação do dia do metal no LME. Essa prática de atrelamento prevalece até hoje, somente variando o percentual da relação, em função do momento do mercado, flutuando com total liberdade de negociação, não sendo identificada a cartelização entres os produtores. Naturalmente, são negociados prêmios e multas, em função da qualidade e das impurezas do concentrado de cassiterita.

Essa mesma sistemática de formação do preço da cassiterita é hoje adotada pela Secretaria de Estado de Finanças do Governo do Estado de Rondônia para estabelecer, semanalmente, os valores mínimos a serem observados no recolhimento do ICMS, incidente nas operações com cassiterita. Para esse efeito, ficou determinado por Instrução Normativa que o valor tributável será calculado considerado pela aplicação de percentuais que variam de 60 – 65 % da cotação de fechamento do estanho metálico do LME, no dia do cálculo.

Atualmente a quantidade cada vez mais restrita de concentrado disponibilizada para comercialização no mercado interno vem sendo vendida a preço mais próximo das cotações do LME.

A tabela 5 abaixo mostra a evolução das cotações médias efetivas do estanho metálico no LME e os preços de venda interna estimados da cassiterita, em valores corrente nos últimos 10 anos:

**Tabela 5 – Preço do Estanho no LME X Preço da Cassiterita**

<b>Ano</b>	<b>Média: US\$/t de Sn</b>	
	<b>Preço LME</b>	<b>Preço da Cassiterita*</b>
<b>1999</b>	5.336	4.802
<b>2000</b>	5.433	4.890
<b>2001</b>	4.453	4.008



<b>2002</b>	4.058	3.652
<b>2003</b>	4.892	4.403
<b>2004</b>	8.519	7.667
<b>2005</b>	7.382	6.644
<b>2006</b>	8.781	7.903
<b>2007</b>	14.592	13.133
<b>2008</b>	18.511	16.660

Fonte: LME / Elaboração própria

\* estimado

A tendência dos preços do estanho metálico no mercado internacional, está abordado e analisado no Perfil do Estanho, do grupo de produtos do Projeto ESTAL.

Vale registrar que há indicações de que patamares do preço do metal no LME abaixo de US\$ 10 mil / t, se persistirem por prazo longo, poderão ensejar dificuldades na sustentação da economicidade de algumas frentes de lavra das cooperativas de Rondônia.

### **3.9. Investimentos na Mineração do Estanho**

Os investimentos mais expressivos na mineração de cassiterita referem-se ao Projeto Rocha Sã da Mineração Taboca.

Na primeira etapa, o circuito atual misto de beneficiamento, que utiliza minérios aluvionar e primário, é substituído por outro, alimentado exclusivamente com a rocha sã, em uma nova linha de britagem, com o dobro da capacidade da anterior. Também inclui a modificação do sistema de concentração, que passa a utilizar aspirais e flotação, no lugar de mesas vibratórias, jigs e separação eletromagnética. Esta fase está concluída e envolveu investimentos da ordem de US\$ 30 milhões, e, embora não altere a capacidade instalada de produção da mina, de 7 mil toneladas / ano de Sn contido, incorpora a tecnologia de processamento do minério primário desenvolvida no Projeto Rocha Sã.

Resolvida a questão técnica do beneficiamento, estão previstas duas etapas de expansão, que demandarão investimentos adicionais na casa dos US\$ 40 milhões. Na primeira, de mais curto prazo, a capacidade de produção será elevada para 10.500 toneladas / ano de Sn contido; na etapa seguinte, ainda em fase de escolha de alternativas de execução, a capacidade poderá alcançar 14 mil toneladas de metal contido no concentrado.

A MINSUR, face às dificuldades operacionais encontradas, resolveu reavaliar a rota tecnológica do Projeto Rocha Sã, objetivando a melhor economicidade do processo de lavra e a ampliação o foco da produção para a integração do aproveitamento dos outros minerais associados à jazida. A previsão dos investimentos envolvidos ainda não foi divulgada pela MINSUR.

Os investimentos realizados nas frentes de lavra das áreas das cooperativas são incertos, visto que as operações são pulverizadas e independentes e as decisões de inversões dos cooperativados são autônomas. As informações desses investimentos, que obrigatoriamente deveriam ser fornecidas pelas cooperativas através do DIPEM, ainda não foram atualizadas pelo DNPM.

A disponibilidade de reservas que garantem, por longo prazo, as operações de lavra, ao nível presente de produção - meramente aparente no caso das minas controladas pelas cooperativas, onde os trabalhos de cubagem são deficientes -, leva a que não haja programas de pesquisa em curso, voltados à ampliação do conhecimento das jazidas atuais e à descoberta de novas áreas.

Aliás, é preocupante a precariedade dos trabalhos de pesquisa realizados nas minas das de estanho das cooperativas de Rondônia, o que transmite insegurança quanto à vida útil dos depósitos. Pelos parâmetros predominantemente empíricos as reservas são grandes e os teores competitivos, o

que é indicado nas campanhas de produção. No entanto, os dados técnicos disponíveis não permitem assegurar, por exemplo, a classificação de classe internacional para a mina de Bom Futuro, como chegou a ser considerado.

#### 4. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO

O uso exclusivo da cassiterita é como matéria prima na metalurgia do estanho metálico em fornos elétricos de redução.

O parâmetro para o consumo de cassiterita, é, então, a demanda para produção do estanho metálico. o coeficiente médio aproximado é de 1,7 tonelada de concentrado de cassiterita com 72% de SnO<sub>2</sub> (60% de Sn), para a obtenção de uma tonelada de estanho metálico. Em termos de estanho contido a relação, para o mesmo teor de concentrado seria de 1,02/1.

O único produto, além do estanho metálico, decorrente da mineração de cassiterita ocorre unicamente na mina do Pitinga, onde o resíduo da concentração do minério é aproveitado para a produção da liga Nb-Ta, na própria área da mina. Em processo continuado, dependendo da definição de rota tecnológica apropriada, poderá no futuro ocorrer produção de outros subprodutos, como a zirconita, a criolita e terras raras.

#### 5. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DE MINÉRIO DE ESTANHO

Em nível internacional, os maiores consumidores de cassiterita são também os maiores produtores de estanho metálico: China, Indonésia, Peru, Malásia e Tailândia, que juntos foram responsáveis por cerca de 87% da produção mundial em 2008. Desses, a China, Indonésia e Peru lideram também a mineração de estanho. A Malásia e a Tailândia, que por mais de século dominaram a produção do mineral, tiveram suas minas esgotadas, dedicando-se atualmente à industrialização do concentrado, a maior parte importado de outros países, principalmente da própria Ásia.

Considerando a natureza específica da aplicação do concentrado de cassiterita ser a produção do estanho metálico, os levantamentos estatísticos internacionais não se dedicam a divulgar o consumo da cassiterita, que passa a ser compreendido nas análises dos mercados produtores e consumidores do metal, que será objeto de abordagem no Relatório Técnico 67 do Projeto ESTAL – Perfil do Estanho.

O Brasil, que disputa com a Bolívia a 4ª posição no ranking dos produtores mundiais, apresentou o seguinte quadro para o consumo estimado de cassiterita, nos últimos vinte e oito anos, atrelado à produção do estanho metálico:

**Tabela 6 - Consumo Brasileiro de Cassiterita**

		<b>t de Sn contido</b>								
<b>Ano</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>
t	9.105	7.914	9.560	13.201	19.275	25.233	25.661	29.649	43.048	46.596
<b>Ano</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
t	38.363	31.553	27.487	27.484	20.808	17.123	19.800	18.822	14.865	13.043
<b>Ano</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
t	14.100	12.472	12.271	10.976	11.743	9.166	8.959	10.397	11.013	-

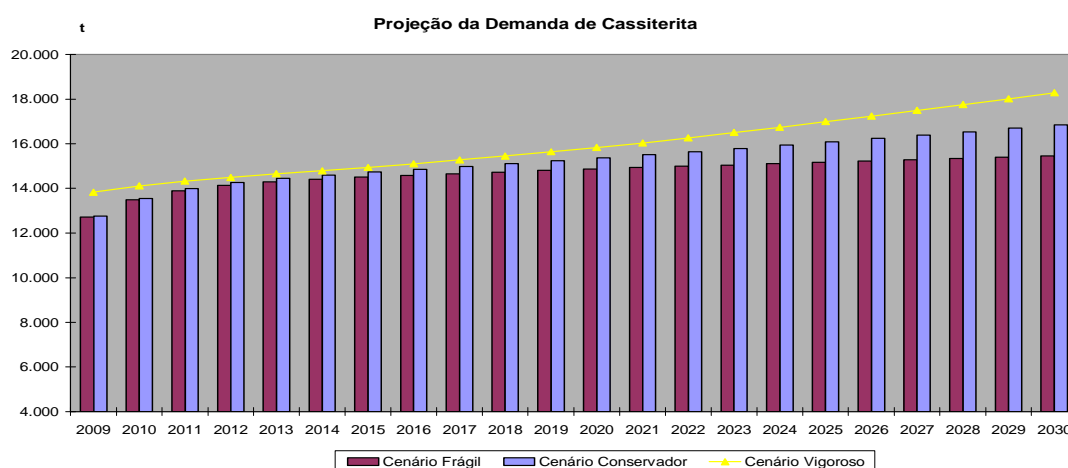
Fonte: SNIEE

Na observação da tabela fica clara a elasticidade do consumo interno, em função unicamente da disponibilidade do minério. Isso é constatado no intervalo 1988 – 1991, quando houve o *boom*

da produção de cassiterita com a descoberta da mina de Bom Futuro, já comentado. Na medida em que se tornaram escassas as reservas com teores excepcionalmente ricos, a produção e o consumo recuaram, estando hoje ao nível dos registos de 1982 - 1983. Isso permite concluir que é a disponibilidade do minério, com reservas competitivas, que determina os rumos da indústria, que flui à jusante da atividade da mineração sem restrição do mercado.

Quanto às projeções, considerou-se o consumo previsto, no horizonte até 2030, igual à demanda por estanho contido em cassiterita para atender à projeção da demanda total do estanho metálico, no mesmo período. A demanda total de estanho metálico é entendida como a quantidade necessária de estanho para o suprimento do mercado doméstico, mais uma parcela destinada para exportação.

A metodologia empregada foi de primeiramente projetar, ano a ano até 2030, a demanda interna do metal, baseado em modelo econométrico detalhado em anexo. Aos valores encontrados foi agregada parcela para exportação, estimada a partir da relação histórica dos últimos vinte anos exportações / demanda interna. Os resultados das projeções, segundo três cenários – cenário frágil, cenário vigoroso e cenário inovador, são visualizados no gráfico abaixo e os dados apresentados na tabela a diante:



**Tabela 7 - Projeção da Demanda Total de Cassiterita**

Ano	t de Sn		
	Cenário Frágil	Cenário Conservador	Cenário Vigoroso
2009	12.722	12.752	13.827
2010	13.485	13.547	14.115
2011	13.899	13.994	14.324
2012	14.138	14.267	14.494
2013	14.292	14.455	14.647
2014	14.406	14.602	14.793
2015	14.500	14.730	14.935
2016	14.581	14.856	15.098
2017	14.655	14.982	15.272
2018	14.727	15.109	15.452
2019	14.798	15.237	15.637
2020	14.869	15.365	15.825
2021	14.932	15.502	16.038
2022	14.992	15.644	16.266
2023	15.050	15.789	16.501

<b>2024</b>	15.107	15.936	16.743
<b>2025</b>	15.165	16.084	16.989
<b>2026</b>	15.222	16.234	17.240
<b>2027</b>	15.280	16.386	17.494
<b>2028</b>	15.338	16.539	17.753
<b>2029</b>	15.396	16.694	18.015
<b>2030</b>	15.454	16.850	18.281

Fonte: elaboração própria

## 6. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO E DAS RESERVAS DE ESTANHO

A tabela 9 abaixo mostra a produção mundial de cassiterita nos últimos cinco anos, com destaque para os principais países produtores:

**Tabela 8 – Produção Mundial de Estanho Contido em Concentrado - t de Sn**

<b>Ano</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>China</b>	96.700	103.500	114.800	104.000	94.000
<b>Indonésia</b>	64.500	63.700	73.100	66.100	48.400
<b>Malásia</b>	2.742	2.854	2.400	2.674	2.800
<b>Tailândia</b>	654	244	237	153	205
<b>Outros Ásia</b>	35.000	74.000	56.000	37.000	29.000
<b>Bolívia</b>	17.569	18.433	17.600	15.972	16.400
<b>Brasil</b>	12.468	11.036	9.265	11.835	13.000
<b>Peru</b>	41.424	42.137	38.462	39.019	39.037
<b>Austrália</b>	1.292	2.713	1.478	2.718	2.270
<b>Portugal</b>	183	330	0	0	0
<b>Rússia</b>	3.100	3.200	2.200	2.700	3.000
<b>Países África</b>	7.000	8.800	8.200	15.300	18.800
<b>Outros países</b>	3.700	3.400	5.600	5.600	6.000
<b>Total Mundial</b>	<b>286.329</b>	<b>334.347</b>	<b>329.342</b>	<b>303.100</b>	<b>272.912</b>

Fonte: CRU International Ltd.

A China, como maior produtor e consumidor, tanto de minério como de estanho metálico, tem poder para influenciar os rumos do mercado mundial do estanho. Graças à política que vem seguindo, de conter a sua produção, limitada à demanda interna para sustentar a notável expansão do seu parque industrial, é possível ser mantido o equilíbrio relativo da oferta/demanda mundial, em benefício da sustentação dos preços em patamares remuneradores para os produtores atuais. Embora não haja informação oficial sobre o volume de reservas das suas minas, supõem-se que sejam suficientes para permitir manter a produção por décadas, ainda mais se for considerado que a economicidade da lavra é fator secundário, diante do interesse social da atividade de mineração como geradora intensiva de empregos na China.

A Indonésia é o maior país exportador de estanho. As reservas medidas oficiais de suas minas são estimadas ao redor de 700 mil toneladas de Sn, sendo essa referência tida como conservadora, considerando a disseminação de minas clandestinas, com ausência de informações. O governo introduziu recentemente regras rígidas de controle das exportações e da produção, visando a preservação dos preços internacionais e evitar o grave impacto ambiental promovido pela operações ilegais, principalmente na ilha de Bangka. Apesar disso, são computadas produções de cerca de 30 mil toneladas de origem na identificadas na Ásia, a maior parte, provavelmente proveniente da Indonésia.

O Peru é detentor da mina primária de estanho das mais ricas do mundo, o que lhe garante posição confortável no cenário internacional de longo prazo, com competitividade elástica, indiferente ao comportamento do preço.

Uma questão observada da tabela é o recuo da produção global, refletindo a retração das economias, principalmente da China, diante da crise internacional instalada em 2008, deflagrada a partir dos Estados Unidos e que se alastrou pelo resto do mundo. Nesse contexto, os preços do estanho, como de todas as *commodities*, sofreram forte impacto, ensejando a retração da oferta e o aumento dos estoques.

Deve ficar claro que o comportamento da mineração do estanho em todo o mundo está diretamente relacionado com o contexto do mercado do estanho metálico, qual seja, é o rumo das economias desenvolvidas consumidoras do metal, que no conjunto formam o preço, o fator determinante dos reflexos à montante da cadeia produtiva, alcançando a mineração na sua base.

No cenário brasileiro, a produção vem mostrando trajetória de crescimento sustentado, aparentemente atravessando com segurança e competitividade o período de preços mais desfavoráveis pós crise de 2008. No horizonte projetado até o ano 2030, as reservas medidas, de 421 mil t, ou lavráveis, de 530 mil t, em termos de Sn contido, mostram-se suficientes para o atendimento integral da demanda projetada para o período, sem a necessidade de investimentos adicionais de expansão.

Novos investimentos em pesquisa mineral, no entanto, mostram-se indicados considerando dois aspectos: segurança técnica quanto às reservas das áreas das cooperativas de Rondônia; e aproveitamento do potencial geológico brasileiro na Amazônia para as mineralizações de minerais pesados, com amplas perspectivas de novas descobertas de jazidas econômicas de cassiterita.

## 7. NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS PARA A REPOSIÇÃO DAS RESERVAS

Embora, como dito, as reservas atualmente disponíveis sejam suficientes para o atendimento da demanda projetada para 2030, que no cenário vigoroso acumularia cerca de 350 mil toneladas, é necessário estabelecer a necessidade aproximada dos investimentos em pesquisa mineral para repor essas reservas que serão consumidas, garantindo a manutenção do patrimônio das reservas atuais.

Como critério para estabelecer as necessidades de investimentos foi adotado a sistemática de cálculo empregada no estudo preparado pelo MME *Mineração no Brasil: Previsão de Demanda e Necessidade de Investimentos*. O custo médio unitário para as reservas a serem adicionadas, calculado no trabalho anterior do MME, foi atualizado para valor presente, alcançando US\$ 191,95/t. A aplicação desse índice aos cenários das projeções da demanda de estanho contido em cassiterita levou às necessidades de investimentos em pesquisa mineral de estanho mostrados na tabela abaixo:

**Tabela 9 - Necessidade de Investimentos para Reposição das Reservas - US\$**

Ano	Projeções da Demanda - t		
	Cenário Frágil	Cenário Conservador	Cenário Vigoroso
2010	13.485	13.547	14.115
2011	13.899	13.994	14.324
2012	14.138	14.267	14.494
2013	14.292	14.455	14.647
<b>2010-2013</b>	<b>55.814</b>	<b>56.263</b>	<b>57.580</b>
<b>Investimentos</b>	<b>10.657.683</b>	<b>10.743.420</b>	<b>10.994.901</b>

2014	14.406	14.602	14.793
2015	14.500	14.730	14.935
2016	14.581	14.856	15.098
2017	14.655	14.982	15.272
<b>2014-2017</b>	<b>58.142</b>	<b>59.170</b>	<b>60.098</b>
<b>Investimentos</b>	<b>11.102.215</b>	<b>11.298.512</b>	<b>11.475.713</b>
2018	14.727	15.109	15.452
2019	14.798	15.237	15.637
2020	14.869	15.365	15.825
2021	14.932	15.502	16.038
<b>2018-2021</b>	<b>59.326</b>	<b>61.213</b>	<b>62.952</b>
<b>Investimentos</b>	<b>11.328.300</b>	<b>11.688.622</b>	<b>12.020.684</b>
2022	14.992	15.644	16.266
2023	15.050	15.789	16.501
2024	15.107	15.936	16.743
2025	15.165	16.084	16.989
<b>2022-2025</b>	<b>60.314</b>	<b>63.453</b>	<b>66.499</b>
<b>Investimentos</b>	<b>11.616.958</b>	<b>12.116.350</b>	<b>12.697.984</b>
2026	15.222	16.234	17.240
2027	15.280	16.386	17.494
2028	15.338	16.539	17.753
2029	15.396	16.694	18.015
2030	15.454	16.850	18.281
<b>2026-2030</b>	<b>76.690</b>	<b>82.703</b>	<b>88.783</b>
<b>Investimentos</b>	<b>14.643.956</b>	<b>15.792.138</b>	<b>16.953.114</b>
<b>2010-2030</b>	<b>310.286</b>	<b>322.802</b>	<b>335.912</b>
<b>Investimentos</b>	<b>59.249.112</b>	<b>61.639.042</b>	<b>64.142.396</b>

Fonte: elaboração própria

## 8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS

Não existem entraves relevantes quanto à disponibilidade recursos humanos para o segmento de mineração de cassiterita, com base nos cenários de produção até 2030.

Nos dois modelos de produção mineira – desenvolvidas por empresa de grande porte, com organização empresarial formal, como são os casos da Mineração Taboca e da ERSA; e as conduzidas por cooperativas de origem garimpeira, como organização empresarial pragmática, como são exemplos as cooperativas de Rondônia – a disponibilidade de profissionais superiores, técnicos e operacionais se mostra adequada á demanda atual.

Quanto aos cenários futuros, naturalmente haverá a necessidade de implementação de programas de treinamentos específicos ao longo do tempo, o que certamente será providenciado pelos mineradores na medida em que identifiquem essa necessidade. No caso específico das cooperativas, seria recomendado o desenvolvimento de cursos técnicos pelo SENAI, para a formação e treinamento de mão de obra operacional da lavra e atividades acessórias.

## **9. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS**

O principal arcabouço legal referente à mineração é dado pela Constituição Federal do Brasil de 1988 e suas emendas, e pelo Código de Mineração do Brasil (Decreto-Lei N° 227, de 27/02/1967). Neles estão estabelecidos os conjuntos dos princípios e das normas indispensáveis para o aproveitamento das substâncias minerais do sub solo. Complementarmente há os instrumentos legais, que regulamentam os princípios constitucionais e as normas e procedimentos a serem cumpridos pelos mineradores, através de leis complementares, de leis ordinárias, de decretos, portarias e de instruções normativas, instrumentos instituídos pelo poder Legislativo e pelos órgãos do poder Executivo gestores da mineração.

Não parece adequado descrever neste trabalho o vasto elenco da legislação aplicada à mineração, que é geral a todo o segmento e disponível em diversas publicações dedicadas especificamente à sua coletânea. Isto se aplica também à legislação tributária e ambiental, cujos gravames e cumprimentos não são exclusividade da mineração do estanho.

## **10. CONCLUSÕES**

A indústria brasileira de cassiterita tem dois aspectos a serem considerados quanto à origem: um relacionado à atividade garimpeira, que se implantou em Rondônia nos anos sessenta, e que hoje esta organizada em cooperativas, sendo exemplo de associativismo bem sucedido; outro atribuído a empresas de mineração de perfil empresarial formal, que praticam a mineração segundo os melhores padrões internacionais. Os dois modelos, implantados na região amazônica, complementam-se para dar autonomia de suprimento ao parque metalúrgico produtor de estanho metálico, tanto para atender a demanda interna como para exportação.

Considerando apenas as reservas medidas, da ordem de 430 mil toneladas de estanho contido, oficialmente divulgadas no Anuário Mineral Brasileiro, estas se mostram suficientes para o atendimento da demanda projetada do mercado, que considerando o cenário inovador acumulariam cerca de 350 mil toneladas até o ano 2030.

Além disso, existe um forte potencial para a descoberta de novas jazidas, levando em conta as características geológicas favoráveis principalmente no cráton amazônico, e que poucos foram os trabalhos de pesquisa sistemática realizados. Vale observar que a grande maioria das minas de Rondônia, inclusive a mina de Bom Futuro, foram descobertas por acaso, por seringueiros e madeireiros.

Em nível internacional, a produção, o mercado e a política de comercialização da China, país maior produtor e consumidor de estanho, continuará a influenciar determinantemente o balanço oferta/demanda e, decorrentemente, a formação dos preços.

Na configuração operacional atual, com o sucesso esperado nos trabalhos de revisão do projeto Rocha São, da Mineração Taboca, e com a confirmação das disponibilidades de minério em Bom Futuro e em outras áreas de cooperativas, desvendadas ao longo das operações de lavra, não deverá haver dificuldade em cumprir as metas de produção de estanho contido em cassiterita até 2030, mantido o cenário remunerativo do preço.

## 11. RECOMENDAÇÕES

Considerando que é disponibilidade da matéria prima mineral o fator determinante para o crescimento da indústria do estanho, e considerando a capacidade suficiente do parque produtor de metal para absorver o aumento da oferta de cassiterita, duas medidas são recomendadas:

### ✓ **Programas de Estímulo à Pesquisa Mineral**

O Brasil dispõe de uma área de cerca de 3.700.000 Km<sup>2</sup> correspondem a áreas do pré-cambriano, geologicamente favoráveis a mineralizações metálicas. Considerando os poucos trabalhos de pesquisa até hoje realizados, é muito provável que novas concentrações econômicas de estanho em rochas primárias, ainda estejam por serem descobertas.

Mesmo nas áreas aluvionares, há décadas mineradas, carecem estudos consistentes de paleogeografia e geofísica voltados para a identificação de paleoplacers profundos, possivelmente existentes na região, com indícios constatados em algumas campanhas de sondagem. Tudo isso permite preconizar que a realização de investimentos sistemáticos em pesquisa poderá levar a descoberta de uma nova geração de depósitos estaníferos importantes.

### ✓ **Regulamentação da Mineração Em Áreas Indígenas**

As áreas indígenas no Brasil ocupam uma extensão de 947.287 Km<sup>2</sup>, correspondentes a 11% do território nacional.

A maior parte dessas áreas localiza-se na região amazônica, onde chegam a ocupar 57% do Estado de Roraima e 22% do Estado do Amazonas, justamente aqueles de grande potencial para mineralizações aluvionares de metais pesados, como o estanho.

Por força de dispositivo da Constituição Federal, a exploração e o aproveitamento de recursos minerais em terras indígenas dependem de autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades dos índios e garantido aos índios a participação no resultado da lavra, *na forma da lei*. Qual seja, não existindo, ainda, uma lei disciplinadora da matéria, hoje é vedada a exploração mineral em áreas indígenas.

No entanto, já tramita no Congresso, em fase final de apreciação, o Projeto de do Executivo que estabelece as condições para a realização de pesquisa e lavra de minerais nas terras indígenas. A expectativa geral é de que esse Projeto, elaborado com a audiência de todos os representantes da sociedade interessados no tema, venha a ser brevemente aprovado, o que abrirá novos horizontes para a mineração em geral, contemplando também o estanho.



## 12. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

SNIEE - Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Estanho, 2009. Arquivos.

SNIEE - Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Estanho, 2008. Anuário Estatístico da Indústria do Estanho.

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, 2006. Anuário Mineral Brasileiro.

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, 2001. Balanço Mineral Brasileiro.

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, 1995. Potencial dos Investimentos na Mineração Brasileira do Estanho.

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineração, 1994. Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral.

Daud, W.K. – Dissertação de Mestrado nº 48 – Granitos Estaníferos de Pitinga, Amazonas: Contexto Geológico e Depósitos Minerai s Associados - Universidade de Brasília – Instituto de Geociências.

Brazilian Journal of Geophysics – Artigos / Mapas de localização da Minas de Santa Bárbara, Bom Futuro e Pitinga.

Costi, H.T / Borges, R.M. / Dall’Agnol, R. – Depósitos de Estanho da Mina do Pitinga, Estado do Amazonas.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2009. Site Institucional.

CRU International Ltda, 2005 / 2009 – Periódicos

SGM/MME – Perspectiva Mineral, 2009 – nº 1 , ano 1

Mamoré Mineração e Metalurgia, 2003 – Projeto Minero-Metalúrgico Integrado da Mina do Pitinga.

### 13. ANEXOS

#### Anexo I

**Projeções da demanda interna de estanho metálico que serviram de base para as projeções da demanda total de cassiterita**

Base de dados original		
	Demanda Interna de Estanho ( Vendas Internas + Importações)	PIB
1976	4641	153959
1977	5093	177247
1978	5026	201204
1979	5426	223477
1980	5049	237772
1981	3316	258553
1982	4917	271252
1983	3960	189459
1984	4344	189744
1985	4408	211092
1986	5765	257812
1987	5637	282357
1988	6760	305707
1989	8917	415916
1990	5754	469318
1991	6265	405679
1992	6162	387295
1993	5733	429685
1994	5493	543087
1995	5907	770350
1996	6473	840268
1997	6654	871274
1998	7580	843985
1999	7890	586777
2000	7422	644984
2001	6343	553771
2002	6916	504359
2003	7289	553603
2004	7395	663783
2005	6240	882439
2006	5954	1088911
2007	6429	1333818
2008	5921	1371165

A base de dados foi regredida a partir de séries temporais objetivando realizar as previsões da demanda de Estanho nos cenários futuros. Utilizou-se, para tanto, um modelo Autoregressivo com Defasagens Distribuídas.

O modelo utilizado foi o seguinte: Demanda Interna do Estanho como variável dependente, e o PIB defasado em dois períodos e a própria Demanda Interna de Estanho defasado em um período como variáveis explicativas. Ressalva-se que as variáveis foram transformadas em logaritmo natural (Ln), conforme destacado a seguir:

$$\ln(\text{CA}) = 3.27627090136 + 0.100594222453 \cdot \ln(\text{PIB}) + 0.47235911843 \cdot \ln(\text{CA}(-1))$$

### Análise das estatísticas do modelo:

Através do teste Jarque-Bera, observamos que o modelo não apresenta problema de normalidade dos resíduos. Já o teste White demonstrou a não existência de Heterocedasticidade. De acordo com a estatística Durbin-Watson (2,09) o modelo também não apresenta problema de autocorrelação residual. O coeficiente de determinação foi de 0,88 e as variáveis foram todas significativas ao nível de 10% de significância. Além disso, o modelo é validado pelo teste F.

Dependent Variable: CA

Method: Least Squares

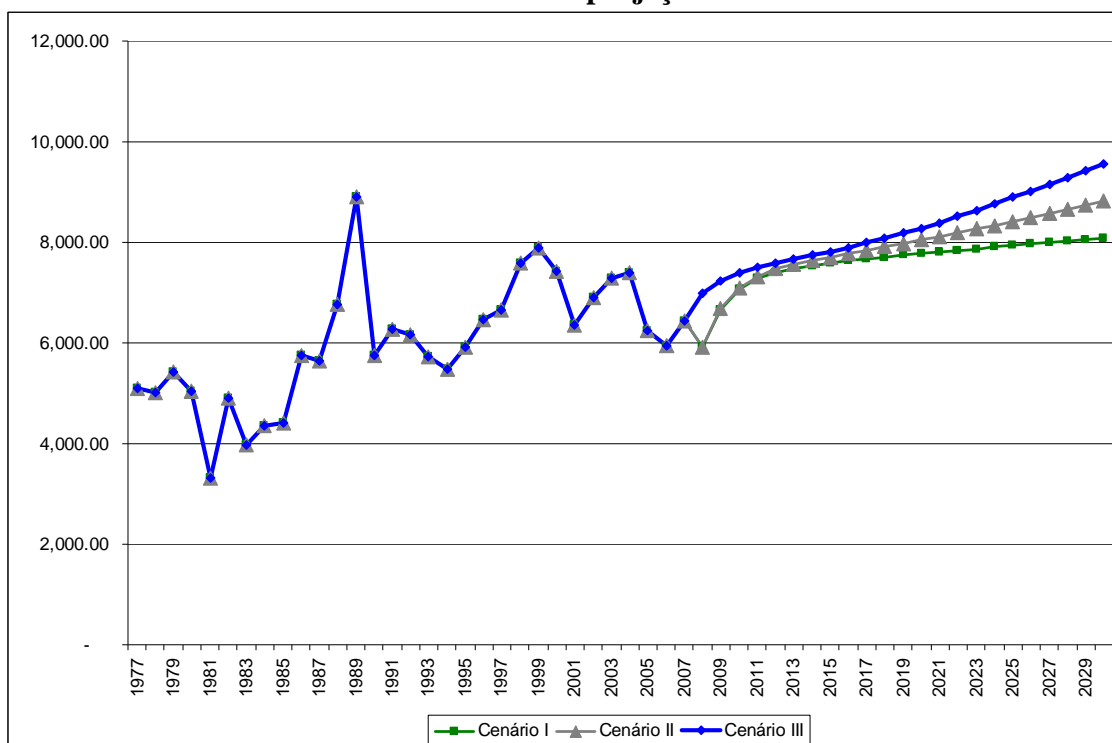
Date: 08/27/09 Time: 08:16

Sample (adjusted): 1977 2008

Included observations: 32 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.276271	1.130464	2.898165	0.0071
PIB	0.100594	0.058614	1.716227	0.0968
CA(-1)	0.472359	0.167324	2.823027	0.0085
R-squared	0.498144	Mean dependent var		8.681606
Adjusted R-squared	0.463533	S.D. dependent var		0.208297
S.E. of regression	0.152565	Akaike info criterion		-0.833393
Sum squared resid	0.675005	Schwarz criterion		-0.695981
Log likelihood	16.33429	Hannan-Quinn criter.		-0.787845
F-statistic	14.39274	Durbin-Watson stat		2.098767
Prob(F-statistic)	0.000046			

**Gráfico das projeções**



<b>MODELO ESTANHO (ton)</b>			
	<b>Cenário I</b>	<b>Cenário II</b>	<b>Cenário III</b>
1977	5,093.00	5,093.00	5,093.00
1978	5,026.00	5,026.00	5,026.00
1979	5,426.00	5,426.00	5,426.00
1980	5,049.00	5,049.00	5,049.00
1981	3,316.00	3,316.00	3,316.00
1982	4,917.00	4,917.00	4,917.00
1983	3,960.00	3,960.00	3,960.00
1984	4,344.00	4,344.00	4,344.00
1985	4,408.00	4,408.00	4,408.00
1986	5,765.00	5,765.00	5,765.00
1987	5,637.00	5,637.00	5,637.00
1988	6,760.00	6,760.00	6,760.00
1989	8,917.00	8,917.00	8,917.00
1990	5,754.00	5,754.00	5,754.00
1991	6,265.00	6,265.00	6,265.00
1992	6,162.00	6,162.00	6,162.00
1993	5,733.00	5,733.00	5,733.00
1994	5,493.00	5,493.00	5,493.00
1995	5,907.00	5,907.00	5,907.00
1996	6,473.00	6,473.00	6,473.00
1997	6,654.00	6,654.00	6,654.00
1998	7,580.00	7,580.00	7,580.00
1999	7,890.00	7,890.00	7,890.00
2000	7,422.00	7,422.00	7,422.00
2001	6,343.00	6,343.00	6,343.00
2002	6,916.00	6,916.00	6,916.00
2003	7,289.00	7,289.00	7,289.00
2004	7,395.00	7,395.00	7,395.00
2005	6,240.00	6,240.00	6,240.00
2006	5,954.00	5,954.00	5,954.00
2007	6,429.00	6,429.00	6,429.00
2008	5,921.00	5,921.00	6,999.06
2009	6,658.13	6,673.69	7,236.30
2010	7,057.14	7,089.71	7,387.31
2011	7,274.02	7,323.98	7,496.44
2012	7,399.30	7,466.72	7,585.68
2013	7,479.97	7,564.89	7,665.74
2014	7,539.30	7,641.81	7,741.75
2015	7,588.54	7,708.76	7,816.18
2016	7,630.84	7,774.94	7,901.49
2017	7,669.93	7,841.04	7,992.58
2018	7,707.58	7,907.40	8,087.04
2019	7,744.65	7,974.16	8,183.72
2020	7,781.52	8,041.43	8,282.09
2021	7,814.55	8,113.12	8,393.70
2022	7,845.82	8,187.29	8,512.59

2023	7,876.30	8,263.01	8,635.93
2024	7,906.48	8,339.86	8,762.39
2025	7,936.57	8,417.61	8,891.34
2026	7,966.67	8,496.19	9,022.48
2027	7,996.85	8,575.55	9,155.71
2028	8,027.12	8,655.67	9,290.97
2029	8,057.49	8,736.55	9,428.27
2030	8,087.97	8,818.19	9,567.61

Fonte: Serviço contratado

## Anexo II

### Projeção da Demanda total de Estanho e Projeção da Demanda total de Cassiterita

Projeção da Demanda Total do Estanho <sup>2</sup> - t				Tabela 8 - Projeção da Demanda Total do Cassiterita t de Sn			
Ano	Cenário I	Cenário II	Cenário III	Ano	Cenário Frágil	Cenário Conservador	Cenário Vigoroso
2009	12.473	12.502	13.556	2009	12.722	12.752	13.827
2010	13.220	13.281	13.839	2010	13.485	13.547	14.115
2011	13.626	13.720	14.043	2011	13.899	13.994	14.324
2012	13.861	13.987	14.210	2012	14.138	14.267	14.494
2013	14.012	14.171	14.360	2013	14.292	14.455	14.647
2014	14.123	14.315	14.503	2014	14.406	14.602	14.793
2015	14.216	14.441	14.642	2015	14.500	14.730	14.935
2016	14.295	14.565	14.802	2016	14.581	14.856	15.098
2017	14.368	14.689	14.972	2017	14.655	14.982	15.272
2018	14.439	14.813	15.149	2018	14.727	15.109	15.452
2019	14.508	14.938	15.331	2019	14.798	15.237	15.637
2020	14.577	15.064	15.515	2020	14.869	15.365	15.825
2021	14.639	15.198	15.724	2021	14.932	15.502	16.038
2022	14.698	15.337	15.947	2022	14.992	15.644	16.266
2023	14.755	15.479	16.178	2023	15.050	15.789	16.501
2024	14.811	15.623	16.415	2024	15.107	15.936	16.743
2025	14.868	15.769	16.656	2025	15.165	16.084	16.989
2026	14.924	15.916	16.902	2026	15.222	16.234	17.240
2027	14.980	16.065	17.151	2027	15.280	16.386	17.494
2028	15.037	16.215	17.405	2028	15.338	16.539	17.753
2029	15.094	16.366	17.662	2029	15.396	16.694	18.015
2030	15.151	16.519	17.923	2030	15.454	16.850	18.281

Fonte: elaboração própria

(2) Demanda. Int. x multiplicador 1,8733

(3) Demanda. Int. x multiplicador 1,02

Fonte: Serviço contratado

**Anexo III****Relação de Tabelas**

Tabela 1 – Produção Brasileira de Cassiterita (t de Sn contido)	Pg. 6
Tabela 2 – Reservas Brasileiras de Estanho Contido em Cassiterita	Pg. 9
Tabela 3 – Capacidade Instalada para Produção de cassiterita	Pg. 13
Tabela 4 – Produção Brasileira de Estanho Contido em Cassiterita x Valor	Pg. 13
Tabela 5 – Preço do Estanho no LME x Preço da Cassiterita	Pg. 20
Tabela 6 – Consumo Brasileiro de Cassiterita	Pg. 22
Tabela 7 – Projeção da Demanda Total de Cassiterita	Pg. 23
Tabela 8 – Projeção da Produção e das Reservas de Estanho	Pg. 24
Tabela 9 – Necessidades de Investimentos para Reposição das Reservas	Pg. 26