

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS
MINERAIS - CPRM

ASPECTOS DA ECONOMIA MINERAL
DO TUNGSTÊNIO

Equipe Técnica do Projeto Scheelita do Seridó



SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

NOVEMBRO/1980

ed. Du.
CONT -- RE



ASPECTOS DA ECONOMIA MINERAL
DO TUNGSTÊNIO

Aspectos da Economia Mineral do Tungstênio

S U M Á R I O

Apresentação

1 - Generalidades	2
2 - Aplicações	3
3 - Recursos e Reservas de minério scheelitífero	
3.1 - Controles da mineralização	5
3.2 - Considerações conceituais	14
3.3 - Reservas	28
3.4 - Recursos	29
4 - Produção mundial	30
5 - Produção brasileira	31
6 - Consumo nacional	35
7 - Exportação	37
8 - Importação	39
9 - Preços	40
10 - Conclusões	44
11 - Recomendações	45
12 - Referências bibliográficas	48

APRESENTAÇÃO

A acentuada evolução industrial brasileira, notadamente nos setores de metalurgia, construção mecânica e material elétrico, vem acarretando um notável acréscimo na pauta de importação de insumos minerais, onerando significativamente a balança nacional de pagamentos. A crescente demanda exerce por consequência, uma forte pressão sobre a produção interna de matérias primas minerais chegando a ameaçar, como no caso da scheelita, a auto-suficiência nacional, a médio ou talvez curto prazo.

A scheelita, principal fonte nacional do tungstênio metálico, face à previsível elevação do consumo por parte dos setores industriais enfocados, carece da ampliação das reservas exploráveis conhecidas, afigurando-se como possível uma rápida exaustão das reservas demonstradas atualmente dimensionadas.

Assim, a scheelita, pela sua destacada participação no panorama da economia regional, ou mesmo nacional, foi contemplada por um programa de estudos geológicos denominado Projeto Scheelita do Seridó, executado pela CPRM para o DNPM, mediante convênio, tendo tal trabalho de caráter regional, logo grado compor no quadro geológico harmônico e conjunto em cores próprias, da Província Scheelitífera do Nordeste. Por conseguinte, áreas favoráveis ou prospectivas foram delineadas juntamente com a estimativa dos seus recursos geológicos scheelitíferos, configurando assim, diversas faixas onde a expectativa dos recursos transformaram-se em reservas afiguram-se como probabilisticamente plausíveis. Tais áreas, de fato, poderão comportar unidades produtoras de variado porte, desde

que sejam executados trabalhos de detalhe de pesquisa mineral, capazes de dimensionar volumetricamente o minério à nível de reserva demonstrada.

Com base nos estudos efetuados pelo retro referido Projeto, que inclui ainda um capítulo sobre economia mineral, serão apresentados descritivamente, em termos sumarizados, considerações sobre a paisagem mineira da scheelita na região do Seridó.

1 - Generalidades

O elemento tungstênio, também denominado wolfrâmio, tem símbolo químico W e não é encontrado livre na crosta terrestre. Seu ponto de fusão atinge a 3.410°C , o mais alto de todos os metais, cujo peso específico é igual ao do ouro (19,3) e sua dureza é ultrapassada apenas pelo diamante.

Embora sejam conhecidas 12 espécies de minerais de tungstênio, as variedades comercializáveis são apenas a scheelita e a wolframita.

A wolframita, tungstato de ferro e manganês, constitui uma série isomórfica cujos termos extremos são a ferberita (Fe WO_4) e a hubnerita (Mn WO_4). Na sua fórmula química o tungstênio participa com 51,3%, cujo sistema cristalográfico é monoclinico e comumente ocorre sob a forma de massas irregulares.

A scheelita é um mineral de cor comumente esbranquiçada, raramente preta, friável, de brilho vítrio e resinoso, dureza 4,5 - 5, peso específico 5,4 - 6,1, ocorrendo sob a forma de pequenos grãos e grandes massas ou blocos irregulares. O sistema de cristalização é tetragonal bipiramidal, sendo raro encontrar-se cristais bem formados. Tem fórmula quí

mica para CaWO_4 , cujo conteúdo de tungstênio é 63,9%; o molib_dênio geralmente está presente, provocando substituição par_cial do tungstênio. Este mineral tem como principal caracte_rística uma fluorescência brilhante nas cores esbranquiçada, amarelada a azulada. Essa propriedade permite sua prospecção com sucesso através de um aparelho portátil com lâmpada ul_tra-violeta de ondas curtas, denominado de "mineralight".

Enquanto os maiores países produtores têm como prin_cipal mineral - minério a wolframita, no Brasil a scheelita responde por quase 100% da produção, sendo ínfima a participa_ção da wolframita.

A estrutura da indústria de tungstênio no Brasil não é integrada; as empresas mineradoras produzem apenas o concen_trado de scheelita e vendem às indústrias de transformação, as quais estão localizadas nos principais centros consumidores do país e o excedente é exportado. Nos Estados Unidos, a Union Carbide Comp., a maior produtora de tungstênio deste país, a_presenta total integração vertical na indústria, partindo do minério até o produto final acabado.

2 - Aplicações

O tungstênio é considerado um metal estratégico, não só pela sua ampla utilização no setor de usinagem, mineração, materiais elétricos, indústria de construção e química, mas sobretudo pela sua importância na indústria de equipamentos bélicos, artefatos nucleares e espaciais, fazendo com que haja oscilação dos preços em função dos períodos de guerra ou ten_sões política internacional.

Os usos do tungstênio advêm de suas importantes pro_priedades como alta dureza, elasticidade, resistência a tra_ç

ção e corrosão, bem como elevado ponto de fusão.

A obtenção dos produtos finais de tungstênio obedece a três estágios evolutivos. O primeiro corresponde a mineração e produção do concentrado de mineral-minério; o segundo estágio compreende a fabricação de produtos intermediários tais como tungstênio em pó, carboneto em pó, ferro-tungstênio e compostos químicos como o para - tungstato de amônia (APT) e outros. Através de processamento metalúrgico desses insumos, são obtidos os produtos finais sob a forma de carbonetos sintetizados ou fundidos, ligas e aços especiais e vários compostos químicos de alto grau de pureza. O termo metal duro é empregado para designar o carboneto ou carbureto de tungstênio sob a forma de barras e pastilhas, obtidas através da sinterização do pó.

Os pós de tungstênio foram desenvolvidos para a fabricação de peças puras sob a forma de fios, barras, fitas e folhas utilizadas para diversos fins, entre os quais se destacam terminais caloríficos e eletrodos de lâmpada a arco. Os produtos finais se destinam para os diversos consumos setoriais de usinagem, equipamentos de perfuratrizes e mineração, indústrias de materiais elétricos, produtos químicos e de construção.

O Brasil produz tungstênio desde o concentrado de scheelita ao produto final, mas a maior demanda no momento se destina a fabricação de ferro-tungstênio, vindo a seguir aços e ligas especiais, pó de tungstênio e metal duro. As ligas são principalmente de tungstênio-cobre, tungstênio-prata, tungstênio-cobalto e tungstênio-cobre-níquel. As indústrias elétricas produzem filamentos de lâmpadas.

A indústria nacional de tungstênio encontra-se em fase de franca expansão em face das medidas governamentais de

restrições às importações e o crescimento do seu parque industrial e do consumo daqueles produtos.

Atualmente, as fábricas instaladas têm condições de atender o suprimento doméstico da maior parte dos produtos requeridos. A importação de derivados de tungstênio, principalmente os sais à base do metal, talvez se deva a uma questão de economia de escala ou interesse das multi-nacionais em colocar os seus produtos.

3 - Recursos e Reservas do minério Scheelitífero

3.1 - Controles da Mineralização

O controle litoestratigráfico afigura-se como um dos principais metalotectos da scheelita, facilitando a visualização da prognose de áreas capazes de abrigarem mineralizações em subsuperfície.

Maranhão (1978) destaca o comportamento em forma de camada dos "tactitos" ressaltando ainda os controles estruturais da mineralização ao lado dos litoestratigráficos.

Creditamos aos horizontes calcissilicáticos com scheelita e carbonático, além dos gnaisses encaixantes, uma faixa ou conjunto litológico bem definido e único, do ponto de vista litoestratigráfico (Formação Jucurutu), afigurando-se como horizontes-guia metalogenéticos, à semelhança do proposto por Ebert (op. cit.) para a Formação Quixaba. Estas faixas afloram, grosso modo, sub-paralelamente, repetidas por dobramentos.

Quanto a mineralização, que remonta à sedimentogênese, é capaz de proporcionar maior ou menor intensidade de fixação de W nas diversas áreas, a depender das condições paleo

ambientais e paleogeográficas de deposição. Assim, ter-se-ia de início, não uma fixação rigorosamente uniforme de W nos se dimentos, bem como dar-se-ia espessamentos e adelgaçamentos o regionais das camadas que, tais como as de calcários e margas teriam, mais uma componente condicionante (espessura) na fixa ção de maior ou menor quantidade do metal em pauta.

Como consequência do exposto, ter-se-ia em pratica mente toda a faixa dos atuais horizontes calcissilicáticos, a presença de scheelita originalmente com faixas mais pobres ou mais concentradas e ricas que posteriormente, de acordo com a evolução estrutural formaria "ore shoots" nas zonas de maior deformação secundária, onde os processos metamórficos e estru turais provocaram a migração epi-endogenética da scheelita (dentro da mesma camada) formando depósitos "stratabound".

Isto significa dizer que, um determinado horizonte calcissili c ático, mesmo aparentemente pobre em superfície, poderia em subsuperfície apresentar-se mais rico em faixas redobradas, como uma reconcentração mineral. Por outro lado, nas faixas mais pobres originalmente, as dobras secundárias não formari am "ore shoots" possantes.

Tais condicionantes, litoestratigráficos, sedimentogênicos e estruturais, determinariam, desta forma, faixas re gionais mais ricas ou mais pobres.

Em adição aos aludidos controles, devem ser consi derados os de caráter metamórfico, porquanto observa-se que nas áreas mais granitizadas, incluindo não só aquelas atinen tes ao Complexo Gnáissico-migmatítico, como também as faixas das supracrustais formando estreitas calhas sinformais sobre o embasamento, contém pequenas ocorrências estratiformes de scheelita, notadamente pobres.

Quando se trata de ocorrências em calcissilicáticas

insertas no Complexo Gnáissico-migmatítico, estas apresentam-se invariavelmente esparsas, pontuais e de baixo teor, quer se considere como pertencente ao próprio embasamento ou como re_líquias das supracrustais bastante migmatizadas. (sendo mais sugestiva esta última hipótese).

Nas faixas onde as supracrustais foram mais preser_vadas, formando nítidas quilhas residuais sobre o embasamento, a sequência de cobertura ou seja, os componentes rochosos do Grupo Seridó, encontram-se delgados e redobrados tendo a mig_matização atuado ainda como fator dispersivo, minimizando e até obliterando a mineralização. Em vários locais, o "trend" regional de calcissilicáticas por vezes é truncado pela forte migmatização, formando ocorrências que se constituem em verda_deiros enclaves ou restitos, inclusos de forma descontínua e localmente serpenteante (exp. ocorrência de Pedra Preta - Ser_rra Negra do Norte-RN).

Assim, as ocorrências localizadas em áreas onde houve um enérgico evento de migmatização não se afiguram como prospectivas. É notável a ausência de depósitos importantes, salvo exceções pontuais mas sem prognose de continuidade da mineralização, tal como na mina Diniz - Serra Negra do Norte-RN.

A compreensão do modelo estrutural da faixa dobra_da do Seridó, bem como a visualização da continuidade e/ou se_mi-continuidade aflorante e em subsuperfície dos horizontes calcissilicatados com scheelita, associado aos retro citados condicionantes de mineralização, favorecem a mensuração ainda que estimativa, das reservas e recursos potenciais da região em apreço, conduzindo a serem considerados determinados parâ_metros geológicos na inferência das aludidas reservas e recur_sos.

Antes de estabelecer claramente as definições conceituais das reservas e recursos, faz-se mister ponderar algumas peculiaridades locais, mais de reflexo e aplicabilidade regional, do comportamento das mineralizações de scheelita i lustrados com exemplos práticos, enumerados a seguir:

1 - É de suma importância a visualização do comportamento estrutural regional somado ao conhecimento em subsuperfície das dobras secundárias mineralizadas, mesmo que em pontos esparsos de um mesmo "trend".

Tal assertiva advém do fato que, como foi frisado antes, localmente uma camada calcissilicática em superfície pode estar delgada, sub-retilínea e fracamente mineralizada, entretanto em subsuperfície pode estar mais espessa, afetada por um dobramento secundário e fortemente mineralizada, no mesmo local da observação de superfície ou próximo deste.

Vários exemplos deste comportamento são visualizados em diversos pontos, entretanto, o mais clássico e significativo é o do "tactito do Major" ou nível F (quinto) ocorrente na região de Currais Novos-RN., aflorante desde a faixa oeste do granitóide de Acari, passando pela mina Saco dos Veados e prolongando-se por Brejuí, Barra Verde, Boca de Laje e Zangarelhas (já discutido por Suszczyński, 1975). Este nível é contínuo mas só apresenta mineralização significativa em certas zonas, notadamente na mina Brejuí, próximo ao "setor do Major", por estar deformado localmente por uma dobra secundária com plano axial de forte mergulho. Para sul, até Zangarelhas, apresenta-se com afloramentos exibindo fraca mineralização, ou seja, praticamente estéril, associado a camadas de gnaisses e delgados mármores, entretanto, em subsuperfície, ao ser atingido por dobramentos secundários volta a conter

"ore shoots" scheelitíferos, associados a gnaisses e espessas lentes de mármore.

Assim, face ao comportamento diferencial das calcis silicáticas, a inferência de reservas com ausência do conhecimento prévio de subsuperfície mesmo parcial e esparso, pode acarretar em sérios erros quanto a tal estimativa.

2 - Maranhão (op. cit.) propõe, para as mineralizações scheelitíferas em camadas de "tactitos", três modelos geológicos aplicáveis à prospecção, ou seja:

Tipo I - Jazidas que seguem o padrão Brejuí

Tipo II - Jazidas que seguem o padrão ?

Tipo III - Depósitos que seguem o padrão são Nicolau

Tais modelos referem-se a "colunas" mineralizadas ao longo dos eixos das dobras secundárias, ou seja, "ore shoots" alinhados segundo as quilhas ou cristas e com o mesmo "plunge" das dobras secundárias. A diferença básica entre os modelos seriam as dimensões das colunas mineralizadas. Estes modelos de fato, representam notável avanço no que concerne ao conhecimento geológico e de prospecção com aplicabilidade prática, entretanto devem ser registrados os seguintes problemas:

a) A visualização de tais modelos depende do conhecimento geológico de cada depósito em subsuperfície, sendo impraticável qualquer conjectura com dados de superfície.

b) A generalização de tais modelos para todos os depósitos do Seridó é justificável, entretanto, discutível quando se considera peculiaridades locais de cada depósito. Assim é que mesmo apresentando colunas mineralizadas do tipo I ou II, vários depósitos ainda possuem zonas transpostas e

cisalhadas, retilíneas, apresentando notáveis concentrações scheelitíferas, ou ainda, apresentam "terraços estruturais", ou seja, faixas de calcissilicáticas sub-horizontais (expl. teor da ordem de 8% de WO_3 e espessura variando de 0,5 a 1,80 m e extensão de 300 m - Mina Quixaba - Santa Luzia-PB) situados estruturalmente entre duas dobras secundárias, também mineralizadas, nas cristas antiformais.

3 - O posicionamento da faixa aflorante de calcissilicáticas em relação à macro-estrutura em que estão inseridas, aliadas às observações de inflexões estruturais ao longo dos estratos mineralizados que refletem dobras secundárias passíveis de conter "ore shoots" em subsuperfície, é de suma importância para se prognosticar áreas favoráveis. A ausência de um mapa integrado que evidenciasse tal favorabilidade a uma provável maior concentração scheelitífera, conduziu a serem encetados trabalhos de pesquisa em locais estruturalmente desfavoráveis resultando no conseqüente abandono da área, por vezes contígua ou próxima de uma faixa probabilisticamente prospectiva. Existem ainda casos extremos onde se desenvolveram trabalhos regulares de lavra ou garimpo nas poucas e pequenas flexuras de calcissilicáticas sub-retilíneas com escassos "ore shoots", anexas a uma área de excelentes perspectivas.

O exemplo mais notável de implantação de uma lavra regular em local pouco favorável, contíguo a uma área prospectiva, é o da antiga mina Malhada dos Angicos. Os trabalhos se desenvolveram sobre uma camada de calcissilicática sub-retilínea e com poucas inflexões superficiais, indicando assim, poucas dobras secundárias em subsuperfície abrigando "ore shoots", ou faixas de minério "stratabound", sendo então o minério qua

se exclusivamente extraído da mineralização estratiforme, portanto de baixo teor. O comportamento estrutural da camada é aproximadamente tabular não havendo condições favoráveis à reconcentração mineral.

Esta faixa está macroestruturalmente posicionada no flanco oeste de uma grande anticlinal, e bem próxima da sua terminação periclinal, onde nas calcissilicáticas ali aflorantes são observáveis profusas inflexões ao longo do estrato mineralizado indicando dobras secundárias em subsuperfície com prováveis mineralizações "stratabound". Esta faixa enrugada e mineralizada, posiciona-se mais amplamente, na aba de uma sela ou quilha estrutural, alojada entre duas terminações anticlinalis, onde as calcissilicáticas acham-se repetidas nos dois flancos e sua continuidade em subsuperfície foi testada e confirmada, através de furo stratigráfico executado pelo Projeto Scheelita do Seridó.

É lícito então concluir, que à falta de uma visualização não só do comportamento estrutural da hospedeira da scheelita, bem como do seu posicionamento em relação à mega-estrutura, conduz a se investir recursos para pesquisa em áreas desfavoráveis.

Um outro exemplo da falta desta observação prévia é também verificado na igualmente antiga mina Quixaba (Santa Luzia) onde os trabalhos de reavaliação da reserva, ora já em plena extração regular do minério, situa-se já bem próximo e a leste da terminação periclinal norte de uma braquianticlinal. Mesmo em que pese o bom posicionamento macroestrutural da instalação dos trabalhos mineiros, onde há possantes "ore shoots", a área requerida não inclui toda a aludida terminação norte, tendo sido já observados em trabalhos posteriores, que a mineralização é contínua e o minério "stratabound" se estende em

direção ao fechamento estrutural, que muito provavelmente inferimos como repetido no limbo oeste junto a tal fechamento perianticlinal. A falta desta observação de conjunto, gera a manter florescente a atividade dos especuladores que requerem áreas contíguas "para pesquisa" objetivando uma possível venda da concessão à própria empresa que investiu capital para pesquisar de fato a área.

Na seção inferior a mediana da unidade Jucurutu, em termos de perfil completo, ocorrem 5 níveis de rochas calcissilicáticas, associadas a horizonte de calcário metamórfico, insertos em gnaisses geralmente biotíticos e de textura fina. Os níveis scheelitíferos inferior e superior, estão encaixados em gnaisses, que contém medianamente um horizonte carbonatado com 3 níveis calcissilicáticos: um na base e outro no topo, na faixa de contato calcário/gnaiss, tendo ainda um nível menos expressivo de calcissilicática no interior do estrato calcário, por vezes associado a lente gnáissica.

É observado que em todas as minas de médio e grande porte de scheelita, existe calcário metamórfico associado às lentes calcissilicáticas mineralizadas, geralmente contendo ainda níveis mineralizados nos gnaisses encaixantes. Cada nível calcissilicático aqui referido, em alguns casos, pode compreender, tal como na mina Bonfim, um conjunto de delgados horizontes mineralizados. Assim, afigura-se como um metalotecto de subida importância a camada marmórea, cuja espessura pode atingir valores superiores a 80 m, como é o caso da faixa scheelitífera Brejuí - Barra Verde - Boca de Laje.

Verifica-se ainda que, as principais faixas de alto teor, ou colunas mineralizadas ("ore shoot") geralmente estão posicionadas e alinhadas com direção muito próximas aos eixos de dobramentos secundários bastante suaves e de pequena ampli

tude (máximo de 50 m), com plano axial geralmente de forte ângulo. Esta característica é generalizada para todos os depósitos de médio a grande porte, (Bodó, Cafuca, Quixaba, Brejuí-Barra Verde - Boca de Laje, Bonfim, Bonito, etc), tendo entre tanto pequenas variações associadas locais, tal como faixa de cisalhamento e terraços estruturais contendo minério de alto teor. A detecção destas dobras secundárias suaves e de pequena amplitude, com calcissilicáticas associadas a nível de mármore, já configura por si só, uma área de realce significativamente prospectivo.

Em termos inversos, configurando uma área com menores probabilidades de serem encontrados grandes depósitos de considerável teor, são àquelas onde a tectônica de transposição foi mais enérgica e atuante, apresentando estiramento, interrupções e adelgaçamentos nos horizontes carbonáticos/calcissilicáticos, não permitindo o desenvolvimento de dobras suaves possíveis de conter minério "stratabound". Neste caso, o comportamento da mineralização é quase sempre estratiforme e de baixo teor, tendo as camadas scheelitíferas uma configuração relativamente plano-tabular, a semelhança da faixa Caçador - Trapiá.

Em vista do exposto conclui-se que o conhecimento geológico-estrutural do "trend" de calcissilicáticas é de suma importância para estimativa das reservas, onde devem ser considerados vários fatores, destacando-se:

- 1 - A existência de algum depósito importante nele incluídos, considerando o comportamento da mineralização.
- 2 - Posicionamento estrutural da faixa mineralizada em relação à mega-estrutura.
- 3 - A média dos teores observados

- 4 - Os dobramentos secundários detectados em superfície e dados esparsos do comportamento estrutural em subsuperfície.
- 5 - A associação litológica (mármore por expl.).
- 6 - A intensidade da granitização.

Juntos, constituem os fatores de maior significância para inferências de reservas e prognose, para os depósitos scheelitíferos estratiformes.

3.2 - Considerações conceituais

O objetivo precípuo de uma classificação de reservas minerais é o grau de segurança oferecido pelos cálculos, capazes de prognosticar lucro ou desfavorabilidade às inversões de capital e investimentos das indústrias mineiras em determinados depósitos.

Com o crescente consumo dos bens minerais, se faz mister o estabelecimento de critérios bem definidos, alicerçados em bases econômicas, na classificação das reservas e recursos, de tal modo que as conceituações devem ser claramente expostas, permitindo assim a visualização das expectativas econômicas dos depósitos minerais.

As primeiras classificações surgiram nos EUA em 1902 e 1909, dividindo as reservas em 3 categorias: provadas, prováveis e prospectivas. Foi modificada em 1943 para: medidas, indicadas e inferidas, sendo admissível um erro não superior a 20% para as reservas medidas.

Kreiter (1968) assinala que na economia planificada da URSS a classificação das reservas dos minerais sólidos apresentam certas peculiaridades que diferem dos países capitalistas, sendo entretanto, dividida em quatro categorias: A, B, C₁ e C₂, cujos parâmetros matemáticos utilizados na obten

ção dos resultados de cada categoria em nada diferem daqueles empregados pela classificação americana.

As reservas da categoria A destinam-se a estabelecer os planos de projetos industriais de extração, o que equivaleria às reservas medidas dos EUA. As da categoria B, servem para justificar a inversão do capital para a criação de empresas mineiras e estabelecer o projeto técnico de exploração do jazimento, o que equivaleria as reservas indicadas do ocidente. As da categoria C_1 servem para estabelecer planos industriais futuros e projetos de prospecção mais detalhada, equivalendo seu procedimento de cálculo, às reservas inferidas. As da categoria C_2 , para justificar os trabalhos de prospecção posteriores, sendo equivalente a uma prognose de reserva não conhecida mas com probabilidade de existir.

As reservas das categorias A, B e C_1 são chamadas de reservas industriais, porquanto é a partir destes dados que se calcula a inversão de capital necessária ao projeto e sua viabilidade econômica. As da categoria C_2 , recebem o nome de Reservas Geológicas, cuja perspectiva indicaria ou não a conveniência da consecução dos trabalhos de prospecção geológica.

Ainda Kreiter (op. cit.), destaca que o grau de segurança ou autenticidade é a base da classificação adotada na URSS, sendo estabelecido um valor numérico do erro tolerável para cada categoria, admitindo-se para categoria A, um erro em torno de 15% a 20%; para a categoria B de 20% a 30%; para a categoria C_1 de 30% a 60% e para C_2 , de 60% a 90%.

A classificação de reservas e recursos aceita atualmente no mundo ocidental é a estabelecida pelo Bureau of Mines e Geological Survey dos EUA, onde se estriba fundamentalmente em termos econômicos e grau de segurança geológica.

A distinção entre reservas e recursos tem suscitado diversas polêmicas, notadamente no estabelecimento dos conceitos que permitem classificar os minerais nestas categorias, porquanto existem adaptações e modificações classificatórias locais face ao desenvolvimento mundial da mineração e do avanço tecnológico.

Cunha e Silva (1980) destaca que, o mais importante nas conceituações, acha-se relacionado com a avaliação do depósito mineral, através da definição de sua quantidade ou volume, teores e os bens minerais susceptíveis de serem recuperados. Saliencia ainda que, o conhecimento da tipologia é fundamental para uma avaliação mais segura, que, somados aos fatores econômicos que estão relacionados à tecnologia de extração mineral, localização geográfica, infra-estrutura, mercado, etc, conduzem a apreciação da viabilidade econômica dos depósitos, presente ou futura.

Serão a seguir apresentadas as conceituações básicas estabelecidas pelo Bureau of Mines dos EUA, parciais adaptações de nomenclatura propostas por Cunha e Silva (op. cit.), bem como o relacionamento dos termos adotados no Código de Mineração Brasileiro e as metodologias estimativas empregadas pelas empresas de mineração e geólogos que atuam neste mister para o minério scheelitífero estratiforme na região do Seridó e adjacências.

Como MINÉRIO é definido por um agregado de um ou mais minerais sólidos que podem ser possivelmente minerados, ou do qual um ou mais produtos minerais possam ser extraídos com lucro, as lentes, níveis ou "camadas" de calcissilicáticas com scheelita serão indistintamente chamadas de minério ("ore"), no caso de se pressupor uma possibilidade econômica de exploração, mesmo para garimpagem, considerando-se obvia

mente as evidências geológicas e o preço unitário do concentrado de scheelita.

O termo RECURSO é definido como sendo concentrações naturais de substâncias minerais na crosta terrestre, sejam elas sólidas, líquidas ou gasosas, cuja extração possa ser presentemente econômica ou com possibilidades de tornar a sêlo, ou seja, potencialmente possível em termos econômicos futuros.

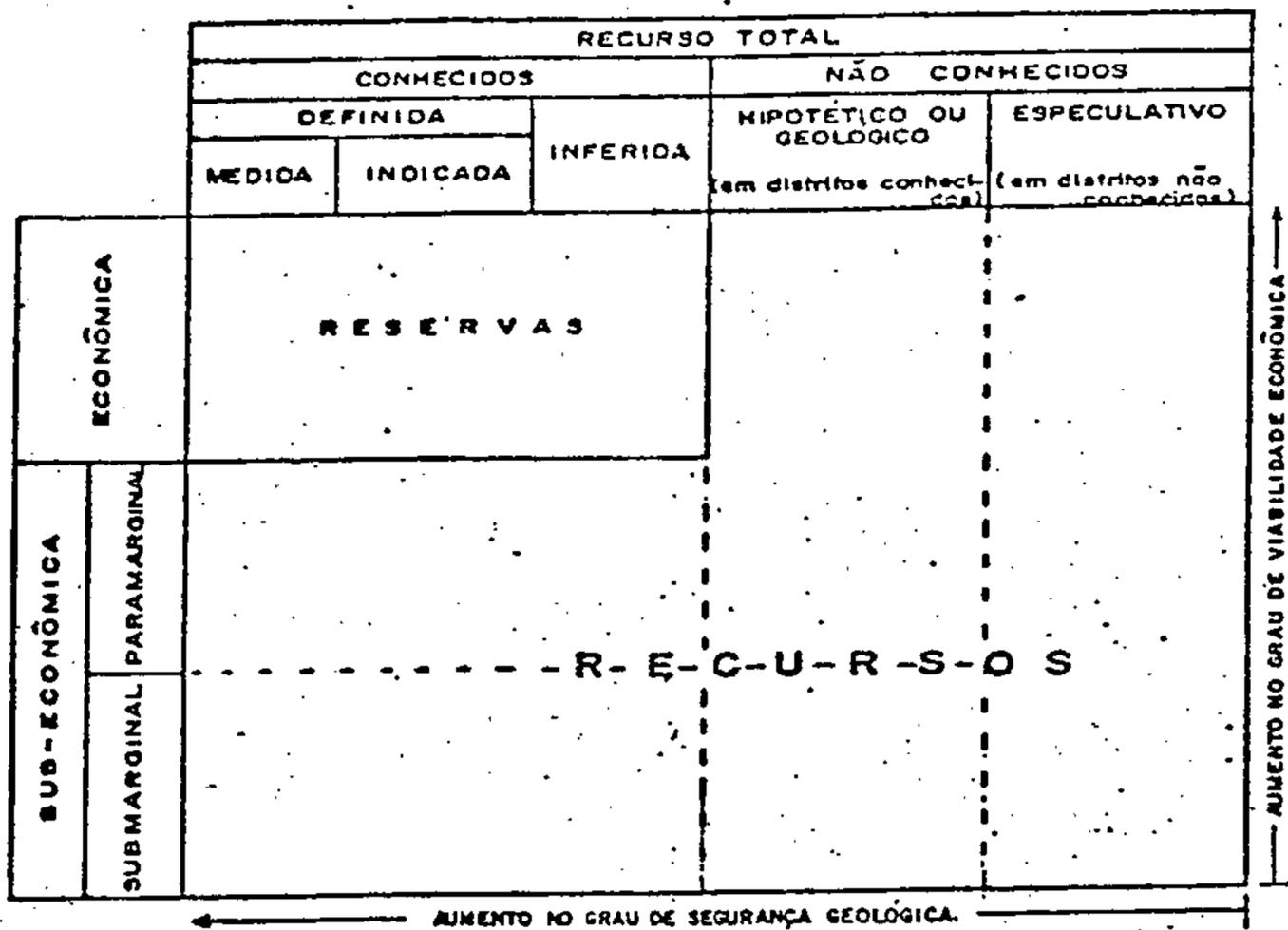
O termo Recurso Total inclui toda e qualquer concentração de substâncias minerais que tem valor presente ou futuro, compreendendo depósitos identificados ou conhecidos e aqueles ainda não identificados, mas que são presumíveis de existir com base nas evidências geológicas.

Os recursos minerais são então estimados e avaliados por uma sucessiva aproximação. Tal necessidade deriva-se dos constantes aportes de informações dos serviços executados em novos depósitos minerais, de novas técnicas exploratórias, de prospecção e pesquisa, além do crescente avanço tecnológico, seja pela carência de matéria prima a cada dia mais escassa com o incremento do consumo, provocando a extração mineral com teores mais baixos, seja pela eliminação de substâncias minerais que impossibilitam a comercialização do produto.

Os Recursos são então divididos em duas grandes categorias: Conhecidos ou Identificados e Não Conhecidos ou Não Descobertos.

Os Recursos Conhecidos são corpos específicos de substância útil, onde a localização, qualidade e quantidade são conhecidas e cuja avaliação foi baseada em evidências geológicas resultantes dos trabalhos de prospecção, tendo sido medidos parâmetros matemáticos referentes as categorias de mostradas, ou seja, subdivisões delimitando faixas de erros

QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO DAS RESERVAS E RECURSOS.



FONTE: PRINCIPLES OF THE MINERAL RESOURCE CLASSIFICATION SYSTEM OF THE U.S. BUREAU OF MINES AND U.S. GEOLOGICAL SURVEY. GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN 1450-A, 1976.

percentuais estimativos ou limites de confiabilidade geológica.

Os Recursos Não Conhecidos correspondem a avaliações ou estimativas de corpos não especificados de minerais supostos de existirem com base em amplos conhecimentos geológicos e teoria. São subdivididos em Recursos Hipotéticos e Recursos Especulativos.

A divisão das categorias de Recursos Conhecidos e Não Conhecidos, bem como as subdivisões que estas incluem são baseadas em critérios fundamentalmente geológicos, ou seja, no grau de segurança ou confiabilidade das estimativas, entre tanto, ao ser adicionada a componente Economicidade, faz-se necessário a inserção de novas divisões neste aspecto, que, combinadas ao fator da segurança geológica das estimativas, irão provocar distinções substanciais entre depósitos exploráveis ou não, surgindo então o conceito de RESERVA.

Assim, é definido como RESERVA, aquela porção dos Recursos Conhecidos do qual a substância mineral útil poderá ser econômica e legalmente extraída ao se concluir sua avaliação.

Tal conceituação determina que os recursos não conhecidos (hipotéticos e especulativos) não poderão ser considerados como reservas, bem como os recursos que por razões políticas, legais, geológicas, tecnológicas, geográficas, etc., não possam presentemente serem explorados.

Os RECURSOS são considerados Econômicos tornando-se portanto Reservas - quando os teores e quantidades, aliadas aos preceitos básicos de viabilidade econômica (infra-estrutura, localização geográfica, etc.) propiciam sua exploração, sendo então previsível lucro e ressarcimento das inversões de capital ou investimentos.

São considerados como Sub-Econômicos os Recursos, (e não Reservas), aqueles depósitos minerais cujos teores, os altos investimentos para construção da infra-estrutura (localização geográfica em áreas ínvias) empecilhos políticos, legais, tecnológicos, etc., não permitam ao tempo da avaliação, a sua exploração econômica, porém, pelo progresso tecnológico ou pela valorização econômica das matérias primas minerais, condições de transporte, energia, etc., poderão vir a ser explorados. Logo, os recursos sub-econômicos podem tornar-se reservas futuras a depender dos retro citados condicionantes que inviabilizaram sua presente exploração econômica.

As RESERVAS são sub-divididas em Medidas, Indicadas e Inferidas. O termo Reserva Demonstrada ou Definida corresponde a porção dos Recursos Conhecidos resultante da soma das Reservas Medidas e Indicadas.

Os termos medida, indicada e inferida, tanto é aplicável para Reservas econômicas como para Recursos Identificados Sub-Econômicos.

Recursos ou Reserva Medida

Representa a porção dos recursos minerais identificados cujas pesquisas desenvolvidas permitiram obter com segurança os três parâmetros básicos: comprimento, largura e profundidade, bem como uma avaliação acurada de teor médio, sendo admissível um erro não superior a 20%.

O estabelecimento do espaçamento de furos, galerias, etc., bem como a amostragem para avaliação do teor do minério considerado é função da tipologia do jazimento e comportamento dos "ore shoots".

No caso das calcissilicáticas com scheelita no Seridó, mais precisamente na mina Brejuí, Barboza et alii (1969)

assinala que o bloco de minério a ser medido deve se limitar em 3 lados por galerias e o limite do bloco não deve se estender por mais de 50 m da galeria mais próxima. O teor médio é obtido através de análise química quantitativa de WO_3 em amostras coletadas diariamente na correia alimentadora do engenho de beneficiamento. Pode também o teor ser obtido através de análises em amostragem de canal.

Maranhão (op. cit.) salienta que para obtenção de reservas medidas na mina Brejuí, a área de influência de cada furo foi estatisticamente calculada em 222 m^2 a um nível de probabilidade de 90%, citando Barboza (1975) que determinou que a malha de sondagens em Boca de Laje teria espaçamento de 78 m^2 , muito embora ao considerar áreas de influência de 200 m^2 para cálculo de reserva medida o erro máximo será de 20% a um nível de confiabilidade de 90%.

Como custo referente a execução de furos em uma malha de pequenas dimensões inviabiliza a obtenção de reservas medidas, Maranhão (op. cit.) assinala que o processo mais indicado consiste em determinar reservas inferidas graças a uma série de furos distribuídos em uma faixa estruturalmente favorável.

No caso deste trabalho, as reservas medidas que se são apresentadas resultam da coleta destas informações junto às publicações mais recentes do DNPM.

Ressaltamos que são apenas consideradas Reservas Medidas aquelas com viabilidade econômica presente, em caso contrário, mesmo com minério bloqueado mas sub-econômico, serão considerados Recursos Medidos (identificado sub-econômico).

Recurso ou Reserva Indicada

Constitui uma porção dos Recursos identificados cu

jos trabalhos de pesquisa permitiram obter dois parâmetros básicos: comprimento e largura (duas faces) sendo o outro estimado com evidências geológicas. A avaliação do bloco de minério enfocado junto com a obtenção do teor médio através de amostragem, estão sujeitos a um índice de erro compreendido entre 20% e 30%.

A semelhança do exposto para reservas medidas, o estabelecimento da malha de furos, galerias, shafts, etc., é função da tipologia e comportamento dos "ore shoots" do depósito.

Em Brejuí, Barboza (op. cit.) destaca que o bloco de minério considerado é limitado em dois lados por galerias: ou ainda se atingida por 3 ou mais furos de sonda com espaçamento máximo de 100 m; ou um bloco de minério limitado de um lado por uma galeria e tendo sido atravessado pelo menos por dois furos de sonda, afastados no máximo de 100 m da galeria. Salienta que nas reservas desta categoria os blocos de minério estão adjacentes aos blocos das reservas medidas.

As Reservas Indicadas expostas neste relatório, são aquelas fornecidas por publicações atualizadas do DNPM.

São consideradas como Reservas Indicadas, aquelas com viabilidade econômica presente, caso contrário, por qualquer outra razão que inviabilize sua exploração atual é considerada Recurso Indicado (identificado sub-econômico).

Recurso ou Reserva Inferida

Representa uma parcela dos Recursos Conhecidos Identificados, cujas pesquisas realizadas foram de pequena monta, que em função de estimativa de dois dos parâmetros básicos, das evidências geológicas e avaliação aproximada do teor, permitiram uma quantificação com elevado índice de erro, que ado

tamos como situado entre 30% a 60%.

Assim, para estas Reservas ou Recursos as quantidades estimadas são baseadas em amplos conhecimentos das características geológicas do depósito e para o qual são poucas as medidas e amostragem. Tais estimativas são então baseadas em uma suposta continuidade ou repetição, desde que haja evidências geológicas para tal. Estas evidências podem incluir comparações com depósitos de tipologia semelhante notadamente aqueles situados em um mesmo "trend" scheelitífero.

Os corpos que são completamente ocultos podem ser incluídos se há evidência geológica de sua presença. As estimativas das Reservas ou Recursos Inferidos devem sempre incluir a demonstração de limites específicos dentro do qual o bloco de minério pode ocorrer.

Barboza (op. cit.) assinala que o bloco de minério inferido na mina Brejuí é calculado com base em dados de um ou mais furos de sonda, afastados por mais de 100 m.

Assinala ainda que tal estimativa pode ser realizada em um bloco de minério localizado em regiões onde as inferências geológicas revelem possibilidades da sua existência.

Em termos de confiabilidade dos cálculos de erros percentuais, a estimativa de Reserva Inferida utilizando-se algumas inferências geológicas e escassos dados de superfície e subsuperfície, o erro estimativo em alguns casos poderia facilmente ultrapassar a faixa dos 60%, o que recairia em uma outra classe conceitual, passando de Reserva para Recursos.

Assim, preferimos registrar como Reservas Inferidas apenas aquelas estimadas em trabalhos localizados de pesquisa mineral de detalhe, geralmente em blocos de minérios anexos às Reservas Medidas e Indicadas, cujos valores numéricos já foram publicados pelo DNPM.

Os Recursos Identificados Sub-Econômicos são aqueles depósitos minerais que poderão se tornar econômicos (Reservas) como resultado de mudanças nas condições econômicas ou legais. São subdivididos, em termos econômicos, como Recursos Paramarginais e Submarginais.

O Recurso Paramarginal é definido como a porção dos Recursos Sub-econômicos que margeia uma efetiva produção econômica, ou não é comercialmente viável por circunstâncias políticas ou legais.

Exp. 1: Depósitos com quantidades ou volumes de minério medidos, indicados ou inferidos localizados em um país onde esteja havendo convulsão política ou social, guerra civil, etc.

Exp. 2: Depósitos com teores abaixo do limite explorável, impossibilitando no quadro econômico atual o seu aproveitamento, podendo-se incluir o "tailling" (rejeito) devidamente medido das minerações. Caso a scheelita sofra uma alta de preço, vários depósitos de baixo teor inclusive os rejeitos, poderão tornar-se econômicos e os Recursos Medidos passariam à categoria de Reservas.

O Recurso Submarginal é uma parte dos Recursos Sub-econômicos, cujos teores ou substâncias minerais presentes só possibilitem seu aproveitamento com o avanço da tecnologia, ou seja, requereriam um alto preço de exploração (maior que 1,5 vezes o preço do custo de produção atual) ou só com o avanço da tecnologia poderia possibilitar uma redução dos custos.

Recursos Hipotéticos

Correspondem a uma porção dos Recursos Não Conhecidos ou Não Descobertos que poderiam ser naturalmente esperados de existir em um distrito mineiro sob certas condições ge

ológicas. A exploração poderia confirmar sua existência e revelar quantidade e qualidade que permitiriam sua reclassificação como Recurso Identificado Sub-Econômico ou como Reserva.

Este tipo de Recurso é estimado com base nos modelos geológicos de distritos mineiros. Confunde-se esta definição com as Reservas Geológicas de Kreiter (op. cit.), imprópriamente chamadas de Reservas, porquanto são de fato Recursos. (Em termos do mundo ocidental).

No âmbito do presente trabalho estão assinaladas estimativas dos Recursos Hipotéticos, que, por analogia podem ser denominados de Recursos Geológicos, não só em determinadas faixas das áreas mapeadas na escala 1:25.000, onde os modelos geológicos apresentados inclusive em cortes ou seções geológicas esquemáticas, junto a um "trend" scheelitífero bem conhecido, como também nas faixas marginais do minério aflorante, onde existam dados que permitam sua estimativa ou avaliação. O índice de erro para tal avaliação cremos atingir valores na faixa de 60% a 90%.

Exp.: Na área de Currais Novos, com base no modelo estratigráfico da área, com os dados geológicos de superfície, somados aos dados de furos (executado inclusive pelo Projeto Scheelita do Seridó), pressupõe-se com estas evidências, que as minas Brejuí, Barra Verde e Boca de Laje situam-se estruturalmente em um flanco invertido de uma grande dobra invertida de superfície axial suave, e como continuação daquelas atualmente mineradas, as camadas de calcissilicáticas e carbonatadas existiriam sob os xistos Seridó e iriam aflorar a leste, na braquianticlinal de Serrinha. Tal modelo ou hipótese de trabalho permite a estimativa de um suposto corpo de minério não aflorante, sendo assim um Recurso Hipotético ou Geológico.

Em vista do exposto, mesmo que já tenha sido anteri

ormente adotada para a estimativa das Reservas Inferidas um determinado conjunto de dados e inferências, geológicas, os incluimos para a estimativa dos Recursos Geológicos onde se faz a necessária observação em superfície da existência fatural do minério, ou seja, a mensuração das dimensões de uma só face do bloco. O teor médio é inferido com base em "mineralight" e poucas análises, e o comportamento da mineralização e tipologia do depósito é visualizado pela observação direta no local, através de banquetas, ou galerias e comparações com depósitos idênticos situados no mesmo "trend".

Com a observação de subsuperfície nem sempre foi possível em cada ocorrência, bem como a mensuração individual correta dos dados de profundidade ou extensão em subsuperfície, são então inferidos os recursos com base em correlações com depósitos próximos ou no mesmo "trend" com dados de galeria, ou ainda da constatação da ocorrência do minério através de furo de sonda nas cercanias ou no mesmo contexto estrutural da mineralização.

Assim, a profundidade do corpo de minério, via de regra, será então estimada com base na conjugação das seguintes evidências geológicas:

- 1 - Dados de sondagem no local, próximo ou no mesmo contexto estrutural.
- 2 - Dados de galeria em depósitos próximos ou no mesmo local.
- 3 - Profundidade compatível com o modelo geológico-estrutural local e regional.

Com as faixas mineralizadas apresentam sempre banquetes ou galerias de pequena profundidade de antigos garimpos, ou há no mesmo "trend", mina ou garimpo em atividade, é quase sempre observável o comportamento dos "ore shoots", in

clusive a visualização das dobras secundárias de forte mergulho do plano axial ou até mesmo a ausência destas, que irão portanto possibilitar uma prognose da explorabilidade em termos econômicos do minério em foco, quer seja para garimpo ou para empresas de mineração.

O conjunto global de observações geológicas permite sem dúvida, a estimativa ou prognose de áreas favoráveis de serem exploradas apenas por garimpo ou aquelas de maior potencial mineral, que se destinariam à empresas de mineração (para realização de pesquisas de detalhe) com base nos cálculos dos Recursos assim estimados.

Recursos Especulativos

Constitui uma parcela dos Recursos Não Conhecidos que poderiam ocorrer em tipologias de depósitos conhecidos em um setor geológico favorável, que ainda não tivessem sido descobertos. Pode ser também previsível de existir em tipologias de depósitos que restam ainda ser conhecidos.

Correspondem assim, a uma avaliação do potencial mineral de uma área onde o minério é desconhecido, prognosticando segundo analogias feitas com depósitos conhecidos, sendo presumíveis de existirem na área avaliada.

Esta categoria de Recurso não será estimada ou avaliada no presente trabalho.

Cunha e Silva (op. cit.) denomina de Reserva Geológica Econômica o somatório das Reservas Medidas, Indicadas, Inferidas e Estimadas. Denomina ainda de Reservas Geológicas Sub-Econômicas o somatório dos Recursos Hipotéticos e Especulativos.

Como em termos econômicos e uma vez adotada a classificação do Bureau of Mines dos EUA, as Reservas Geológicas

Sub-Econômicas seriam em verdade Recursos. Assim, adotamos o termo Recurso Geológico como sinônimo de Recurso Hipotético, no mesmo sentido de Kreiter (op. cit.) e em sintonia com a classificação do Bureau of Mines dos EUA.

Sumarizando, serão indicados os seguintes tipos de Recursos:

1 - Reserva Medida, Indicada e Inferida

Os dados ora apresentados serão àqueles registrados e publicados pelo DNPM.

2 - Recursos Hipotéticos ou Geológicos

A estimativa desta classe é assinalada nas faixas marginais às calcissilicáticas aflorantes.

Para obtenção numérica desta estimativa foram utilizados pelo Projeto Scheelita do Seridó os parâmetros obtidos diretamente no campo, (dados de furos estratigráficos, galerias, etc.) e inferências geológicas alicerçadas no modelo geológico-estrutural da área. Em outras palavras, foram baseados naqueles parâmetros citados para obtenção de Recursos e Reservas Inferidas retro citadas e já utilizados anteriormente na área.

É justificável o uso do termo Recurso Geológico, em razão da confiabilidade do erro estimativo, porquanto são relativamente escassos os dados do comportamento dos "ore shoots" ao longo de toda área. Assim, com a adoção deste termo, utilizando-se todos os dados geológicos de campo obtidos, incluindo os de subsuperfície, tem-se aumentado a confiabilidade da estimativa, visto que foram considerados alguns parâmetros de Recursos Conhecidos.

Caso fosse utilizado o termo Recurso ou Reserva Inferida, portanto, com um índice de erro de 30% a 60%, certa

mente em vários casos este valor percentual seria fatalmente ultrapassado, pelo desconhecimento local da forma e dimensões do "ore shoot", que sem dúvida afigura-se em termos de sub-superfície a um Recurso Não Conhecido.

Assim, em razão de melhor rigor técnico, mesmo tendo-se uma face aflorante do minério e incluindo-se dados esparsos em um mesmo "trend" do seu comportamento em profundidade, serão aqui considerados em conjunto, como Recurso Geológico, situando-se certamente com uma margem de erro entre os valores prefixados de 60% a 90%.

3.3 - Reservas

As reservas brasileiras de tungstênio estão localizadas nos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, detendo o primeiro mais de 90% das Reservas Reconhecidas pelo DNPM. Tais reservas oficiais se distribuem segundo o quadro abaixo:

Reservas de tungstênio em 1977

MUNICÍPIO	QUANTIDADE (1.000 t)				
	M E D I D A			INDICADA	INFERIDA
	Minério	W contido	Teor % WO ₃		
Acarí	41	-	0,5		54
Currais Novos	910	4	0,4-0,7	775	3.154
Jucurutu	6	-	0,7	2	8
Lajes	54	1	0,5-1,9	48	254
Santana dos Matos	19	-	0,4	7	8
Santana do Seridó	20	-	0,35	20	139
TOTAL	1.050	5	-	885	3.619

FONTE: Anuário Mineral Brasileiro, 1978 (DNPM-DEM).

Note-se que cerca de 90% destas reservas são oriundas do município de Currais Novos-RN e fazem parte de um único jazimento, onde se localizam as minas Brejuí, Barra Verde e Boca de Lajes. A reserva global reconhecida pelo DNPM corresponde a 5.552.000 t de minério. Admitindo-se que os teores em WO_3 sejam equivalentes àqueles determinados para as reservas medidas, o montante das reservas é equivalente a 19.442 t de tungstênio contido, tomando-se 0,893 como fator de conversão.

3.4 - Recursos

Em 1963, como resultado dos estudos geológicos realizados pela SUDENE juntamente com uma Missão Geológica Francesa, Pierre L. Roy estimou uma "reserva inferida" scheelitífera (recurso geológico em nossa concepção) na Paraíba e Rio Grande do Norte, de 17.870.000 t de minério com 0,69% WO_3 e 2.566.000 t de rejeitos e desaterros com 0,3% WO_3 .

Barboza (1972), compilando as ocorrências scheelitíferas do Rio Grande do Norte e Paraíba, que naquele ano somavam cerca de 300, selecionou um grupo de 85 incluindo as mais importantes e as que continham informações mais detalhadas. Desta triagem resultou uma "reserva inferida" (recurso geológico) estimada em 9,2 milhões de toneladas de minério, com um teor médio de 0,8% WO_3 , correspondendo a 58.990 t de tungstênio contido, ou 44.360 t de metal, descontadas as perdas resultantes da mineração e concentração do minério.

Estima-se que nas duas minas vizinhas Brejuí e Barra Verde, as mais antigas e de maior produção, existem cerca de 3 milhões de toneladas de rejeitos (tailling) do beneficiamento do minério com um teor médio de 0,15% WO_3 . Tais rejeitos podem ser considerados como recurso conhecido sub-econômico

QUADRO GERAL DOS RECURSOS GEOLÓGICOS
DOS PRINCIPAIS "TRENDS" SCHEELITÍFEROS

E S P E C I F I C A Ç Ã O	RECURSO GEOLÓGICO (t)	W. CONTI DO* (t)
Malhada Limpa - Timbauba	4.200.000	15.940
Faixa de Bonfim	307.230	1.486
Faixa de São Sebastião	861.000	2.048
Faixa de Bonito	2.323.500	14.740
Faixa de Quixerê	180.000	518
Faixa de Sítio - Redinha	4.335.000	11.622
Saco dos Veados - Cabeço do Vermelho	10.179.000	31.929
Catirino - Riachão - Bodô - Cafuca - Galo	29.872.500	79.618
Chupador - Trapiã - Caçador - Feiticeiro	6.125.000	9.713
Barra Azul - Poço dos Cavalos - Casinhas	1.063.500	1.200
Malhada do Angico - Caieira	10.537.000	20.870
Área de Quixaba	1.279.000	9.351
Faixa de Água Fria	2.212.500	3.508
Bonsucesso - Pau D'Arco	360.000	856
Trindade	90.000	142
Floresta	45.000	107
Palestina - Ponta da Serra - Amarante I	432.000	3.425
Barra da Carabeira	67.200	70
Saco de S. Antonio - Areia da Cobra	96.000	304
Lagoa das Pedras - Salgadinho	190.800	1.135
Faixa a Leste de Sta. Luzia	3.258.900	3.895
Matinha - Gupiara - Oiticica	158.400	741
Serrote Redondo	302.325	835
Caldeirão - Papagaio	9.000	35
Queiróz - Sulista	9.000	50
Maturi ou Cangaira	180.000	285
Anticlinal de Bonfim	3.600.000	2.855
Serra do João do Vale	123.600	2.046
Velame - Açude Novo	1.200.000	1.307
Arapuã - Balanço - S. Bento	1.063.500	1.784
Encantado - S. Geraldo - Suécia	3.645.000	11.561
Serra das Flexas	180.000	713
Mina Diniz	2.880	18
Morada Nova - Pau Leite	259.480	228
Santa Clara - Retiro	7.285.500	1.570
Maria Paes	480.000	761
Passagem Limpa - Várzea da EMA	54.000	251
Logradouro - Quixabã - Carã	60.000	1.189
NE Zangarelhas - Brejuí - Balaio	46.700.000	118.396
SOMA TOTAL	143.327.815	357.102

* - Fator de conversão para W contido: 0,793.

Fonte: Lima, E. de A. M. et alli - Projeto Scheelita do Seridó

co tipo sub-marginal, segundo a classificação adotada pelo USGS e USEM. Trata-se de um recurso que requer uma elevação considerável nos preços do produto ou de um avanço tecnológico que torne viável sua recuperação.

Os trabalhos procedidos pela CPRM através do Projeto Scheelita do Seridó, permitiram mais que duplicar o número de ocorrências de scheelita anteriormente conhecidas. Foram estudadas e catalogadas 677 ocorrências de scheelita, sendo 366 no Rio Grande do Norte e 311 na Paraíba.

O quadro anexo apresenta os recursos geológicos de tungstênio de depósitos ou faixas mineralizadas (incluindo vários depósitos), do tipo estratiforme e "stratabound", os quais totalizam 143.327.815 t de minério, equivalentes a 357.102 t de tungstênio contido.

Os recursos geológicos das ocorrências de scheelita do tipo filoniana somam 1.525.136 t de minério, equivalentes a 4.701 t de W contido.

Os recursos geológicos do tungstênio da região do Seridó avultam em 144.852.951 t de minério, equivalentes a 361.803 t de W contido. Vale destacar que estes quantitativos se referem a apenas 216 depósitos de scheelita, os quais correspondem a 32% do número total de depósitos catalogados ou seja, 677. Para esta estimativa global não foram adicionadas as reservas aprovadas pelo DNPM em virtude de maior parte das mesmas já estarem englobadas nos recursos calculados.

4 - Produção Mundial

Os minerais-minério de tungstênio são produzidos em vários países, mas os maiores produtores mundiais são as nações comunistas, vindo em primeiro lugar a China e em segun-

do a Rússia. A Coreia do Norte é outro grande produtor de bloco oriental e no bloco ocidental, destacam-se os Estados Unidos, ocupando terceiro lugar na participação mundial, a Coreia do Sul, Tailândia, Bolívia, Canadá, Austrália, Portugal, Brasil, Peru e outros.

Em 1974 o Brasil ocupou o 11º lugar na produção mundial de tungstênio.

A oferta mundial de concentrados de tungstênio tem variado muito desde o início do século, tendo apresentado picos de elevada produção durante o período das grandes guerras. Durante a primeira conflagração mundial a produção pulou de 8.000 t para 30.000 t no final do conflito (1918). Na segunda guerra mundial a produção atingiu um máximo de 60.000 t. Na guerra da Coreia houve outro pico, alcançando 75.000 t em 1955.

Atualmente a produção mundial se situa numa faixa de 65.000 à 70.000 toneladas de concentrados anuais.

Estima-se que mais de 60% dos recursos mundiais de tungstênio se encontram na China. A produção da Rússia é insuficiente para abastecer o seu mercado interno e os Estados Unidos necessita importar cerca de 50% do seu consumo.

A projeção estimativa do consumo mundial de tungstênio prevê uma taxa de crescimento médio de 4,1% ao ano o que corresponderá a uma demanda de 106.000 toneladas de metal contido no ano 2.000. As reservas disponíveis estimadas em 2 milhões de toneladas de metal contido são consideradas suficiente para atender a demanda mundial até o final do século.

5 - Produção Brasileira

O Nordeste é o maior produtor nacional de scheelita

que através dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, contribui com a quase totalidade da produção brasileira de minério de tungstênio. Mais de 90% da produção atual procede do Rio Grande do Norte.

A produção brasileira de Wolframita é desprezível, sendo oriunda nos Estados do sul do país e mais recentemente do Mato Grosso. Os municípios de Encruzilhada do Sul-RS, Nova Trento-SC e Jundiáí-SP tem produzido pequenas quantidades da quele mineral. No Nordeste é conhecida apenas uma ocorrência de ferberita no município de Pedro Avelino-RN.

A produção de scheelita no Brasil teve seu início em 1942 nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte face ao interesse do governo americano para suprimento do seu parque industrial, visando atender o acréscimo da demanda pelo advento da segunda Guerra Mundial. Com auxílio de técnicos brasileiros e americanos, em 1943 a scheelita era produzida por métodos rudimentares em mais de 60 localidades e novas descobertas surgiam a cada mês.

O histórico da produção brasileira de scheelita e wolframita ao longo de 36 anos, ou seja, de 1943 a 1978, é sempre crescente em termos de metal contido. Durante esse período, a chamada Província Scheelitífera do Nordeste acusou uma produção total de 50.890 t de concentrados de scheelita com teor de 72 - 76% WO_3 , equivalentes a 29.300 t de tungstênio contido.

As variações na produção de scheelita no país decorre da dependência dos preços internacionais do produto os quais são muito oscilantes.

Como até bem pouco tempo mais de 80% na produção do méstica era exportada, nos períodos de alta cotação do concentrado ocorrida uma corrida aos garimpos e as minerações produ

ziam a plena carga. Ao contrário, quando a cotação era baixa os garimpos eram abandonados e as empresas reduziam a produção.

De 1972 a 1978 a produção de scheelita variou de 1.700 t a 2.000 t de concentrados e desde 1943 nunca ultrapassou 2.400 t, em que pese o incremento considerável da demanda interna registrada nos últimos anos.

A produção brasileira de concentrado de scheelita no período de 1966 a 1979 está limitada ao RGN onde se verifica que a maior parte procede de três minas, Brejuí, Barra Verde e Boca de Lajes, todas pertencentes a um único jazimento, separadas apenas por limites legais das concessões das empresas.

A produção dessas minas representou 79% do total obtido em 1978.

A mina Brejuí pertence a mineração Tomaz Salustino S/A, a mina Barra Verde é operada pela mineração Acauan, do grupo Brasimet e a mina Boca de Lajes é lavrada pela Tungstênio do Brasil Minérios e Metais LTDA, subsidiária da Union Carbide Corp. (Norte Americana).

A mina Brejuí detém a maior produção acumulada desde a sua descoberta, mas a Barra Verde desponta no primeiro lugar na produção de scheelita nos últimos cinco anos. A mina Boca de Lajes teve início operacional em 1977 e no momento concluiu os trabalhos de abertura de um segundo "shaft" com a finalidade de ampliar sua produção.

O restante da produção é devida a diversos garimpos e a cinco pequenas minas: Malhada dos Angicos, Bonfim, Cafuca, Bonito e Quixaba. A primeira no município de Santana do Seridó RN, é trabalhada pela mineração Seridó Ltda, sob o controle da empresa pernambucana de engenharia denominada ASTEF.

A mina Bonfim localizada no município de Lajes-RN, da mineração Potyra S/A, faz parte do grupo Tomaz Salustino; esta mina foi paralizada em 1977 por exaustão de reservas à vista e atualmente encontra-se na fase final dos trabalhos de reavaliação, devendo retornar brevemente ao seu funcionamento para lavar a nova reserva bloqueada. As minas Bonito e Quixaba, a primeira no município de Jucurutu-RN e a segunda no de Santa Luzia - PB, são operadas pela mineração Sertaneja S/A; e a mina Cafuca também era explorada por aquela empresa, mas encerrou suas atividades em 1979, aparentemente pelo elevado custo de extração face a profundidade da frente de lavra, combinado com a cotação relativamente baixa do concentrado.

A produção de scheelita de garimpos vem diminuindo a cada ano face aos preços pouco atraentes, pela proibição para a compra de explosivos, pela preferência à busca da tantalita que está oferecendo rendimento mais compensador, e falta de assistência técnica, financeira e social.

A grande produção de garimpo registra nos anos de 1970 e 1971 se devem a descoberta da rica jazida de Bonfim e a reativação de numerosos garimpos abandonados, provocados pela alta nos preços do produto.

Em 1979 a produção de concentrado de scheelita se elevou a 1936 t com a seguinte distribuição:

Mina Barra Verde	630 t
Mina Brejuí	537 t
Mina Boca de Lajes	419 t
Pequenas minas	200 t (e)
Garimpos	150 t (e)
(e) - estimativa	1936 t

O quadro atual da mineração de scheelita não ofere

ce boas perspectivas de ampliação substancial da produção, pelo menos a curto prazo. Pelo contrário, nota-se um declínio na produção e espera-se dentro de dois anos um decréscimo acentuado em virtude da presumível exaustão das reservas da mina Barra Verde, a maior produtora de scheelita do país. A antiga mina de Quixaba foi reaberta, mas sua produção presente é de apenas 10 t de concentrados mensais. A mina Saco dos Veados em Currais Novos-RN, é também do grupo Salustino, iniciará este final de ano (1980) sua produção, mas em termos modertos. A mina Bodó, ora em fase de reavaliação das reservas, tem apresentado resultados animadores, mas não estará em condições de beneficiar em escala industrial antes de cinco anos.

6 - Consumo Nacional

O consumo aparente de concentrado de minérios de tungstênio vem crescendo a uma taxa média anual de 39%, saltando de 92 t em 1971 para 1398 t em 1979.

Damm & Ornelas (1977) estudando o consumo aparente em termos de toneladas de tungstênio contido no período de 1971 a 1976 estimou a projeção da demanda de tungstênio de 1977 a 1980 em 22,7% ao ano, obtendo os seguintes quantitativos:

Consumo aparente	1977	1978	1979	1980
em t de <u>W</u> <u>contido</u>	703	863	<u>1058</u>	<u>1300</u>

Para esse crescimento de consumo interno, baseado na capacidade de produção projetada das indústrias, verifica-se que em 1980 a produção doméstica de concentrado de scheelita será insuficiente para o atendimento do mercado, pois para suprir as necessidades do país naquele ano serão necessários 2.259 t de concentrados.

As principais indústrias consumidoras de tungstênio no Brasil são: Termoligas Metalúrgica S/A, Aços Villares S/A, Fagersta Vulcanus S/A e Brassinter S/A ind. e Com. A primeira está situada no centro industrial de Aratu, na Bahia e as demais no Estado de São Paulo. Existem três outras empresas de menor porte que também consomem scheelita: Prometal - Produtos Metalúrgicos S/A em São Paulo, Wolfran Ind. e Com. de Metais Ltda, em Igarassu-PE, e a Eletro-Metalúrgica S/A localizada em Minas Gerais.

Segundo Damm & Ornelas (op. cit.) o consumo nacional de tungstênio por produto em 1975 obedeceu a seguinte distribuição: Metal duro 52,6%, ferro-tungstênio e ferro-silício-tungstênio 34,1%, tungstênio metálico 5,1%, ligas não ferrosas 5,8% e outros 2,4%.

A maior parte da produção mineral de metal duro, com uma participação da ordem de 80%, provém das empresas Brassinter, Sandvik e Fagersta Vulcanus. Além dessas, a Valenite, Ausbrand e Cervin também fabricam aquele produto. Essas seis indústrias se localizam em São Paulo e possuem unidades de sinterização, porém apenas a Brassinter e Sandvik fabricam o tungstênio e o carboneto a partir da scheelita; as demais obtêm o metal duro diretamente do carboneto em pó.

Quatro empresas consomem concentrados de scheelita para a fabricação de ferro-tungstênio: a termoligas, responsável pela maior parte da produção, a Metalur, Prometal e Alu-mex, essas três últimas instaladas em São Paulo.

Os filamentos de lâmpadas são produzidos pelas indústrias elétricas e outras, a partir do tungstênio metálico, tais como a S.A. Philips do Brasil-SP, Osram - SP, General Electric-RO, S.A. Eletrônica - SP, Brassinter - SP e Bragussa Produtos Metalúrgicos Ltda. Algumas dessas empresas também fabricam

contatos elétricos para platinados, buzinas e eletrodos. As duas últimas firmas também produzem ligas de prata-tungstênio, cobre-tungstênio e outras, largamente usadas em chaves elétricas, contatos para disjuntores e fusíveis automáticos.

7 - Exportação

Até 1977 o tungstênio ocupou o terceiro lugar na pauta das exportações de bens minerais metálicos do Brasil, sendo superado apenas pelo ferro e o manganês. Naquele último ano foram exportados 1.3141 t de concentrados de scheelita no valor de 15,027 milhões de dólares e 12 t de wolframita no valor de 133 mil dólares.

De 1966 a 1979 o país exportou um total de 16.000 t de concentrados de scheelita verificando-se uma evolução dessas exportações juntamente com a produção.

Em 1979 as vendas para o mercado estrangeiro totalizaram apenas 583 toneladas de concentrados de scheelita no valor de 5,502 milhões de dólares.

Os principais importadores são países da Europa entre os quais se destacam a Suécia, Países Baixos, Alemanha Ocidental, Bélgica e a França; uma pequena parte importada pelos Estados Unidos.

De 1966 a 1975 o Brasil produziu 16.092 t de concentrados de scheelita e exportou 12.639 t, correspondentes a 78,5% do total produzido. Em 1971 a proporção destinada ao mercado externo se elevou a um máximo de 98% da produção. Naquele período o consumo aparente foi de 3.453 t ou 21,5% da produção nacional. Mas nos quatro últimos anos (76-79) as exportações de concentrados de scheelita têm experimentado visível declínio em decorrência do considerável acréscimo na de

manda interna, aliado ao gradativo decréscimo da produção. Na Na quele intervalo foram produzidos 7.687 t de concentrados e ex portados 3.962 t, correspondendo a 51,5% da produção. O con sumo aparente de 76 a 79 se elevou a 3.725 t de concentrados, equivalentes a 48,5% do total produzido. Nesse período as co tas destinadas ao mercado externo foram respectivamente de 61%, 65%, 53% e 27%.

As exportações de tungstênio sob diversas formas em toneladas de metal contido e respectivos valores em dóla res assim evoluíram no período de 1972 a 1978:

A N O	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Quantidade (t de W contido)							
Cons. de minério	992	790	810	815	607	794	588
Prod. metalúrgicos	54	39	62	45	47	82	247
Valor (1000US\$FOB)							
Cons. de minério	5483	4466	7497	9371	7584	15161	10357
Prod. metalúrgicos	2305	2821	3552	5886	3304	5740	8026
TOTAL	7788	7285	11050	15257	10888	20901	18383

FONTE: DNPM - Div. Econ. Mineral

As exportações de produtos metalúrgicos a base de tungstênio encontra-se em franca expansão. Tais produtos com preendem carbonato de tungstênio, ferro-tungstênio, tungstênio em bruto, sucatas, e semi-acabados sob a forma de barras, vios, filamentos, fitas, etc.

Apenas cinco empresas são responsáveis pela quase totalidade das exportações de concentrados de scheelita: A mi neração Acapan Ind. e Com. S/A, Mineração Tomaz Salustino S/A

e Tungstênio do Brasil Minérios e Metais Ltda., Mineração Sertaneja S/A e Alonso Bezerra Com e Ind. S/A, todas essas empresas estão sediadas no Rio Grande do Norte, com exceção da Mineração Sertaneja que tem sede em Recife-PE. Todas produzem scheelita das suas próprias minas, mas a Alonso Bezerra apenas compra o produto principalmente dos garimpeiros.

8 - Importação

O Brasil importa produtos semi-manufaturados e acabados de tungstênio sob a forma de barras, fios filamentos e compostos químicos diversos. Esporadicamente são realizadas compras de pequenos lotes de concentrado de wolframita.

Os quantitativos e respectivos valores em dólares das importações de produtos metalúrgicos de tungstênio no período de 1972 a 1978 são apresentados a seguir:

Ano	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
quantidade em t de metal contido	99	103	163	90	87	84	80
valor (1000US\$ CIF)	2.573	4.276	7.472	5.010	6.638	8.865	10.783

Fonte: Div. Econ. Mineral - DNPM

Observa-se uma diminuição gradativa das quantidades importadas a partir de 1975, mas os dispêndios em dólares evoluíram em escala crescente. A redução nos produtos importados se deve principalmente ao crescimento da produção doméstica de ferro-tungstênio.

O principal item na pauta de importações se refere aos semi-acabados sob a forma de barras, fitas, fios e filamentos, vindo logo a seguir os compostos químicos onde se destaca o carboneto de tungstênio que incide com mais de 90% do

valor desse ítem.

O balanço comercial do país de produtos industrializados de tungstênio é fortemente deficitário e para reverter esta situação faz-se mister aumentar a produção interna de metal duro e carboneto de tungstênio.

9 - Preços

Os minérios de tungstênio são comercializados sob a forma de concentrados e o valor destes é expresso em termos de WO_3 contido, e geralmente variam de 65 - 76% WO_3 . As unidades de peso usadas no mercado internacional são tonelada curta, tonelada longa e métrica. Uma unidade de tonelada de concentrado equivale a 1% da tonelada curta, longa ou métrica. No mercado americano a cotação é dada em dólares por unidade de tonelada curta, ou 20 libras de WO_3 , equivalentes a 9,07 kg de WO_3 . No mercado de Londres se usa libras esterlinas por mtu-unidade de tonelada métrica, correspondente a 10 kg de WO_3 . A cotação em termos de ltu-unidade de tonelada longa está em desuso, e corresponde a 10,1 km de WO_3 (22,4 libras).

As cotações internacionais dos concentrados de tungstênio são publicadas pelos periódicos "Metal Bulletin" de Londres e "Engineering and Mining Journal" e "Metal Week" ambos editados em Nova York. Tais cotações são baseadas nas principais negociações e o "Metal Bulletin" estabelece preços um mínimo e um máximo.

Existem dois tipos de preços no mercado americano, o externo e o interno. O primeiro se refere a compras no exterior e o segundo corresponde a vendas para o mercado interno do "stockpile" que é administrado pelo Governo dos Estados

Unidos.

Usualmente os compradores estipulam o pagamento de prêmio quando o teor em WO_3 do concentrado está acima de um determinado valor (65 - 70% WO_3) e penalidade quando o referido teor está abaixo do previsto. Em alguns contratos são atribuídas multas quando os teores das impurezas excedem certos limites determinados.

Com referência a série histórica dos preços dos concentrados de tungstênio no mercado internacional, no período de 1955 à 1979, existem grandes oscilações nos preços e as razões mais comuns apontadas para essas variações compreendem o advento de guerras, retração ou abertura da oferta da China e Rússia, especulação dos grandes compradores internacionais e aumento ou diminuição de estoques estratégicos, principalmente por parte dos Estados Unidos.

Durante esses 25 anos os preços evoluíram de um mínimo de 9 dólares por mtu de WO_3 contido em 1958, 62 e 63, a um máximo de 186 dólares/mtu em 1977, um recorde em toda história da comercialização mundial dos concentrados de tungstênio.

Nota-se que a cada alta sucede um intervalo de baixas cotações e já ocorreram cinco grandes depressões nos preços ao longo desse último quarto de século; a primeira em 1958, a segunda em 62 - 63, a terceira em 72 a quarta em 75 e a quinta em 78. Portanto, aproximadamente a cada intervalo de quatro anos advém uma depleção nos preços, seguindo-se a uma recuperação do mercado.

A distribuição dos preços ao longo dos 25 anos considerados pode ser dividida em quatro patamares médios: o primeiro de 15 dólares/mtu no período de 1957 a 1965, o segundo de 43 dólares/mtu no período de 1966 a 1973, o terceiro de 95

dólares/mtu de 1974 a 1976 e o quarto ainda mal definido, estendendo-se aos dias atuais com um patamar mínimo de 132 dólares/mtu. Como se observa, a tendência histórica dos preços dos concentrados de tungstênio no mercado mundial foi sempre crescente.

Observa-se ainda que não houve diferenças significantes nas cotações de Londres e de Nova York entre 1955 e 1966. Mas a partir desse último ano, as cotações de Londres passaram a sofrer muitas oscilações enquanto as de Nova York mantinham a estabilidade com um piso de 45 dólares/mtu, desde o início de 1966 até meados de 1970. Nessa data a cotação americana foi elevada para 57,5 dólares/mtu ao tempo em que no mercado de Londres alcançava a cifra de 87 dólares/mtu. Daí em diante a cotação americana, embora procurasse acompanhar a evolução dos preços no mercado europeu, sempre esteve a níveis mais baixos que o londrino. Os exportadores brasileiros realizam suas vendas com base nas cotações do "Metal Bulletin" de Londres.

Em 1979 os preços, na alta e na baixa, no mercado de Londres acusaram uma média de 142 a 136 dólares/mtu e a tendência no momento é de manter-se em torno daquele valor. Porém, a expectativa é de nova alta em 81, tendo em vista que se vive no momento um novo ciclo de baixas cotações, após o "boom" que se encerrou no final de 78, contudo, como existem outros fatores intervencientes, aquela expectativa poderá não se efetivar; então os preços poderão continuar com relativa estabilidade ou mesmo diminuir.

Quase todas as empresas exportadoras de scheelita do Brasil compram concentrados de numerosos garimpos espalhados pela Paraíba e Rio Grande do Norte. Esses concentrados têm teor de ordem de 60 - 65% WO_3 e muitas vezes necessitam

ser passados no eletroimã para eliminar a pirita contida, estando esse tratamento a cargo do comprador. Via de regra, o valor de compra é de 30-50% menor que o preço da exportação.

A partir de 1977 o Conselho Interministerial de Preços - CIP, premido pelos industriais consumidores nacionais dos concentrados, estabeleceu o controle do preço dos mesmos no mercado interno, vigorando por um período de 12 meses. De terminou-se que o valor seria obtido pela média ponderada das cotações do "Metal Bulletin" das altas do mês anterior, fixando um teto máximo de 180 dólares/mtu e um piso mínimo de 135 dólares/mtu.

Os mineradores não estão satisfeitos com essa medida pois é mais vantajoso exportar do que negociar internamente pelas seguintes razões: O produto exportado tem isenção de imposto de renda sobre o lucro gerado e o pagamento é a vista, enquanto no mercado doméstico não há isenção e o prazo de pagamento é de 45 dias; as vendas para o exterior são FOB, isto é, o produtor coloca a mercadoria no porto de Natal e daí em diante as despesas correm por conta do comprador; mas no mercado interno o frete e seguro até as indústrias situadas no sul do país são da responsabilidade do minerador. Ao exportador de semi-manufaturados e acabados de tungstênio, o Governo Federal confere incentivos creditícios, cambiais e fiscais.

Existe uma correlação entre os preços internacionais, a oferta e a produção de concentrados de tungstênio. Geralmente, quando os preços estão baixos ocorrem uma redução gradativa da oferta, pois a produção passa a ser reprimida. Em seguida os preços sobem, então há um aumento da oferta e da produção, havendo uma certa defasagem de tempo entre a elevação dos preços e da produção que se registra a seguir.

10 - Conclusões

a) O total das reservas demonstradas (medida + indicada + inferida) para toda a região do Seridó, pouco inferior a 20.000 t de W contido, indica uma exaustão que pode ser classificada como de médio prazo.

b) Os recursos geológicos estimados em pouco mais de 357.000 t de W contido, ao lado do conhecimento de cerca de 677 ocorrências de scheelita, representam uma exaustão a longo prazo, indicando excelentes perspectivas para descobertas de novas minas e ampliação das reservas das que se encontram em operação.

c) A produção de concentrado de minério tem-se mantido em pouco mais de 1.000 t de metal contido e 74% desta produção (1966 - 1978) foi exportada. Nos últimos anos observa-se que o crescente consumo interno provocou uma tendência na diminuição das exportações.

A partir do próximo ano está sendo previsto o final das exportações de concentrado face ao crescente consumo interno, cujos pedidos de compra já superam a produção esperada. Em vista destes fatos, faz-se mister um aumento imediato na produção de concentrado ou a indesejável importação do minério concentrado. Vale destacar que o consumo aparente tem crescido a taxas de 22,7% a.a. Assim, no balanço da produção versus consumo interno de concentrado, já se pode considerá-lo deficiente.

d) Os números relativos a recursos geológicos (357.152 t de W contido) reservas (19.442 t de W contido), permitem concluir, face a significativa diferença entre si, que são ínfimos os trabalhos de pesquisa e prospecção de scheeli

ta no Seridó, notadamente considerando-se o conhecimento a tual de 677 ocorrências distribuídas em uma área de cerca de 30.000 km², havendo portanto, grande realce probabilístico de serem bloqueadas novas reservas nas áreas promissoras. Assim, os aludidos números situam o país como abundante potencialmente, na relação consumo tungstênio/recursos geológicos.

e) Já neste ano, está previsto um deficit de 109 t de metal, o que seria equivalente a 11 t/ano de carboneto de tungstênio, nível este que é considerado rentável para uma fabrica de carboneto, necessitando por conseguinte, não só incrémentar a produção do concentrado, como também aumentar a metalurgia da scheelita produzida no país.

Vale destacar que o mercado externo de produtos metalúrgicos apresenta uma desvantagem, visto que o preço do carboneto de tungstênio importado é maior do que o exportado.

11 - Recomendações

Em consonância com a política do Governo Federal de aumentar as exportações e substituir as importações, o tungstênio afigura-se como prioritário para fins de prospecção, pesquisa e produção.

Para ampliar a produção de concentrado de minério no mercado interno e para exportação, um conjunto de medidas seriam recomendáveis:

a) Acelerar e ampliar sobretudo as pesquisas nas áreas mais favoráveis, tanto por parte do governo como das empresas de economia privada. As empresas produtoras de scheelita estão restringindo seus investimentos a pesquisas, face à queda de rentabilidade ocasionada pela redução dos preços. in

ternacionais e considerável elevação nos custos de produção. A transformação dos recursos geológicos em reservas demonstradas ou definidas é sem dúvida, a necessidade primordial da região do Seridó.

b) Tornar mais acessível e atraente o financiamento oficial à pesquisa mineral, o que é alvo de muitas críticas por parte dos empresários. O sistema de financiamento de nominado de moeda-minério pela CPRM, constitui uma esperança para o setor.

c) Promover o financiamento em termos atrativos para a lavra e beneficiamento do minério.

d) A necessidade do DNPM agilizar a liberação dos pedidos de pesquisa como forma de apressar os trabalhos de avaliação de uma área. Carece ainda exercer uma fiscalização mais efetiva para o rigoroso cumprimento dos planos e cronograma de execução dos trabalhos. No Seridó é comum o expediente de se requerer áreas com a finalidade de negociar, especular ou evitar a entrada de concorrentes.

e) A aplicação do IUM dos Estados que encerram depósitos scheelitíferos, na pesquisa da mesma.

f) Assistência técnica, financeira, jurídica e social aos garimpeiros, produtores de significativa parcela de concentrado.

g) Estimular e orientar a criação racional de cooperativas de garimpeiros e pequenos produtores.

h) Faz-se necessário investir em tecnologia de beneficiamento mineral, para produção de scheelita sintética a partir dos rejeitos.

Devido a existência de grandes faixas scheelitífe ras de baixo teor, urge desenvolver processos modernos de pré-concentração (30% WO_3) e hidrometalurgia, objetivando a produção do APT.

i) Implantação de um polo mineiro - metalúrgico do Rio Grande do Norte, visando a integração vertical da indús tria local, notadamente para atender ao mercado interno.

j) Estudo da implantação em termos técnico - econômi cos, de engenhos centrais de beneficiamento semi-portáteis em regiões de produção por garimpo ou grupamento de pequenas mi nas semi-mecanizadas.

k) Com a finalidade se evitar importações em futuro próximo, uma das medidas seria o estudo da formação de um es toque estratégico governamental (stockpile), ao lado de uma política visando o controle sobre as exportações de scheelita.

12 - Referências Bibliográficas

BARBOZA, Frederico Lopes Meira - Análise financeira dos depósitos de tungstênio do Nordeste. Min. Met., Rio de Janeiro, 36 (332): 32 - 43, 1972.

_____ - Comércio Internacional de Scheelita e Tungstênio, In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O TUNGSTÊNIO, I, Natal, 1977. Anais do ... Natal, Associação dos Mineradores do Rio Grande do Norte, 1977. 447p. il. p. 333 - 389.

_____ - Perfil analítico do tungstênio. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 69p. il. (Brasil, Departamento Nacional da Produção Mineral, Bol., 24).

_____ - et alii - Relatório preliminar sobre as investigações geológicas na Mina Brejuí - RN. Projeto Tungstênio - Molibdênio. Recife, DNPM, 1969. 53f. il.

BRASIL. DNPM - Anuário Mineral Brasileiro, 1975, Brasília, 1972.

_____ - Anuário Mineral Brasileiro, 1976. Brasília, 1972.

_____ - Anuário Mineral Brasileiro, 1977. Brasília, 1972.

_____ - Anuário Mineral Brasileiro, 1978. Brasília, 1972.

_____ - Avaliação do setor mineral do Rio Grande do Norte: versão preliminar. Recife, 1980. 203p. il. (Relatório Inédito).

Brasil, DNPM - Relatório dos trabalhos referentes à avaliação das reservas nos rejeitos do Engenho da Mina Brejuí. Recife, 1969. 10p. il.

CUNHA E SILVA, Judson da - Recursos e reservas dos principais minerais. Rio de Janeiro, CPRM, 1978. 176p. il.

_____ - Zoneamento polimetálico da Borborema. Rio de Janeiro, CPRM, 1979, 38f. il. (Relatório Técnico).

DAMM, H. H. & ORNELAS, C.A.P. - Industrialização do tungstênio no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE TUNGSTÊNIO, I, Natal, 1977. Anais do ... Associação dos Mineradores do Rio Grande do Norte, 1977. 447p. il. p. 167 - 234.

EBERT, Heinz - The precambrian geology of the "Borborema Belt" (States of Paraíba and Rio Grande do Norte; northeastern Brazil) and the origin of its minerals provinces. Geol. Rundschau, Stuttgart, 59 (3): 1292 - 1326, 1970.

_____ - A subdivisão estratigráfica do precambriano do Rio Grande do Norte e Paraíba. Min. Met., Rio de Janeiro, 43 (453): 37 - 38, 1966.

FALKIE, T. V. & MCKELVEY, V. E. - Principles of the mineral resources classification system of the U.S. Bureau of Mines and U.S. Geological Survey. Washington, United States Government Printing Office, 1976, 5p. il. (Geological Survey Bulletin, 1450-A).

KREITER, V. M. - Geological prospecting and exploration. Moscow, Mir Publishes, 1968. 383p. il.

LIMA, Enjolras de A. Medeiros et alii - Projeto Scheelitado Seridó: Relatório Final. Recife, DNPM, CPRM, 1980, 35v. il.

MARANHÃO, Ricardo J. L. - Os sistemas de Prospecção em ocorrências de scheelita do Nordeste. Recife, PLANGEL, 1978, 9f. il.

SUSZCZYNSKI, E. F. - Os recursos minerais reais e potenciais do Brasil e sua metalogenia. Rio de Janeiro, Interciências, 1975. 536p.