

Nióbio

Rui Fernandes P. Júnior
Especialista em Recursos Minerais

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONCEITO DO BEM MINERAL

O nióbio foi descoberto no começo do século XIX pelo britânico Charles Hatchett. Apesar de alguns adotarem a terminologia colúmbio, a União Internacional de Química recomenda o uso do nome nióbio, em homenagem a deusa Niobe, filha de tântalo (nome de outro elemento químico na tabela periódica), segundo a mitologia grega. É uma das substâncias de mais baixa concentração na crosta terrestre, na proporção de 24 partes por milhão.

O nióbio (Nb) é o elemento de número 41 na tabela periódica dos elementos químicos, classificado como metal de transição. Sua densidade é de 8,57 g/cm³ e seu grau de dureza na escala de Mohs é de seis, numa escala de um a dez (classificação do diamante, já que este consegue cortar qualquer mineral). Outras caracterizações químicas do nióbio: em condições normais de temperatura e de pressão (CNTP, ou seja, a 0 °C e pressão atmosférica ao nível do mar), encontra-se no estado sólido da matéria, seu ponto de fusão ou derretimento é de 2468°C e seu ponto de ebulição ou de evaporação é de 4744°C.

1.2 CARACTERIZAÇÃO E OCORRÊNCIAS

O nióbio possui forte afinidade geoquímica com o tântalo, ou seja, eles são estreitamente associados e encontrados juntos na maioria das rochas e dos minerais em que ocorrem. Na natureza há mais de 90 espécies minerais de nióbio e tântalo conhecidas, das quais podemos destacar com suas respectivas composições químicas: a columbita-tantalita (Fe, Mn) (Nb, Ta)₂ O₆, com teor máximo de 76% de Nb₂O₅; o pirocloro (Na₃, Ca)₂ (Nb, Ti) (O, F)₇, com teor máximo de 71% de Nb₂O₅; o bariopirocloro (Ba, Sr)₂ (Nb, Ti)₂ (O, OH)₇, com teor máximo de 67% de Nb₂O₅; a loparita (Ce, Na, Ca)₂ (Ti, Nb)₂ O₆, com teor máximo de 20% de Nb₂O₅ e a pandaíta (Ba, Sr)₂ (Nb, Ti, Ta)₂ (O, OH, F)₇.

A columbita-tantalita e o pirocloro, que para efeitos de simplificação utiliza-se a terminologia química (Nb₂O₅) são as principais fontes de nióbio no Brasil e no mundo.

A columbita-tantalita normalmente encontra-se associada aos pegmatitos, ou seja, são termos finais do magma granítico que não entram na rocha cristalizada primeiramente. Além disso, trata-se de rocha plutônica, resfriada lentamente abaixo da superfície terrestre (os magmas vulcânicos, como os basaltos, extravasam e resfriam rapidamente) e dando origem a cristais que podem atingir metros de comprimento, podendo superar os 20 mm. Nos pegmatitos encontram-se uma gama de minerais como: quartzo, feldspato, mica, terras raras, gemas (água marinha e topázio, por exemplo) além dos minerais: estanho (cassiterita), tungstênio (wolframita), além da columbita-tantalita.

O pirocloro encontra-se em carbonatitos associados às intrusões alcalinas do cretáceo superior, da era mesozóica. Os carbonatitos costumam conter um ou mais dos seguintes minerais: nióbio, níquel, cobre, titânio, vermiculita, apatita (fosfato), terras raras, barita, fluorita, além dos minerais nucleares tório e urânio. Existe certa divergência entre os especialistas no assunto sobre a origem dos carbonatitos, mas a versão mais aceita é de que são relacionados às rochas alcalinas, incluindo kimberlitos (associados à ocorrência de diamantes)

e que são originados de material derivado de grande profundidade, possivelmente do manto.

Até o final dos anos 1950, o nióbio era obtido como sub-produto do tratamento das columbitas e tantalitas, minerais pouco abundantes, implicando elevado preço e uso restrito a um tipo de aço inoxidável e a algumas superligas. Com as descobertas de significativas reservas de pirocloro no Brasil e no Canadá e com sua viabilização técnica, houve uma transformação radical nos aspectos de preços e disponibilidade. Atualmente, as três maiores reservas exploradas de nióbio no mundo estão localizadas no Brasil (Araxá, no Estado de Minas Gerais; Catalão e Ovidor, no Estado de Goiás) e no Canadá (Saint Honoré, na província francófona do Quebec) são de origem carbonatítica.

1.3 USOS E SUBSTITUIÇÕES

O nióbio possui muitas utilidades e aplicações em diversos ramos econômicos: da siderurgia a setores intensivos em tecnologia.

A aplicação mais comum do nióbio, ao contrário dos demais metais refratários, encontra uso principalmente na siderurgia e ocasionalmente no segmento não metalúrgico.

Os produtos de aço recebem a classificação de planos e não planos. Os primeiros são constituídos por chapas grossas e finas laminadas a quente e a frio e os aços não planos são os trilhos, barra de reforço para concreto, fio máquina, dentre outras aplicações. Existe um tipo de aço denominado (ARBL), aço de alta resistência e de baixa liga, que permite, por exemplo, a construção de estruturas de menor peso e custo reduzido. Para aumentar a resistência mecânica do aço, basta elevar o teor de carbono, contudo algumas propriedades do aço como soldabilidade, tenacidade e conformabilidade são prejudicadas neste caso. A indústria siderúrgica tem pesquisado uma alternativa que aumentasse a resistência mecânica do aço sem alterar as outras propriedades desejáveis. O nióbio, o titânio e o vanádio são alguns dos elementos utilizados na fabricação dos aços microligados, pois possuem uma alta afinidade com o carbono. No

caso do nióbio as adições típicas são na faixa de 0,04%, ou seja, para cada tonelada de aço, são acrescentadas 400 gramas de nióbio. A vantagem do nióbio em relação ao vanádio e ao titânio é que ele possui maior resistência; mas ao utilizá-lo em conjunto com os outros elementos, pode possibilitar ganhos de sinergia à liga, como a adição de nióbio e titânio, por exemplo, na liga de alta resistência, confere uma qualidade melhor do produto. Este aço especial pode ser utilizado na construção de oleodutos e gasodutos e plataformas para exploração de petróleo em águas profundas, construção naval. Na indústria automobilística, o aço microligado pode ser utilizado em tiras laminadas a quente, conferindo alta resistência mecânica, utilizados em chassis de caminhões e rodas de veículos, enquanto as tiras laminadas a frio são utilizadas na fabricação de automóveis. Os aços microligados podem ser utilizados para fabricação de barras para concreto armado (vergalhões); utilizadas em construções civis; na área nuclear (fabricação de reatores nucleares) e em locais de alta atividade sísmica (terremotos); na fabricação de trilhos ferroviários, utilizados principalmente em curvas e desvios, onde o desgaste do aço é mais intenso.

O nióbio é utilizado também na fabricação de aços inoxidáveis tanto a base de carbono como a base de ferro, o aço ferrítico, responsável por 10% do consumo mundial de nióbio. A principal utilidade deste aço está na produção de escapamentos automotivos. O aço inoxidável com nióbio garante melhor desempenho nas condições de trabalho em temperatura elevada, garantindo maior durabilidade à peça.

O aço ferramenta é constituído, basicamente, por carbonetos de alta dureza, como cromo, tungstênio, molibidênio, vanádio e cobalto. No desenvolvimento do aço ferramenta de alto desempenho, o nióbio aparece como elemento formador de carbonetos (NbC). Muito utilizado para cilindros de laminadores e eletrodos para endurecimento superficial.

O uso do nióbio em ferros fundidos é mais recente, utilizado, por exemplo, em anéis de segmento e camisas de cilindros nos motores automotivos; na indústria de mineração do cimento, os corpos

moedores e as máquinas de jateamento são compostos por ferro fundido a base de nióbio e também é utilizado em discos de freios de caminhões. Em todos estes casos, o nióbio é adicionado, dando origem a carbonetos adequados para uso em situações severas de desgaste e abrasão.

Dentre os materiais projetados para funcionar por longos períodos em atmosferas oxidantes e corrosivas, submetidas a temperaturas acima de 650° C, estão às superligas, que demandam o segundo maior consumo de nióbio depois da indústria do aço. Existem diversos tipos de superligas que utilizam nióbio, mas o destaque é liga INCONEL 718, com teor de 53% de níquel (Ni); 18,6% de Cromo (Cr); 18,5% de Ferro (Fe) e 5,3% de Nióbio (Nb). A liga 718 é utilizada principalmente nos motores a jato e motores militares, como exemplo, a General Electric (GE) produz o motor CFM56, o motor a jato mais usado atualmente, contem aproximadamente 300 kilos de nióbio de alta pureza. Ela pode ser utilizada também em outras peças de motores como parafusos e eixos de rotor; na indústria nuclear; na indústria criogênica (referente ao uso de tecnologias para produção de temperaturas muito baixas, abaixo de -150° C, estado em que o elemento nitrogênio se encontra na forma líquida) e na indústria petroquímica. Outras superligas que utilizam nióbio são: INCONEL 706 (3% de Nb), INCONEL 625 (3,5% de Nb), a René 62 e Udimet 630.

O nióbio metálico é um dos metais que mais resistem à corrosão, principalmente em meios ácidos e metais alcalino fundidos. Também é utilizado em componentes de lâmpadas de alta intensidade para iluminação pública, associado ao metal tungstênio (W), pois requer alta resistência mecânica, associadas à resistência corrosão pelo sódio (Na). Outra propriedade fundamental do nióbio é a supercondutividade, que é desaparecimento total da resistividade elétrica em temperaturas críticas próximas ao zero absoluto. Em estado puro, o nióbio encontra aplicação em aceleradores de partículas subatômicas. O Grande Colisor de Hádrons (LHC sigla em inglês), o maior acelerador de partículas do mundo, é um mega projeto envolvendo cientistas de diversos países, incluindo o Brasil. Localizado na fronteira entre a

Suíça e a França, é um anel de 27 Kilômetros de circunferência, enterrado a 100 metros de profundidade e resfriado a 271,3 graus abaixo de zero. Visa detectar a existência de partículas elementares da matéria, inferidas pela física teórica, porém jamais observadas como o bóson de Higgs, o que poderia confirmar a existência da matéria escura e, conseqüentemente, confirmar as teorias atuais sobre a origem do universo. Neste supercondutor, há magnetos compostos pela liga nióbio-titânio. Outra utilidade do nióbio metálico está na indústria aeroespacial: a liga C-103 é composta de nióbio, háfnio e titânio são utilizados como material refratário por resistir a temperaturas acima de 1300 °C e aceitar revestimentos contra oxidação, utilizados em propulsores e bocais de foguetes e está sempre presente na saia do motor Pratt & Whitney F100, um gerador de alta potência usado nos caças F15 e F16.

O metal nióbio pode ser utilizado também em ligas de nióbio-titânio, para uso em implantes cirúrgicos; em componentes de nióbio-titânio resistentes à ignição, usados por mineradoras, principalmente na extração de ouro; em lâminas de nióbio puro usadas na produção de diamantes sintéticos; em plataformas marítimas, com cabos anódicos de nióbio platinizados para proteção catódica (contra corrosão) e para alvos de evaporação usados na indústria eletrônica e nas lâminas de barbear.

O óxido de nióbio é utilizado na produção de cerâmicas finas como capacitores cerâmicos, lentes óticas, ferramentas, peças de motor e alguns elementos estruturais resistentes ao calor e a abrasão. A fabricação destes materiais requer óxido de nióbio de alta pureza. O óxido de nióbio com 99,9% de pureza é utilizado para a fabricação de peças cerâmicas, lentes óticas, condensadores e atuadores cerâmicos. A produção de monocristais de niobato de lítio, utilizados em filtros especiais de receptores de TV exige o teor de 99,99% de óxido de nióbio, ou seja, óxido de nióbio de altíssima pureza.

No ramo da catálise, compostos de nióbio têm sido utilizados para diversas reações de interesse industrial. A catálise muda a velocidade das reações químicas, contudo a substância catalisadora não se altera ao final da reação química.

2. RESERVAS

O Brasil detém as maiores reservas mundiais de nióbio, seguido pelo Canadá e Austrália. As reservas medidas de nióbio (Nb_2O_5) aprovadas pelo DNPM e contabilizadas totalizaram 842.460.000 toneladas, com teor médio de 0,73% de Nb_2O_5 e estão concentradas nos Estados de Minas Gerais (75,08%), em Araxá e Tapira; Amazonas (21,34%), em São Gabriel da Cachoeira e Presidente Figueiredo e em Goiás (3,58%), em Catalão e Ouvidor.

As jazidas encontram-se associadas aos complexos alcalinos carbonatíticos.

O complexo Carbonatítico do Barreiro situa-se no oeste do Estado de Minas Gerais, na região do Alto Paranaíba, no município de Araxá. Esta região tem sido alvo de pesquisas geológicas desde o século XVIII. Em 1886, Orville Derby realizou as primeiras investigações geológicas nesta região. Em 1944, o engenheiro Lucas Lopes, secretário da Agricultura, Indústria e Comércio do governo de Minas Gerais, criou o Instituto de Tecnologia Industrial (ITI), nos mesmos moldes do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), do Estado de São Paulo, porém voltadas à pesquisa mineral em Minas. Um dos legados deste órgão, extinto em 1963, foi à descoberta das jazidas de pirocloro de

Araxá, em 1953, quando o geólogo Djalma Guimarães esteve em Araxá para averiguar a existência de minerais de urânio e descobriu em suas pesquisas os primeiros cristais de pandaíta (bário-pirocloro). A exploração de pirocloro, no entanto só se iniciaria na década seguinte.

As jazidas carbonatíticas de Araxá, bem como as de Tapira, Catalão e Ouvidor constituem a província alcalino carbonatítica do Alto Paranaíba, do Período Cretáceo e está encaixado em xistos e quartzitos do pré-cambriano do Grupo Araxá, numa faixa NO-SE, abrangendo parte do Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro e Sudeste de Goiás. Possuem forma circular com 4,5 km de diâmetro, constituídas por rochas ultramáficas metassomatizadas (glimeritos), cortados por carbonatitos e fosforitos. O manto de intemperismo em complexos carbonatíticos possui uma grande importância econômica por ser formadora de depósitos residuais de vários elementos como barita, tório, fósforo (apatita), urânio, cobre, tório, titânio e elementos de terras raras.

A descoberta das jazidas de pirocloro no sudeste goiano teve início ainda no século XIX, em 1892, pelo geólogo Eugênio Hussak. Ele fazia parte da Comissão Exploradora do Planalto Central (a missão Cruls), que demarcaria a área do futuro Distrito Federal, chefiada pelo astrônomo e geógrafo belga Luiz Cruls. Durante a viagem, a expedição passou pela região de Catalão e Hussak descobriu uma rocha diferente.

Tabela 1
TOTAL DAS RESERVAS DE NIÓBIO EM 2008

Unid: 1000 ton

UF	Minério 1.000 t	Medida		Indicada 1000 t	Inferida 1000 t	Total 1000 t
		Contido em Nb_2O_5 (ton)	Teor (%)			
MG	632.560	3.851.232	0,61	15.400	1.100	649.060
AM	179.795	2.038.523	1,13	460.640	2.852.893	3.493.328
GO	30.105	97.504	0,32	39.638	8.208	77.951
TOTAL	842.460	5.987.259	0,71	515.678	2.862.201	4.220.339

Com base nesta rocha é que foi descoberta a grande jazida de fosfato de titânio e, posteriormente, nos anos 1960 foram descobertas as jazidas de pirocloro, que começariam a ser exploradas no final dos anos 1970.

O complexo Ultramáfico-Alcalino e Carbonatítico de Catalão são um dos vários complexos alcalinos mesozóicos que se encontra nas bordas da Bacia Sedimentar do Paraná. Destaca-se como platô elíptico com os eixos N-S e W-S medindo em aproximadamente 6 km A porção interna do complexo é constituída por rochas ígneas, com encaixantes metamórficas, apresentando arqueamento em seus bordos. Um manto espesso de produtos de intemperismo cobre o corpo das rochas alcalinas. A mineralização do nióbio ocupa a parte central do complexo, representado pela pandaíta (bário-pirocloro) e por pirocloro rico em Ca e Na no carbonatito. Estas jazidas apresentam extrema complexidade tanto em sua composição físico-química e na paragénese mineralógica, acarretando dificuldades tanto nas operações de lavra (dimensionamento das reservas) e de beneficiamento do minério (controle de qualidade).

O carbonatito do Morro dos Seis Lagos está localizado no Estado do Amazonas, em São Gabriel da Cachoeira, no noroeste deste Estado (região conhecida como “cabeça de cachorro”), tríplice fronteira entre Brasil, Venezuela e Colômbia. Em 1975, o projeto RADAM verificou nesta região anomalias radioativas com intensidade duas vezes superior ao limite de detecção do cintilômetro. Estas anomalias foram causadas pela presença dominante do tório (Th). Em 1982, a CPRM iniciou a pesquisa de detalhe, através da geofísica aérea, geoquímica, sondagens e mapeamento geológico. Estas pesquisas foram suficientes para revelar que uma combinação perfeita do clima, das rochas matrizes e topografia geraram um depósito excepcional de minérios, notadamente de nióbio, titânio e de substâncias metálicas do grupo dos lantanídeos (terras raras). Um intenso processo de lixiviação, provocadas pela alta incidência de chuvas na Amazônia, ocorreu nas chaminés, causando uma profunda dissolução dos carbonatitos e lixiviando os elementos mais solúveis. O resultado foi um enriquecimento notável destas três substâncias, até uma profundidade de 250 metros. O nióbio proveio, originalmente, do pirocloro dos carbonatitos. O processo de lixiviação destruiu o pirocloro, deixando o nióbio disponível

para reagir com o oxigênio e formar os óxidos, prevalecendo uma combinação do óxido de nióbio com o rutilo (óxido de titânio TiO_2) e com os elementos de Terras Raras como o ítrio e o cério. Além disso, o óxido de nióbio ainda aparece na estrutura da hematita, limonita e goethita (hidróxidos de ferro).

3. PRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de nióbio, com aproximadamente 98% do total mundial, seguido pelo Canadá e Austrália, que respondem pelo percentual restante.

Tabela 2
EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE NIÓBIO – 1997-2008

ANOS	Contido no concentrado (em t Nb_2O_5)	Óxido de Nióbio (t)	Contido na Fe-Nb (em t Nb)
1997	25.688	1.745	16.681
1998	33.795	2.400	20.516
1999	31.352	1.375	18.866
2000	31.190	1.274	18.218
2001	39.039	2.632	24.864
2002	41.303	2.371	24.174
2003	36.992	2.064	24.875
2004	34.016	2.529	25.169
2005	56.023	3.399	38.819
2006	68.850	4.008	41.566
2007	81.922	2.915	52.442
2008	60.692	3.812	53.839
Total	540.643	30.524	360.029

Fontes: DNPM-DIDEM, CPRM/DIRECOM.

No Brasil, há apenas duas empresas que extraem o minério, beneficiam e elaboram os produtos finais de nióbio: a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) em Araxá, Minas Gerais e a Mineração Catalão de Goiás Ltda, controlada pelo grupo Anglo American do Brasil, de capital britânico. Em 2008, a CBMM produziu 91,44% do total nacional produzido da liga Ferro-Nióbio e 100 % da produção de óxido de nióbio.

Os processos de extração, beneficiamento do minério e transformação do concentrado em liga de ferro nióbio pelas duas mineradoras apresentam diferenciações não apenas na escala de suas plantas industriais, mas também em seus processos produtivos, principalmente devido às diferenciações mineralógicas de suas jazidas.

Na Mineração Catalão, o minério de pirocloro é extraído em três minas: a mina de Boa Vista e pelas minas 1 e 2. A primeira mina contém um alto teor de sílica e as duas últimas contêm um alto teor de minério de ferro. Este fato obrigou a beneficiar estes minérios separadamente, pois caso contrário, a quantidade de nióbio extraída seria muito pequena. Na mina, utilizam-se detonadores a base de uma emulsão especial, contendo nitrato, que não causa efeitos colaterais aos mineradores, como enxaqueca, caso utilizassem os explosivos convencionais. Da mina, o minério é levado em caminhões convencionais até a unidade de britagem e moagem. Primeiramente, este minério é britado e moído, até atingir uma granulometria ideal, em seguida é feita uma separação magnética, o deslame e a flotação, processos físicos de onde são retiradas as impurezas. Após estes processos, ocorre o processo aluminotérmico, onde todo o concentrado é transformado em ferro-nióbio.

A CBMM possui uma planta significativamente maior do que a da Anglo American em tamanho e em escala. A mina de pirocloro da CBMM localiza-se no complexo do barreiro, dentro de uma área mineralizada a nióbio. Esta área mineralizada está circundada por uma cobertura laterítica, composta por elementos como apatita e barita. A mineração é feita a céu aberto por bancos de 10m de altura sem a necessidade de uso de explosivos ou qualquer outro artifício, uma vez que o material, tanto o minério como o estéril é friável e de fácil

desmonte. Este minério é transportado por correia transportadora até a unidade de concentração. Na unidade de concentração, o minério passa por um processo de desagregação e decomposição, sem a necessidade de britagem, salvo para pequenos blocos ou torrões. O minério britado a menos de 50 mm e o passante na peneira se junta em uma mesma correia e vão para o silo de minério da concentração. No processo de moagem, o minério é levado para o moinho de bolas, onde são liberados os cristais de pirocloro, extremamente finos. Após a moagem, o minério passa por um processo de separação magnética, da qual é retirada a fração de magnetita (Fe) existente no minério; a fração magnética contendo ferro é bombeada para uma represa especial onde é estocada para uma eventual comercialização, a parte não magnética é levada para o deslame, de onde são retiradas as lamelas lateríticas que podem impedir a seqüência do processo. Feito o deslame, a polpa deslamada passa por um processo de flotação e filtração. Na unidade de sinterização são retirados os teores de enxofre (S) e água (H₂O) e na unidade de desfosforação são retirados o fósforo (P) e o Chumbo (Pb).

O processo de produção da liga FeNb é feito a partir de uma reação aluminotérmica onde são misturados o concentrado de pirocloro, a sucata de ferro ou o óxido de ferro e o carvão de origem vegetal. Os reatores consistem em um cilindro de chapa de carbono, revestido com tijolos de magnesita e posicionados num leito de areia e sílica sobre uma concavidade cônica preparada previamente e destinada a receber todo o metal a ser produzido durante a reação. A areia do fundo do reator é revestida por uma camada de bentonita e cal. A parte externa é vedada com areia para evitar vazamento de escória ou metal. Em frente cada reator é feita outra concavidade na areia destinada a receber a escória. A maioria das impurezas é escorificada, inclusive o tório e o urânio. Todo o fósforo, enxofre e cerca de 20% de chumbo contido no concentrado passam ao ferro-liga e por um processo de lixiviação, reduzindo estes elementos aos níveis desejados. Após o término da reação a escória é vazada e o ferro-nióbio é deixado num leito de areia para esfriar, solidificar. A escória é removida e soterrada em local confinado, conforme as normas da Comissão Nacional de

Energia Nuclear (CNEN), devido ao pequeno conteúdo radioativo. Após a solidificação o FeNb é britado, amostrado, analisado e estocado em tambores de 1000 kg. O FeNb pode ser embalado em tambores de 250 kg, podendo ser embalados em tambores de 25lb ou sacos (*big bags*), conforme as solicitações dos clientes e levados até o porto do Rio de Janeiro, em carretas para serem exportados.

Numa análise comparativa da produção nacional de nióbio nos últimos 12 anos (1997-2008), verificamos um aumento de 135,41% na produção do concentrado de pirocloro; 118,45% na produção do óxido de nióbio e de 162,42% na produção da liga ferro-nióbio.

Entre 1997 e 1998 verificou-se um crescimento de 31,56% na produção do concentrado e 22,99% na liga ferro-nióbio. A construção do gasoduto Bolívia-Brasil influenciou fortemente a demanda pelo metal. As crises especulativas no sudeste asiático em 1997 e na Rússia em 1998 afetaram negativamente a produção de nióbio entre 1998-1999 e também no ano 2000.

Em 2001 e 2002 a produção dos derivados de nióbio além de recuperar os níveis de produção antes das duas crises já mencionada, experimenta um crescimento relativo entre 2000 e 2002 de 32,42% para o concentrado de nióbio e de 32,69% na produção da liga ferro-nióbio. O aumento na produção foi resultado na melhoria das vendas, resultado do bom desempenho da indústria automobilística e aeronáutica, notadamente a européia, em razão da exigência de metais mais leves e resistentes.

No ano 2003, foi registrada uma queda na produção principalmente do concentrado de nióbio e do óxido de nióbio, com valores respectivos entre 2002 e 2003 de 10,44% e 12,95%. Este fato foi consequência da retração do mercado internacional, resultando na paralisação da planta de produção de óxido de nióbio e, pelo fato de se ter uma oferta superior à demanda e aos estoques.

A partir de 2004, ocorre um aumento significativo da produção dos derivados de nióbio, principalmente o concentrado e a liga ferro-nióbio, em função do maior aquecimento da demanda no mercado mundial. O vertiginoso crescimento econômico dos países asiáticos na última década, principalmente a China e a Índia, con-

tribuiu para o aquecimento do mercado de ferroligas, incluindo a liga ferro-nióbio, este crescimento foi mais acentuado entre 2006 e 2007, atingindo 19% da produção de concentrado e de 26,17% na produção da liga Fe-Nb.

4. COMÉRCIO EXTERIOR

O Brasil não realiza importações de nióbio desde 1993, sendo auto-suficiente para atender as demandas do mercado interno, além de suprir a quase totalidade da demanda mundial pelo produto. Em 1981, a CBMM programou uma política de nacionalização, estimulando outras empresas a fabricar produtos como o pó de alumínio e o cloreto de cálcio.

Entre 1997 e 2008, houve um crescimento nas exportações da liga Ferro-Nióbio, tanto em quantidade exportada, quanto em valores em dólares FOB. Em 1997, foram exportados 13.947 ton da liga Fe-Nb e em 2008, 48.562 ton, um crescimento de 248,2%. Já em valores exportados, em 1997 foi de US\$ (FOB) 211.600,00 e em 2008, US\$ 1.601.902,00, um crescimento de 557,1%. Quanto ao óxido de nióbio foi observada uma queda na quantidade e um aumento nos valores exportados quanto em valores exportados de 49,4% e 45,4% respectivamente. O contínuo aumento nas exportações da liga FeNb e a redução do óxido observadas neste período, principalmente a partir do ano 2000, deu-se em função da concorrência predatória no segmento de óxido de nióbio e de ligas grau vácuo, para as quais, o óxido é a matéria prima principal. A ação da concorrência de material proveniente de subproduto do estanho (FeNb Ta) e da columbita-tantalita reprocessados na Rússia e na China levou a uma expansão na oferta de óxido no mercado.

Os principais países importadores da liga FeNb brasileira neste período analisado foram em ordem crescente: Holanda (Países Baixos), Estados Unidos, Japão, China, Alemanha, Canadá, Coreia do Sul, México, Coreia do Norte, Índia, Taiwan (Formosa), Reino Unido, Arábia Saudita, Finlândia, Argentina, Itália, Venezuela e Rússia, repre-

sentando mais de 95% do total exportado. Entre os anos de 1999 e 2002, ocorreu uma queda no volume exportado, reflexo das crises do sudeste asiático e da Rússia. Em 2003, ocorreu uma recuperação nos níveis exportados em 1998, sobretudo pelo crescimento econômico mais expressivo na Zona do Euro. A partir de 2004, foram observados sucessivos aumentos nas exportações, principalmente em 2006 e 2007, quando foi observado um crescimento de 105% nos valores exportados. O crescimento da economia chinesa contribuiu decisivamente para este fato, impulsionando a indústria siderúrgica daquele país e, conseqüentemente, a demanda por aço, incluindo os aços ino-

xidáveis e aos aços de qualidade superior, a base da liga Fe-Nb. Isto elevou o consumo do metal e inflacionou os preços do produto, pois o aumento na quantidade ofertada foi insuficiente para atender o aumento na demanda.

A CBMM exporta 95% da sua produção para 350 clientes, em mais de 50 países, sendo a única empresa nacional a produzir e exportar o óxido de nióbio, toda a sua comercialização de liga e óxido é realizado através de empresas subsidiárias internacionais: CBMM Europe BV em Amsterdã (Holanda); Reference Metals Company Inc., Pittsburgh, Estado da Pensilvânia, nos Estados Unidos e CBMM Asia

Tabela 3
COMÉRCIO EXTERIOR DE NIÓBIO – 1997/2008

ANOS	EXPORTAÇÃO (A)				IMPORTAÇÃO (B)		SALDO (A-B)	
	Liga FeNb ⁽¹⁾		Óxido de nióbio ⁽²⁾		de liga FeNb ⁽¹⁾			
	Em t.	10 ³ US\$-FOB	Em t.	10 ³ US\$-FOB	Em t.	10 ³ US\$-FOB	Em t.	10 ³ US\$-FOB
1997	13.947	211.600	1.387	22.229	-	-	15.334	233.829
1998	18.504	239.964	1.138	19.504	-	-	19.642	259.468
1999	16.821	223.945	1.064	18.170	-	-	17.885	242.115
2000	17.407	232.084	639	11.080	-	-	18.046	243.164
2001	18.339	242.024	903	13.986	-	-	19.242	256.010
2002	18.405	237.595	217	4.158	5	41	18.617	241.712
2003	18.600	233.967	340	5.860	-	-	18.940	239.827
2004	20.145	249.326	592	9.739	5	57	20.732	259.008
2005	34.725	468.844	495	7.552	-	-	35.220	476.396
2006	39.130	528.730	433	4.660	-	-	39.563	533.390
2007	47.514	1.081.614	702	12.138	-	-	48.216	1.093.752
2008	48.562	1.601.902	890	24.054	-	-	49.452	1.625.956

Fonte: DNPM/DIDEM; MDIC/SECEX

(1) Dados em Nb₂O₅ contido na liga ferro-nióbio (Nb/Fe-Nb=0,66)

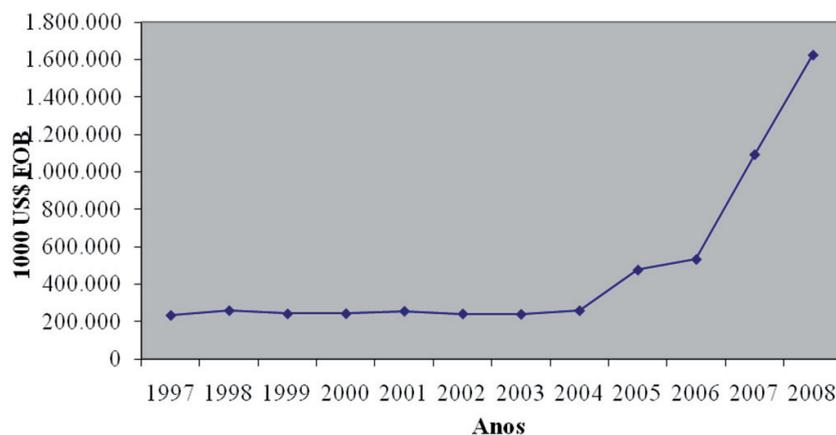
(2) Dados em Nb₂O₅, apenas a CBMM exporta este produto.

Pte, Cingapura, bem como através de seus distribuidores na China, a Citiniobium Trading, e a GFE-Mir/CBMM, na Rússia. As subsidiárias desenvolvem toda a parte de logística, distribuição e desenvolvimento do mercado sendo responsáveis pelo estabelecimento de convênios e parcerias com clientes e entidades científicas para desenvolvimento de novos produtos.

Toda a produção da Anglo American Brasil da liga Fe-Nb é exportada, pelo porto de Santos, sobretudo para Alemanha, Estados Unidos, Japão e Holanda, além de outros clientes, produtores de aços especiais, no Médio Oriente, Ásia e Austrália

O nióbio apresenta significativa importância para a balança comercial brasileira do setor minero-metalúrgico e para economia dos Estados produtores deste insumo: Minas Gerais e Goiás. O Estado de Minas, que possui o terceiro maior PIB entre todos os Estados da federação, os insumos a base de nióbio contribuem significativamente em sua balança comercial, perdendo apenas para as exportações de minério de ferro e derivados e para o café.

Gráfico 1
SALDO DA BALANÇA COMERCIAL DE NIÓBIO – 1997-2008



Fonte: DNPM/ Sumário Mineral

O saldo da balança comercial dos produtos derivados de nióbio cresceu 367,76% no período analisado. Entre 2004 e 2005 registrou-se um crescimento de 83% e entre 2006 e 2007, em virtude do *boom* chinês, foi registrado um aumento de 105%. Em 2007 e em 2008, o saldo ultrapassou a barreira de US\$(FOB) 1.000.000.000,00.

5. CONSUMO APARENTE

O perfil de consumo de nióbio destina-se basicamente à produção de aços microligados, sob a forma de ferro nióbio. Portanto, a indústria siderúrgica é a principal demandante deste metal, assim como o níquel, zinco e ferro. Quase 90% da produção de nióbio são destinadas aos que fazem uso do ferro nióbio *standard*, tanto na produção de aços microligados, como na fabricação de aços resistentes ao calor. O restante da produção é destinado à produção de superligas a base de óxido de nióbio de alta pureza e outras finalidades.

A Anglo American destina toda sua produção de Fe-Nb para atender o mercado estrangeiro. A CBMM também destina toda sua produção de óxido de nióbio para o mercado estrangeiro. Em 2007, o consumo de óxido de nióbio da alta pureza ficou restrito aos EUA (94,2%), Japão (4,4%) e países da União Européia (1,4%). No entanto, uma pequena parte da produção da empresa de Araxá (aproximadamente 5%) da liga Fe-Nb foi dirigida ao mercado nacional. Em 2007, mais de 96% do consumo de Fe-Nb destinou-se ao parque industrial siderúrgico do eixo sul-sudeste, sendo os principais Estados consumidores em ordem decrescente: Minas Gerais (52%), com destaque para a região do Vale do Aço (Ipatinga, Timóteo e Coronel Fabriciano); Espírito Santo (20%); São Paulo (15%), Rio de Janeiro (8%) e Rio Grande do Sul (1%). As principais empresas consumidoras foram: Usiminas (Ipatinga-MG), com 25%; Acesita (Timóteo-MG), com 19%, Companhia Siderúrgica Tubarão (Vitória-ES), com 18%, Grupo Gerdau (11%), Cosipa (Cubatão-SP), com 8%; Aços Villares (6%) e Companhia Siderúrgica Nacional (Volta Redonda-RJ), com 4% do total consumido nacionalmente.

A elevação nos preços do petróleo, entre 2003 e julho de 2008 viabilizaram novos projetos de exploração e a manutenção de linhas de transmissão desativadas, demandaram uma maior produção de tubos de aço de alta resistência, tanto ao calor como às baixas temperaturas. A Rússia está construindo uma mega oleoduto de mais de 4000 km de extensão, atravessando a gélida estepe siberiana (as temperaturas podem atingir até -70°C), onde há existência de grandes jazidas de petróleo e gás natural. O oleoduto ligará Taichet, na região de Irkutsk, na Sibéria Oriental até a costa do Oceano Pacífico (Mar do Japão), atendendo a crescente demanda por petróleo dos países asiáticos, incluindo a China. Para atender o mercado chinês, Vladimir Putin (então presidente e hoje primeiro-ministro russo) e Wen Jiabao (premiê chinês) assinaram um acordo para a construção de uma bifurcação deste oleoduto em 2004. Esta possui 67 km de extensão, ligando Skovorodino, no extremo leste da Rússia, até a fronteira norte da China, onde está localizado o terminal de Daqing.

Além da construção deste oleoduto, a parceria russo-chinesa prevê também a construção de gasodutos. Em 2006, a empresa russa Gazprom, a maior produtora de gás natural neste país, e a *China National Petroleum Corporation* (CNPC sigla em inglês), a maior empresa petrolífera chinesa também firmaram parcerias. Os russos são o maior produtor de gás natural do planeta e a demanda chinesa por gás natural tende a aumentar em virtude de seu vigoroso crescimento econômico. Caso as projeções do crescimento do PIB chinês se confirmem e a China não for seriamente afetada pela crise financeira internacional, iniciada na América do Norte em 2007 (da qual abordaremos adiante); a oferta de gás natural chinesa seria insuficiente para suprir sua demanda, o que exigiria a importação do gás natural russo, proveniente da Sibéria. De acordo com o plano da Gazprom, um gasoduto orçado em US\$ 10 bilhões ligará o leste da Rússia ao oeste da China, sendo primeiras entregas do gás (80 bilhões de m^3), previstas para 2011.

A demanda por tubos de grande diâmetro para o transporte de gás natural e petróleo sob alta pressão a base de aços microligados por nióbio não se limita apenas aos casos mencionados anteriormente. A Berg Pipe, Europipe, Nippon Steel, Oregon Steel, Stelco, Sumitono

e Usiminas produzem estes aços especiais, atendendo clientes como Petrobrás, British Gas, Exxon, Norwegian Statoil e a própria Gazprom.

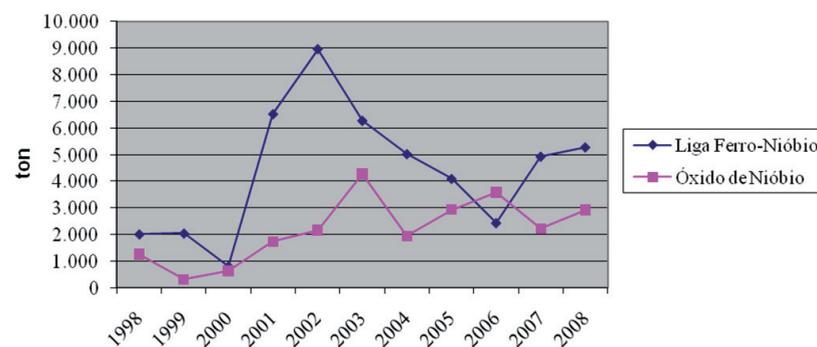
As chapas grossas microligadas com nióbio também são consumidas pela indústria naval e de plataformas marítimas. Importantes consumidores de chapas para navios são as japonesas Hitachi Zosen e Mitsubishi Heavy Industries e as sul-coreanas Hyundai e Samsung. As plataformas marítimas são feitas principalmente por estaleiros poloneses e alemães.

A indústria automotiva tem consumido aços microligados de alta resistência, laminadas a quente e a frio, principalmente após a primeira crise do petróleo nos anos 1970. Este tipo de aço reduz o peso dos automóveis, implicando economia no consumo de combustível.

O nióbio é consumido em ferros fundidos para discos de freios e peças automotivas como anéis de segmento e camisas de cilindros. A Cofap no Brasil e a Mercedes Benz, no Brasil e na Europa produzem estes materiais.

Como supercondutor, os fabricantes como a General Dynamics e a General Electric, que, por sua vez, compram os cabos supercondutores da Alstom, Furukawa, Hitachi, ICG, Kobe, LMI, Outokumpu,

Gráfico 2
EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE BRASILEIRO – 1997-2008



Fonte: Sumário Mineral/DNPM

Oxford, Sumitomo, Supercon e Vacuumschmelze. A liga C-103 composta de nióbio é usada como material refratário pela indústria aeroespacial (aplicada principalmente em propulsores e bocais de foguetes) por resistir a temperaturas acima de 1.300°C e aceitar revestimentos contra oxidação. O consumo dessas ligas à base de nióbio aumentou com o crescimento do número de lançamentos de satélites, envolvendo na cadeia de fornecimento empresas como General Electric, Kaiser Marquardt, Lockheed Martin, Loral, e Pratt & Whitney.

As principais empresas que usam nióbio em lentes ópticas para instrumentos oftálmicos, microscópios e câmeras de vídeo são as japonesas Hoya, Minolta, Nikon e Ohara, a francesa Corning e a alemã Shott. Entre os fabricantes de condensadores e atuadores cerâmicos contendo nióbio estão as japonesas NEC, Matsushita Electric, Murata Manufacturing, TDK e a Trans-Tech, dos EUA. A Bayer, a Sumitomo e a Union Carbide fabricam catalisadores empregando compostos de nióbio.

6. PREÇOS

Não existe no Brasil comercialização do mineral pirocloro e de concentrado de pirocloro, desde 1981, sendo ambos industrializados e comercializados pelas empresas que atuam com o insumo, tanto como liga, como óxido de nióbio

O preço do nióbio está diretamente relacionado ao comportamento da siderurgia e a demanda mundial pelo metal que é restrita e cíclica associada à realização de grandes projetos que utilizam aços fortalecidos pelo nióbio como gasodutos, refinarias, plataformas de exploração de petróleo, etc.

Entre 1997 e 2006 não se observou grandes oscilações no preço, provavelmente ocasionado pelo fato da comercialização do ferronióbio e do óxido de nióbio ser realizada diretamente pelas empresas produtoras e não por meio de bolsas de mercadorias. A CBMM tem um papel de firma líder no mercado internacional de nióbio, os preços praticados por ela servem de referência para o estabelecimento de preços das firmas seguidoras: Anglo American Brasil e a canadense Cambior.

Tabela 3
EVOLUÇÃO DOS PREÇOS* DA LIGA FeNb e ÓXIDO DE NIÓBIO 1997/2008

Ano	Liga Ferro-Nióbio	Óxido de Nióbio
	US\$/t	US\$/t
1997	13.458	16.027
1998	13.952	17.138
1999	13.313	17.077
2000	13.333	17.340
2001	13.197	15.488
2002	12.826	19.161
2003	12.578	17.235
2004	12.377	16.451
2005	13.502	15.257
2006	13.512	10.762
2007	22.764	17.291
2008	32.987	27.927
Preço Médio	15.650	17.263

Fonte: Sumário Mineral-DNPM/MME

(*) Preço médio FOB

Num contexto histórico, os preços médios da liga ferro-nióbio, apresentam uma relativa estabilidade. O nióbio é um dos poucos casos de bens metálicos caracterizados por esta estabilidade, ao contrário do níquel, por exemplo. No período pós-guerra (1945), somente os dois choques do petróleo provocaram uma inflexão dos preços do produto, com um sensível aumento neste período. O primeiro choque ocorreu em 1973, como resposta dos países árabes à Guerra do Yom Kipur. Estes países decretaram o completo bloqueio do fornecimento de petróleo aos países aliados de Israel (EUA, Holanda e Portugal), e simultaneamente ao aumento dos preços do petróleo, o preço médio do quilograma de nióbio subiu de US\$ 6,83 em 1973 para US\$ 9,08 um aumento de

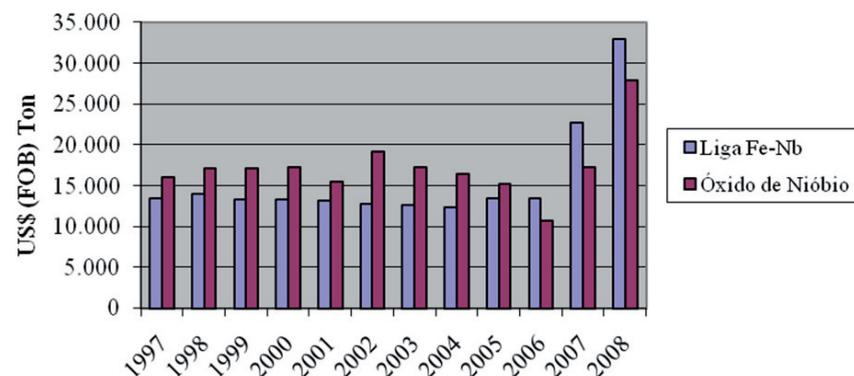
33%. O segundo choque petrolífero ocorreu entre 1978 e 1980, como conseqüência da Revolução Islâmica Xiita no Irã e a deflagração do conflito Irã e Iraque (1980-1988). Os dois países eram e figuram ainda hoje como um dos maiores produtores de petróleo do mundo. Neste período, o preço médio do quilograma de nióbio saltou de US\$ 11,29 em 1978 para US\$ 13,87, um aumento aproximado de 23%.

Entre 2006 e 2008, observa-se um forte aumento nos preços dos insumos a base de nióbio. O aumento foi de 144,13% para a liga Ferro Nióbio e 159,49% para o óxido de nióbio. O forte aumento foi reflexo, principalmente, devido à elevada demanda da indústria siderúrgica chinesa, por aços de qualidade superior; além disso, os repasses na defasagem cambial (o real se valorizou frente ao dólar entre outubro de 2002 e agosto de 2008), realização de novos investimentos, além da renovação dos contratos, contribuíram para a elevação dos preços do metal.

O nióbio possui sucedâneos. Na siderurgia, o titânio e o vanádio são elementos microligantes. O tântalo pode ser aplicado também em superligas na indústria aeronáutica para fabricação de turbinas especiais, produtos laminados e fios resistentes à corrosão e às altas temperaturas, além da fabricação de carbetos para as ferramentas de alto corte, contudo este metal possui preços mais elevados, além de elevada densidade. No caso dos aços microligados, foram feitos testes com nióbio, tântalo e vanádio para a viabilidade deste na indústria de autopeças e de vagões ferroviários. O nióbio apresenta melhor vantagem em relação aos outros dois elementos, não apenas em suas propriedades físico-químicas, mas também por ser um metal abundante no país.

O reconhecimento da vantagem competitiva do nióbio em relação aos metais concorrentes fez com que o consumo médio de ferro-nióbio aumentasse em média 19% ao ano, entre 2002 e 2007, enquanto o crescimento da produção de aço foi de 7% ao ano no mesmo período. Mesmo considerando os mercados onde a tecnologia siderúrgica já está avançada, a taxa média de crescimento do consumo de ferro-nióbio, no mesmo período foi de 15% ao ano, ao passo que o crescimento médio da indústria siderúrgica foi de 2% ao ano.

Gráfico 3
EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DA LIGA FERRO-NIÓBIO
E DO ÓXIDO DE NIÓBIO – 1997-2008



Fonte: Sumário Mineral DNPM/MME

A CBMM e a Anglo American antevendo os possíveis aumentos na demanda, tem realizado projetos de expansões de suas capacidades produtivas, garantindo a oferta e evitando maiores oscilações nos preços nos próximos anos. Além disso, reforçam a posição dessas empresas como líderes da indústria mundial de nióbio, tendo em vista as vantagens competitivas delas com o alto teor do minério de Araxá, rede própria de distribuição e a atuação em vários segmentos de produtos do nióbio e a Mineração Catalão por representar uma alternativa de fornecimento desse material associada a uma tradicional empresa de mineração e, também, uma rede própria de distribuição.

A produção anual da CBMM projetada para o ferro-nióbio até 2011 foi de 120 mil toneladas, da liga ferro-nióbio, com investimentos previstos de R\$ 250 milhões. Em 2008, a capacidade instalada era 90 mil toneladas por ano. Esta mesma empresa iniciou os projetos de expansão para produzir 150 mil toneladas a partir de 2014, principalmente na expansão das plantas de concentração e metalurgia. Vale observar que estas projeções já foram revistas, em

virtude dos impactos preliminares da crise econômica internacional. A Anglo American Brasil investiu R\$ 30 milhões em um projeto para o reaproveitamento dos rejeitos da extração de fosfato pela Copebrás, estes rejeitos possuem uma quantidade significativa de minério de pirólcloro, o que significa um aumento de 30% na produção de ferro-nióbio, que em 2007 foi de 7000 toneladas, aproximadamente, além de reduzir a emissão de rejeitos no processo produtivo da apatita (fosfato) pela Copebrás. Portanto, com base nos investimentos realizados tanto pela Mineração Catalão como pela CBMM e as reservas existentes garantem a liderança do Brasil mercado e a determinação do preço nos próximos anos.

7. PERSPECTIVAS

7.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Alguns fatores macroeconômicos concernentes a economia mundial são extremamente relevantes em nossa análise, porque não só influenciam como também podem futuramente determinar os rumos um setor ou ramo da atividade econômica. No caso do nióbio não é diferente: nos últimos anos alguns fatos merecem uma menção mais aprofundada, pois podem auxiliar na tomada de decisões futuras. Dentre estes fatores, podemos destacar três: o forte crescimento chinês nos últimos 15 anos, as fortes altas no preço de petróleo entre 2003 e meados de 2008 e a crise econômica estadunidense, oriunda do setor imobiliário e deflagrada em agosto de 2007.

A China sofreu uma forte inflexão nos rumos de sua economia política, no final dos anos 1970, após a morte de Mao Tse Tung e a chegada de Deng Xiaoping no comando do país. Este presidente não alterou o regime político, mas promoveu uma abertura econômica, tendo no Estado o elemento centralizador desta abertura. O crescimento econômico do Produto Interno Bruto (PIB) chinês se encorpou a partir dos anos 1990, segundo dados do Fundo Monetário Internacional (FMI) e do Banco Mundial, entre 1991 e 2003 foi em média de 11,45% ao

ano. Em 2006 e 2007, as estimativas do FMI apontam para um crescimento de 11,6% e 11,9%, respectivamente e as projeções para 2008 e 2009, indicam uma desaceleração neste crescimento de 9,7% e 8,5%, respectivamente, em virtude da crise na América do Norte.

Este excepcional crescimento tem sido apontado como um dos principais determinantes da alta dos preços das *commodities* após 2002. Setores intensivos em *commodities* metálicas e industriais (automotivo, metalúrgico e de construção civil) pressionaram a demanda por esses bens ao mesmo tempo em que o crescimento populacional fomentou a compra externa de alimentos e *commodities* agrícolas. Dados da Organização Mundial do Comércio (OMC) apontam um crescimento nas importações chinesas entre 2003 e 2004 de 7% para o ferro e aço, 35% na importação de metais ferrosos, 60% na importação de petróleo e 70% na importação de minérios.

A forte demanda por *commodities* metálicas processadas, incluindo a demanda por ferro-nióbio na elaboração de aços especiais, pode ser explicada dentro deste crescimento econômico chinês. Uma das conseqüências deste crescimento é o intenso processo de urbanização naquele país, refletindo na indústria automobilística (crescimento da frota automotiva) e na construção civil e também pelo fato da China atravessar uma crise energética e estes insumos são altamente intensivos em energia, obrigando-os a importar o produto já processado.

No que concerne ao petróleo, este é atualmente a principal fonte de energia primária no planeta. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), em 2004, a oferta mundial de energia foi de 11 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep), enquanto o consumo final de energia foi de 7,6 bilhões de tep's. O petróleo, o carvão mineral e gás natural são as principais fontes de energia, com 34,3%, 25,1% e 20,9%, respectivamente. No lado do consumo, o petróleo responde por 42,3% do consumo mundial de energia. O gás natural vem aumentando sua participação na matriz energética mundial, enquanto o petróleo deverá permanecer como principal fonte de energia mundial até que haja restrição de oferta, após atingir o pico de produção mundial. Mesmo diante da descoberta de novas jazidas, inclusive no Brasil, garantia

o suprimento da demanda mundial por mais algumas décadas, isso se a demanda mundial mantiver constante.

Os preços do barril de petróleo oscilaram no teto máximo de US\$ 40,00 desde o final da Guerra do Golfo (1991) até meados de 2003, quando ocorreram sucessivas valorizações. Durante o ano de 2007 e no primeiro semestre de 2008, os preços dispararam chegando ao recorde de US\$ 147,00 em julho do ano passado. Os preços caíram fortemente em virtude da crise sistêmica do sistema financeiro estadunidense, e tiveram uma leve recuperação no primeiro semestre de 2009, estando atualmente no patamar de US\$ 70,00. A forte elevação nos preços do petróleo tem o caráter essencialmente geopolítico, principalmente capitaneado pelos EUA e pelos emergentes asiáticos: China e Índia. A China já foi exportadora de petróleo, mas atualmente é o segundo maior importador do mundo e sua produção interna atende somente um terço de suas necessidades. A Índia também depende das importações de petróleo, o que corresponde 85% do consumo interno. O Japão e a Coreia do Sul também dependem fortemente da importação de petróleo para sustentar suas economias domésticas.

Para atender esta crescente demanda, há uma necessidade logística de maneira que os principais fornecedores, como a Rússia e os Países do Oriente Médio (Arábia Saudita, Iraque e Irã) supram as necessidades crescentes dos países asiáticos e também dos países europeus. Por isso, grandes projetos de transporte dessas riquezas são determinantes (oleodutos e gasodutos). O oleoduto siberiano, já mencionado, ligando a Rússia até o Mar do Japão, com ramificações para a China; a construção do oleoduto ligando o Cazaquistão, na Ásia Central até a província chinesa autônoma de Xinjiang; o oleoduto ligando o Mar Cáspio (Azerbaijão) ao Mar Mediterrâneo (costa da Anatólia, na Turquia), fornecendo petróleo para a Europa e EUA e a possível construção de um gasoduto ligando o Irã e a Índia, atravessando o Paquistão, dentre outros megaprojetos são alguns exemplos de como o aspecto logístico é fundamental na questão mundial da oferta e demanda por petróleo.

Outro ponto importante a salientar neste cenário econômico internacional de extrema relevância é concernente a crise econômica oriunda na economia estadunidense, a maior economia do mundo.

A atual crise financeira, iniciada em agosto de 2007 foi rapidamente disseminada para os países europeus tem uma gênese distinta das crises econômicas dos anos 1990 e do início desta década, como a mexicana (1994), a do sudeste asiático (1997), a russa (1998) e argentina (2001). Em vez de ter sido gestada em países em desenvolvimento ou emergentes, esta crise teve origem em fenômenos relacionados a economias desenvolvidas e avançadas. A bolha no setor imobiliário, com alta desproporcional nos preços de imóveis, característica de um intervalo de prosperidade na América do Norte e Europa Ocidental, foi o gatilho desta crise sistêmica, porém não foi à única causa. O déficit comercial e o déficit público da economia dos EUA, o crescimento e a inadimplência de alguns setores internos (incluindo o setor imobiliário) sem o devido respaldo de liquidez, também inflaram a bolha. Isto conduziu a economia estadunidense a uma auto dependência de capitais líquidos para a manutenção do crescimento dos negócios, criando instabilidade monetária (a própria credibilidade da moeda norte-americana como unidade de referência monetária internacional foi ameaçada), riscos e incertezas.

Muitos bancos nos EUA, Inglaterra, França e em outros países europeus faliram ou receberam injeção de crédito estatal durante estes 13 meses até que o pedido de falência do quarto maior banco estadunidense de investimentos, Lehman Brothers, em setembro de 2008, desencadeou uma nova etapa da crise. Alguns países já foram seriamente afetados como Hungria, Paquistão, Ucrânia, Grécia, Lituânia e o caso mais grave: a Islândia, cuja pequena economia dependia fortemente dos depósitos financeiros nos três principais bancos locais. Os valores neles acumulados chegaram a ser dez vezes maiores do que o PIB da ilha, localizada no Circulo Polar Ártico. A crise de setembro tornou transparente a incapacidade destes bancos em honrar seus correntistas, obrigando o governo a nacionalizá-los.

As projeções mais otimistas de crescimento mundial para 2009 foram revistas para baixo, de acordo com último boletim econômico do FMI, publicado em julho. A queda do PIB mundial oscilaria em torno de 1,4%. Os EUA, a Zona do Euro e o Japão teriam um decréscimo em seus PIB's de 2,6%, 4,8% e 6,0% respectivamente. Os países com

potencial de crescimento evidente (BRIC's,): Brasil, Rússia, Índia e China também tiveram suas estimativas revistas para baixo. O Brasil e a Rússia terão uma retração respectiva de 1,3% e 6,8%, enquanto China e Índia terão um crescimento de 7,5% e 5,4%, respectivamente.

7.2 BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO

A produção e o consumo de nióbio estão estritamente relacionados ao comportamento do setor siderúrgico, condicionado à indústria automobilística, aeroespacial e petrolífera.

Entre 1997 e 2008 ocorreu um aumento de 225 % no saldo produção-consumo de nióbio. Neste íterim, os crescimentos mais expressivos ocorreram entre 2004 e 2005, com 73% e entre 2006 e 2007, com 22%. Os aumentos mais expressivos entre 2004 e 2007 acompanharam as fortes expansões da indústria automobilística e os aumentos nos preços dos barris de petróleo. Antes da segunda onda da crise econômica na América do Norte, as indústrias automobilísticas nos países emergentes, principalmente no Brasil, tiveram crescimentos expressivos. No Brasil, o crescimento no setor automotivo entre 2006 e 2007 foi de 6,3% e o aumento nas vendas de carros, veículos, ônibus e caminhões tiveram um aumento de 28%: em 2006 foram vendidos 1,92 milhão de veículos e em 2007 foram vendidos 2,46 milhões. O crédito farto e longas prestações na venda das automóveis (um carro poderia ser financiado em até 84 parcelas ou sete anos) deram impulso ao setor. O reflexo disto está nas grandes metrópoles brasileiras, que sofrem com congestionamentos cada vez mais frequentes e intensos.

Porém, a crise de setembro provocou uma inflexão nesta tendência, segundo a Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE), as vendas em outubro de 2008 tiveram uma queda de 11,6% em relação a setembro e de 3,3% em relação ao mesmo período de 2007, decorrentes da retração do crédito e a elevação dos juros. Em novembro, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos automotores (ANFAVEA), a produção nacional de veículos diminuiu em 28,6% (194 mil unidades) em relação ao mesmo período

de 2007 (272,9 mil unidades) e 34,4% em relação ao mês de outubro (296,9 mil unidades). Em dezembro, as vendas no setor tiveram um aumento de 9,4% sobre o mês anterior, reflexo da redução do IPI no setor. A produção acumulada de janeiro a dezembro de 2008 foi de 3,2 milhões de veículos, 8% maior que o acumulado no mesmo período de 2007 e com isso o país subiu uma posição no *ranking* mundial, do sétimo para o sexto lugar. No primeiro semestre de 2009, segundo a mesma entidade, foram fabricados 1,46 milhões de veículos, uma queda de 13,6%, em relação ao mesmo período de 2008.

Tabela 4
BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO DE NIÓBIO
Em toneladas

ANOS	PRODUÇÃO ¹	CONSUMO ²	SALDO
	(A)	(B)	(A) – (B)
HISTÓRICO			
1997	18.426	3.092	15.334
1998	22.916	3.274	19.642
1999	20.241	2.356	17.885
2000	19.492	1.446	18.046
2001	27.496	8.254	19.242
2002	26.545	7.928	18.617
2003	29.939	7.889	22.050
2004	27.698	6.961	20.737
2005	42.818	7.032	35.786
2006	45.574	6.011	39.563
2007	55.357	7.141	48.216
2008	57.201	8.199	49.902

Fonte: AMB (DNPM), Sumário Mineral (1998-2009)

1. Produção e Importação de óxido de Nb e contido na liga FeNb
2. Consumo Aparente

A atual crise gera um cenário de incertezas, incluindo o comportamento microeconômico da indústria do níobio. Não se sabe em qual magnitude a crise afetará os países emergentes: Rússia, China, Brasil e Índia, especialmente os dois países asiáticos demandantes de matérias-primas, como o petróleo e insumos minerais. Além disso, os EUA representam aproximadamente 25% do PIB mundial e 30% do consumo, ou seja, mesmo se os países emergentes mantiverem um crescimento sustentado, o crescimento destes pode não contrabalancear o cenário recessivo na América do Norte e na Europa nos próximos anos. Outro aspecto relevante, diz respeito à “simbiose econômica” entre os EUA e a China. A renda dos habitantes dos EUA não aumentou, mas seu poder de compra aumentou em função da queda do preço dos produtos, em sua maioria importados da China, nos últimos anos. Isto impulsionou o crescimento econômico chinês e suas exportações, gerando superávits neste país, aplicados em títulos do governo estadunidense.

A indústria do petróleo também foi afetada pela crise, mas também tem gerado muitas incógnitas sobre o comportamento do preço da *commodity* nos próximos anos. Uma série de fatores envolvendo oferta e demanda poderá influenciar os preços. Se a demanda foi duramente arrefecida pela atual crise, da qual não se sabe a sua duração nem sua intensidade, o que colocou o preço do barril de petróleo a patamares próximos de US\$ 50,00; o comportamento na oferta dependerá fortemente da resposta dada aos países produtores de petróleo aos efeitos desta crise, sobretudo os membros da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo). O comportamento na demanda dependerá das políticas energéticas de diversos países que procuram fontes alternativas e/ou maneiras de consumir com menos intensidade o insumo petrolífero.

A indústria automobilística foi seriamente afetada pela crise internacional, incluindo a indústria brasileira já mencionada. As indústrias automotivas dos EUA, Alemanha, Grã-Bretanha e Itália já recorreram ao auxílio de crédito estatal, a exemplo do setor bancário, intensificando o temor de uma longa e dolorosa recessão no primeiro mundo. A General Motors ostenta o maior rombo entre as montadoras estadunidenses, além da Ford e Chrysler, tendo perdas de US\$ 2,5

bilhões no terceiro trimestre de 2008 e o valor de suas ações atingiram o nível mais baixo em seis décadas, reflexo do setor automotivo daquele país, cujas vendas despencaram, e 2008 terminou com o pior resultado no setor, desde os anos 1970.

Algumas medidas de apoio ao setor foram adotadas por governantes de alguns países. Na França, o presidente Nicolas Sarkozy anunciou em dezembro, um pacote de US\$ 13,26 bilhões (€10,5 bilhões) para socorrer empresas francesas, principalmente, as duas montadoras Renault e Citroën. Nos EUA, o governo injetou até o começo de julho US\$ 50 bilhões em empréstimos oriundos do tesouro daquele país para socorrer a GM, que esteve em concordata por 40 dias, desde 01 de junho, além disso, a empresa passou por uma profunda reformulação. A “nova” GM será formada por apenas quatro marcas (Chevrolet, Cadillac, Buick e GMC), tendo o governo estadunidense como acionista majoritário (60%) e começará com apenas US\$ 11 bilhões em dívidas, sendo que outros US\$ 40 bilhões em débitos ficam com “antiga GM”, sob análise judicial e parte deste débito será eliminado com as vendas da europeia OPEL e da canadense Magma. O presidente Barack Obama se empenhou também em socorrer a Chrysler, transferindo seu controle para o grupo italiano FIAT.

8. APÊNDICES

8.1 GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ACESITA (Aços Especiais Itabira)

AIE (Agência Internacional de Energia)

ANFAVEA (Associação Nacional dos Veículos Automotores)

ARBL (Aço de alta resistência e baixa liga)

BRIC's – Sigla referente a Brasil, Rússia, Índia e China. O termo é um acrônimo da palavra inglesa *bric* (tijolo) e faz referência aos países emergentes, com elevado potencial de crescimento econômico nos próximos anos

CBMM (Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração)
CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear)
CNPC (China National Petroleum Cooperation): Companhia Nacional de Petróleo Chinesa
CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão):
CPRM (Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais)
FENABRAVE (Federação Nacional dos Veículos Automotores)
FeNb (liga Ferro-Nióbio)
FIAT (*Fabbrica Italiana Automobili Torino*, Fábrica Italiana Automóveis Turim)
FMI (Fundo Monetário Internacional)
GM (General Motors)
IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados)
IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)
ITI (Instituto de Tecnologia Industrial)
LHC (sigla em inglês para grande colisor de hádrons)
NbC (liga nióbio-carbono)
Nióbio (Nb)
OMC (Organização Mundial do Comércio)
OPEP (Organização dos Países Produtores de Petróleo)
PIB (Produto Interno Bruto)
Pirocloro (Nb_2O_5)
RADAM (Projeto Radar na Amazônia)
Tep-Tonelada Equivalente de Petróleo
USIMINAS (Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais)
US\$ (FOB)-Dólar *free on board*. Valores de exportação isentos de custo, frete e seguro

8.2 TEC

8.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Maria Lúcia Amarante, et all. BNDES – Informe Setorial Mineração e Metalurgia. **NIÓBIO: O Brasil no Topo**. Rio de Janeiro Abr./2000. N°. 32.

AMB 98: anuário mineral brasileiro. Brasília: DNPM, 1998. 399p.

_____. Brasília: DNPM, 1999. 403p.

_____. Brasília: DNPM, 2000. 401p.

_____. Brasília: DNPM, 2001. 404p.

Anuário Mineral Brasileiro 2002. Brasília: www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=66

Anuário Mineral Brasileiro 2003. Brasília: www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=66

Anuário Mineral Brasileiro 2004. Brasília: www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=66

Anuário Mineral Brasileiro 2005. Brasília: www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=66

Anuário Mineral Brasileiro 2006. Brasília: www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=66

BARROS, Evandro Vieira. **A Matriz Energética Mundial e a Competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica**. Engevista. Departamento de Engenharia de Produção. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. Niterói-RJ, vol 9, nº1, p 47-56, jun 2007.

Balanço Mineral Brasileiro 2001: www.dnpm.gov.br

Balanço Mineral Brasileiro 2006: www.dnpm.gov.br

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. Minas Gerais do Século XXI. Panorama da Mineração. Cadernos BDMG nº 15 p.26 e 27. Belo Horizonte. set/2007

BELLUZZO, Luiz Gonzaga. **O Dólar e os Desequilíbrios Globais. Revista de Economia Política.** UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. Campinas-SP, vol 25 (3), jul 2005 p 224-232.

DUTRA, Claudio Vieira. **Lucas Lopes e a Geociência.** O Estado de Minas, Belo Horizonte. 19 nov 2007. Caderno Opinião

CUNNINGHAM, Larry D. **"Columbium (Niobium)"** From Metal Prices in the United States through 1998. U.S Bureau of Mines. 1998 p. 35-38

GALL, Norman. **Festa do crédito e economia global.** O Estado de São Paulo, São Paulo, 14 set 2008. Caderno Economia & Negócios

INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO. **Nióbio: a arte da tecnologia.** Instituto Brasileiro de Mineração. Brasília. Ano III, nº 14, mar/2008. p.10

INTERNATIONAL MONETARY FUND. World Economic Outlook. Washington D.C . U.S.A. july/2009

JASPER, Fernando. **Crise da GM pode respingar aqui.** A Gazeta do Povo, Curitiba, 16 nov 2008. Caderno de Economia

KANDIYOTI, Rafael, **Novas Rotas para o petróleo.** Le Monde Diplomatique Brasil, mai.2005. Disponível em: <http://diplo.uol.com.br>. Acesso em 14. nov.2008.

MACHADO, Antônio. **Ruas sem saída.** O Estado de Minas, Belo Horizonte. 19 mar.2008 Brasil S/A. Caderno de Economia

MACHADO NETO, José Ribeiro. **A crise norte-americana: inovações versus ortodoxia na construção de uma nova ordem econômica internacional.** Disponível em: [http:// mundorama.net](http://mundorama.net). Acesso em: 28 nov 2008.

NOGUEIRA, Carolina Dantas. **Nova Parceria entre China e Rússia.** Análise Segurança, Economia e Comércio e Integração Regional. Cenários PUC Minas, Conjuntura Internacional PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte. mar/2006.

PAIVA, Paulo. **Crise pode tirar US\$ 800 bilhões do consumo.** O Estado de Minas, Belo Horizonte. 19 mar.2008 . Caderno de Economia

PAIVA, Paulo. **GM sai da Concordata.** O Estado de Minas, Belo Horizonte. 11 jul.2009. Caderno de Economia

PENA, Fernando Ernesto. **Perfil Analítico do Pirocloro.** Brasília. DNPM.1989

PROJETO RONDON 2005. Fase Diagnóstico São Gabriel da Cachoeira – AM. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". mar/2005. 108 p.

PRATES, Daniela Magalhães. A alta recente nos preços das commodities. Revista de Economia Política .UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. Campinas-SP, vol 27 (3), jul 2007 p 323-344.

REQUEJO, Henrique Suzuki e MANTOVANI, Marta Sílvia Maria..**Gravimetria do Complexo Alcalino de Catalão I (GO).** In: IV SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS. Foz do Iguaçu-PR, abr/2008.

ROSKILL METALS AND MINERAL REPORTS. Disponível em: www.roskill.com/reports/niobium. Acesso em 25 nov 2008

SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA COELHO, Carlos Eduardo (Org). Principais depósitos minerais do Brasil: metais básicos não ferrosos, ouro e alumínio. Brasília: DNPM; CVRD, 1988.

SMB: sumário mineral brasileiro. Brasília: DNPM, 1998. 103p.

_____. Brasília: DNPM, 1998. 103p.

_____. Brasília: DNPM, 1999. 107p.

_____. Brasília: DNPM, 2000. 120p.

Sumário Mineral Brasileiro 2001: www.dnpm.gov.br

Sumário Mineral Brasileiro 2002: www.dnpm.gov.br

Sumário Mineral Brasileiro 2003: www.dnpm.gov.br

Sumário Mineral Brasileiro 2004: www.dnpm.gov.br

Sumário Mineral Brasileiro 2005: www.dnpm.gov.br

Sumário Mineral Brasileiro 2006: www.dnpm.gov.br

Sumário Mineral Brasileiro 2007: www.dnpm.gov.br

Sumário Mineral Brasileiro 2008: www.dnpm.gov.br

TITHER, Geoffrey. **Progress in Niobium markets and technology 1981-2001**. In: Niobium Science & Technology. Proceedings of the Internacional Symposium Niobium 2001. Orlando, Florida, USA. December 2-5,2001

TORRES, Heitor Figueiredo Sobral. A crise financeira e as economias emergentes. Disponível em: [http:// mundorama.net](http://mundorama.net). Acesso em: 28 nov 2008

VASCONCELOS, Luciana. **Missão Cruls**. Agência Brasil Brasília-DF. nov/2005: Disponível em: www.radiobras.gov.br/especiais/cruls. Acesso em: 14 nov.2008