

1. BEM MINERAL

O nióbio (Nb) ou colômbio (Cb) é um elemento metálico de número atômico 41 na Tabela Periódica dos Elementos Químicos. Sua massa específica é de $8,57\text{g/cm}^3$, pouco superior à do ferro, e seu ponto de fusão é de 2.468°C . À temperatura ambiente resiste bem à ação de ácidos clorídrico (até 35%), sulfúrico (até 95%), nítrico concentrado, fosfórico, crômico, acético, fórmico e cítrico. Possui baixa resistência à oxidação e tem a propriedade da supercondutividade em temperaturas inferiores a -264°C .

A descoberta desse metal deu-se no início do século passado, por Charles Hatchett, na Inglaterra. A origem do seu nome foi uma homenagem à América, de onde proveio o mineral, do qual o metal foi separado e denominado por ele como *columbium*.

A ocorrência de nióbio na natureza está associada aos pegmatitos, sob a forma de colombita-tantalita, ou associada a carbonatitos de maciços alcalinos, constituindo-se o mineral denominado pirocloro.

Desde 1932, o ferro-colômbio vem sendo utilizado para melhorar a qualidade dos aços e, como carboneto, é utilizado para a fabricação de ferramentas de corte rápido. No final da última guerra mundial o colômbio começou a ter emprego em propulsores a jato. O Governo dos Estados Unidos, reconhecendo a sua importância, fez grandes compras de minerais de colômbio e tântalo, para garantir o suprimento de demandas eventuais.

O colômbio e o tântalo apresentam-se sempre juntos e têm propriedades análogas, o colômbio tem densidade igual a 8,57 e o tântalo igual a 16,60. Seus minerais principais são as colombitas-tantalitas, formando uma série isomorfa de nióbio-tantalatos de ferro e manganês, com teores variados de óxido de colômbio (Cb_2O_5) e de óxido de tântalo (Ta_2O_5). São chamados de colombitas os minerais com predominância de nióbio, e tantalitas aqueles em que predomina o tântalo, não havendo, entretanto, limites precisos para esta definição. As colombitas e tantalitas são minerais de ambientes pegmatíticos, confundindo-se com magnetita, ilmenita e cassiterita pela cor negra e o brilho semelhante.

Até ao final da década de 50, o nióbio era obtido como um subproduto do tratamento das colombitas e tantalitas, minerais pouco abundantes, o que implicava em elevado preço e uso restrito na produção de um tipo especial de aço inoxidável e de algumas superligas. Com as descobertas de significativas reservas de pirocloro, com destaque para aquelas de Araxá (MG), e diante da viabilidade técnica do seu aproveitamento no início da década de 60, ocorreu uma transformação radical no cenário de oferta, preços e da disponibilidade nos mercados.

A principal aplicação do nióbio dá-se nos chamados aços de baixa liga e alta resistência (HSLA), utilizados em tubulações de grandes diâmetros, usados na construção civil, em obras de grande porte e na indústria automobilística.

A liga ferro-nióbio, obtida através do processo de aluminotermia, é um importante insumo empregado na obtenção de alguns tipos de aços, como os microligados e inoxidáveis, com aplicação nas indústrias de construção civil, automotiva, naval, aeronáutica, espacial, na fabricação de tubulações (grades, estruturas, gasodutos e oleodutos) e de ferramentas de alta precisão. Nos aços microligas, mesmo com um reduzido consumo específico (cerca de 400g de FeNb por tonelada de aço), o nióbio confere ao produto características de alta resistência

mecânica, tenacidade e soldabilidade. Nos inoxidáveis a sua importância consiste em neutralizar o efeito do carbono e do nitrogênio, afastando assim o risco de deterioração do produto por corrosão.

O perfil do consumo de nióbio distribui-se em: 75% na fabricação de aços microligas (sob a forma de ferronióbio); 12% são utilizados na fabricação de aços inoxidáveis resistentes ao calor, também sob a forma de ferronióbio; 10% (na produção de superligas na forma de óxido de nióbio); e 3% para outros usos (também na forma de óxido de nióbio).

O óxido de nióbio, que representa 13% do mercado mundial da substância, contém 99% de Nb_2O_5 e é a matéria-prima utilizada para obtenção de produtos de terceira geração: níquel-nióbio, ferro-nióbio de alta pureza, óxidos especiais de nióbio (grau ótico e grau cristal) e nióbio metálico. A maior parte da produção de óxido de nióbio é destinada à indústria de superligas, na produção de supercondutores de energia, indústria aeronáutica, dispositivos eletrônicos, capacitores cerâmicos, indústria aeroespacial e indústria ótica.

A distribuição, segundo os mercados consumidores de FeNb em aços, é de 29% em tubos, 28% em estruturais, 25% em automotivas, 10% em autopeças e 8% em outros, sendo a demanda influenciada pela concorrência tecnológica dos metais alternativos como titânio e o vanádio.

2. RESERVAS

Os jazimentos de nióbio descobertos no Brasil encontram-se associados aos complexos alcalinos carbonatíticos. Eles têm, como principal característica, o alto grau de intemperismo, com raros afloramentos de rochas frescas.

Tabela 01 Total das Reservas Oficialmente Aprovadas de Nióbio (Pirocloro) – 2000

UF	Medida			Indicada	Inferida	Total
	Minério	Contido em Nb_2O_5	Teor (%)			
MG	168.244.052	3.145.205	1,87	56.023.406	189.316.418	413.583.876
AM	38.376.000	1.093.716	2,85	200.640.000	2.658.892.800	2.897.908.800
GO	5.867.523	63.327	1,08			5.867.526
Total	212.487.575	4.302.248	2,02	256.663.406	2.848.209.218	3.317.360.202

Unidade: t

Fonte: DNPM/DIRIN

As reservas medidas de nióbio (Nb_2O_5) aprovadas pelo DNPM totalizam 212.487.575 t de minério, com teor médio de 2,02%, ou 4.302.248 t de nióbio contido. Elas estão concentradas nos Estados de Minas Gerais (73,11%), Amazonas (25,42%) e Goiás (1,47%).

Analisando o total de reservas nacionais de nióbio, o percentual de participação dos Estados, com relação à soma de suas reservas medida, indicada e inferida, aponta em primeiro lugar o Amazonas, cujas reservas de nióbio representam 87,36% do total do País e estão localizadas no município de São Gabriel da Cachoeira; em Minas Gerais atingem a 12,47%, distribuídas entre os municípios de Araxá (391.993.876 t) e Tapira (21.590.000 t); e em Goiás

as reservas de nióbio coluvionar totalizam 0,18%, situadas no município de Ouvidor, com 3.870.047 t, e Catalão, com 1.997.476 t.

3. PRODUÇÃO

O Brasil mantém a liderança na oferta de nióbio no cenário mundial, atingindo uma participação de 92,4% da produção mundial de Nb_2O_5 contido no minério, que totalizou 33.998 t, em 2000.

3.1 Origem da produção/estrutura de mercado

Apenas duas empresas respondem pela produção nacional do minério, do concentrado e dos produtos finais de nióbio: a Cia Brasileira de Mineração e Metalurgia (CBMM) em Araxá, Minas Gerais, e a Mineração Catalão de Goiás Ltda., em Goiás.

A jazida de Araxá constitui a maior reserva mundial de nióbio. É explorada pela CBMM, com capital distribuído entre o grupo Metropolitano de Comércio e Participação - Moreira Sales, e Molybdenum Corporation - Molycorp. A CBMM teve uma participação de 84,95% do total da produção nacional de Nb_2O_5 contido no concentrado que, no ano 2000, totalizou 31.190 t. Os restantes 15,05% são provenientes da Mineração Catalão de Goiás, empresa com participação acionária dos grupos Anglo American e Bozzano Simonsen, localizada no município de Ouvidor, no Estado de Goiás.

Fundada em 1955, a Cia Brasileira de Mineração e Metalurgia - CBMM é a única empresa do setor que opera desde a mina até a produção de produtos de nióbio de alto valor agregado, incluindo o óxido, o ferro-nióbio, ligas de grau a vácuo e nióbio metálico. Suas operações industriais iniciaram em 1962 e, em 1973, associou-se à COMIG (empresa estatal de Minas Gerais), constituindo uma sociedade (COMIPA), onde a CBMM se responsabiliza pela operação industrial e a COMIG recebe 25% do lucro operacional da CBMM pelos direitos de lavra. A capacidade instalada da empresa (COMIPA), para a produção do Nb_2O_5 contido no concentrado, totaliza 51.070 t. Já foram extraídas 15,5 milhões de toneladas de minério bruto, com uma lavra média anual de 800 mil toneladas, realizada a céu aberto.

Tabela 02		Evolução da produção de NIÓBIO – 1988-2000	
ANOS	Contido no concentrado (em t Nb₂O₅)	Óxido de Nióbio (em t)	Contido na Fe-Nb (em t Nb)
1988	20.278	1.128	12.443
1989	15.787	379	10.166
1990	17.648	1.068	10.817
1991	18.292	1.454	12.323
1992	17.807	590	10.598
1993	13.640	456	8.811
1994	18.950	635	11.705
1995	21.731	1.605	16.614
1996	25.308	1.730	15.526
1997	25.688	1.745	16.681
1998	33.795	2.400	20.516
1999	31.352	1.375	18.866
2000	31.418	1.274	18.218
<i>Total</i>	<i>291.694</i>	<i>15.839</i>	<i>183.284</i>

Fonte: DNPM/DIRIN; CPRM/DIECOM

O nióbio produzido é utilizado em um número sempre crescente de produtos fabricados com aços especiais e microligas, usadas em automóveis, sondas submarinas para exploração de petróleo, gasodutos, aeronaves, lentes telescópicas e até em lâminas de barbear.

A Mineração Catalão de Goiás Ltda tem a sua produção destinada ao mercado externo, ofertando apenas a liga ferro-nióbio. Na primeira etapa do processo de produção, o minério (*run-of-mine*) é lavrado e estocado em pilhas, denominadas internamente como lotes de minério pré-homogeneizado, para envio posterior ao circuito de britagem que alimenta a Usina de Concentração Mineral, onde se obtém o concentrado, por flotação. Este concentrado é transferido para a etapa de lixiviação, para obtenção de um novo concentrado que é enviado para a metalurgia, para transformação em liga ferro-nióbio.

A capacidade de produção destas duas empresas é de aproximadamente 38,8 mil toneladas/ano de concentrado. Ambas são totalmente integradas, desde as atividades de mineração até a comercialização de produtos finais. Desde 1981, a CBMM não mais oferta concentrado.

3.2 Métodos de Produção e/ou processos tecnológicos

Em Araxá, a exploração do pirocloro é realizada pela CBMM. Projetada para beneficiar 3.500 t/dia de minério, com teor de 3% de Nb₂O₅, possui uma capacidade de produção de 50.400 t/ano de concentrado de Nb₂O₅. As fases da usina de concentração são definidas em primeiro lugar pela *britagem* dos pequenos blocos ou torrões. O circuito de britagem consiste em um silo de concreto que recebe o material através de correia transportadora ou de caminhões; a britagem dispõe de um alimentador de placas, de uma peneira vibratória e de

um britador de impacto. O minério britado e o passante se juntam, em uma mesma correia, e vão para os silos de concentração. Posteriormente o minério é retirado destes silos, por meio de alimentadores de placas, e descarregado em uma correia transportadora que alimenta um moinho de bolas. Os cristais de pirocloro são bastante pequenos, exigem uma *moagem* relativamente fina para obter a sua liberação. O minério de Araxá contém de 10 a 25% de magnetita, que é facilmente removida por *separadores magnéticos* de baixa intensidade. O minério não magnético vai para o *deslame* e a fração magnética, contendo em torno de 67% Fe, é bombeada para uma represa especial onde é estocada para eventual comercialização. A flotação do pirocloro é altamente sensível à presença de lama, por isso o deslame é obtido através de três estágios de ciclonagem. A natureza laterítica do minério já implica na existência de considerável quantidade de finos naturais, que se somam aos produzidos no circuito de moagem. A concentração do nióbio é por *flotação seletiva* do pirocloro; a polpa deslamada é condicionada por 15 minutos com coletor catiônico tipo amina, um agente umectante e fluorsilicato de sódio. O concentrado flotado é espessado e em seguida filtrado. Devido aos teores relativamente altos de fósforo, enxofre e chumbo, encontrados, o concentrado é tratado em uma planta de *calcinação e lixiviação*, onde tais impurezas são reduzidas a níveis bem abaixo daqueles considerados satisfatórios pelos consumidores de todo o mundo.

A maior parte do nióbio produzido em Araxá é transformada em ferro-nióbio, forma na qual atende à sua principal aplicação, na siderurgia. A redução aluminotérmica é o processo *standard* para a produção de ferro-nióbio, a partir do concentrado de pirocloro. O óxido de nióbio, de alta pureza, é a matéria-prima utilizada para a produção do nióbio metálico.

Na Mineração Catalão de Goiás, o beneficiamento do pirocloro consiste nas fases de britagem, moagem, separação magnética, flotação, espessamento, filtragem, lixiviação e secagem. A industrialização deste concentrado pelo processo aluminotérmico coloca à disposição do mercado a liga ferro-nióbio *standard*. A capacidade de produção instalada é de 670.000 t/ano de minério bruto.

No período de 1988 a 2000, a produção nacional de Nb_2O_5 contido totalizou em 291.694 t de concentrado, 183.284 t de liga FeNb e 15.839 t de óxido de nióbio.

No ano base 1988, foi observado que, do total em toneladas de Nb_2O_5 contido no concentrado produzido pelas duas empresas, cerca de 86% couberam à CBMM, que manteve a sua performance de maior produtora mundial de nióbio, detendo a Mineração Catalão de Goiás os 14% restantes. Toda a produção do concentrado de pirocloro foi processada no País. A partir de 1988, a CBMM, além de produzir a liga FeNb, investiu no avanço tecnológico quanto à utilização do metal, proporcionando aos seus clientes nacionais e internacionais o acesso a produtos de terceira geração, derivados do óxido de nióbio, com aplicação no setor de superligas e supercondutores. Em 1989, praticamente todo o produto derivado do nióbio foi consumido no Brasil (representando 99% do total) e comercializado sob a forma de liga FeNb. A CBMM concluiu e colocou em operação no exercício de 1989 o seu projeto para produção de até 50 t/ano de nióbio metálico, em lingotes, utilizando forno de feixe de elétrons, com investimentos que atingiram US\$ 4 milhões.

A participação do Brasil na produção mundial de nióbio, em 1990, foi da ordem de 81%, mantendo assim a liderança na oferta internacional. Em segundo lugar veio o Canadá, com 18%, seguido pela Nigéria, Zaire e outros países. Em 1990, a demanda mundial de nióbio foi de 12.600 t, o que correspondeu a apenas 0,1% das reservas.

Considerando os anos 1990/91, verifica-se que houve acréscimo na quantidade produzida de Nb_2O_5 contido no concentrado de 4%, e de 14% nióbio contido na liga FeNb.

A queda na produção, em 1992, resultou da redução nas exportações causado pela retração na demanda da indústria aeronáutica. Foi observado que a quantidade do produto disponível no mercado foi elevada, enquanto que a demanda estava retraída, refletindo na redução do preço de mercado.

Em 1993, foram estabelecidas cotas de exportações de nióbio, totalizadas em 50 t de óxido de nióbio contido (Nb_2O_5), através da resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear nº 01, de 08 de fevereiro de 1993, publicada no D.O.U. de 31 de março de 1993. Foi observada uma redução de 23% na produção de concentrado, o que explica a queda na produção da CBMM, de 13.125t em 1992 para 10.010t em 1993.

Em 1994, a produção interna do concentrado aumentou 38,93%, refletindo um aumento na produção da CBMM. Neste ano, com as mudanças no sistema tributário nacional vigente, relativas à comercialização de bens minerais com incidência do ICMS (de competência estadual), a produção do pirocloro foi contemplada pelo diferimento do imposto na etapa anterior à industrialização, passando a ser tributada na saída da liga ferro-nióbio pela venda, com alíquota de 4,5% incidindo para exportação, conforme decisão do CONFAZ (Conselho Nacional de Política Fazendária).

Em 1995, registrou-se um aumento na produção de 14,68% de Nb_2O_5 contido no concentrado, 42% de Nb_2O_5 contido na liga FeNb e um significativo crescimento de 153% na produção de óxido de nióbio. Isso resultou no aumento contabilizado no valor total das exportações, que alcançaram US\$ 210,5 milhões, representando um preço médio de US\$ 12,75 por quilo de Nb contido. Os principais importadores foram a América do Norte (35%), a Europa (35%) e o Japão (26%).

Em 1996, um novo crescimento de 16,46% foi registrado na produção de nióbio contido no concentrado, e observada uma redução de 6,54% na produção de liga FeNb. Este perfil foi mantido em 1997, em função da utilização média da capacidade produtiva das empresas, que atingiu 76,3%, resultado de uma forte influência da retomada do crescimento da economia mundial e pela demanda da construção do gasoduto Bolívia/Brasil. Foram expressivos, também, os resultados das exportações de liga ferro-nióbio, que atingiram ganhos de 30,1% em valor e de 29,6% em volume sobre o ano de 1996. O total dos investimentos efetivos, em 1997, pelas empresas de mineração, nas áreas de concessões de lavra, foi de R\$ 2.932 mil, distribuídos em pesquisas geológicas (3,5%), nas minas (9,0%), em pesquisas tecnológicas (6,8%) e nas usinas (80,7%). O consumo interno estimado de nióbio encontrava-se distribuído em: 96,5% pela siderurgia, 3,0% pela fundição e 0,5% em outras aplicações.

No ano de 1998, a produção de óxido de nióbio (grau ótico) foi qualificada para atender à demanda das indústrias de lentes óticas japonesas. A CBMM reduziu o teor de ferro no óxido de nióbio de 5 ppm para, aproximadamente, 1 ppm. Em 1998, a produção nacional de concentrado de nióbio, em termos de Nb_2O_5 , cresceu 31,6% em comparação com a produção de 1997, e o percentual de utilização da capacidade instalada foi estimado em cerca de 87,1%. A produção da liga ferro-nióbio, de 20.516 t em 1998, apontou um crescimento de 22,9% frente aos resultados obtidos no ano anterior. A utilização média da capacidade produtiva foi de 76,3%, ainda fortemente influenciada pela retomada do crescimento da economia mundial e pela demanda da construção do gasoduto Bolívia/Brasil, o que resultou no crescimento da produção do óxido de nióbio em 37,54%.

Em 1998, a CBMM projetou a expansão da sua capacidade produtiva de Nb_2O_5 contido no concentrado de 30.000 t/ano para 46.000 t/ano, e 30.000 t de Nb contido na liga FeNb (Nb/liga FeNb = 0,66). A expansão foi implementada com uma planta de concentração de pirocloro, que aumentou a capacidade de produção para 84.000 t/ano até no final de 1999, e

uma nova planta de pirometalurgia que possibilitou a produção de 75.000 t/ano. A planta de metalurgia, que transforma o concentrado de nióbio em liga FeNb, foi ampliada para atender ao aumento da demanda, requerendo investimentos de US\$ 82,5 milhões no desenvolvimento tecnológico e na expansão da produção, alcançando, em 2000, 24.207 t de Nb₂O₅ contido no concentrado, 15.477 t de Nb contido na liga FeNb, e 1.274 t de óxido de nióbio.

O processo de pirometalurgia não deixa de gerar efluente sólido ou líquido, mas reduz a praticamente zero o risco de poluição, pois o concentrado de pirocloro é fundido em forno termoelétrico, utilizando o carvão vegetal como combustível. O custo do novo processo é 20% inferior ao da lixiviação devido ao uso do combustível nacional. No processo, o concentrado, após preparação prévia (sinterização), é colocado no forno elétrico com temperatura próxima a 1.400°C, onde ocorre o processo de separação pela alta temperatura.

Na Mineração Catalão de Goiás, o processo de lixiviação do concentrado é realizado em uma etapa anterior através da flotação, na usina de concentração mineral. Posteriormente, o produto obtido é transferido para a etapa de metalurgia a fim de ser transformado em liga Ferro-Nióbio, alcançando, em 2000, uma produção de 589.349 t de minério beneficiado, 4.123 t de liga FeNb com 2.741 t de Nb contido, o que representou um aumento de 12,61% em relação ao ano anterior devido à nova frente de lavra com teor de minério mais elevado.

4. COMÉRCIO EXTERIOR

O Brasil não realiza importações de nióbio desde 1993. No que se refere aos insumos, a partir de 1981, a CBMM implementou uma política de nacionalização.

Os principais importadores de ferro-nióbio brasileiro são os Estados Unidos, o Canadá, a Alemanha, a Rússia, os Países Baixos (Bélgica e Holanda) e o Japão.

A CBMM exporta cerca de 95% da sua produção, sendo os principais destinos: Europa (38%), Estados Unidos (35%) e Japão (14%). A comercialização e a distribuição dos produtos é realizada por empresas subsidiárias.

A demanda mundial de nióbio, em termos de Nb, contido evoluiu de 2.800 t em 1965 para 12.600 t, em 1990. Neste ano houve importação de 48 t de liga ferro-nióbio, oriunda da Bélgica, a um preço médio de US\$ 14.041 CIF/tonelada.

Tabela 03		Comércio Exterior de Nióbio – 1988 - 2000						
		EXPORTAÇÃO (A)				IMPORTAÇÃO (B)		SALDO (A - B)
ANOS	Liga Fé-Nb ⁽¹⁾		Óxido de nióbio ⁽²⁾		Liga Fe-Nb ⁽¹⁾			
	Quant. (t)	Valor US\$ FOB (10 ³)	Quant. (t)	Valor US\$ FOB (10 ³)	Quant. (t)	Valor US\$ FOB (10 ³)	Quant. (t)	Valor US\$ FOB (10 ³)
1988	9.277	102.365	-	-	-	-	9.277	102.365
1989	10.397	125.862	666	8.700	-	-	11.063	134.562
1990	8.818	97.300	1.151	17.196	-	-	9.969	114.496
1991	10.008	124.819	748	11.031	48	652	10.708	135.198
1992	9.356	116.687	861	12.886	-	-	10.217	129.573
1993	8.868	113.534	158	2.364	1	26	9.025	115.872
1994	11.197	141.616	635	8.415	-	-	11.832	150.031
1995	10.495	129.765	1.104	16.112	-	-	11.599	145.877
1996	11.618	152.690	860	13.514	-	-	12.478	166.204
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

Fonte: CACEX (1989-2000)/CIEF (1989-91), AMB (DNPM), Sumário Mineral (1989-2001)

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

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

No período de 1988 a 2000, as entradas de divisas proporcionadas ao País, oriundas do comércio exterior de liga FeNb, cresceram 126,72%, e o óxido de nióbio em 27,36%.

Em 1988, as exportações brasileiras de produtos a base de nióbio foram 28% superiores aos valores FOB alcançados no ano anterior. A liga FeNb continuou liderando as exportações, participando com 89,8% do total de divisas para o País, seguida do óxido de nióbio com 7,8%.

Em 1989, o aumento em 12,07% nas exportações brasileiras de liga FeNb foi resultado da conclusão do projeto da CBMM para elevação da capacidade produtiva em até 50 tpa, sendo a América do Norte, a Europa, a União Soviética e o Japão os principais importadores do produto.

Foi observado, em 1990, um crescimento de 6,20% nos preços de exportação da liga FeNb, em relação ao ano anterior, quando cotada a US\$ 7.866 t/FOB, passando para US\$ 8.354 t/FOB. Também foi observado um crescimento na cotação do óxido de nióbio, que estava sendo comercializado a US\$ 13.063 t/FOB, passando a US\$ 14.940 t/FOB, uma variação positiva de 14,37%, mantendo-se constante em 1991.

Toda a produção da Mineração Catalão destinou-se ao mercado externo sob a forma de FeNb. Os principais países consumidores foram: Japão, Estados Unidos, Alemanha, Canadá, França, Taiwan, Venezuela, Suécia, México, Colômbia, Coreia do Sul e Luxemburgo. Em 1992, o preço base exportação de nióbio (liga FeNb + Óxido de Nióbio) foi de US\$ 12.682,09 t/FOB. A recessão da indústria aeronáutica influenciou na redução das exportações desse produto e na redução da produção do metal.

Em 1993, registrou-se queda nas exportações de 5,22% da liga FeNb, o que refletiu numa redução de 2,70% em entrada de divisas para o País. Ocorreu também uma redução, acentuada, de 81,65% tanto na quantidade quanto no valor da comercialização do óxido de nióbio. Isso foi um reflexo da tendência de queda na demanda externa iniciada a partir de 1991, em função da recessão geral da indústria siderúrgica.

Em 1994, a quantidade consumida no mercado externo elevou-se em 26,26% para a liga FeNb e 301,90% para o óxido de nióbio. O perfil do consumo, estimado do nióbio no mundo, distribuiu-se em 75% para aços microligas, 12% para os aços inoxidáveis e resistentes ao calor, 10% para as superligas e 3% para diversos usos.

Em 1995, o preço de comercialização da liga FeNb foi de US\$ 12.384 t/FOB, um crescimento de 48,24% desde 1990. O óxido de nióbio foi comercializado ao preço de US\$ 14.594 t/FOB, sendo verificada uma pequena redução de 2,32%.

De 1996 a 1998, houve um aumento no nível de exportação da liga FeNb, passando de US\$ 152.690.000 para US\$239.964.000 em entrada de divisas para o País. Esse aumento foi influenciado pela retomada do crescimento da economia mundial e pela construção do gasoduto Bolívia/Brasil, resultando em um crescente aumento da demanda internacional associada com a ampliação da capacidade instalada da empresa CBMM, que substituiu a unidade de lixiviação por uma unidade de pirometalurgia, para efetuar a retirada de impurezas de fósforo, e adquiriu um forno elétrico para metalurgia do ferro-nióbio.

Em 1999, a Mineração Catalão exportou 98,3% de sua produção, sendo 2.385 t de Nb contido na liga FeNb, para a Alemanha (27,2%), Japão (24,4%), Estados Unidos (24,0%) e outros (24,4%), totalizando US\$ 32.628.332,17 em entradas de divisas. A CBMM exportou 87,8% de sua produção, totalizando 14.436 t de nióbio contido na liga FeNb, resultando em US\$ 191.317.000 de entradas de divisas. A empresa exportou seus produtos para cerca de 330 clientes em 45 países, com destaque para os países asiáticos. Em Tóquio foi criada uma *joint venture* da CBMM com a empresa nipônica Nissho Corporation. A empresa destinou 1.260 t de sua produção em Nb contido na liga FeNb ao mercado interno, sendo o principal comprador o Estado de Minas Gerais (54,1%) e o restante distribuído entre as regiões Sul/Sudeste (27,5%) e Nordeste (18,3%).

A Mineração Catalão de Goiás, em 2000, exportou toda a sua produção de 2.777 t de Nb contido na liga FeNb para a Alemanha (35,4%), para os Estados Unidos (29,7%) para o Japão (22,0%) e para a Inglaterra, Taiwan, Coreia, México, Canadá, Luxemburgo, Arábia Saudita e África do Sul, totalizando em US\$ 37.858.735,54 o ingresso de divisas. Houve um aumento de 16% no valor das exportações, devido ao crescimento no volume das vendas em relação ao ano de 1999.

A CBMM destinou 94,5% da sua produção ao mercado externo, em 2000, totalizando em 14.630 t de nióbio contido na liga FeNb resultando em US\$ 194.225.000 de entrada de divisas para o país. Foi observada uma redução na quantidade e no valor das exportações do óxido de nióbio em relação ao ano anterior, ocorrida em função de concorrência predatória de material proveniente de subprodutos do estanho (FeNb Ta) e da colombita-tantalita reprocessados na Rússia e na China levando a uma expansão da oferta no segmento de óxido

de nióbio e de ligas grau vácuo. A compensação parcial da perda na participação no mercado de óxido deu-se pelo aumento nas exportações de liga FeNb principalmente para a Europa.

De maneira geral a participação em média dos Países Baixos foi de 25%, o Japão e os Estados Unidos tiveram uma participação de 24%, a Alemanha 10%, Canadá 7% e outros 10%, no total do destino das exportações brasileiras da liga ferro-nióbio.

5. CONSUMO APARENTE

Nos últimos cinco anos a demanda mundial média do metal alcançou cerca de 19 mil t (Nb contido), estando sujeita a significativas variações, influenciadas pelas situações econômicas e políticas internacionais, além de submetida a uma forte ameaça por produtos substitutivos. Após ter mostrado índices animadores de crescimento, resultantes da elevação nos preços do petróleo, que viabilizaram novos projetos de exploração e também a ativação de linhas de transmissão que estavam desativadas e demandaram uma maior produção de tubos no início da década passada.

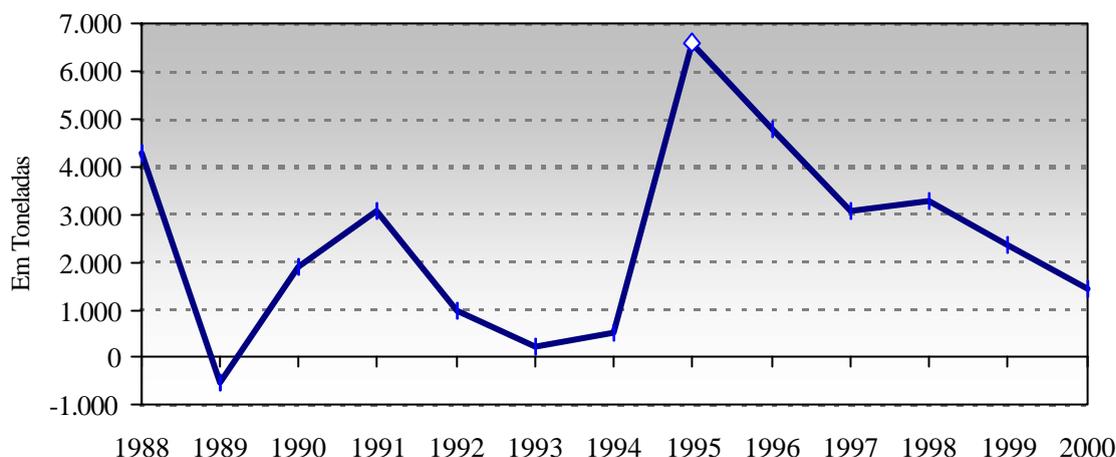
Tabela 04		Consumo Aparente Total de Nióbio Contido na Liga Ferro-Nióbio e no Óxido de Nióbio – 1988 - 2000
ANOS	TOTAL DO CONSUMO APARENTE¹	
1988	4.294	
1989	(518)	
1990	1.916	
1991	3.069	
1992	971	
1993	242	
1994	508	
1995	6.620	
1996	4.778	
1997	3.092	
1998	3.274	
1999	2.356	
2000	1.446	

Unidades: t

Fonte: CACEX (1989-2000)/CIEF (1989-91), DNPM/DIRIN

⁽¹⁾ Dados em Nb₂O₅ contido na liga ferro-nióbio e óxido de nióbio (CA = P + I - E).

Gráfico 2 - Consumo Aparente de Nióbio contido na Liga de Fe-Nb e Óxido de Nióbio - 1988 - 2000



Fonte: DNPM/DIRIN; CPRM-DIECOM

Do total da produção nacional de ferronióbio e óxido de nióbio, 90% são exportados, sendo os principais consumidores: a Europa (34%), o Japão (32%) e a América do Norte (30%). Os restantes 10% são suficientes para abastecer 100% do mercado interno, distribuído entre a Acesita - Aços Especiais Itabira, a Usiminas, a Cosipa - Cia Siderúrgica Paulista, a Cia Siderúrgica Nacional, a Mannesmann, a Belgo Mineira, a Siderúrgica Barra Mansa, Gerdau e os Aços Vilares; essas empresas são atendidas exclusivamente pela CBMM.

Em 1988, praticamente todo o produto de nióbio consumido no Brasil, o equivalente a 98% do total em toneladas, foi comercializado sob a forma de liga FeNb. Do total, em toneladas, da liga FeNb comercializada no País, cerca de 8% referiam-se às vendas ao mercado interno, retratando a importância do País como mercado consumidor do produto.

Em 1989, o aumento na demanda influenciou na quantidade comercializada para o exterior, resultando na queda do consumo aparente do produto.

A conclusão do projeto, em 1989, para produção de até 50 t/ano de nióbio metálico, na forma de lingotes, através da utilização do forno de feixe de elétrons, promoveu a aceleração do consumo aparente do metal até 1991. Neste período foi verificado o aumento no consumo do produto, em siderúrgicas nacionais para a adição em seus produtos.

Em 1992, a recessão da indústria aeronáutica, um dos principais setores consumidores de nióbio metálico, determinou a queda nas exportações desse item e, por consequência, deu-se à redução na produção do metal.

Em 1993 e 1994, toda a produção nacional de concentrado era transformada pela CBMM e a Mineração Catalão em produtos derivados de nióbio.

O grande aumento da produção e a recuperação do mercado internacional do produto, refletiram em uma grande elevação do consumo aparente em 1995.

Em 1996, foi observada uma reação positiva do mercado externo, com absorção de 12.478 t de nióbio contido na liga FeNb e de óxido de nióbio, o que representou um crescimento de

13,93% em relação ao ano anterior, a um preço de US\$ 13.320 por tonelada. As exportações foram comercializadas entre a América do Norte (30%), Japão (25%) e Europa (35%). Neste período, o consumo interno encontrava-se distribuído em 96,5% na siderurgia, 3% na fundição e 0,5% em outras aplicações.

Em 1998, a produção nacional avançou 31,6%, em relação a 1997, e o percentual de utilização da capacidade instalada foi estimado em cerca de 87,1%. A produção da liga FeNb teve um crescimento de 22,9%, em relação ao ano anterior, sendo fortemente estimulado pela retomada do crescimento da economia mundial e pela construção do gasoduto Bolívia/Brasil, o que influenciou na elevação das exportações do produto, refletindo em uma mudança no patamar de consumo aparente durante o período de 1998 e 1999.

Fatores relacionados à expansão na capacidade produtiva na Mineração Catalão de nióbio contido na liga FeNb e no concentrado, juntamente com a elevação da quantidade produzida de materiais substitutivos provenientes de subprodutos do estanho e da colômbita-tantalita reprocessados na Rússia e na China levaram à expansão da oferta no mercado mundial de óxido de nióbio, reduzindo o nível de suas exportações no período de 1999 e 2000.

6. PREÇOS

Foi verificada uma relativa estabilidade na evolução dos preços do óxido de nióbio e da liga FeNb durante o período estudado.

Não foram observadas grandes variações de preços nos últimos 20 anos da liga FeNb e do óxido de nióbio. Em 1999, os preços estavam sendo negociados a US\$ 8.750/t para a liga FeNb *standard* e US\$ 17.080/t para o óxido de nióbio, de alta pureza.

No período de 1988 a 2000, a liga Ferro-Nióbio apresentou um crescimento de 20,84% em valores nominais e um decréscimo de 7,97% em valores reais, o óxido de nióbio teve um crescimento nos valores constantes de 37,88% e de 5,01% em valores correntes.

Anos	Liga Ferro-Nióbio		Óxido de Nióbio	
	Valor Corrente ⁽¹⁾ US\$/t (FOB)	Valor Constante ⁽²⁾ US\$/t (FOB)	Valor Corrente ⁽¹⁾ US\$/t (FOB)	Valor Constante ⁽²⁾ US\$/t (FOB)
1988	11.034	14.488	12.576	16.512
1989	12.106	15.496	13.063	16.721
1990	12.542	15.565	13.928	17.285
1991	12.529	15.160	14.747	17.844
1992	12.472	14.779	14.966	17.735
1993	12.803	14.864	14.962	17.371
1994	12.648	14.406	13.252	15.094
1995	12.384	13.808	14.594	16.272
1996	13.316	14.501	16.184	17.624
1997	13.458	14.373	16.027	17.117
1998	13.952	14.691	17.138	18.046
1999	13.313	13.752	17.077	17.641
2000	13.333	13.333	17.340	17.340

Fonte: DNPM/DIRIN; Conjuntura Econômica

⁽¹⁾ Preço médio FOB

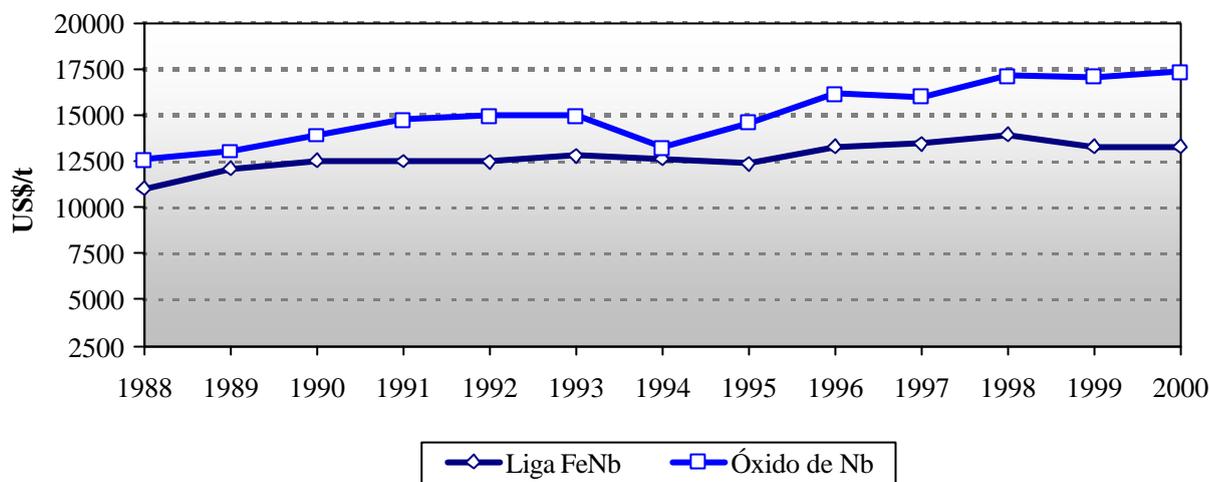
⁽²⁾ Corrigidos pelo índice IPC-USA (ano base 2000=100)

A queda verificada no preço do óxido de nióbio nos anos de 1994 e 1995, foi resultado da queda na demanda internacional iniciada em 1991, em função da recessão da indústria siderúrgica, trazendo também um reflexo no mercado de ligas FeNb.

As expressivas exportações de liga FeNb associadas à concretização do projeto de expansão da capacidade produtiva da CBMM influenciaram na redução do preço da liga FeNb e do óxido de nióbio em 1998. Entretanto, a redução das quantidades exportadas resultou numa discreta elevação de preços para exportação em 2000.

O desempenho do faturamento da siderurgia nacional foi atingido pelas oscilações dos preços dos seus produtos, dentre eles a liga ferro-nióbio e o óxido de nióbio, que foram praticados no mercado externo, juntamente com a desvalorização cambial ocorrida em 1999, que refletiu negativamente no faturamento do mercado interno em específico no nível de emprego da indústria. Impactadas com a desvalorização cambial, as empresas brasileiras foram afetadas diferentemente, dependendo do seu perfil, sendo beneficiadas as exportadoras com menor endividamento em dólar e prejudicando aquelas que tem produção com baixo valor agregado em função da quantidade comercializada e do maior grau de endividamento. Refletindo em baixos preços dos produtos siderúrgicos, em 1999, havendo uma recuperação ao longo do segundo semestre, enquanto os custos em real elevaram-se em função do índice inflacionário, reduzindo o lucro nas indústrias CSN e Usiminas, gerando prejuízos para a Acesita, Belgo Mineira, Cosipa, Açominas, Aço Villares, Mannesmann e CST. Apenas o grupo Gerdau apresentou um resultado positivo em relação ao ano anterior.

**Gráfico 3 - Preços do Óxido de Nióbio e Liga FeNb (em US\$/t)
1988 - 2000**



Fonte: DNPM/DIRIN

7. BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO DE NIÓBIO

As reservas de nióbio são suficientes para sustentar os níveis projetados de demanda por mais de dois séculos, o que, mesmo em face da projeção de expansão na quantidade demandada, não justifica a priorização de investimentos em pesquisa mineral. O comportamento da demanda de nióbio depende do sucesso da pesquisa de novas aplicações em longo prazo, um possível aumento sendo decorrência das pesquisas de supercondutores.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, as projeções de demanda atual apontam para um volume de 30 mil toneladas de FeNb por ano em função do comportamento da indústria automobilística e *pipelines* para oleodutos e gasodutos. A demanda projetada para o concentrado de nióbio, em 2010, foi de 72,6 mil toneladas, para a fabricação da liga FeNb e outros produtos destinados à exportação. O investimento médio na mineração por tonelada adicional produzida, no período histórico de 1988 a 2000, foi de US\$ 5.295, e o necessário para atender à demanda (consumo interno + exportação), em 2010, foi estimado em US\$ 496,7 milhões, sendo US\$ 215,1 milhões para atender à expansão do consumo e US\$ 281,6 milhões para atender ao crescimento do mercado externo.

O nióbio apresenta significativa importância para a balança comercial brasileira do setor minero-metalúrgico, representando o equivalente a 43% do faturamento externo de toda a indústria nacional de ferroligas.

A não comercialização de minério e concentrado por parte dos produtores nacionais de nióbio maximiza o valor agregado dos produtos ofertados, trazendo benefícios para o faturamento geral e a balança comercial do segmento.

A tendência de mercado é de estabilização, pois os recursos minerais são extremamente abundantes e os atuais níveis de capacidade produtiva, tanto para o ferronióbio como para o óxido, são suficientes para o atendimento dos níveis esperados de demanda mundial para os

próximos dez anos. Não devendo entretanto considerar-se livre de ameaças mercadológicas pois, apenas os supercondutores, cujo consumo não atinge 2% da demanda mundial, mantêm uma relação de estrita aderência. Para todos os outros tipos de produtos, o nióbio sofre a concorrência do vanádio, titânio, molibdênio, tungstênio e tântalo que, isoladamente ou combinados em certas proporções, podem conferir ao produto que os contém características próximas e altamente substitutivas do nióbio.

Na indústria siderúrgica, o consumo do nióbio vem sendo reduzido pela inserção de melhorias no processo, como o lingotamento contínuo e o resfriamento acelerado, além da ameaça pela substituição do metal por outros materiais como plástico, alumínio e cerâmicas. Portanto, são necessários investimentos em pesquisa, em projetos nos centros tecnológicos e universidades no sentido de promover e difundir a utilização do metal e manter sua posição nos mercados consumidores.

Tabela 06		Balanço Consumo-Produção de Óxido de Nb e contido na Liga de FeNb – 1988 - 2000	
ANOS	PRODUÇÃO⁽¹⁾ (A)	CONSUMO⁽²⁾ (B)	SALDO (A) - (B)
HISTÓRICO			
1988	13.571	4.294	9.277
1989	10.545	-518	11.063
1990	11.885	1.916	9.969
1991	13.825	3.069	10.756
1992	11.188	971	10.217
1993	9.268	242	9.026
1994	12.340	508	11.832
1995	18.219	6.620	11.599
1996	17.256	4.778	12.478
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
PROJEÇÃO			
2005	34.492	2.169	32.323
2010	49.492	3.254	46.238

Unidade: t

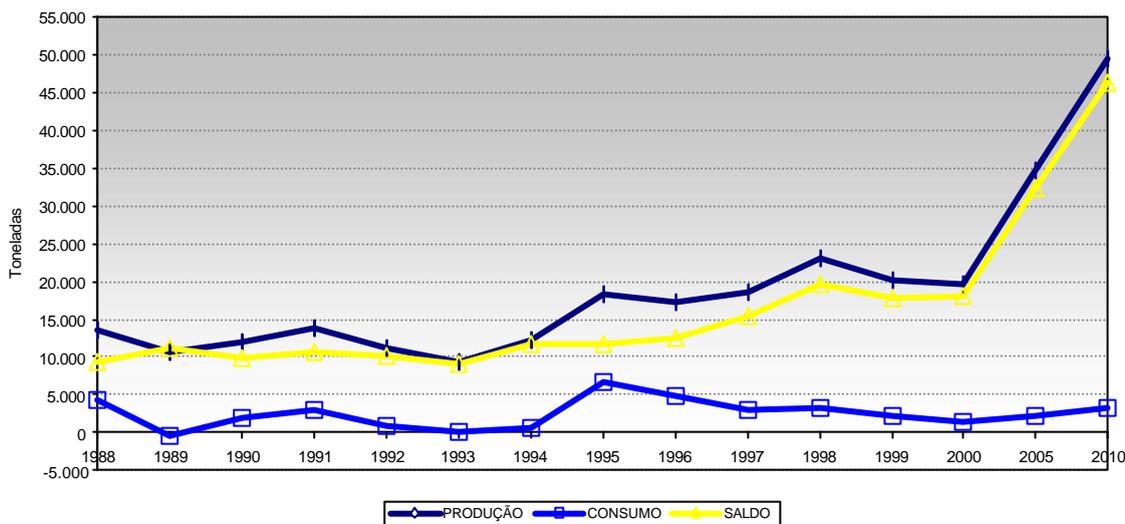
Fonte: CACEX (1989-2000)/CIEF (1989-91); DNPM/DIRIN

⁽¹⁾ Produção e Importação de óxido de Nb e contido na liga FeNb

⁽²⁾ Consumo Aparente

A CBMM, vem investindo na ordem de US\$ 82,5 milhões, na expansão em 50% de sua capacidade anual de produção de FeNb, e US\$ 45 milhões no desenvolvimento de uma nova tecnologia para tratamento do piroclore através do processo de pirometalurgia, que substitui o processo de lixiviação e a emissão de efluentes sólidos e líquidos, liberando apenas resíduos gasosos não poluentes. Essa mudança traz um grande benefício ao meio ambiente, alcançando uma redução de 20% nos custos através da utilização do carvão vegetal como combustível no forno termoelétrico envolvido no processo.

Gráfico 4 - Balanço Consumo-Produção de Óxido de Nb e contido na Liga de FeNb – 1988 - 2000



Fonte: CADEX; CIEF; DNPM/DIRIN

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Sylvio Fróes. **Recursos Minerais do Brasil**. MIC-INT. Rio de Janeiro. Vol.II. 1962.
- ANDRADE, Luiz Maurício Amarante de, et all. IBGE- Área de Operações Industriais2/ Gerência Setorial 3, Boletim n.º 31 – Janeiro/2000 – **Aço no Brasil: Desempenho em 99 e Perspectiva para 2000**.
- ANDRADE, Luiz Maurício Amarante de, et all. IBGE- Área de Operações Industriais2/ Gerência Setorial 3, Boletim n.º 32 – Abril/2000 – **Nióbio: Brasil no Topo**.
- ANDRADE, Luiz Maurício Amarante de, et all. IBGE- Área de Operações Industriais2/ Gerência Setorial 3, Boletim n.º 33 – Junho/2000 – **Aço Inoxidável: Novo Ciclo de Crescimento**.
- ANDRADE, Manoel Corrêa, **Geografia Econômica**, Editora: Atlas, 9ª Edição, 1997.
- ANDRADE, Maurício Ribeiro de, BOTELHO, Luiz Carlos A. **Perfil analítico do nióbio**. Brasília. 1974. Rio de Janeiro.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília, DNPM. 1989,1990, 1991, 1992,1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 E 2000.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral.
Sumário Mineral. Brasília, DNPM, 1989,1990, 1991, 1992,1993, 1994, 1995, 1996, 1997,
1998, 1999 E 2000.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral.
Balanco Mineral Brasileiro. Brasília, DNPM, 1988.

MARQUES, Marineide. **A importância da mineração para a economia do Brasil.** Revista
Brasil Mineral. São Paulo, p.7.set.1993.

WATKINS, Melvile. “**Teoria do Crescimento Econômico Baseado no Produto
Primário**”, maio de 1963, in Schwartzman, Jacques (Org.): Economia regional - Textos
escolhidos. Belo Horizonte, Cedeplar, 1977.

* Técnica em Recursos Minerais
6º Distrito do DNPM
Tel: 62 241-5044