

# Tungstênio

Telma Monreal Cano

DNPM/DF – telma.cano@dnpm.gov.br – 55 61 33126747

Jorge Luiz da Costa

DNPM/14º Distrito – jorge.costa@dnpm.com.br – 55 84 40064700

Júlio de Rezende Nesi

CPRM/RN – julionesi@uol.com.br – 55 84 36112579

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONCEITO DO BEM MINERAL

O tungstênio, representado pelo símbolo W, é um elemento químico metálico de transição do grupo 6B da tabela periódica, considerado um entre os elementos mais raros da crosta terrestre.

Atualmente são conhecidos cerca de 20 minerais contendo tungstênio, mas quatro deles sobressaem, a saber: volframita ( $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ ), scheelita ( $\text{CaWO}_4$ ), ferberita ( $\text{FeWO}_4$ ) e hübnerita ( $\text{MnWO}_4$ ), sendo que os dois primeiros possuem maior importância econômica, porque respondem pela maior quantidade produzida de tungstênio no mundo.

A scheelita e a volframita formam séries isomórficas, pois se associam a outros elementos químicos constituindo diversos minerais.

Na série das volframitas, o ferro e o manganês substituem-se em diferentes proporções de tal forma que: quando o teor de Fe for

inferior a 20%, tem-se a hübnerita ( $\text{MnWO}_4$ ); quando o teor de Fe variar de 20% a 80%, a volframita ( $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ ); e quando o teor de Fe for superior a 80%, a ferberita ( $\text{FeWO}_4$ ).

Na scheelita, o tungstênio pode ser parcialmente substituído por molibdênio, formando a série scheelita ( $\text{CaWO}_4$ ) – powellita  $\text{Ca}(\text{Mo}, \text{W})\text{O}_4$ .

### 1.2 CARACTERIZAÇÃO / OCORRÊNCIAS

O estado físico deste metal, em temperatura ambiente, é sólido. Ele possui o mais elevado ponto de fusão entre todos os metais (3.419 °C), seu peso específico é 19,3 g/cm<sup>3</sup>, seu ponto de ebulição é 5.927 °C. Suas principais características são: elevada dureza, resistência ao desgaste e a corrosão, bom condutor de calor e eletricidade.

A volframita é identificada pela sua cor escura (preto ao castanho), pelo brilho submetálico, clivagem perfeita, fratura irregular e dureza intermediária. Ela é encontrada com maior frequência em depósitos filonianos (em filões hidrotermais de quartzo), mas também pode estar em depósitos associados a pórfiros graníticos e a granitos graisenizados (como co-produto ou subproduto com outros metais), e em outros depósitos menos importantes. Normalmente os minerais associados incluem: a cassiterita, molibdenita, minerais de bismuto, scheelita, quartzo, berilo, calcopirita, pirita, turmalina, flúor-apatita, topázio, entre outros.

A scheelita é caracterizada pelas cores branca, amarela, verde ou castanha, brilho vítreo a adamantino, fratura conchoidal, clivagem imperfeita e dureza intermediária. Ela é frequentemente encontrada em depósitos estratiformes de skarns ou rochas calcissilicáticas, mas também pode estar em depósitos filonianos (filões hidrotermais de quartzo e em pegmatitos). Com menor frequência, ela pode ser encontrada em depósitos estratiformes de natureza vulcano-sedimentar e em *stockworks* graníticos. Os minerais associados nestes depósitos são muito vastos, mas podem ser citados: o quartzo, calcopirita, pirita, calcita, granada, diopsídio, vesuvianita, epidoto, fluorita, molibdenita, powellita, bismutinita, bornita, malaquita, entre outros.

Os principais depósitos mundiais de minério de tungstênio estão localizados na Argentina, Austrália, Áustria, Bolívia, Brasil, Burma, Canadá, Cazaquistão, China, Coreia do Norte, Coreia do Sul, França, Espanha, Estados Unidos, Índia, Japão, Malásia, México, Mongólia, Nova Zelândia, Peru, Portugal, República Tcheca, Ruanda, Rússia, Suécia, Tailândia, Turquia, Uganda, Vietnã do Norte, Zaire e outros.

No Brasil, os depósitos de minério de volframita mais significantes estão situados no Pará (depósitos de Pedra Preta, no município de Rio Maria, e Serra do Bom Jardim, em São Felix do Xingu), Rio Grande do Sul (Cerro da Árvore, em Encruzilhada do Sul), Rondônia (depósito de Igarapé Manteiga, em Ariquemes), Santa Catarina (Mina Cerro da Caatinga, em Nova Trento), São Paulo (Minas de Inhandiara, em Jundiá e Itapeva, em Ribeirão Branco), entre outros Estados, como Amazonas, Goiás e Mato Grosso.

Os principais depósitos estratiformes de minério de scheelita estão localizados na Província Scheelitífera do Seridó, na região Seridó dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, no nordeste brasileiro. Esta Província constitui a maior concentração de minério de tungstênio do País, detendo a maior reserva nacional. Contudo, também são conhecidas ocorrências de scheelita em outros Estados, como no Ceará, Pernambuco, Alagoas, Minas Gerais e São Paulo.

### 1.3 USOS E SUBSTITUIÇÕES

As propriedades únicas deste metal são responsáveis pela sua crescente demanda. O tungstênio é comercializado sob a forma de concentrado, produtos intermediários (semi-elaborados) e finais (elaborados).

Os principais produtos usados são: a) carboneto de tungstênio; b) aços especiais e ligas não ferrosas; c) tungstênio metálico; d) compostos químicos e componentes para aplicações não metalúrgicas.

Os principais produtos finais derivados da indústria de transformação são: carboneto de tungstênio sinterizado ou cimentado, também denominado metal duro; tungstênio metálico; aços especiais e ligas não ferrosas.

O metal duro é um produto da metalurgia do pó resultante da sinterização, ou seja, do aquecimento em alta temperatura, de briquetes obtidos a partir de uma mistura de pós metálicos, nos quais o tungstênio predomina, sob a forma de carboneto de tungstênio (WC), com teor de 85%, e com teores menores, o cobalto, os carbonetos de tântalo e titânio ou carbonetos de outros metais. Ele é o principal produto comercializado de tungstênio, porque é extremamente duro e resistente, sendo o material preferido para ser utilizado nas bordas de ferramentas de corte de alta velocidade, usadas para: usinagem, mineração (ponta das brocas para perfuração de rochas), para deformação a frio e materiais abrasivos.

Outro tipo de carboneto de tungstênio ( $W_2C$ ), o carboneto fundido ou moldado, também pode ser produzido por meio de fusão e moldação de resíduos (sucatas) ou pó de tungstênio e carbono, resultando num material de grande dureza, usado como componente para o revestimento de pontas de ferramentas para corte e em moldes para modelagens de metais.

Na indústria de aço especial, o tungstênio é utilizado, sobretudo, na fabricação de aços rápidos (8% a 20% de tungstênio) e aços de ferramenta e estampo (5% a 18% de tungstênio). Os aços rápidos com elevado teor de carbono são usados em ferramentas de corte como: mandris escariadores de calibragem, plainas, pastilhas para fornos, ferramentas para abrir roscas, limas, cortadores de vidro, cortadores para máquinas de serrilhar, escariadores, lâminas para tesouras especiais, ferramentas de tornos e serras especiais de carboneto. Além disso, quando há resistência a abrasão, aços com alto teor de carbono são empregados na fabricação de artigos como: recipientes de moinhos de bolas, esferas, ferramentas brunidoras, centros para tornos e retífica, matrizes para extrusão, moldes para estampagem, fieiras, pontos de contato em comportas sujeitas a constantes movimentos de abrir e fechar, bocais para jatos de areia, dentes e mandíbulas para escavadeiras, entre outros.

São inúmeras as ligas não ferrosas comerciais, com porcentagens variáveis de tungstênio. A adição de 1% a 2% de tungstênio resulta em aços de fina granulação e grande resistência a abrasão (que

difficilmente sofre distorção ou quebra, quando trabalhados em peças altamente temperadas), demais acréscimos de tungstênio aumentam a resistência ao choque e ao desgaste.

As ligas não ferrosas mais relevantes são: ligas prata-tungstênio e cobre-tungstênio. Estas ligas são aplicadas, principalmente, na confecção de contatos para disjuntores, chaves elétricas, quebra arcos e fusíveis automáticos. Outra liga não ferrosa importante é a stellite, que possui de 3% a 15% de tungstênio e elevados teores de cobalto e cromo. Esta liga apresenta grande dureza e resistência ao desgaste, bem como resistência superior à corrosão, em temperaturas elevadas. São utilizadas na fabricação de lâminas de turbinas para aviões e foguetes, em armamentos militares, em válvulas de mísseis e aeronaves, por exemplo.

O tungstênio metálico é aplicado, principalmente, na fabricação de filamentos de lâmpadas de incandescência, de válvulas eletrônicas e como eletrodos. Adicionalmente, ele é importante na fabricação de cátodos e grades para tubos eletrônicos; cátodos para retificadores de alta tensão; cátodos e anticátodos de aparelhos de raios-X, em radiologia geral; aquecedores elétricos de elevadas temperaturas, entre outros.

A sucata de tungstênio também pode ser considerada um produto de tungstênio, porque é um insumo bastante usado pela indústria de transformação contemporânea (através da reciclagem é possível obter diversos produtos).

Os produtos intermediários mais comercializados são: ferro-tungstênio e compostos químicos, como paratungstato de amônia (APT), tungstato de sódio, óxido e ácido tungstico.

O ferro-tungstênio é uma liga empregada na fabricação de aços especiais (aços inoxidáveis, aços ferramenta e aços de construção). O paratungstato de amônia (APT) é uma matéria-prima básica usada na metalurgia do carboneto de tungstênio. Ele é formado durante as quatro fases do processamento do concentrado, que são: APT, óxido tungstico, tungstênio metálico e carboneto de tungstênio. O carboneto de tungstênio, por sua vez, é aplicado, exclusivamente, na fabricação do chamado metal duro.

Além disso, uma pequena quantidade do tungstênio é destinada a aplicações não metalúrgicas. Os óxidos são usados em esmaltes cerâmicos, os tungstatos de cálcio e magnésio em lâmpadas fluorescentes, o dissulfeto de tungstênio como lubrificante para atuar em altas temperaturas, os bronzes de tungstênio (assim chamados devido a sua cor bronze) juntamente com outros compostos são utilizados na fabricação de tintas, por exemplo.

Os potenciais substitutos do tungstênio são: carboneto de molibdênio e carboneto de titânio, cerâmica, ferramentas diamantadas e ferramentas revestidas com alumina. Mas ele permanece insubstituível para filamentos de lâmpadas incandescentes, halógenas, fluorescentes, ou eletrodos, além das suas aplicações industriais e militares, que ainda não encontraram um substituto satisfatório.

## 2. RESERVAS

Conforme dados divulgados pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (*US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries*), de 1995 até 2007 as reservas mundiais de minério de tungstênio contido cresceram em média 3,6% a.a., aumentando 38% no final do período estudado. Durante os doze anos analisados, as oscilações ocorreram em apenas três momentos: em 1997 e 2000, as reservas reduziram, em relação ao ano anterior, 4% e 5%, respectivamente, e em 2001, quando o aumento foi superior a 50%.

Em 1995, as reservas mundiais de minério de tungstênio contido somaram 2,1 milhões t, das quais 45,8% concentradas na China, 12,4% no Canadá, 11,9% na Rússia, 6,7% nos Estados Unidos, 2,8% na Coreia do Sul e 2,5% na Bolívia. Em 2007, as reservas mundiais totalizaram 2,9 milhões t, sendo que 62% deste total são provenientes apenas da China.

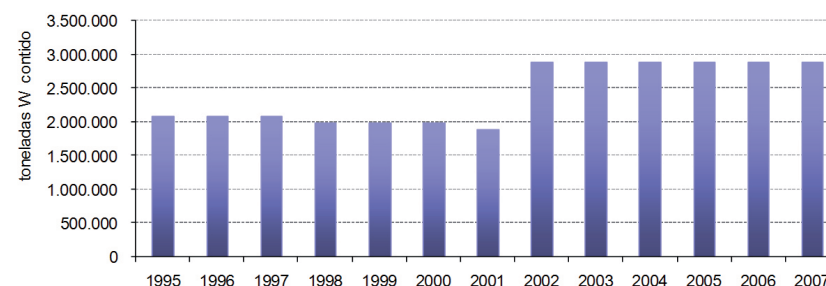
As demais regiões que possuem este recurso não evidenciaram alterações relevantes em suas reservas, neste íterim, porque os reduzidos preços praticados no mercado chinês inibiram a competitividade mundial, desestimulando novas pesquisas, ou seja, com reservas abundantes, baixo custo de produção e incentivos governamentais, a

China impôs barreiras, reduzindo a exploração e o desenvolvimento de minas em outros países.

Mas, a partir de 2001 a elevação da demanda chinesa por tungstênio (usado em superligas e aços especiais de alta resistência) sinalizou a necessidade de estudos direcionados à ampliação das reservas no mundo inteiro. Neste ano, as reservas de minério de tungstênio contido, somente na China, passaram de 770 mil t para 1,8 milhões t, aumentando significativamente o total mundial (gráfico 01).

De qualquer forma, a participação das reservas brasileiras de minério de tungstênio contido no total mundial é muito pequena, de 1995 até 2005, elas representaram em média somente 0,39%. Conforme tabela 01, nestes dez anos, o incremento médio anual das reservas nacionais foi equivalente a 0,42%.

**Gráfico 1**  
**RESERVAS MUNDIAIS DE MINÉRIO DE TUNGSTÊNIO CONTIDO**  
**– 1995 A 2007**



Fonte: USGS – Mineral Commodity Summaries. Elaborado por: DNPM/DIDEM.

**Tabela 1**  
**RESERVAS NACIONAIS DE MINÉRIO DE TUNGSTÊNIO CONTIDO (T WO<sub>3</sub>) – 1995 A 2007**

Ano	Medida		Indicada		Total	
	Sheelita	Volframita	Sheelita	Volframita	Sheelita	Volframita
1995	868	2.477	4.254	1.479	5.122	3.956
1996	864	2.477	4.254	1.479	5.118	3.956
1997	864	2.477	4.254	1.479	5.118	3.956
1998	861	2.194	4.254	1.479	5.115	3.673
1999	858	2.194	4.254	1.479	5.112	3.673
2000	858	2.194	4.254	1.479	5.112	3.673
2001	202	3.255	4.254	1.724	4.456	4.979
2002	202	3.255	4.254	1.724	4.456	4.979
2003	202	3.255	4.254	1.724	4.456	4.979
2004	202	3.255	4.254	1.724	4.456	4.979
2005	202	3.255	4.254	1.724	4.456	4.979
2006	202	16.385	4.254	8.915	4.456	25.300
2007	202	16.385	4.254	8.915	4.456	25.300

Fonte: DNPM/DIDEM. Nota: t de W contido = t WO<sub>3</sub> x 72,575% WO<sub>3</sub> x 0,793 (exemplo: 25.300 t WO<sub>3</sub> x 72,575% WO<sub>3</sub> x 0,793 = 14.561 t W contido).

A retomada da mineração de tungstênio ocorrida a partir do final de 2004 estimulou pesquisas que resultaram na descoberta da mina mais importante do Brasil, em operação atualmente, a mina Igarapé Manteiga, em Ariquemes/RO, produtora de concentrado de volframita. As reservas medidas e indicadas desta mina aumentaram as reservas nacionais de minério de tungstênio contido, que a partir de 2006 passaram a representar 1% do total mundial.

Aproximadamente 15% das reservas nacionais (medidas e indicadas) de minério de tungstênio contido são provenientes dos depósitos de skarns ou rochas calcissilicáticas, da Província Scheelitífera do Seridó, especialmente no Rio Grande do Norte, nos seguintes municípios: Acari, Currais Novos, Bodó e Lages. Na mina Bodó estão concentradas 61% destas reservas (2.718 t de  $WO_3$  contido) e nas minas Brejuí, Barra Verde, Boca de Lage e Zangarelhas, que correspondem a um único depósito mineral, os 39% restantes equivalentes a 1.738 t de  $WO_3$  contido, no qual a mina Brejuí responde pela maior parte.

No íterim compreendido entre 1995 até 2007, as reservas medidas e indicadas de minério de scheelita decresceram 13% (de 5.122 t de  $WO_3$  contido em 1995 para 4.456 t de  $WO_3$  contido em 2007). Mas se consideradas, no mesmo intervalo, apenas as reservas medidas do minério de scheelita, constata-se um decréscimo ainda mais acentuado, praticamente 77% (de 868 t de  $WO_3$  contido em 1995 para 202 t de  $WO_3$  contido em 2007).

A maior parte (85%) das reservas nacionais (medidas e indicadas) de minério de tungstênio contido ocorre distribuída entre os seguintes municípios: Rio Maria e São Félix do Xingu, no Estado do Pará, com 3.312 t de  $WO_3$  contido, e teores de  $WO_3$  variáveis entre 0,06% a 1,28%; Nova Trento, em Santa Catarina, com 235 t de  $WO_3$  contido, e teor de 1,87% de  $WO_3$ ; Ribeirão Branco, no Vale do Ribeira, em São Paulo, com 1.432 t de  $WO_3$  contido, e teores de  $WO_3$  variáveis entre 0,02% a 0,06% e Ariquemes, em Rondônia, 20.321 t de  $WO_3$  contido, com teores de  $WO_3$  variáveis entre 0,12% a 0,32%.

Entre 1995 e 2007, as reservas medidas e indicadas do minério de volframita cresceram 540% (de 3.956 t de  $WO_3$  contido, em 1995 para 25.300 t de  $WO_3$  contido, em 2007). Porém se consideradas ape-

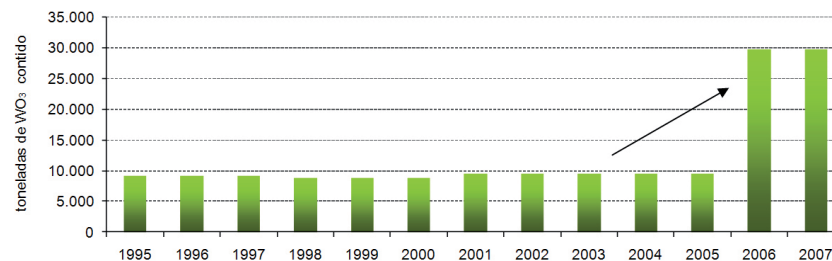
nas as reservas medidas esta elevação é maior, 561% (de 2.477 t de  $WO_3$  contido em 1995 para 16.385 t de  $WO_3$  contido em 2007). Isto ocorreu, em função da adição das reservas das minas de Igarapé Manteiga, em Ariquemes/RO e Itapeva, em Ribeirão Branco/SP.

Assim as reservas medidas e indicadas aprovadas pelo DNPM em 2007, totalizaram 29.756 t de  $WO_3$  contido (17.125 t de W contido), com teores variáveis entre 0,23% a 2,42% de  $WO_3$ , no minério de scheelita, e entre 0,022% a 1,89% de  $WO_3$ , no minério de volframita. A comparação entre os anos de 1995 e 2007 mostra acréscimo acentuado de 228% do total destas reservas, que passaram de 9.078 t de  $WO_3$  contido em 1995 para 29.756 t de  $WO_3$  contido em 2007 (gráfico 02).

Considerando as variações totais, o comportamento das reservas dos minérios de scheelita e volframita no íterim 1995-2007 foi inverso, pois enquanto as reservas de scheelita decresceram acentuadamente, o crescimento das de volframita foi expressivo, revelando uma nova fase da mineração de tungstênio do país (gráfico 03).

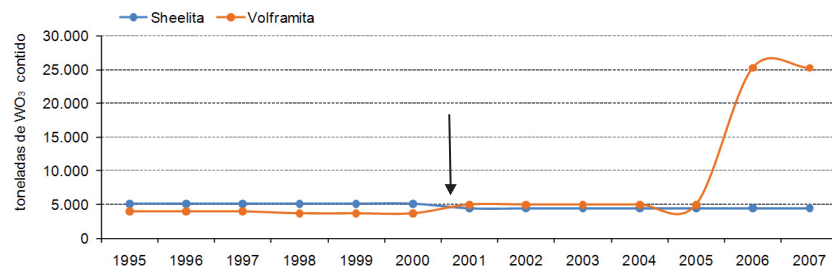
O panorama nacional das reservas medidas dos minérios de scheelita e volframita analisado por Costa (2001), no Balanço Mineral do Tungstênio (1988-2000), classifica as reservas nacionais como carentes, ou seja, elas serão insuficientes e poderão exaurir, caso haja elevação da demanda interna do concentrado.

**Gráfico 2**  
**RESERVAS<sup>1</sup> NACIONAIS DE MINÉRIO DE TUNGSTÊNIO**  
**– 1995 A 2007**



Fonte: DNPM/DIDEM. Nota: (1) reservas medidas + indicadas, em t de  $WO_3$  contido.

**Gráfico 3**  
**RESERVAS DE MINÉRIO DE SCHEELITA E VOLFRAMITA**  
**NO BRASIL – 1995 A 2007**



Fonte: DNPM/DIDEM. Nota: (1) reservas medidas + indicadas, em t de WO<sub>3</sub> contido.

No entanto, as reservas nacionais poderão ser ampliadas no momento em que algumas minas, ainda inativas, como Boca de Lage, Zangarelhas, Saco dos Veados, Malhada Limpa, Malhada dos Angicos, entre outras, entrarem em atividade, pois quando isto ocorrer, será necessária a reavaliação das reservas daquelas minas.

Além disso, quando os trabalhos de reavaliação das reservas (medidas, indicadas e inferidas) de minério de scheelita das minas Brejuí e Bodó, realizados em 2004 e 2005, forem aprovados pelo DNPM, estas reservas poderão ser acrescidas em mais de 14.079 t de WO<sub>3</sub> contido, com teores de WO<sub>3</sub> entre 0,23% a 2,50%.

Também foi desenvolvido estudo preliminar de prospecção em uma das minas mais ricas em mineralização de scheelita do Rio Grande do Norte, a mina Bonfim, em Lages. Neste estudo, as reservas inferidas foram avaliadas em 30 mil t de WO<sub>3</sub> contido, com teor médio de 0,70% de WO<sub>3</sub>, mas os trabalhos de reavaliação destas reservas ainda estão em andamento.

Complementarmente, segundo o Projeto Scheelita do Seridó, desenvolvido pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil) entre os anos de 1978 a 1980, existem expressivas reservas geológicas de tungstênio contido em depósitos de skarns ou rochas calcissilicáticas, na Província Scheelitífera do Seridó, localizada nos Estados do Rio Gran-

de do Norte e da Paraíba. Nos estudos geológicos e de prospecção realizados, foram individualizados 38 importantes *trends* scheelitíferos de depósitos estratiformes, nos quais foram inferidas 357 mil t de W contido, com teor médio de 0,20% de WO<sub>3</sub>.

Ainda, é apropriado considerar as reservas remanescentes das operações de lavra e de beneficiamento do minério de scheelita, que são os rejeitos ou *tailings*, existentes nas principais minas, como Brejuí, Barra Verde, Boca de Lage e Bodó.

Na mina Brejuí as reservas de rejeito grosso (similar areia) foram avaliadas em 2.000 t de WO<sub>3</sub> contido, com teor de 0,05% de WO<sub>3</sub>, e as de rejeito fino (semelhante lama) em 1.804 t de WO<sub>3</sub> contido, com teores médios de 0,19% de WO<sub>3</sub> e 0,10% de Mo. Nas minas Barra Verde e Boca de Lages as reservas de rejeito fino foram avaliadas em 5.000 t de WO<sub>3</sub> contido, com teor médio de 0,10% de WO<sub>3</sub>. Na mina Bodó elas atingem 1.082 t de WO<sub>3</sub> contido, com teor médio de 0,50% de WO<sub>3</sub>. Conseqüentemente, utilizando as inovações tecnológicas, no tratamento e beneficiamento deste material, todos os rejeitos poderão ser aproveitados, por isso, eles são considerados reservas estratégicas.

Outros rejeitos, também considerados, são os chamados “bota fora”, que poderão ser aproveitados para a produção de scheelita e calcário metamórfico. De acordo com Nesi e Lima (2001) estes rejeitos foram estimados em 80.000 t de calcário metamórfico, com teor médio de 53,0% de CaO e 95,0% de CaCO<sub>3</sub>, que poderão ser destinados para: cimento portland, cal, indústrias de cerâmicas e tintas.

### 3. PRODUÇÃO

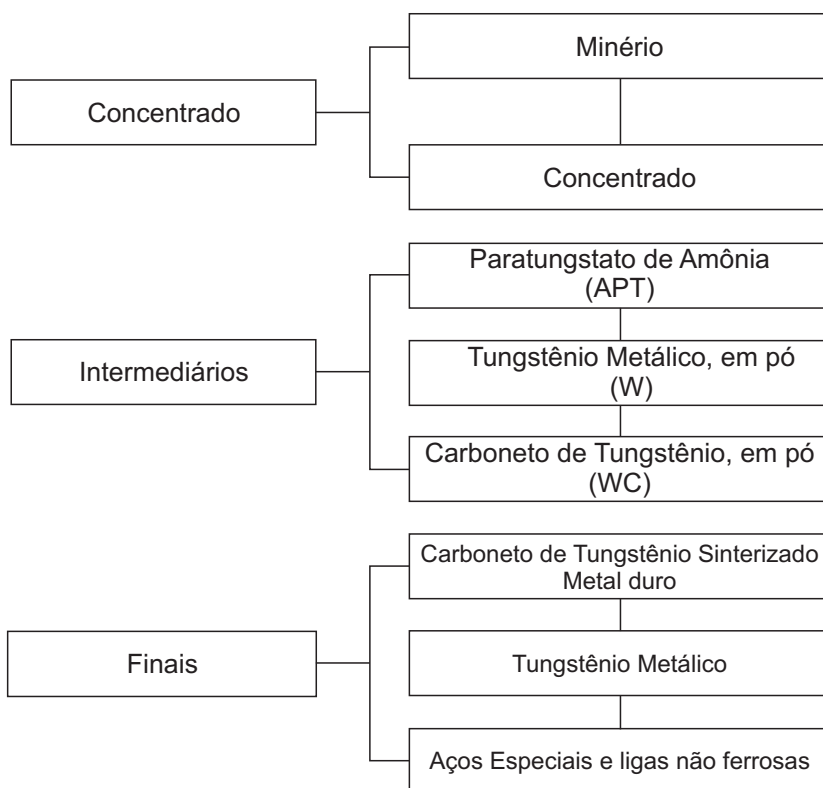
O conjunto de atividades articuladas geradoras de valor que forma a indústria do tungstênio compreende a seguinte estrutura:

1) Produção do concentrado: extração do minério (scheelita ou voframita), fragmentação, peneiramento e concentração. Primeiro o minério é fragmentado, ou seja, ocorrem as fases de britagem, rebritagem e moagem. Depois é feita a graduação (peneiramento) dos produtos por tamanho e, em seguida, a concentração mecânica, efetuada pelo sistema de gravidade.



2) Produtos intermediários (metalurgia): a metalurgia do tungstênio não é feita diretamente do minério, porque ele tem que ser decomposto e passar por uma série de transformações antes do consumo em sua forma final, ou seja, é imprescindível a obtenção dos produtos intermediários, como tungstênio metálico em pó, carboneto de tungstênio em pó, ferro-tungstênio, paratungstato de amônia (APT), óxido, ácido tungstico e tungstato de sódio.

**Esquema 1**  
**CADEIA PRODUTIVA SINTÉTICA – TUNGSTÊNIO**



3) Produtos finais: finalmente, os produtos intermediários são purificados até chegarem aos produtos finais, que podem ser: carbono de tungstênio sinterizado, denominado metal duro; tungstênio metálico; aços especiais e ligas não ferrosas; além dos resíduos e sucatas, que também devem ser considerados.

O desenvolvimento destas atividades pode ou não ser controlado por uma só empresa, dada a diversidade dos processos ao longo da cadeia. Normalmente, a integração na indústria do tungstênio é vertical, principalmente, entre aqueles que atuam nos mercados secundários (tratamento) e terciários (instalações), em função das propriedades comuns existentes entre eles. Nesta indústria, a integração tende ser para cima, isto é, as empresas envolvidas expandem-se para o elo seguinte da cadeia, buscando maior valor agregado para seus produtos.

Mas, a expansão da economia chinesa e, por conseguinte, a elevação de sua demanda por tungstênio motivou a integração das suas atividades nos dois sentidos, ainda que através de disposições contratuais, como abdicação das exportações de concentrados, por exemplo. Além disto, para garantir, exclusivamente a oferta na indústria, várias grandes empresas chinesas passaram a investir em projetos no ocidente, afetando a indústria mundial de tungstênio.

Na indústria de transformação nacional do tungstênio não há nenhum caso de integração vertical, que obedeça ao seguinte fluxo: mineração – indústria de produtos intermediários e finais – comercialização dos produtos finais. No Brasil, a mineração de scheelita e volframita é desvinculada da indústria de transformação, ou seja, este fluxo não ocorre de forma integrada. No entanto, na empresa Minérios e Metais Comércio e Indústria, que opera a mina Itapeva, em Ribeirão Branco/SP, este fluxo ocorre parcialmente, pois o concentrado de volframita é transformado em ferro-tungstênio para comercialização no mercado.

A capacidade de criar imperfeições num setor é potencializada pelo comércio internacional. A partir da década de 90, com a abertura do mercado interno ao comércio exterior, as empresas nacionais passaram a enfrentar um novo desafio, porque as melhorias de efici-

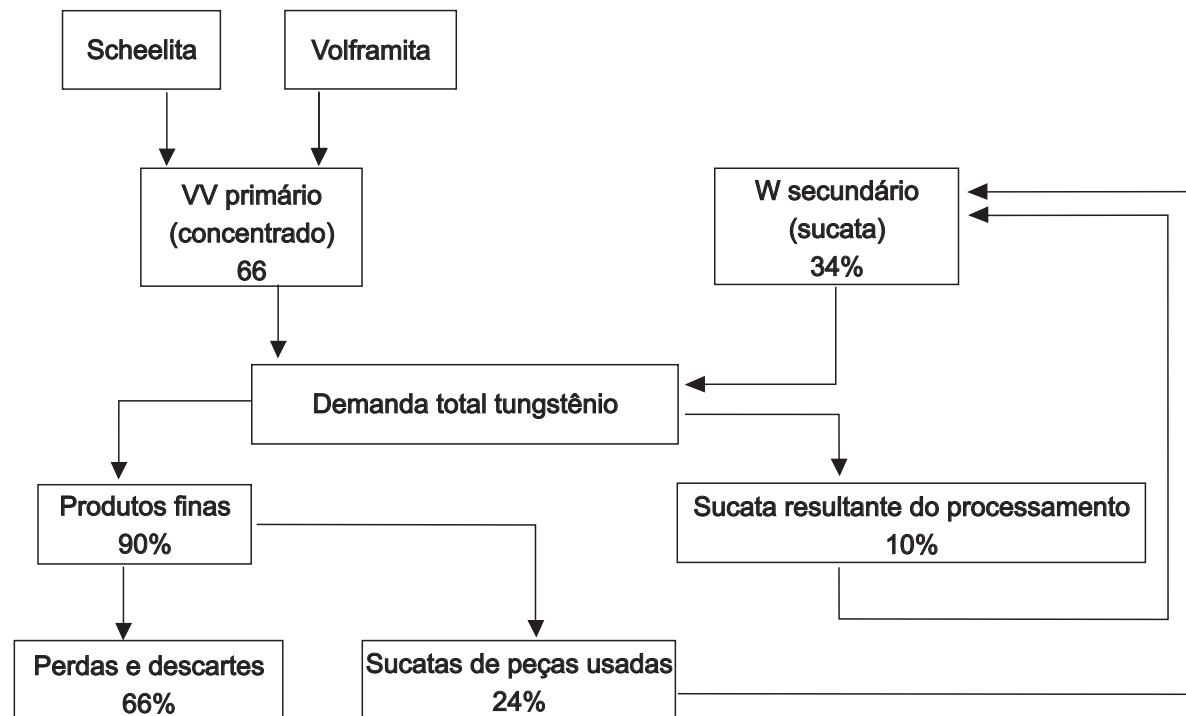
ência promovidas nas atividades internas deixaram gradativamente de garantir sua sobrevivência e crescimento. Pode-se dizer que a China monopolizou o comércio mundial de tungstênio, utilizando a diferenciação de preços, como vantagem competitiva, porque através da atuação do seu governo sobre estes, ela modificou elementos estruturais do mercado, dirimindo a produção em outros países.

O impacto disto no mercado nacional de tungstênio teve um efeito devastador, pois as empresas tiveram que, além de outras barreiras como a pequena escala de produção, o elevado custo de extra-

ção e beneficiamento e do grande risco envolvido – o investimento em prospecção é alto -, enfrentar mais esta força competitiva, a produção chinesa subsidiada pelo seu governo. Assim mesmo, em 1995 havia concorrência, ainda que concentrada. Nacionalmente, três empresas disputavam o mercado de scheelita: Mineração Barra Verde, Bodominas Metalurgia e Indústria Mineração e Mineração Tomaz Salustino.

Na década seguinte, novas medidas adotadas pelo governo da China modificaram o mercado internacional. Com tarifas às exportações, eles reduziram a oferta mundial de tungstênio e, com seu expres-

**Esquema 2**  
**COMPOSIÇÃO DA OFERTA DE TUNGSTÊNIO**



Fonte: *International Tungsten Industry Association (ITIA)*.

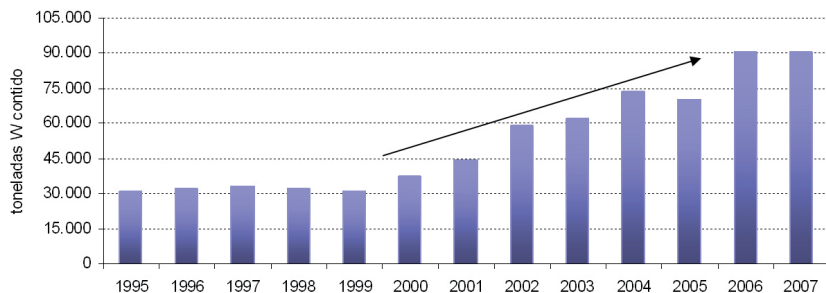


sivo desempenho econômico, eles aumentaram a demanda por este insumo, já que a demanda deste mercado de fatores é derivada, ou seja, uma elevação do consumo de aços e superligas pelos setores produtivos, por exemplo, também eleva a demanda desta matéria-prima.

Portanto, desta vez o reflexo no mercado mundial de tungstênio foi positivo, porque a elevação da demanda e os preços atrativos, motivaram as empresas a retomarem suas atividades. Em 2007 havia cinco empresas nacionais disputando o mercado de scheelita, e duas empresas, o de volframita.

Entre 1995 e 2007, a produção mundial de tungstênio contido aumentou de 189% (31.000 t W contido para 89.600 t W contido). A China manteve a liderança no provimento mundial de tungstênio ao longo deste período suprimindo mais de 80% da oferta mundial. Apesar da baixa competitividade deste mercado, outros países continuaram produzindo, como: Rússia, Canadá, Áustria, Portugal, Bolívia (gráfico 04).

**Gráfico 4**  
**EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE TUNGSTÊNIO CONTIDO**  
**– 1995 A 2007**



Fonte: USGS – *Mineral Commodity Summaries*. Elaborado por: DNPM/DIDEM.

Na década de 90 a mineração de tungstênio no Brasil esteve enfraquecida por causa dos baixos preços praticados no mercado internacional, devido ao excesso de oferta do concentrado. Segundo Braz e Carvalho (1987) diversos fatores externos contribuíram para a formação deste cenário, como por exemplo, o incitamento do governo

da China para que os preços de seus produtos intermediários, como o ferro-tungstênio e o paratungstato de amônia (APT), fossem menores que os do concentrado; a comercialização do estoque estratégico norte-americano de concentrado; modificações tecnológicas, como a reciclagem de sucata de tungstênio.

Além disto, de acordo com Braz (2001), fatores internos também contribuíram para aprofundar ainda mais a “crise do tungstênio”, como a desaceleração da economia brasileira, decorrente das variações cambiais ocorridas em função do fortalecimento do dólar norte-americano, bem como políticas ministradas pelo governo federal de 1991 a 1994, como promover a entrada no país do concentrado de minério de tungstênio e de ferro-tungstênio com baixas alíquotas de importação, favorecendo a indústria de transformação nacional, em detrimento da indústria extrativa.

Em 1995 apenas três minas de tungstênio estavam ativas, a mina Brejuí, da Mineração Tomaz Salustino; a mina Barra Verde, da Mineração Barra Verde e a mina Bodó, da Bodominas Metalurgia e Indústria, empresa estatal, extinta em março de 1995. Neste ano, quatro minas de volframita paralisaram: uma em Santa Catarina e três no Pará. Também nove minas de scheelita do Rio Grande do Norte paralisaram, entre elas, uma das maiores e mais importantes do Estado, a Boca de Lage, em Currais Novos, inativa desde outubro de 1989.

Entre 1995 e 1996 a empresa Mineração Tomaz Salustino procurou o mercado externo, como condição de sobrevivência, devido às incertezas do mercado doméstico e a reação dos preços do concentrado no mercado internacional, derivada da elevação da demanda nos Estados Unidos e na Europa.

No entanto, como os preços voltaram a cair a partir de 1997, a produção do concentrado, tanto de scheelita como de volframita, continuou decrescendo. Neste ano foi registrada a menor produção do concentrado de scheelita, nos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba desde 1943, quando os trabalhos foram iniciados, tanto que em novembro de 1997, a mina Brejuí, única mina de scheelita em operação, também foi paralisada. A tabela 02 exibe a evolução da produção do concentrado de tungstênio e seus produtos de 1995 até 2007.

**Tabela 2**  
**PRODUÇÃO NACIONAL DE TUNGSTÊNIO**  
**(CONCENTRADO E METALÚRGICO) – 1995 A 2007**

Ano	Produção		Metalúrgico t W contido
	Concentrado t métricas	t W contido	
1995	171	98	160
1996	171	98	150
1997	70	40	150
1998	0	0	160
1999	22	13	165
2000	32	18	170
2001	38	22	168
2002	42	24	169
2003	53	30	170
2004	510	291	200
2005	1002	572	250
2006	934	533	350
2007	959	548	420

Fonte: DNPM/DIDEM e ABRAFE. Nota: t de W contido = t métricas do concentrado produzido x 72% WO<sub>3</sub> x 0,793.

Em 1998, não houve produção do concentrado, mas a partir de 1999 a empresa Metais do Seridó (Metasa), sucessora da extinta Bodominas, iniciou timidamente sua exploração, com capacidade operacional reduzida até meados de 2003.

Contudo, no segundo semestre de 2004, o comportamento dos preços do concentrado de tungstênio no mercado internacional sinalizou mudanças. Em dezembro, o preço cotado no mercado europeu atingiu US\$ 84/MTU, ou seja, um aumento de 35% frente o preço cotado no mesmo mês do ano anterior US\$62/MTU. Por isso, a produ-

ção dos concentrados de scheelita e volframita deste ano superou as expectativas com um acréscimo de 870% em relação a 2003 (de 30 t W contido para 291 t W contido).

Praticamente 20% do total produzido em 2004 corresponderam ao concentrado de scheelita, provenientes da mina Bodó e de áreas permitidas através do regime de lavra garimpeira, na região Seridó no Rio Grande do Norte, e cerca de 80% corresponderam ao concentrado de volframita, também originário de áreas autorizadas através do regime de lavra garimpeira em Rondônia e no Pará.

Em 2005, a produção continuou ascendente, apresentando acréscimo de 97% em relação a 2004 (de 291 t de W contido para 572 t de W contido). Aproximadamente 78% do total produzido em 2005, foram relativos ao concentrado de volframita provenientes de depósitos secundários (aluvionares e eluvionares) explotados pela Metalmig Mineração Indústria e Comércio Ltda., no município de Ariquemes, em Rondônia, mas não há confirmação da produção de volframita de depósitos tipo filoneanos (veios de quartzo) das regiões do rio Xingu, em São Felix do Xingu, e em Pedra Preta, no município de Rio Maria, ambas no Pará, assim como em Nova Trento, em Santa Catarina.

Os 22% restantes foram produzidos a partir do concentrado de scheelita dos depósitos de skarns ou rochas calcissilicáticas das minas Brejuí e Bodó, da Mineração Tomaz Salustino e Metais do Seridó, respectivamente, dos rejeitos remanescentes das operações de queima (ustulação) da pirita na mina Barra Verde, pela Emprogeo, e dos garimpos. Aliás, a retomada da mineração de scheelita incentivou a produção do concentrado em garimpos, pois inúmeros deles, como aqueles localizados nos municípios de Currais Novos, São Tomé e Jucurutu, voltaram à atividade. Mesmo assim, o aproveitamento dos rejeitos (*tailings*) remanescentes das operações de antigas minas, como Brejuí, Barra Verde, Boca de Lage e Bodó, permaneceram prioritários na produção do concentrado de scheelita.

Em 2006, a produção do concentrado de volframita foi oriunda dos depósitos secundários (aluvionares e eluvionares) explotados pela Metalmig, na mina Igaparé Manteiga, em Ariquemes/RO. Neste ano, a produção do concentrado de scheelita (46%) foi proveniente dos depó-

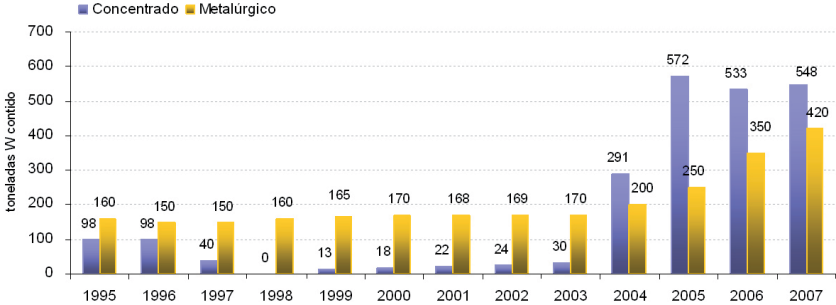
sitos de skarns ou rochas calcissilicáticas do Rio Grande do Norte, nas minas: Brejuí, Barra Verde e Bodó, como também da recuperação dos rejeitos remanescentes (*taillings*) da mina Barra Verde, pela Emprogeo.

Apesar da oscilação negativa de quase 7% na quantidade produzida entre 2005 e 2006, em 2007 houve aumento de aproximadamente 2,6% ante o ano anterior. Nesta ocasião, conforme tabela 03, a produção do concentrado de scheelita (47%) procedeu da exploração das Minas Brejui, Bodó, Barra Verde e Porta D'Água, e a do concentrado de wolframita (53%) das minas Itapeva e Igaparé Manteiga, esta última, responsável pelo provimento da maior parte do concentrado de wolframita, desde o ano de 2005.

Com relação aos produtos intermediários, a análise difere da do concentrado. As indústrias de transformação nacional desenvolveram políticas de abastecimento que, durante a crise, foram primordiais para a competitividade. Entre os anos de 1995 a 2003, a produção estimada variou entre 150 a 170 toneladas. Em 2005 a produção estimada cresceu 25% em relação ao ano anterior e, em 2006 a produção

estimada praticamente dobrou frente 2005, mas em 2007, a elevação retornou aos 20% (gráfico 05).

**Gráfico 5**  
**PRODUÇÃO NACIONAL DE TUNGSTÊNIO CONCENTRADO**  
**E METALÚRGICO – 1995 A 2007**



Fonte: DNPM/DIDEM e ABRAFE.

**Tabela 3**  
**PRODUÇÃO NACIONAL DO CONCENTRADO DE TUNGSTÊNIO – 2007**

Empresas	Mina	Município/UF	Produção Concentrado	
			t métricas	t W contido
Scheelita			451	257
EMPROGEO	Barra Verde	Currais Novos/RN	60	34
Metais do Seridó S.A.	Bodó	Bodo/RN	108	62
Mineração Barra Verde Ltda	Barra Verde	Currais Novos/RN	91	52
Mineração Tomaz Salustino S.A.	Brejuí	Currais Novos/RN	176	100
Sebastião Campos de Melo	Porta D'água	Cerro Cora/RN	16	9
Wolframita			508	290
Metalmig Mineração Ind. e Com. Ltda.	Igaparé Manteiga	Ariquemes/R)	461	263
Minerais e Metais Com. e Ind. Ltda.	Itapeva (1 e 2)	Ribeirão Branco/SP	47	27
Total			959	548

Fonte: DNPM/DIDEM. Nota: t de W contido = t métricas do concentrado produzido x 72% WO<sub>3</sub> x 0,793.

## 4. COMÉRCIO EXTERIOR

O Brasil exportou quantidades inexpressivas do concentrado de tungstênio nas últimas décadas. Entre 1995 e 1996, elas reduziram 37%, em função da política de baixos preços praticada pela China no mercado internacional.

Os dados da tabela 04 mostram que após este período praticamente não houve exportação do concentrado até 2004, exceto em 2001, quando o rápido incremento nos preços do concentrado, bem como do paratungstato de amônia (APT) estimulou as exportações.

Neste ano os principais países de destino do concentrado de tungstênio nacional foram a Áustria e a Holanda.

A partir de 2004 o país volta a exportar por causa da atratividade dos preços no mercado internacional. Os principais países de destino dos minérios de tungstênio e seus concentrados entre 2004 e 2007 foram respectivamente: Bolívia, China e Estados Unidos.

Durante o período em estudo, o Brasil praticamente não importou o concentrado de tungstênio, mas em 1995 e 1996 foram importadas pequenas quantidades, principalmente, dos Estados Unidos, Luxemburgo, Áustria, Bélgica e África do Sul.

**Tabela 4**  
**COMÉRCIO EXTERIOR DO CONCENTRADO DE TUNGSTÊNIO – 1995-2007**

Ano	Exportação			Importação			Saldo		
	Concentrado		Valor FOB (US\$)	Concentrado		Valor FOB (US\$)	Concentrado		Valor FOB (US\$)
	t métricas	t W contido		t métricas	t W contido		t métricas	t W contido	
1995	127	73	482.000	1	1	25.000	126	72	457.000
1996	80	46	205.000	2	1	35.000	78	45	170.000
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	2	1	6.000	0	0	0	2	1	6.000
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	23	13	141.000	0	0	0	23	13	141.000
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	8	5	14.000	0	0	0	8	5	14.000
2004	459	262	1.496.000	0	0	0	459	262	1.496.000
2005	802	458	2.925.000	0	0	0	802	458	2.925.000
2006	660	377	6.953.000	0	0	0	660	377	6.953.000
2007	625	357	6.933.000	0	0	0	625	357	6.933.000

Fonte: DNPM/DIDEM, MEDIC/SECEX. Nota: t de W contido = t métricas do concentrado produzido x 72% WO<sub>3</sub> x 0,793.

Os produtos metalúrgicos de tungstênio, no cotejo exportação versus importação, apresentaram saldos desfavoráveis entre 1995 e 2007, indicando uma significativa dependência brasileira pelos bens intermediários – semimanufaturados manufaturados e compostos químicos – produzidos com tungstênio no exterior. De acordo com os dados da tabela 05, em 2007 as importações aumentaram quase 117% em relação a 1995 (de 499 t de W contido para 1.081 t de W contido).

No ínterim em análise, a maior quantidade dos produtos semimanufaturados foi proveniente da China e da Rússia. Os manufa-

turados vieram dos Estados Unidos, da China, do Japão, da França, da Alemanha, de Portugal, de Cingapura e do Panamá. Os compostos químicos foram fornecidos, principalmente, pela China e pela Argentina.

Apesar das exportações brasileiras terem aumentado 163% em 2007 ante 1995, as quantidades são pequenas, em média 80 t de W contido por ano. Os produtos manufaturados, à base de tungstênio, foram exportados ininterruptamente neste período, sendo que entre 1998 e 2003 eles representaram quase 100% dos produtos intermediários exportados, nesta categoria.

**Tabela 5**  
**COMÉRCIO EXTERIOR DOS PRODUTOS DE TUNGSTÊNIO – 1995 A 2007**

Ano	Exportação		Importações		Saldo	
	Metalúrgico t W contido	Valor FOB (US\$)	Metalúrgico t W contido	Valor FOB (US\$)	Metalúrgico t W contido	Valor FOB (US\$)
1995	56	291.000	499	9.888.000	(443)	(9.597.000)
1996	82	315.000	318	9.744.000	(236)	(9.429.000)
1997	15	1.438.000	1.159	16.675.000	(1.144)	(15.237.000)
1998	8	719.000	1.122	17.811.000	(1.114)	(17.092.000)
1999	28	617.000	990	19.132.000	(962)	(18.515.000)
2000	35	369.000	954	20.730.000	(919)	(20.361.000)
2001	34	464.000	738	16.689.000	(704)	(16.225.000)
2002	15	155.000	740	15.440.000	(725)	(15.285.000)
2003	7	142.000	916	20.867.000	(909)	(20.725.000)
2004	155	1.066.000	950	24.473.000	(795)	(23.407.000)
2005	143	1.868.000	878	31.568.000	(735)	(29.700.000)
2006	239	2.994.000	898	38.005.000	(659)	(35.011.000)
2007	249	3.755.000	1.081	45.751.000	(832)	(41.996.000)

Em 1996, mais de 50% do total exportado foram de semimanufaturados, e, a partir de 2005 estes produtos passaram a representar mais de 70% do total. Os compostos químicos praticamente não foram exportados nestes treze anos, mas em 1997 e 2007 eles foram equivalentes a 60% e 38% dos produtos de tungstênio exportados, respectivamente.

De 1995 até 2007, os principais países de destino dos semimanufaturados foram: Áustria, Argentina, Alemanha, Bélgica, Holanda e Estados Unidos; a maior quantidade dos manufaturados foi enviada para a Venezuela, Argentina e China e os compostos químicos foram para: Holanda, Paraguai, Espanha e China.

Os produtos intermediários de tungstênio referidos nesta análise, conforme NCM (Nomenclatura Comum MERCOSUL) foram:

#### Semimanufaturados:

72028000	Ferro-tungstênio e ferro silício-tungstênio
81019400	Tungstênio em formas brutas, inclusive barra sinterizada
81019500	Barra, perfis, chapas, folhas, etc., de tungstênio

#### Manufaturados:

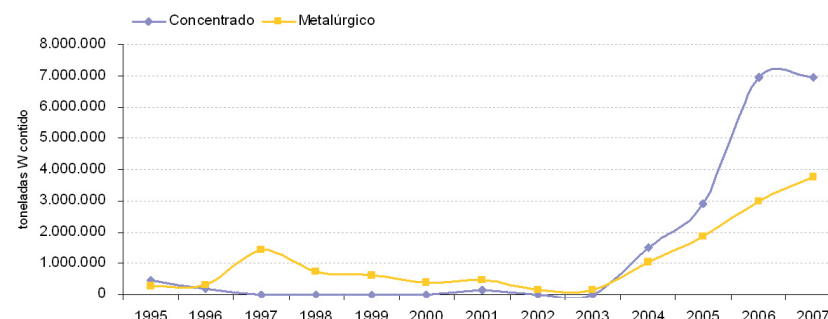
81011000	Pós de tungstênio (volfrâmio)
81019200	Outras barras e perfis/chapas/tiras/folhas de tungstênio
81019600	Fios de tungstênio
81019700	Desperdícios e resíduos de tungstênio
81019910	Obras de tungstênio, utilizadas para fabricação de contatos.
81019990	Outras obras de tungstênio
96089989	Outras partes para canetas, lapiseiras, etc.

#### Compostos Químicos:

28259020	Trióxido de tungstênio (volfrâmio)
28418090	Outros tungstatos (volframatos)
28499030	Carboneto de tungstênio (volfrâmio)

A variação do saldo comercial do concentrado de tungstênio foi positiva de 1995 até 2007. Em 2004, o acréscimo monetário adquirido com as exportações superou 10.580% (de US\$ 14.000,00 em 2003 para US\$ 1.496.000,00 em 2004). Mas, o dispêndio das importações foi crescente de 1995 até 2007, com incremento expressivo a partir de 2004, por causa do aumento dos preços no mercado internacional (gráfico 06).

**Gráfico 6**  
**EVOLUÇÃO DO FATURAMENTO MÉDIO AUFERIDO**  
**COM AS EXPORTAÇÕES – 1995 A 2007**



Fonte: DNPM/DIDEM, MEDIC/SECEX.



## 5. CONSUMO APARENTE

Os dados da tabela 06 mostram que de 1995 até 2007 o consumo aparente nacional do concentrado de tungstênio cresceu 635% (de 26 t W contido em 1995 para 191 t W contido em 2007) e o consumo aparente interno dos produtos intermediários (metalúrgicos) aumentou 108% (de 603 t W contido para 1.252 t W contido).

A produção nacional do concentrado de tungstênio foi suficiente para atender o consumo interno, entretanto, o mesmo não ocorreu em relação ao consumo doméstico dos produtos intermediários, para o qual foi necessário recorrer ao mercado externo.

A estrutura do consumo de tungstênio no Brasil, de acordo com Costa (2001), é destinada, em sua maior parte, para aplicação em aços especiais, a partir de ferro-tungstênio e ferro silício-tungstênio; carboneto de tungstênio, empregado em ferramentas de corte para usinagem, para mineração e para deformação a frio. Em menores proporções, em ligas não-ferrosas, tungstênio metálico, produtos químicos, esmaltes cerâmicos e outros. As principais empresas consumidoras foram:

a) Metal duro:

Ausbrand, Brassinter, Cervin, Sandvick, Seco Tools, Valenite e a Hughes Tools;

**Tabela 6**  
**CONSUMO APARENTE NACIONAL DE TUNGSTÊNIO (T W) – 1995 A 2007**

Ano	Produção		Importação		Exportação		Consumo Aparente	
	Concentrado	Metalúrgico	Concentrado	Metalúrgico	Concentrado	Metalúrgico	Concentrado	Metalúrgico
1995	98	160	1	499	73	56	26	603
1996	98	150	1	318	46	82	53	386
1997	40	150	0	1.159	0	15	40	1.294
1998	0	160	0	1.122	0	8	0	1.274
1999	13	165	0	990	0	28	13	1.127
2000	18	170	0	954	0	35	18	1.089
2001	22	168	0	738	13	34	9	872
2002	24	169	0	740	0	15	24	894
2003	30	170	0	916	5	7	26	1.079
2004	291	200	0	950	262	155	29	995
2005	572	250	0	878	458	143	114	985
2006	533	350	0	898	377	239	156	1.009
2007	548	420	0	1.081	357	249	191	1.252

- b) Aços especiais:  
Aços Villares, Gerdau Aços Finos, Acesita e outras;
- c) Tungstênio metálico:  
Osram, Philips, General Eletric, Brassinter e outras;
- d) Ligas não ferrosas:  
Brassinter, Degussa e outras.



Fonte: DNPM/DIDEM.

O mercado interno absorveu 61% da produção do concentrado de scheelita em 2007, 46% foram destinados para São Paulo, 11% para Santa Catarina e 4% para o Rio Grande do Norte. O restante foi remetido para a China (19%) e Inglaterra (20%).

Em 2007 a Bolívia importou 87% da produção do concentrado de wolframita, a outra parte foi comercializada internamente entre São Paulo (3%) e Minas Gerais (10%).

## 6. PREÇOS

Os preços em qualquer mercado são determinados pela demanda e pela oferta. Quando existe excesso de oferta naturalmente os preços tendem a baixar, como ocorreu, com os preços do concentrado de tungstênio e seus produtos intermediários, no Brasil e no mundo. Braz (2001) assinala que no início da década de 80 ocorreu uma acentuada deterioração do preço do concentrado, pois de US\$180/MTU em 1977, o preço caiu para US\$81/MTU em 1983, permanecendo desde então bastante deprimido.

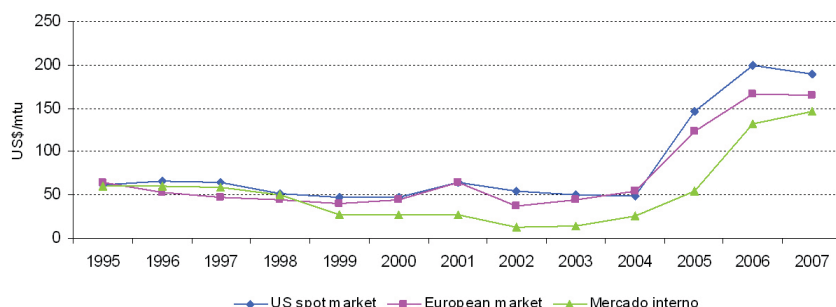
A partir de fevereiro de 2001 os preços aumentaram, mas começaram a declinar em agosto do mesmo ano (gráfico 08). Esta tendência decrescente dos preços, que começou durante o segundo semestre de 2001 e continuou até outubro de 2002, pode ser atribuída aos seguintes eventos:

- a) severa redução da procura por produtos finais resultantes do tungstênio;
- b) abrandamento da economia mundial;
- c) acúmulo de estoques por parte dos consumidores e comerciantes e,
- d) diminuição na demanda.

O domínio chinês sobre a oferta de tungstênio influenciou as contínuas oscilações nos preços do concentrado e dos produtos intermediários. Na década de 90, este país, praticamente eliminou a competitividade no mercado mundial, com o excesso de oferta e preços subsidiados pelo seu governo.

Quando o preço chinês do paratungstato de amônia (APT), por exemplo, ficou ligeiramente acima do preço do concentrado, a concorrência mundial deste intermediário reduziu drasticamente. Ou seja, quando o preço ficou próximo ou abaixo do custo de produção, a maioria dos países produtores do ocidente teve que abandonar o mercado, como os Estados Unidos, o Canadá, a Austrália, a Rússia, o Brasil, entre outros.

**Gráfico 8**  
**EVOLUÇÃO DO PREÇO MÉDIO DO CONCENTRADO**  
**DE TUNGSTÊNIO– 1995 A 2007**



Fonte: *Platts Metals Week, Metal Bulletin*, DNPM. Elaborado por: DNMPM/DIDEM.

No Brasil esse cenário resultou na paralisação de muitas minas. As empresas produtoras tiveram que se adequar à demanda interna, operando com capacidade ociosa e custos de produção maiores. A mineração da scheelita entrou num processo de decadência, paralisando totalmente as suas atividades em novembro/1997.

Entretanto, a partir de 2004, os preços no mercado internacional iniciaram uma trajetória ascendente em função dos seguintes acontecimentos:

a) o rápido crescimento da demanda chinesa por superligas e aços especiais de elevada resistência, devido ao crescimento da sua economia – PIB 3,8%, em 1990 e PIB 11%, em 2007;

b) a política adotada pelo governo chinês de restringir o desenvolvimento de novas minas no país, para não exaurir as reservas e, assim ter potencial para atender demandas futuras e,

c) a restrição das exportações adotada pelo governo da China, com a exigência de cotas, que aumentaram as tarifas de exportação.

Os preços da tabela 07 mostram que essas medidas influenciaram a elevação do preço médio do concentrado em quase 200%, nos Estados Unidos e praticamente 120% na Europa. Adicionalmente, o preço do paratungstato de amônia (APT), que é considerado referência para os produtos manufaturados de tungstênio, subiu cerca de 400% no mercado internacional entre 2000 a 2007.

No mercado interno os preços também sofreram constantes incrementos, em 2004 a elevação do preço foi equivalente 73%, em 2005 o aumento foi superior a 100%, em 2006 ele avançou quase 150% e, em 2007 ele cresceu 11%.

**Tabela 7**  
**PREÇO MÉDIO DO CONCENTRADO DE TUNGSTÊNIO (US\$/MTU)**  
**– 1995 A 2007**

Ano	Estados Unidos	Europa	Brasil
1995	62	64	61
1996	66	53	60
1997	64	47	59
1998	52	44	51
1999	47	40	27
2000	47	45	27
2001	64	65	27
2002	55	38	13
2003	50	45	15
2004	49	55	26
2005	146	123	55
2006	200	166	132
2007	189	165	147

Fonte: *Platts Metals Week, Metal Bulletin*, DNPM. Nota: preços correntes.

## 7. PERSPECTIVAS

### 7.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O incremento da produção mundial de tungstênio depende, entre outros: a) do crescimento da economia da China, que tem proporcionado aumento significativo no consumo de produtos de tungstênio utilizados, principalmente, para uso doméstico; b) do desempenho mundial das indústrias de automóvel, aviação e construção civil; c) dos produtos eletrônicos manufaturados a base de carboneto de tungstênio utilizado em placas de circuitos; d) dos equipamentos de mineração, como brocas e coroas utilizadas para prospecção e perfuração de poços de óleo e gás natural; e) do aumento dos investimentos direcionados à aplicação em defesa militar.

O comportamento verificado na indústria do concentrado de tungstênio de 1995 até 2004 foi influenciado pela queda nos preços internacionais; pelo declínio nos níveis de produção e de reservas; pela ausência de investimentos em prospecção e pesquisa mineral, para a descoberta de novos depósitos minerais, ou reavaliação das reservas das minas conhecidas. Neste período praticamente todas as minas brasileiras de tungstênio paralisaram, por causa da ausência de competitividade dos preços.

A partir de 2004 a mineração de tungstênio no Brasil ressurgiu, com a retomada da produção do concentrado de scheelita e volframita. Contudo, o retorno da mineração de scheelita, ocorreu num momento difícil, por causa da desestruturação das empresas, da escassez de recursos financeiros para realizar investimentos em pesquisa e em tecnologia mineral, sem considerar o risco e as incertezas de um mercado, no qual prevalecem às oscilações do preço do concentrado de tungstênio no mercado internacional.

Portanto, a desestruturação das minas convencionais foi uma conseqüência danosa – uma herança que resultou da decadência e conseqüente paralisação da mineração da scheelita no Nordeste do

Brasil – notadamente nos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. O impacto na paralisação da mineração da volframita foi menor, porque ela sempre foi explorada de forma intermitente, em geral, realizada de maneira menos convencional, mais artesanal.

Dessa forma, em curto ou médio prazo haverá produção enquanto for possível obter lucro, já que as empresas produtoras do concentrado pretendem priorizar o aproveitamento dos rejeitos ou *tailings*, considerados como reservas estratégicas. A mineração de scheelita e de volframita no Brasil é constituída por empresas de pequeno porte, com estrutura de produção e de beneficiamento de baixa capacitação tecnológica.

As empresas brasileiras em operação têm planos de expansão, como a Emprogeo, que pretende expandir sua produção do concentrado de scheelita de cinco para dez toneladas/mês, planejando a reabertura de antigas minas inativas, paralisadas no decorrer da década de 80, como Malhada Limpa e Saco dos Veados, em Currais Novos, Malhada dos Angicos, em Santana do Seridó e Cafuca, em Bodó. Esta empresa vem negociando com a Mineração Tomaz Salustino o aproveitamento de outros tipos de rejeitos, denominados de “bota fora” para produção do concentrado de scheelita.

A Mineração Tomaz Salustino, por sua vez, projeta ampliar a atual capacidade do engenho de beneficiamento para aumentar a produção da mina de dez para quinze toneladas de concentrado/mês, priorizando a recuperação da scheelita dos rejeitos (*tailings*) de granulometria fina, tipo “lama”, remanescentes das operações de lavra e de beneficiamento do minério de scheelita da mina Brejuí.

A Verena Mineração, que pesquisa a mina Bonfim, em Lages, programa iniciar a operação de lavra em 2008. Nesta mina, a scheelita se associa ao ouro e bismuto, sendo o primeiro caso no Estado da descoberta de mineralização aurífera em skarns ou rochas calcissilicáticas.

A empresa Sebastião Campos de Melo planeja reabrir a mina Porta D’água, em Cerro Corá, para produzir mensalmente duas toneladas de concentrado de scheelita.

De qualquer modo, prognosticar a duração do ciclo atual da alta dos preços do tungstênio no mercado internacional não é uma tarefa fácil. Mas, o mercado interno pode ser estimulado com melhores condições para investimento, como mudanças em fatores tributários, já que isto proporcionaria um aumento da produção, tanto das empresas de pequeno e médio porte, como das cooperativas regidas pelo regime de Permissão de Lavra Garimpeira (PLGs).

Alternativamente deve ser considerada a agregação de valor, ou seja, necessidade das empresas produtoras de scheelita ou volframita, verticalizarem suas produções, pois poderia ser oferecido à indústria de transformação um produto intermediário ou final de tungstênio, já que o risco de prosseguir comercializando apenas o concentrado, como foi feito durante décadas é alto – durante a crise, esta indústria não sobreviveu, pelo contrário, desapareceu.

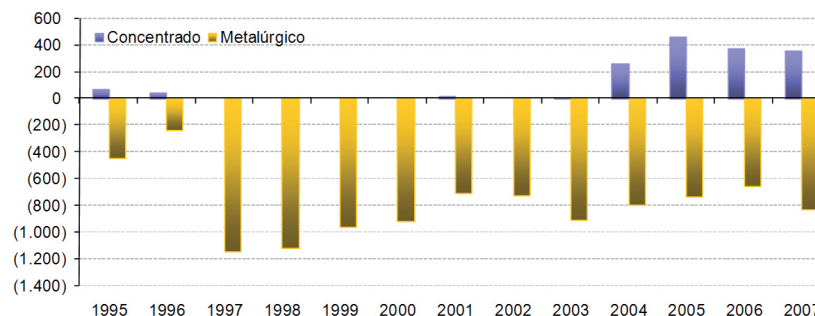
Esse tema foi bastante discutido no II Simpósio Nacional sobre Tungstênio, realizado na cidade de Currais Novos, no Estado do Rio Grande do Norte, no final de novembro de 2006, prevalecendo maior conscientização entre os produtores do concentrado de scheelita para as alternativas de oferecer ao mercado interno um produto intermediário de tungstênio, com maior valor agregado, especificamente, o ferro-tungstênio, porque o Rio Grande do Norte já teve esta experiência, através de uma planta industrial de ferro-tungstênio, atualmente paralisada.

## 7.2 BALANÇO PRODUÇÃO CONSUMO

O saldo entre a produção e o consumo do concentrado de tungstênio no Brasil, no íterim 1995 – 2007 foi favorável, notadamente nos últimos quatro anos (gráfico 09).

Entretanto, conforme dados apresentados na tabela 08, o resultado dos produtos intermediários corrobora a necessidade de importações para o suprimento interno, principalmente, durante períodos de crise.

**Gráfico 9**  
**BALANÇO: PRODUÇÃO E CONSUMO DE TUNGSTÊNIO**  
**NO BRASIL – 1995 A 2007**



Fonte: DNPM/DIDEM, MEDIC/SECEX.

**Tabela 8**  
**BALANÇO: PRODUÇÃO E CONSUMO DE TUNGSTÊNIO NO BRASIL – 1995 A 2007**

Ano	Produção		Consumo		Saldo	
	Concentrado	Metalúrgico	Concentrado	Metalúrgico	Concentrado	Metalúrgico
1995	98	160	26	603	72	(443)
1996	98	150	53	386	45	(236)
1997	40	150	40	1.294	0	(1.144)
1998	0	160	0	1.274	0	(1.114)
1999	13	165	13	1.127	0	(962)
2000	18	170	18	1.089	0	(919)
2001	22	168	9	872	13	(704)
2002	24	169	24	894	0	(725)
2003	30	170	26	1.079	5	(909)
2004	291	200	29	995	262	(795)
2005	572	250	114	985	458	(735)
2006	533	350	156	1.009	377	(659)
2007	548	420	191	1.252	357	(832)

Fonte: DNPM/DIDEM, MEDIC/SECEX.

### COEFICIENTES TÉCNICOS E FATORES PARA CONVERSÃO

Scheelita – teor de 0,3 a 2,4% de  $WO_3$

Wolframita – teor de 0,1 a 1,17% de  $WO_3$

t de W contido = t métricas do concentrado produzido x 72%  $WO_3$  x 0,793

MTU = 9,8 Kg de  $WO_3$  / 70% de teor do concentrado

### SIGLAS E SÍMBOLOS

ABRAFE – Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas.

DIDEM – Divisão de Economia Mineral.

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral.

MDIC – Ministério de Desenvolvimento da Indústria e Comércio.

MF- Ministério da Fazenda.

MME – Ministério de Minas e Energia.

SECEX – Secretaria de Comércio Exterior.

SRF- Secretaria da Receita Federal.



MTU – Unidade de Tonelada Métrica  
W – Tungstênio  
WO<sub>3</sub> – Trióxido de tungstênio

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. *Tungstênio*. Brasília: DNPM, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006.

AUSTRALIAN ATLAS OF MINERAL RESOURCE, MINES, PROCESSING CENTRES. *Australia's Identified Mineral Resources 2007*. Disponível em: <<http://www.australianminesatlas.gov.au/aimr/commodity/tungsten.jsp>>. Acesso em 29/04/2008.

Azomaterials. *Tungsten an Overview*. Disponível em: <<http://www.azom.com/Details.asp?ArticleID=1201>>. Acesso em 20/02/2009.

BARBOZA, F. L. M. *Perfil Analítico do Tungstênio*. Rio de Janeiro: DNPM Boletim 24, 1973. p. 69.

BARBOZA, R. L. M. *Economia Mineral do Brasil*. Brasília: DNPM, 1995. p.162-164.

BARBOZA, R. L. M. *Balanço Mineral Brasileiro*. Brasília: DNPM, 1988. p. 299-306.

BRAZ, E. *Programa de reavaliação do setor mineral da Região Seridó – Rio Grande do Norte. Parte II: Avaliação da viabilidade do aumento das tarifas de importação para a reativação da mineração de scheelita no Rio Grande do Norte*. Recife: CPRM/UFRN/SINTEC, 2001. p. 12.

BRAZ, E. e CARVALHO, O. *A indústria de mineração de scheelita do Nordeste*. Relatório final. Campina Grande: FINEP – UFPB – Campus II, Departamento de Mineração e Geologia, 1987. p. 576.

Bureau of Mines. Information circular 9388/1994. *Materials Flow of Tungsten in the United States*. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/usbmic/ic-9388/>>. Acesso em: 24/03/2009.

China Mining Facts 09 out 06. *Reserves and Resources*. Disponível em: <<http://www.chinamining.org>>. Acesso em: 03/03/2009.

China Mining News 24 dez 07: Disponível em <<http://www.chinamining.org>>. Acesso em: 03/03/2009.

China Mining News 29 ago 07. Disponível em: <<http://www.chinamining.org>>. Acesso em 03/03/2009.

Correio da Tarde Natal e Mossoró. *Indústria reabre as portas*. Disponível em: <<http://www.correiodatarde.com.br>>. Acesso em 03/03/2009.

COSTA, J. L. *Balanço Mineral Brasileiro*. Tungstênio. Brasília: DNPM, 2001.

DANA JAMES D. *Manual de Mineralogia*. Revisto por Cornelius S. Hurlbut, Jr.. Tradução de Rui Ribeiro Franco. Rio de Janeiro, livros Técnicos e Científicos, 1978, 2 volume. Páginas 420-422.

Departamento Econômico e Comercial da Embaixada da Republica Popular da China em Portugal. *Imposto de Exportação de Metais Raros Aumenta na China*. Disponível em: <<http://pt2.mofcom.gov.cn>>. Acesso em 06/03/2009.

Diário de Natal 17 jun 07. *Dicas do Seridó – Exploração da scheelita se renova*. Disponível em: <<http://pesquisa.dnonline.com.br>>. Acesso em 06/03/2009.

Foggiatto, B.; Lima, J.R.B. *Análise Macroeconômica dos Principais Minerais Brasileiros*. São Paulo: PIC-EPUSP Nº 2. 2004. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/PesquisaPoli/Publicacoescpq/ProducaoIC2003/PDF/PMI513.pdf>>. Acesso em 06/03/2009.

Fundação Joaquim Nabuco. *Entrevista Francisco de Assis da Câmara de Ferreira Melo*. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br>>. Acesso em 18/02/2009.

Ganzhou China News 30 dez 08. *Historical leaps of the World's Tungsten City – Summary of extending the tungsten industry in Ganzhou*. Disponível em <<http://www.gndaily.com/news/2008-12/20081230140728.htm>>. Acesso em: 12/01/2009.

Grupo Tchê Química. *Tungstênio*. Disponível em: <<http://www.deboni.he.com.br>>. Acesso em: 05/03/2009.

Icon Resources. *Icon Acquires Right to the Mount Carbine Tungsten Mine 28 March 2008*. Disponível em: <[www.iconresources.com.au/Announcements/AcquiresRightsMtCarbine.pdf](http://www.iconresources.com.au/Announcements/AcquiresRightsMtCarbine.pdf)>. Acesso em: 05/03/2009.

Instituto Brasileiro de Mineração. *Metasa reativa fábrica de tungstênio*. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br>>. Acesso em: 05/03/2009.

Instituto Brasileiro de Mineração. *Mineração Tomaz Salustino tem incentivos do Proadi*. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br>>. Acesso em: 05/03/2009.

Instituto de Física UFRJ. *Tungstênio*. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br>>. Acesso em: 05/03/2009.

International Mining. *Tungsten market – strong prices forecast*. Disponível em: <<http://www.im-mining.com/2008/01/24/tungsten-market-strong-prices-forecast/>>. Acesso em: 29/04/2008.

International Tungsten Industry Association. *About Tungsten*. Disponível em: <<http://www.itia.org.uk/Default.asp?page=23>>. Acesso em: 29/04/2008.

International Tungsten Industry Association. Newsletter dec 07. *Celebrations in Ganzhou*. Disponível em: <[www.itia.org.uk/FileLib/ITIA\\_Newsletter\\_December\\_2007.pdf](http://www.itia.org.uk/FileLib/ITIA_Newsletter_December_2007.pdf)>. Acesso em: 29/04/2008.

Metal Bulletin Prices. *Tungsten*. Disponível em: <<http://www.metal-bulletin.co.uk>>. Acesso em 19/05/2008.

METAL BULLETIN. London, Metal Bulletin Journal Ltd., 1919. Anos 1994-2005.

Minemakers Limited. *The Mining 2007 Resources Convention*. Disponível em: <[http://www.minemakers.com.au/downloads/News/071102\\_Mining\\_2007\\_Resources\\_Convention.pdf](http://www.minemakers.com.au/downloads/News/071102_Mining_2007_Resources_Convention.pdf)>. Acesso em: 29/04/2008.

MINERAL COMMODITY SUMMARIES. *TUNGSTEN*. Washington, U.S. Bureau of Mines, 1974. Anual. 1994-2008.

Money Week. *Minor metal*. Disponível em: <<http://www.moneyweek.com>>. Acesso em: 29/04/2008.

Museu de Minerais e Rochas UNESP. *Voframatos e Molibdatos*. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br>>. Acesso em: 29/04/2008.

NESI, J. de R.; LIMA, R. F. de S. *Programa de reativação do setor mineral da Região Seridó – Rio Grande do Norte. Parte I: Caracterização e Avaliação dos Calcários do Seridó*. Recife: CPRM/ UFRN/SINTEC, 2001. p. 84.

NEVES, P. C. P.; SCHENATO, F.; BACHI, F.A. *Introdução à Mineralogia Prática*. 2ª ed. Canoas: Ed. Ulbra, 2008. p. 201-202.

Ormonde Mine. *About Tungsten*. Disponível em: <<http://www.ormon-demining.com/about-tungsten/index.html>>. Acesso em 12/01/2009.

Percorso na Geologia de Arouca. *Tungstênio*. Disponível em: <<http://geologia.aroucanet.com>>. Acesso em 12/01/2009.

Platts Metals Week, 7 Jan 08. Disponível em: <[www.platts.com/Metals/Newsletters%20&%20Reports/Metals%20Week/See%20A%20Sample/index.pdf?o=v](http://www.platts.com/Metals/Newsletters%20&%20Reports/Metals%20Week/See%20A%20Sample/index.pdf?o=v)>. Acesso em 12/01/2009.

Resource Investor. *Tungsten, Canada, Dutch and the China Syndrome*. Disponível em: <<http://www.resourceinvestor.com/pebble.asp?relid=38544>>. Acesso em: 29/04/2008.

Reuters. *Kennametal CEO lower tungsten price*. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/manufacturing07/idusn26305546200702626>>. Acesso em: 19/05/2008.

Roskill Metals and Mineral Reports. *Tungsten Market starting to reduce reliance on supply from China*. Disponível em: <<http://www.roskill.com/report.html?id=82>>. Acesso em: 29/04/2008.

SCHOBENGHAUS, C; COELHO, C. E. S. *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília: DNPM, 1986. p. 385-425.

Secretaria de Estado da Tributação RN. *Exploração de scheelita reativa antigas minas*. Disponível em: <<http://www.set.rn.gov.br>>. Acesso em 12/01/2009.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico RN. *II Simpósio Nacional sobre Tungstênio*. Disponível em: <<http://www.sedec.rn.gov.br>>. Acesso em 12/01/2009.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico RN. *Seridó discute mercado da scheelita no Brasil*. Disponível em: <<http://www.sedec.rn.gov.br>>. Acesso em 12/01/2009.

Silva, Fábio T. da CEFET. *Obtenção de Micropartículas de Tungstênio Metálico e Carbetos para a Produção de Ferramentas de Corte*. Uma Idéia. Holos 2007, Ano 23, Vol 3. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/146>>. Acesso em: 10/06/2008

Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Ferro e Metais Básicos (SINFERBASE). *Tungstênio volta a se destacar na pauta*. Disponível em: <<http://www.sinferbase.com.br>>. Acesso em 12/01/2009.

SUMÁRIO MINERAL. *TUNGSTÊNIO*. Brasília, DNPM, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008.

Andrews M. The Tungsten Institute. *The Story of an Indispensable Metals*. Disponível em: <[www.tungsten.com/Tungsten%20-%20The%20Story%20of%20an%20Indispensable%20Metal.pdf](http://www.tungsten.com/Tungsten%20-%20The%20Story%20of%20an%20Indispensable%20Metal.pdf)>. Acesso em 12/01/2009.

Simpson S. The Vancouver Sun. *North American Tungsten*. Disponível em <<http://www2.canada.com/vancouver/features/businessbc/story.html?id=fb237a88-2a66-4ab3-b39e-742dfc1271bb>>. Acesso em: 29/04/2008.

US Geological Survey. *International Strategic Mineral Issues Summary Report Tungsten*. Circular 930-0. Disponível em: <[pubs.usgs.gov/pdf/circular/c930-o](http://pubs.usgs.gov/pdf/circular/c930-o)>. Acesso em 12/01/2009.

US Geological Survey. *Tungsten Recycling in the United States in 2000. Report 2005-1028*. Disponível em: <[pubs.usgs.gov/of/2005/1028/2005-1028.pdf](http://pubs.usgs.gov/of/2005/1028/2005-1028.pdf)>. Acesso em: 12/01/2009.

Vital Metals. *A preliminary Market Review of Tungsten January 2008*. Disponível em <[www.vitalmetals.com.au/images/vitalmetals-13--ezed.pdf](http://www.vitalmetals.com.au/images/vitalmetals-13--ezed.pdf)>. Acesso em 12/01/2009.