

# Estrutura Imperfeita de Mercado : O Caso do Nióbio

MILTON DE ABREU CAMPANÁRIO (\*)

## Resumo

O nióbio é um mineral estratégico. Ele tem um importante papel como aditivo na produção de aços de alta resistência e baixa liga e de ligas especiais. O Brasil desfruta de uma situação de quase-monopólio na oferta do produto. Muitos países consideram-se altamente vulneráveis a possíveis ações cartelizadas. Este trabalho analisa o comportamento do mercado de nióbio. Argumenta-se que qualquer tentativa de ruptura do mercado afetará a confiança dos consumidores, no curto prazo. No longo prazo, o efeito de manipulação da quantidade ofertada ou dos preços teria pouco efeito em decorrência da competição advinda de oferta substituta. O modelo de Curva de Demanda Quebrada ajusta-se perfeitamente a este mercado, particularmente no que se refere à estabilidade de preços.

**Palavras-chave:** mercado de nióbio, *columbium*, oligopólio, curva de demanda quebrada, ligas de aços especiais, mineral estratégico.

## Abstract

Niobium is considered a strategic material. It plays an important role in special steel and steel alloy production worldwide. Brazil has a quasi-monopoly over niobium supply. Many industrialized countries consider themselves highly vulnerable to possible cartel actions. This paper analyses the behavior of niobium market. It is argued that any attempt to disrupt the market will affect the confidence of consumers in the short run. In the long run, the effect of either restriction of supply or increase of price would be diluted due to competition coming from substitute supply.

**Key words:** niobium market, *columbium*, oligopoly, kinked demand, steel alloy and special steel, strategic mineral.

---

*O autor é professor da FEA-USP, e pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT.*

(\*) Meus agradecimentos ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP e à Cleide Sanches Pinto.

## Introdução

Tendo sido descoberto em 1801 pelo químico inglês Charles Hatchett, o nióbio (ou *columbium*, como é conhecido internacionalmente) só veio a ser utilizado industrialmente a partir de 1925, na siderurgia, como substituto parcial do tungstênio, na fabricação de aços especiais.

Nos anos 40, a *Union Carbide Co.*, dos Estados Unidos, iniciou uma série de pesquisas visando a utilização do nióbio em aços carbonos planos. Os resultados mostraram que o nióbio possuía excelentes qualidades para aumentar a resistência do aço, superando produtos tradicionalmente utilizados para este fim: manganês, cromo e molibdênio. No entanto, até a década de 50 a disseminação do uso do nióbio foi pequena. Seu alto custo era um dos fatores mais restritivos, pois ele era obtido como um subproduto do tântalo, proveniente de jazidas localizadas na África e na Ásia.

Em 1954, em Oka, na província canadense de Quebec, foi descoberto um depósito de pinocloro (columbita e pirocloro são os principais minerais do Nióbio), pela *Molycorp Co.* Sua viabilidade econômica incentivou a produção e uma maior utilização siderúrgica do nióbio. Nova ampliação da oferta ocorreu em 1958, com a descoberta da reserva de pirocloro em Araxá, Minas Gerais. A extensão desta reserva a céu aberto, o alto teor mineral e sua localização geográfica privilegiada viabilizaram a exploração. Esta nova fonte de matéria-prima possibilitou a disseminação do nióbio em nível mundial, bem como o crescimento da indústria ligada ao processamento do pirocloro.

A maior resistência e flexibilidade constatada pela adição do nióbio no aço carbono resultou na expansão do seu uso em aços de alta resistência e baixa liga (*high-strength low-alloy steels* - HSLA) de extenso uso pela indústria siderúrgica. Superligas de nióbio têm uso nas indústrias nucleares e aeroespacial. Ademais, o mineral tem uso potencial como supercondutor de eletricidade a baixas temperaturas. De uma forma geral, o nióbio é um produto com demanda crescente nos países industrializados, que dependem de importações de ferro-nióbio e óxido de nióbio do Brasil, concentrado de nióbio do Canadá e Nigéria, e nióbio derivado da escória do estanho da Tailândia e Malásia.

Os países desenvolvidos consideram-se altamente vulneráveis a possíveis flutuações da oferta importada. Brasil e Canadá representam 95% da produção de nióbio, em nível mundial. Somente o Brasil responde por uma média de 80% da oferta global. Especialistas sugerem que os principais países consu-

midores devem adotar medidas preventivas contra possíveis distúrbios de oferta resultantes de ações cartelizadas dos principais produtores.

Neste trabalho, argumenta-se que uma ação cartelizada traria benefícios muito reduzidos, no curto prazo, e certamente seria inoperante, no longo prazo. O texto é dividido em três partes, além desta introdução. A primeira introduz as principais características do nióbio e de seu mercado: oferta, demanda e bens substitutos. A segunda parte apresenta um modelo que procura explicar o comportamento dos preços de mercado num sistema de competição imperfeita. Finalmente, algumas conclusões são traçadas com respeito às possibilidades e aos riscos resultantes de uma eventual ação cartelizada.

## 1. Características de Mercado

### 1.1. Usos Industriais Importantes <sup>(1)</sup>

O nióbio é um elemento químico com número atômico 41 e peso atômico 92,91. Este produto tem alta temperatura de fusão (2,480<sup>0</sup> C) e baixa resistência a oxidação, mas é muito resistente em meios químicos, sendo também um bom condutor de calor e eletricidade. O nióbio tem a propriedade especial de supercondutividade a temperaturas cryogênicas, o que pode abrir um enorme campo de aplicação industrial no futuro próximo.

O maior uso industrial do nióbio tem sido como aditivo na produção de aço. Ele melhora a resistência à corrosão de aços inoxidáveis utilizados em paredes de fogo e equipamentos de pressão. A resistência de aços planos de carbono também pode ser significativamente melhorada com a adição de pequeno volume de nióbio (menos de 0,1%). Esses aços de alta-resistência e baixa-liga (microligas conhecidas como HSLA) têm aplicações múltiplas em dutos para gás e óleo, estruturas de aço pesadas e inúmeros componentes nas indústrias de transportes e de equipamento bélico.

O nióbio é também utilizado na produção de superligas em combinação com níquel, cobalto e ferro. O nióbio contido nestas superligas varia de acordo com o aplicativo desejado: componentes resistentes a altas temperaturas, equipamentos de combustão, núcleo de reatores nucleares, peças de foguetes, componentes de motores a gás, partes de motores a jato, e muitos outros. A

---

(1) Para uma descrição detalhada das propriedades do nióbio (definições, especificações etc.) e seus usos industriais, vide SUTTON & STIPP (1975) e CUNNINGHAM (1983, 1985 e 1986). Veja, também, as fontes de informação corrente nas Referências Bibliográficas.

aplicação de nióbio como metal ou ligas com base de nióbio é ainda muito pequena, destacando-se somente alguns materiais para a construção de reatores nucleares. Também este é o caso de óxido de nióbio, principal forma não metálica do nióbio; ele é usado como um elemento intermediário na produção de ligas de alta pureza, a maioria das quais utilizada na fabricação de instrumentos e componentes eletrônicos. Pequenas quantidades de nióbio são ainda usadas para a fabricação de ferramentas de corte.

Muitos outros usos do nióbio podem ser visualizados para o futuro próximo<sup>(2)</sup> O desenvolvimento de novos aços especiais e superligas está ocorrendo no presente. Supercondutores à base de nióbio são objeto de importantes programas de P&D direcionados para a descoberta de novas formas de geração e transmissão de energia; nesta aplicação, o nióbio não tem substituto conhecido. É interessante observar que a maioria destes desenvolvimentos são promovidos pela empresa líder do mercado, a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM, que atua em Araxá, Minas Gerais. Além dos esforços nas áreas de extração e mineração, a empresa investe vultosos recursos na purificação, propriedades do metal e ligas, usos alternativos das HSLA's e superligas etc.

### 1.2. Reservas

Os principais minerais do nióbio são o pirocloro e a columbita-tantalita. Muitas definições de reserva e base de reserva destes minerais podem ser utilizadas<sup>(3)</sup> Todas elas, no entanto, apontam para um nível de reserva capaz de suprir a demanda por pelo menos 300 anos (GOELLER & ZUCKER, 1984)<sup>(4)</sup> A mais interessante característica das reservas mundiais conhecidas é a sua alta concentração geográfica. De acordo com a Tabela 1, do total de  $4.125.10^3$  toneladas economicamente exploráveis (reservas),  $3.220.10^3$  toneladas estão localizadas no Brasil. Excluindo a União Soviética, o Canadá tem a segunda maior reserva. É importante salientar que as reservas brasileiras não são somente as maiores, mas também são exploradas em minas a céu aberto e o conteúdo de

---

(2) O futuro industrial do nióbio é analisado por LEITE *et.al.* (1988).

(3) Veja a introdução de *Mineral Facts and Problems*, Edição de 1988, para uma descrição dos critérios classificatórios de recursos e reservas minerais. Base de reserva é o recurso mineral demonstrado no local de sua existência. Reserva é a parte da base de reserva que pode ser economicamente explorada.

(4) Existem muitas estimativas a respeito. Todas elas apontam para uma oferta quase que ilimitada do recurso mineral.

nióbio atinge uma média de 2%, enquanto no Canadá este indicador chega a 0,7% em minas profundas.

**TABELA 1**  
**RESERVAS E BASE DE RESERVA DE NIÓBIO**  
**(1000 ton. de Nióbio Contido)**

	Reserva <sup>(1)</sup>		Base Reserva <sup>(2)</sup>	
<b>América do Norte</b>				
Canadá	122,47	3,0%	317,52	6,3%
<b>América do Sul</b>				
Brasil	3.220,56	78,1%	3.628,80	71,9%
<b>Europa</b>				
União Soviética	680,40	16,5%	987,20	18,0%
<b>África</b>				
Nigéria	63,50	1,5%	90,72	1,8%
Zaire	31,75	0,8%	90,72	1,8%
<b>TOTAL</b>	<b>95,25</b>	<b>2,3%</b>	<b>181,44</b>	<b>3,6%</b>
<b>Ásia</b>				
Malásia	0,91	0,0%	1,36	0,0%
Tailândia	5,44	0,1%	7,26	0,1%
<b>TOTAL</b>	<b>6,35</b>	<b>0,2%</b>	<b>8,62</b>	<b>0,2%</b>
<b>Total Mundial (Arrecadado)</b>	<b>4.125,03</b>	<b>100,0%</b>	<b>5.043,58</b>	<b>100,0%</b>

Notas: (1) Extraído de CUNNINGHAM (1985)

(2) Base de Reserva inclui recursos demonstrados que são presentemente econômicos (reserva), marginalmente econômicos (reservas marginais) e subeconômicos (recursos subeconômicos).

Fonte: *Minerals Yearbook*, vários anos.

### 1.3. Oferta e Demanda

A Tabela 2 apresenta os maiores produtores mundiais para o período de 1981-1986. Brasil, Canadá e Nigéria têm sido os principais produtores. Juntos representam 95% da oferta no âmbito dos países capitalistas. Apesar de variações cíclicas, a tendência verificada é de um mercado crescente. A Figura 1 demonstra, também, que as flutuações na demanda global são acompanhadas de flutuações mais que proporcionais da participação das vendas da CBMM. De fato, esta firma tem tido a capacidade de "regular" o mercado devido às suas

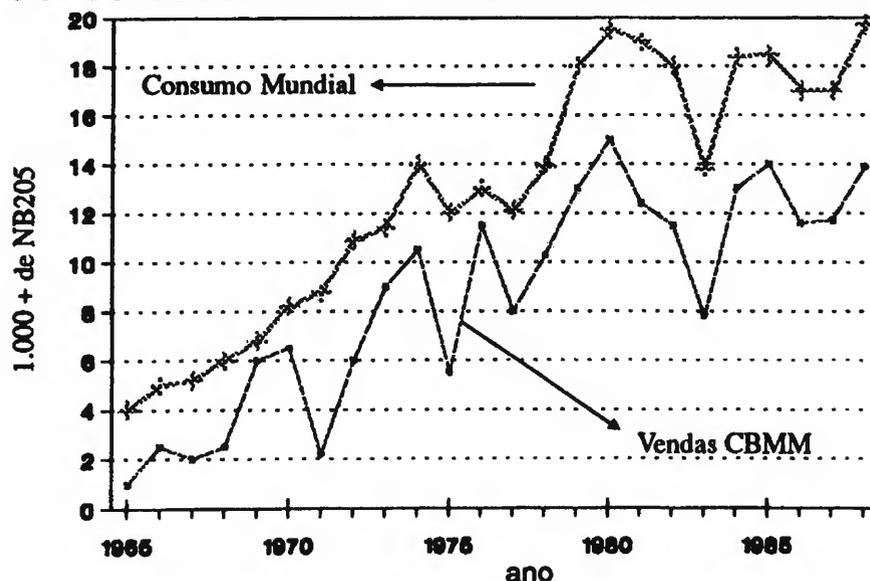
excepcionais condições de operação. Outros produtores, particularmente a Niobec Inc., do Canadá, operam perto de sua capacidade máxima e aparentemente não tem flexibilidade de ajuste às flutuações de mercado.

**TABELA 2**  
**PRODUÇÃO MUNDIAL DE NIÓBIO POR PAÍS**  
**(Toneladas de Concentrado)**

País		1981	1982	1983	1984	1985	1986
Austrália:	Columbita-Tantalita	264	116	117	154	159	88
Brasil:	Columbita-Tantalita	299	201	264	170	181	181
	Pirocloro	29886	19593	16827	30087	32001	29901
Canadá:	Pirocloro	4100	4763	3039	4400	4994	5216
	Tantalita	290	268				
Malásia:	Columbita-Tantalita	23	7	67	45	88	75
Moçambique:	Microlite	49	29	23	10	6	6
	Tantalite	34	22	14	7	4	4
Namíbia:	Tantalite	11	9	3	7	5	5
Nigéria:	Columbita	377	180	87	120	100	14
	Tantalita	2	1	1	1	1	
Portugal:	Tantalita	9	6	3	3	2	
Ruanda:	Columbita-Tantalita	57	62	50	52	28	
África Sul:	Columbita-Tantalita	4	10	0.5	0.5		
Espanha:	Tantalita	59	54	47	32	18	12
Tailândia:	Columbita-Tantalita	49	39	549	477	432	122
Est. Unidos:	Columbita-Tantalita						
Zaire:	Columbita-Tantalita	80	60	51	100	185	120
Zimbabwe:	Columbita-Tantalita	50	36	2	59	40	33
<b>TOTAL</b>		<b>35643</b>	<b>25456</b>	<b>21144.5</b>	<b>35724.5</b>	<b>38236</b>	<b>35777</b>

Fonte: *Minerals Yearbook*, vários anos.

**FIGURA 1**  
**CONSUMO MUNDIAL DE NIÓBIO E VENDAS DA CBMM**



É também importante observar que a introdução da Mineração Catalão de Goiás S.A., em 1976, causou uma rápida queda das vendas da CBMM, já em 1977. Atualmente, as duas empresas brasileiras respondem por cerca de 80% da oferta mundial de nióbio.

A Tabela 3 apresenta o padrão de demanda de nióbio nos Estados Unidos e sua evolução no período 1980-1986<sup>(5)</sup> Cerca de 80% do total de nióbio consumido encontra-se na forma de ferro-nióbio para a produção de aço. A fabricação de superligas, ligas e outros materiais respondem pelos restantes 20%. Se for considerado o uso final do nióbio, cerca de 37% vão para a construção civil (grandes estruturas de aço), 24% para a indústria de transporte, 18% para dutos de óleo e gás, 14% para máquinas e 7% para usos os mais variados (CUNNINGHAM, 1985).

**TABELA 3**  
**CONSUMO DE NIÓBIO POR USO FINAL NOS ESTADOS UNIDOS**  
**(Toneladas de Nióbio Contido)**

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
- Aço							
Carbono	704	1,053	516	597	664	780	633
Inoxidável	374	270	204	300	431	424	364
Full-alloy	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
HSLA	1,001	1,083	640	612	768	933	778
Equipamento Elétrico	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Maquinário	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Outros	3	1	3	11	13	13	22
- Superligas	855	409	294	425	563	546	457
- Outras Ligas	10	13	8	11	9	10	9
- Uso Variado	2	3	2	2	1		3
Total	2,949	2,832	1,667	1,958	2,449	2,706	2,266
	Participação Relativa (%)						
- Aço							
Carbono	23.87	37.18	30.95	30.49	27.11	28.82	27.93
Inoxidável	12.68	9.53	12.24	15.32	17.60	15.67	16.06
Full-alloy	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
HSLA	33.94	38.24	38.39	31.26	31.36	34.48	34.33
Equipamento Elétrico	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Maquinário	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Outros	0.10	0.04	0.18	0.56	0.53	0.48	0.97
- Superligas	28.99	14.44	17.64	21.71	22.99	20.18	20.17
- Outras Ligas	0.34	0.46	0.48	0.56	0.37	0.37	0.40
- Uso Variado	0.07	0.11	0.12	0.10	0.04		0.13
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Notas: (1) Pequenos montantes, incluído em HSLA.

(2) Não especificado, incluído em Outros.

Fonte: *Minerals Yearbook*, 1980 - 1986

(5) O padrão de demanda do resto do mundo é muito semelhante ao dos Estados Unidos que, hoje, representa 25% do total mundial. A falta de informação mais precisa e detalhada sobre outros países levou o autor a considerar somente o portfólio de consumo norte-americano.

O nióbio contido na fabricação de aços HSLA é menos de 0,1%; no caso de aços inoxidáveis este número é de 0,8%. A produção de superligas demanda de 1% a 5% do nióbio, dependendo da especificação tecnológica requerida. Como resultado, para a grande maioria dos usos, o peso do nióbio nos custos de produção finais é muito pequeno (IPT, 1984).

#### 1.4. Bens Substitutos e Preços

Em termos tecnológicos, elementos como vanádio, titânio e molibdênio são substitutos do nióbio como aditivo de liga na produção de HSLA e outros aços especiais. Esta substituição pode ser parcial ou completa, dependendo do tipo de aço em questão. Substitutos podem também ser encontrados nos casos de ligas e superligas. No entanto, para os usos mais correntes de aços especiais baseados no nióbio como aditivo, a substituição não é custo-eficiente: o nióbio garante alto desempenho técnico a custos relativamente baixos <sup>(6)</sup>

Outra grande vantagem econômica do nióbio é a estabilidade de preços no tempo. A Tabela 4 indica os preços de nióbio e seus substitutos para o período de 1975-1988. O preço do padrão médio de ferronióbio é mais estável do que aqueles relativos a ferrovanádio, ferromolibdênio e ferrotitânio. Ademais, é interessante destacar que as diferenças de preço no nível regional, entre Estados Unidos e Europa, é insignificante para o caso do nióbio.

**TABELA 4**  
**RELAÇÃO PREÇO-TEMPO DE NIÓBIO E BENS SUBSTITUTOS**  
**(1988 US\$/Kg Metal Contido)**

Ano	FeNb		FeV		FeMo		FeTi	
	Europa	EUA	Europa	EUA	Europa	EUA	Europa	EUA
1975	8.57	8.41		11.24	-	7.07		
1976	9.50	9.96		11.79		8.48	2.43	
1977	10.34	10.86		12.35		9.77	2.92	
1978	10.73	11.30	13.06	14.24	20.66	13.26	2.45	
1979	11.28	11.63	13.75	14.11	19.56	52.63	6.80	
1980	13.08	13.49	16.05	15.54	19.19	22.72	5.28	
1981	13.50	13.70	15.05	17.08	19.75	22.22	3.45	
1982	13.46	13.40	11.32	15.12	15.60	12.21	2.41	
1983	12.53	13.10	10.82	11.43	11.97	10.14	2.13	
1984	12.15	12.86	12.05	13.37	9.25	9.23	2.41	
1985	11.70	12.48	11.01	12.29	8.55	8.63	3.25	
1986	11.64	12.48	12.86	13.62	7.83	7.72	2.77	
1987	11.55	12.48	13.76	14.05	7.83	8.36	3.02	
1988	12.03	12.48	15.30	15.32	8.50	8.93	3.75	

Fonte: BARROS (1988).

(6) Veja as fontes de informação corrente nas Referências Bibliográficas, particularmente os capítulos específicos sobre nióbio e seus substitutos no *Mineral Facts and Problems*, editado anualmente.

### 1.5. Questões Estratégicas

Quase todo o nióbio produzido no mundo ocidental vem de minas localizadas no Brasil e Canadá. A empresa líder, CBMM, controla até cerca de 70% da oferta mundial. Presentemente, esta empresa tem condições técnicas e operacionais de produzir não somente o ferronióbio, mas as formas mais sofisticadas do mineral: óxido de nióbio, ferronióbio puro e nióbio metálico. Decorrente desta posição privilegiada da CBMM, argumenta-se, com propriedade, que a oferta de mercado depende, em grande medida, da estratégia empresarial desta firma (CUNNINGHAM, 1985).

Nos Estados Unidos, o nióbio é considerado mineral estratégico. Os motivos estão relacionados com a sua presença na fabricação de material bélico, reatores nucleares e equipamentos de transporte. Como resultado, a *General Services Administration* - GSA do Governo dos Estados Unidos inclui várias formas do nióbio no *National Defense Stockpile*. Em decorrência desta situação, muitos analistas externalizam preocupações estratégicas sobre os riscos inerentes ao fluxo de oferta do nióbio: Sutton e Stipp (1975); Cunningham (1985); Radetzki (1984); Leite *et. al.* (1988), entre outros. A seguir será demonstrado que a organização e o comportamento do mercado de nióbio não permitem a formulação de ações cartelizadas que tragam benefícios à empresa líder.

## 2. Modelo de Organização de Mercado

Quatro características básicas do mercado de nióbio merecem ser destacadas: grande concentração de oferta; estabilidade de preços; crescente demanda mundial; e possível oferta substituta. O mercado pode ser caracterizado como oligopólio concentrado, onde a empresa líder detém 70% do mercado, em condições técnicas de tornar o mercado um monopólio. A demanda é espalhada no mundo industrializado e tende a diversificar-se. Na falta de informações específicas sobre importantes indicadores como custos de produção e elasticidade-preço, algumas hipóteses de trabalho têm que ser desenvolvidas.

### 2.1. Hipóteses sobre a Demanda

Infelizmente, não existe uma teoria satisfatória sobre produção e preços em mercados oligopólicos. Em mercados competitivos, os preços dependem fortemente do comportamento de consumidores e produtores; quando a demanda e as curvas de custo encontram-se, preços e quantidades de equilíbrio podem ser determinados. No entanto, num mercado com poucos ofertantes, as ativida-

des de cada um são importantes para os demais. O ofertante individual é consciente disso e, ao mudar seu preço, produção e outras variáveis sob seu controle, deve considerar as reações de outros vendedores. Isso afeta as condições de demanda com que cada firma se defronta. Assim, o comportamento de preços do nióbio precisa ser analisado cuidadosamente, particularmente devido à sua classificação como mineral estratégico.

Os preços do nióbio têm permanecido constante por um longo período de tempo. Esta rigidez de preços é comumente identificada em mercados oligopólicos. Uma implicação direta deste comportamento é que preços rígidos são resistentes a mudanças na demanda e nos custos de produção. Naturalmente, não existem fortes razões, do ponto de vista da otimização de lucros da empresa, para mudança de preços como reação a qualquer pequena alteração de demanda ou de custos. No entanto, esta constância de preços precisa ser distinguida de rigidez. A falta de movimento nos preços de nióbio, quando mudanças significativas ocorrem com a demanda (ou em custos), conforme demonstra a Figura 1, sugere que este é um típico caso de rigidez de preço.

Talvez a melhor explicação para a rigidez de preços sob mercados oligopólicos é dada pelo modelo de Curva de Demanda Quebrada (*Kinked Demand Curve*)<sup>(7)</sup>. Segundo Reid (1981, cap. 1), este modelo pode ser considerado um caso particular da teoria de oligopólio. Assim, procura-se formular argumentos que expliquem a falta de alterações significativas no movimento de preços. A atitude típica da empresa líder descreve um padrão onde seu comportamento é baseado numa estimativa de como os seus rivais, incluindo aí produtores de bens substitutos, irão se comportar no futuro.

Para analisar as possíveis atitudes dos concorrentes da CBMM, torna-se necessário distinguir entre o que se poderia designar como Mercado de Nióbio Específico (*Specific Niobium Market - SNM*) e o Mercado de Nióbio Geral (*General Niobium Market - GNM*). O SNM inclui somente os produtores de nióbio. O GNM leva em consideração não somente os produtores de nióbio, mas também os ofertantes de bens substitutos como titânio, molibdênio e vanádio.

---

(7) O conceito de Curva de Demanda Quebrada foi originalmente desenvolvido por SWEEZY (1939). É possível argumentar que o modelo não demonstra como a rigidez de preço é estabelecida. Nosso argumento é de que este instrumento teórico nos permite visualizar os limites do movimento de preços. O preço de mercado irá ser fixado entre estes limites, levando em consideração as especificidades do mercado em questão. Veja, também, os trabalhos de REID (1981, cap. 1) e de HITCH (1939).

Como visto, o nióbio é classificado como mineral estratégico porque está relacionado com o sistema de defesa norte-americano e sua oferta está fortemente concentrada nas mãos da CBMM. Considerando somente o âmbito do SNM, o nióbio é um material crítico do ponto de vista dos principais consumidores internacionais. No entanto, o seu caráter estratégico não deve ser analisado em termos absolutos (SNM), mas tem que levar em consideração a substitutibilidade do produto (GNM) <sup>(8)</sup>. De fato, o produto é estratégico porque seu uso é custo-eficiente. No entanto, para grande parte dos usos industriais estabelecidos, existem alguns substitutos. Esta possibilidade técnica de substituição implica uma relativização da importância estratégica do nióbio e representa uma barreira concreta para qualquer tentativa de aumento de seus preços.

Se a oferta brasileira fosse manipulada ou os preços do produto aumentassem rapidamente, os países industrializados teriam como primeira alternativa buscar apoio de outros produtores do SNM, isto é, ofertantes canadenses e, em menor escala, nigerianos. Em ambos os casos, a produção seria realizada perto da plena capacidade e a custos relativamente maiores. Como não existe capacidade ociosa fora do Brasil, a elasticidade-preço da oferta alternativa é muito pequena no curto prazo. No longo prazo, esta elasticidade tende a crescer <sup>(9)</sup>. Ajustes de oferta de nióbio devem ser considerados como processos demorados, envolvendo períodos de até 8 anos, que representa o tempo necessário para a implantação de projetos neste segmento produtivo. Obviamente, estes projetos de incremento da produção de nióbio teriam que concorrer com a oferta de bens substitutos já existentes: vanádio, molibdênio e titânio.

A segunda alternativa para enfrentar distúrbios de oferta e/ou preços de nióbio é exatamente a utilização de bens substitutos no âmbito do GNM. A demanda de nióbio tem dois segmentos diferentes:  $D_G$  (geral) e  $D_S$  (específica). A Figura 2 mostra a curva de demanda quebrada. A quebra é dada em  $P_S$ , o preço

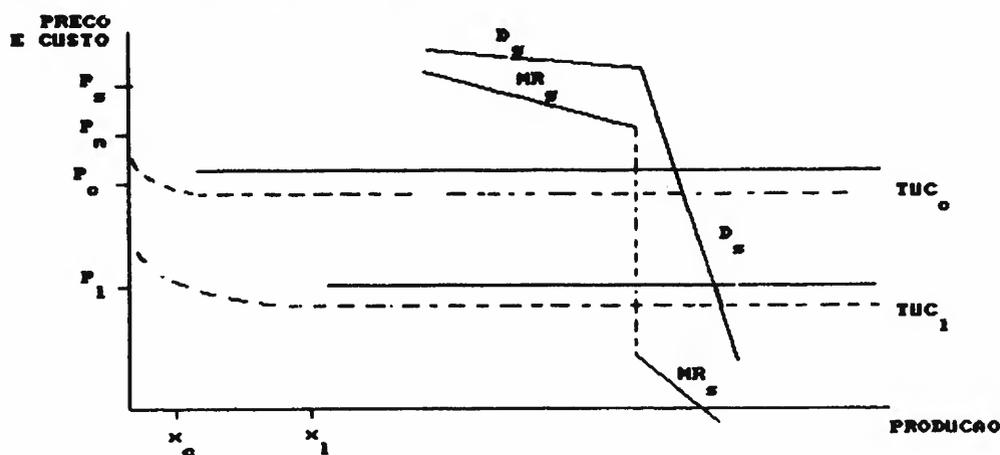
---

(8) A substituição, no âmbito do GNM, é um assunto complexo. Em termos gerais, o aumento de preço de um bem aumenta a demanda por seus substitutos e diminui a demanda por seus complementos. Isso é o que aprendemos a partir do conceito de elasticidade cruzada. O problema é que muitos substitutos do nióbio são também complementos, particularmente na produção de ligas e superligas. Para simplificar, pode-se assumir que o efeito líquido sobre a demanda de substitutos é positiva. A análise será feita com base nos valores da elasticidade preço da demanda de nióbio e da elasticidade preço da oferta substituta.

(9) O aumento na oferta alternativa de nióbio (Canadá e Nigéria) depende da existência de reservas. É também possível que outras fontes de nióbio se tornem economicamente viáveis com o aumento de preço. De qualquer forma, o valor da elasticidade preço da oferta alternativa é alto, no longo prazo. Este é o argumento de CONELLY & PERLMAN (1975).

Ps, então a oferta substituta pode ser não só custo-eficiente, mas também estrategicamente interessante. No segmento DG, a demanda é elástica desde que exista capacidade ociosa no GNM. Evidências empíricas disponíveis permitem argumentar que a elasticidade da oferta substituta é muito grande<sup>(10)</sup>. Quanto maior for a elasticidade, mais próxima se torna a competição de substitutos e mais inteligente é a política de não provocar aumento de preços. A firma líder pondera que suas perdas em vendas pelo aumento de preços seria grande e, conseqüentemente, sua receita total e seus lucros cairiam. Ademais, mas não menos importante, acima de Ps o nióbio torna-se um produto pouco confiável aos olhos dos consumidores.

FIGURA 2  
CURVA DE DEMANDA QUEBRADA: O CASO DO NIÓBIO



Legenda:

- Ps: Preço de Bens Substitutos
- Pn: Preço de mercado do Nióbio
- Pc: Preço de Produção dos Piores Produtores
- P1: Preço de Produção do Produtor Líder
- Ds: Demanda do Mercado Geral
- MRg: Receita Marginal do Mercado Geral
- MRs: Receita Marginal do Mercado Específico
- TUCc: Custo Unitário Total dos Piores Produtores
- TUC1: Custo Unitário Total do Produtor Líder
- Xn: Produção do Mercado
- X1: Produção Mínima do Líder
- Xc: Produção Mínima dos Piores Produtores

Abaixo de Ps, o segmento Ds é muito menos elástico porque o nióbio torna-se custo-eficiente; a preços abaixo dos atuais níveis de preço (Pn), a curva Ds é inelástica. Este comportamento pode ser observado pela análise do formato da curva de receitas marginais (MR), a qual torna-se negativa quando os preços são inferiores aos preços de produção, conforme ilustra a Figura 2.

(10) As reservas de produtos substitutos são extensas e geopoliticamente bem distribuídas. Aqui assume-se, também, que a elasticidade-preço da oferta substituta é alta, no longo prazo (Veja nota 9).

os preços são inferiores aos preços de produção, conforme ilustra a Figura 2. Preços de produção  $P_L$  são aqui definidos como *mark-ups* constantes mínimos estabelecidos sobre o custo total unitário do melhor produtor (veja seção 2.2.).

A curva MR tem um segmento pontilhado, designado "hiato na receita marginal". Este hiato decorre da mudança abrupta na elasticidade da curva de demanda. O segmento negativo da curva MR poderia ser alcançado se a empresa líder (melhor produtor) acreditar que uma redução de preço abaixo de  $P_L$  obrigará os produtores rivais a abaixarem os seus preços no mercado. Naturalmente, esta é uma simples possibilidade teórica. A CBMM estabelece uma liderança de preço baseada nos seus custos relativamente menores, maior capacidade e escala produtivas e comportamento agregado (integração vertical). Preços inferiores aos preços de produção da oferta alternativa ( $P_C$ ) implicam uma estratégia de *dumping* que poderia levar a uma situação de monopólio. Uma vez mais, a confiabilidade do nióbio seria julgada pelos consumidores.

É interessante observar que o consumo de nióbio tem crescido a taxas maiores que a produção/consumo mundial de aço (IPT, 1984). Isso significa que o mercado de nióbio ainda está em formação. Confiabilidade é uma questão crucial em tais circunstâncias. Estratégias de *dumping* são extremamente perigosas e poderiam prejudicar os deslocamentos positivos na curva de demanda no futuro próximo.

## 2.2. Hipótese Sobre a Oferta

Em situações como a do mercado de nióbio, a formação de preço é frequentemente realizada através da adição de margens percentuais, ou *mark-ups*, aos custos. É claro que o limite superior destas margens é  $P_S$ . O limite inferior depende basicamente da estrutura de custos dos vários produtores.

Dois aspectos da estrutura de custos da produção do nióbio merecem atenção. Primeiro, existe uma grande diferenciação de custos entre os principais produtores. A CBMM opera com uma grande vantagem comparativa decorrente da melhor qualidade da matéria-prima (nióbio contido no pirocloro) e da facilidade de mineração a céu aberto. Como é conhecido, os coeficientes técnicos da produção dependem grandemente de como o mineral é encontrado *in natura*. Segundo, as curvas de custo marginal são relativamente horizontais sobre um amplo espectro da capacidade produtiva. De fato, muitas indústrias mi-

nerais possuem tal característica. O argumento é que qualquer aumento/diminuição da produção implica uma maior/menor utilização dos equipamentos e instalações e não o seu melhor/pior uso <sup>(11)</sup> Isso significa que o custo variável médio é constante e que o custo marginal é coincidente: uma unidade a mais produzida tem o mesmo custo variável médio e, portanto, o mesmo custo marginal.

Na Figura 2,  $P_L$  reflete o custo de produção total por unidade de produto do melhor produtor ( $TUC_B$ ) mais uma margem mínima constante (*mark-up*). No diagrama, se a produção é menor que  $X_L$ , então os custos são maiores porque, neste segmento, a operação está sujeita a retornos decrescentes de escala. O segmento horizontal da curva indica que o custo mínimo é o mesmo, independentemente da escala <sup>(12)</sup>  $P_C$  é o preço de produção de outros produtores de nióbio; a curva  $TUC_C$  tem o mesmo formato que a curva  $TUC_B$ , embora em patamares superiores.  $P_C$  indica o preço mínimo economicamente viável para manter os piores produtores em atividade. Assim,  $P_N$  é o preço de mercado, fixado ligeiramente inferior a  $P_S$  mas superior a  $P_C$  de forma tal que nem os produtos alternativos se tornem viáveis ou os piores produtores de nióbio sejam excluídos do mercado. A produção  $X_N$  é a quantidade demandada.

Deve-se destacar que qualquer movimento de custo no segmento pontuado da curva  $MR$  não se faz traduzir por alterações de preço ou de produção. No caso em questão, os preços também não se alteram com eventuais deslocamentos da curva de demanda. Esta é a racionalidade da rigidez de preços no Modelo da Curva de Demanda Quebrada.

### 3. Ação Cartelizada

#### 3.1. Condições Necessárias

Um cartel pode ser definido como um acordo explícito, entre produtores independentes, sobre preços, produção e outras matérias de interesse comuns tais como divisão de mercado, estratégias mercadológicas etc. Na prática, qual-

---

(11) Os equipamentos e insumos variáveis podem ser combinados em proporções constantes ou variadas. Se as proporções são variadas, então a curva de custo médio tem a forma de U. Se o produto e o custo variável total aumenta na mesma proporção que os insumos variáveis, a curva tem forma de L. IPT (1984) tem demonstrado que para uma larga variação de produto, o custo marginal é quase constante.

(12) Assume-se que o preço doméstico brasileiro do nióbio reflete o preço de produção ( $P_L$ ). Este preço é constante (veja nota 11) e gira em torno de US\$2,5, isto é, bem abaixo dos níveis internacionais de preço ( $P_N$ ).

quer medida cartelizada é tomada com a finalidade última de incrementar os lucros de toda a indústria.

Em termos teóricos, segundo Radetzki (1984), a possibilidade de ações cartelizadas vão crescer à medida que: (a) maior seja a concentração da oferta (em termos geopolíticos ou simplesmente de mercado); (b) menor seja o valor da elasticidade-preço da demanda de nióbio; e (c) menor seja o valor da elasticidade-preço da oferta substituta. O primeiro fator sustenta que, no caso do nióbio, estratégias de ação cartelizadas são potencialmente possíveis. De fato, desde que o Brasil tem uma posição dominante em termos de reservas, uma atitude possível é a formação de um cartel nacional. No entanto, é vital salientar que o argumento é válido no âmbito do SNM, mas não no contexto do GNM.

O valor da elasticidade-preço da demanda depende do preço de mercado considerado. Se os preços são muito altos, a demanda torna-se elástica, causando competição de bens substitutos. À medida que não existe capacidade ociosa para a oferta substituta, o valor da sua elasticidade-preço é alta. Ademais, se os preços do nióbio são altos, os substitutos tornam-se custo-eficientes e estrategicamente importantes. No outro extremo, se os preços são muito baixos, a demanda torna-se inelástica. O perigo aqui é expulsar os produtores menos eficientes. Neste caso, o mercado tenderia a uma situação de quase-monopólio. O nióbio perderia a confiabilidade hoje depositada pelos mais importantes consumidores.

### **3.2. Comportamento da Empresa Líder**

A CBMM tem todas as condições de monopolizar o mercado. No entanto, a evidência empírica mostra um mercado em expansão constante e com estabilidade de preços. Oferta segura e preço estável são resultados racionais da estratégia empresarial da CBMM. No curto prazo, qualquer distúrbio de preços ou do fluxo de oferta afetaria a confiança dos consumidores mais importantes, particularmente dos Estados Unidos que considera o nióbio um material crítico. No longo prazo, a oferta substituta pode tornar-se custo-eficiente e estrategicamente interessante caso a confiança no nióbio seja perdida. À medida que o mercado de nióbio ainda está em consolidação, sua expansão depende da forma como os consumidores julgam os riscos de sua utilização em novos campos tecnologicamente estratégicos. Preços estáveis e fluxos de oferta sem interrupções reduzem estes riscos.

Outros três fatores auxiliam a CBMM a reduzir tais riscos. Primeiro, esta empresa figura como uma *joint-venture* de capital brasileiro (52%) e norte-americano (48%). Esta situação, por vezes contestada pela mídia brasileira, fornece uma boa imagem externa para a empresa. Segundo, um sistema de distribuição descentralizado e controlado por empresas localizadas nos países consumidores dilui a imagem de uma única empresa liderando o mercado. Terceiro, e talvez mais importante, a CBMM sempre evitou uma estratégia de *dumping* de modo a preservar outros produtores estrangeiros. Este é também o caso das empresas canadense e nigeriana.

### 3.3. Conclusões

Resumindo os resultados da análise anterior, é possível concluir que, apesar do seu caráter crítico, o nióbio se constitui em um material estrategicamente confiável. As implicações desta conclusão, em termos de política mineral, são muito diferentes daquelas sugeridas pelos especialistas dos países industrializados. De um lado, o desenvolvimento tecnológico de produtos alternativos, visando reduzir a importância crítica do nióbio, é uma atividade de alto risco e de longa maturação; de outro lado, a política de estoques estratégicos deve ser vista como uma solução de curto prazo contra uma eventual escassez de mercado. Ambas atitudes são custosas e só introduzem poucos elementos eficazes de instabilidade no mercado de nióbio em nível mundial.

Uma conclusão no plano teórico também merece ser considerada. O modelo da Curva de Demanda Quebrada, embora concebido na década de 30, mostrou-se um instrumento útil para entender a racionalidade existente por trás do comportamento de preços do nióbio. Como apontado anteriormente (veja especificamente a nota 7), o modelo nos fornece parâmetros teóricos para identificar os limites inferiores e superiores entre os quais o preço de mercado poderia flutuar. A sua rigidez decorre exatamente das posições estratégicas adotadas pela empresa líder, o que poderia ser diferente se outro tipo de oligopólio estivesse em questão. A modelagem completa, em termos empíricos, não pode ser desenvolvida devido à falta de dados confiáveis sobre a estrutura de custos de produção dos principais produtores. De qualquer maneira, acredita-se que as conclusões práticas alcançadas são coerentes com as premissas teóricas do modelo.

### Referências Bibliográficas

- BARROS, M.C.L. *Nióbio: Uma análise da estrutura de mercado*. São Paulo : FEA/USP, 1988 (Monografia).
- CAMPANARIO, Milton A. (coord.). *Análise da estrutura de mercado do nióbio e o papel da CBMM*. São Paulo : IPT/DES/AEI, 1984. (*Relatório IPT nº 21.267*).
- CONNELLY, P. & PERLAN, R. *The politics of scarcity*. Oxford, UK : Oxford University Press, 1975.
- CUNNINGHAM, L.D. Columbium. *In: Mineral commodity profiles*. Washington, DC : Bureau of Mines, 1983.
- \_\_\_\_\_. Columbium. *In: Mineral facts and problems*. Washington, DC : Bureau of Mines, 1985
- \_\_\_\_\_. Columbium and tantalum. *In: Minerals yearbook*. Washington, DC : Bureau of Mines, 1986.
- DIXIT, A. Recent developments in oligopoly theory. *The American Economic Review*, v. 72, n. 2, p.12-17, may 1982.
- GOELLER, H.E. & Zucker, A. Infinite resources: the ultimate strategy. *Science Journal*, v. 223, n. 4635, feb. 1984.
- HALL, R.L. & HITCH, C.J. Price theory and business behavior. *Oxford Economic Papers* 2, p. 12-45, 1939.
- LEITE, R.C.C. *et alii. Nióbio: uma conquista nacional*. São Paulo : Livraria Duas Cidades, 1988.
- OS MAIORES mineradores do Brasil: perfil empresarial do setor mineral brasileiro. *Revista Minérios*, v.2, 1982.
- RADETZKI, M. The potential for monopolistic commodity pricing by developing countries. *In: HELLEINER, G.K. (ed.). A world divided: the less developed countries in the international economy*. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 1975.
- \_\_\_\_\_. Strategic metal markets. *Resources Policy*, v. 10, n. 4, 1984.
- REID, G.C. *The kinked demand curve analysis of oligopoly: theory and evidence*. Edinburg, UK : Edinburg University Press, 1981.
- SUTTON, J.A. & STIPP, H.E. Columbium. *In: Minerals facts and problems*. Washington, DC : Bureau of Mines, 1975.
- SWEEZY, P. Demand under conditions of oligopoly. *Journal of Political Economy*, v. 47, 1939.

---

(Originais recebidos em outubro de 1990).