

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

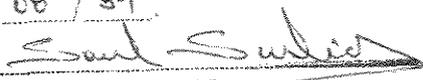
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

NIÓBIO: MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL
Modelo de Previsão do Consumo de Ferro-Nióbio

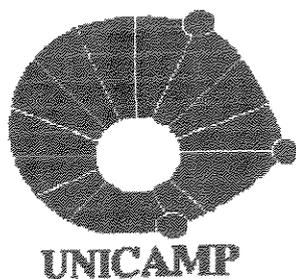
Luiz Gonzaga Oliveira e Silva

Dissertação de Mestrado

Este exemplar corresponde 75 a
redação final de 75 defendida
por LUIZ GONZAGA OLIVEIRA E SILVA
e aprovada pela 75 Julgadora
em 08 / 08 / 94.


ORIENTADOR

Campinas-São Paulo
Junho - 1994



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

NIÓBIO: MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL
Modelo de Previsão do Consumo de Ferro-Nióbio

Luiz Gonzaga Oliveira e Silva

*Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências
como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Administração e Política de Recursos
Minerais*

*Orientador: Prof. Dr. Saul Barisnik Suslick
Instituto de Geociências*

IG nº /1994

*Campinas - São Paulo
Junho - 1994*

UNIDADE	76
N.º CATEGORIA:	I/UNICAMP
	Si 38m
V. Fc.	
TÍTULO Nº/	22.352
PROC.	286/94
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 14,00
DATA	22/09/94
N.º CFD	

CM-00062139-9

SILVA, Luiz Gonzaga Oliveira e

Nióbio: mercado nacional e internacional: modelo de previsão do consumo de ferro-nióbio. - Campinas: UNICAMP / IG, 1994.

117 p.

Dissertação (mestrado) UNICAMP.IG

1. Nióbio-Mercado. I. Título.

CDD: 553.499

*A memória de meus pais,
de quem recebi lições de
honra e humildade*

"Às Minas,/.../ põem em circulação riquezas imensas debaixo de formas diversíssimas: abrem novas fontes sempre perenes de nutrição e socorro à lavoura, ao comércio e às artes, criam e sustentam um grande número de braços, diminuindo a vadiagem e mendicidade das comarcas, firmam o sossego e a segurança pública,/.../ aumentam enfim a dignidade do homem social pelas vitórias que obtém diariamente contra a natureza /.../"

José Bonifácio de Andrada e Silva.

*Um país que não possua
minas, tem necessariamente
de ir buscar ouro e prata
nos países estrangeiros,
tal como um que não
possua vinhas tem
de ir buscar os vinhos.*

Adam Smith

AGRADECIMENTOS

Desejo manifestar minha gratidão a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, resultado final do curso.

Na *CPRM*, nas pessoas de *Antonio Juarez Milmann Martins*, Diretor de Recursos Minerais, *Angelo Trévia*, chefe da Residência de Fortaleza, *Arthur Schulz Júnior*, Chefe do DEPEM - Departamento de Pesquisa e Economia Mineral, *José Guedes de Andrade*, Chefe da DIECON - Divisão de Estudos Econômicos, *José Ribeiro Mendes e José Ferreira de Souza*, que contribuíram de formas diferenciadas na liberação das minhas atividades de trabalho na empresa, permitindo-me assim a realização do Curso de Mestrado em Geociências.

Em especial, à própria *CPRM*, pela concessão de uma ajuda de custo fornecida durante o transcorrer do curso, fundamental em minha estadia em Campinas - São Paulo.

Ao sempre bom amigo *Antonio Cruz Vasques*, precípuo incentivador para que eu enfrentasse o desafio da realização do curso e do estímulo aos estudos. Não poderia deixar de mencionar os amigos *Luiz de Almeida Mello*, que acolheu-me em Campinas no período inicial do Curso, proporcionando-me ajuda e introduzindo-me aos hábitos metropolitanos, e ao casal *José Eduardo R. Souza e Regina Duarte*, pelo apoio e reconfortante companhia a minha família, durante nossa permanência naquela aprazível cidade.

Aos professores *Celso Pinto Ferraz, Hildebrando Hermann, Iran Ferreira Machado e Luiz Augusto Milani Martins*, do Instituto de Geociências, pelos ensinamentos e elevados debates técnicos realizados durante o curso, proporcionando-me ampliar os horizontes do meu conhecimento sobre o setor mineral.

Menção especial ao professor *Saul B. Suslick*, pela dedicação, incentivo e prestigiosa atenção durante todas as fases de estruturação e elaboração final do trabalho, concedendo-me vital apoio na elaboração dos modelos econométricos apresentados.

À *Maria Cristina P. Veglia* e *Tânia Mendes Medeiros* pelo apoio que sempre prestaram nas atividades de secretaria. A *Márcia S. Baena*, *Doraci Inácio* e *Cássia Raquel da Silva*, pela forma eficiente na assessoria às minhas constantes pesquisas na biblioteca do Instituto de Geociências.

À *CBMM*, nas pessoas de *Abrahão Issa Filho*, Gerente de Geologia, *Adriana Bongionvanni*, Bibliotecária, *José Izildo de Vargas*, Gerente de Vendas e *Jarbas Oliveira Nascimento*, Diretor Estatutário, pelas importantes contribuições dadas em documentação técnica, esclarecimentos, sugestões e críticas no desenvolvimento do trabalho.

Aos *colegas do DEPEM* da CPRM, que muitas vezes, compreendendo minha aflição com prazos, substituíram-me nas minhas atividades de trabalho na empresa, facultando-me assim, tempos preciosos na elaboração de minha dissertação.

Débito especial de gratidão, à *Virginia Lucia* que com paciência e reconhecida competência, conseguiu transformar a miscelânea de textos e tabelas em elogiável trabalho editorial.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

Resumo

NIÓBIO: MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL
Modelo de Previsão do Consumo de Ferro-Nióbio

Luiz Gonzaga Oliveira e Silva

As reservas mundiais de pirocloro (minério de nióbio) são bastantes expressivas quando relacionadas aos atuais níveis de demanda. O Brasil detém cerca de 93% dessas reservas, é o maior produtor mundial de minério e do principal produto industrializado, a liga ferro-nióbio.

O Brasil, através da oferta proporcionada pelas empresas CBMM e a Mineração Catalão de Goiás S.A., responde pela quase totalidade da oferta mundial de nióbio - basicamente ferro-nióbio, atendendo a demanda proporcionada dos EUA, Japão, Europa Ocidental e outros países com menor participação, compondo um mercado com forte dependência aos produtores brasileiros.

O estudo desenvolvido para o mercado do nióbio aponta como principais características a alta concentração na oferta, capacidade instalada ociosa tanto para a produção do concentrado como para a liga ferro-nióbio, ampla distribuição regional do consumo, forte concentração no consumo - 87% de utilização em siderurgia, estabilidade na demanda e nos preços e oferta substituta.

O cotejo oferta versus demanda para o mercado internacional da liga ferro-nióbio com base nos resultados das estatísticas observadas de produção, consumo e preços para o período 1973/1991, indicam que o Brasil, no caso a CBMM, provavelmente ampliará sua fatia na oferta, evitando contudo, estabelecer uma política oligopolista, definindo preços atrativos aos seus consumidores em relação aos concorrentes de produtos substitutos e estimulando a utilização do ferro-nióbio na elaboração dos aços microligados.

A utilização do conceito da Intensidade de Uso, conforme Maleenbaum, tanto para o aço, na indústria siderúrgica como setor consumidor do nióbio, assim como para a liga ferro-

nióbio, para o período 1973/1991, foi empregada como instrumento para análise do mercado para cada região, contribuindo ainda para definição do estágio do ciclo do consumo, de acordo com os pressupostos de Humphreys.

O Modelo Translog de Previsão do Consumo de Ferro-Nióbio, considerando quatro mercados regionais, EUA, Japão, Europa Ocidental e Brasil, foi desenvolvido incorporando conjuntamente as variáveis econômicas como o Produto Interno Bruto de cada país, a respectiva produção de aço bruto, preços da liga ferro-nióbio e do ferro-vanádio (esta última como bem substituto) e o tempo (período 1973/1991) como uma "proxy" de mudança tecnológica, considerados como determinantes da demanda.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

Abstract

NIÓBIO: MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL
Modelo de Previsão do Consumo de Ferro-Nióbio

Luiz Gonzaga Oliveira e Silva

The world reserves of pyrochlore (niobium ore) are very important when compared with the actual levels of demand. Brazil has a significant share of 93% of those resources and is the great world ore producer and the main producer of ferroniobium.

CBMM and Mineração Catalão de Goiás S.A. are the main world suppliers of niobium, especially ferroniobium. The demand side represented by USA, Japan, and Western Europe composed a highly dependent market from Brazilian producers.

The study for niobium market shows a high market concentration in production, surplus capacity in the production of the concentrate as well as for the ferroniobium, a broad distribution of regional consumption, high concentration in consumption - 87% of end - uses as steel products, stable demand and prices and supply substitutes.

The intensity of use were applied for steel as consumer sector of niobium as well as ferroniobium alloys in the 1973-79 period. This technique were used as a tool for market analysis for each region and for definition of the stage of consumption cycle.

In the forecasting of ferroniobium consumption translog model in the four regions USA, Western Europe, Japan, and Brazil were used the following explanatory variables: GDP, crude steel production, ferroniobium price, and ferrovanadium price as a substitute price and time as a proxy for technical change.

SUMÁRIO

Dedicatória.....	iii
Citação.....	iv
Agradecimento.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Sumário.....	x
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Gráficos.....	xiv
Lista de Tabelas.....	xvi
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	xviii
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I - GENERALIDADES.....	3
I.1. Conceituação, Características e Propriedades.....	4
I.2. Reservas e Minas.....	6
I.3. Produtos Básicos e Usos.....	9
I.3.1 - Liga Ferro-Nióbio.....	9
I.3.2 - Óxido de Nióbio.....	10
I.3.3 - Utilização Industrial	11
I.4. Produtos Substitutos.....	13
CAPÍTULO II - ESTRUTURA DA INDÚSTRIA	14
II.1. Empresas Produtoras.....	15
II.2. Processos Industriais.....	20

CAPÍTULO III - MERCADO E PREÇOS.....	22
III.1. Demanda.....	23
III.1.1. Estados Unidos.....	32
III.1.2. Japão.....	36
III.1.3. Europa Ocidental.....	38
III.1.4. Brasil.....	41
III.1.5. Outros Países.....	43
III.2. Oferta.....	44
III.2.1. Estados Unidos.....	47
III.2.2. Japão.....	49
III.2.3. Europa Ocidental.....	51
III.2.4. Brasil.....	52
III.2.5. Outros Países.....	53
III.3. Preços.....	54
III.3.1. Mercado Internacional.....	55
III.3.2. Preços dos Bens Substitutos.....	58
III.4. Comércio Exterior.....	60
CAPÍTULO IV - ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA.....	66
IV.1. A Estrutura do Mercado.....	67
IV.1.1. A Demanda do Nióbio.....	69
IV.2. O Nióbio e o Mercado Internacional do Aço.....	74
IV.3. O Conceito da Intensidade de Uso.....	77

CAPÍTULO V - MODELO DE PREVISÃO DO CONSUMO DO FERRO-NIÓBIO.....	89
V.1. Modelo de Demanda Mineral.....	90
V.2. Modelo de Previsão do Consumo do Ferro-Nióbio.....	97
V.3. Análise dos Resultados.....	106
CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
BIBLIOGRAFIA.....	110
ANEXOS.....	115
1. Produção Mundial de Aço Bruto (1973 a 1991)	116
2. Consumo Aparente Mundial de Aço Bruto (1973 a 1991).....	117

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
2.1. Fluxograma da Produção da CBMM.....	16
2.2. Principais Empresas Produtoras de Nióbio.....	18
3.1. Distribuição Setorial da Demanda do Nióbio.....	24
4.1. Estrutura do Mercado do Nióbio.....	72
4.2. Metodologia da Previsão da Demanda Mineral.....	96

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
3.1. Distribuição Setorial da Demanda do Nióbio - 1990.....	25
3.2. Produção e Consumo Aparente Mundial de Ferro-Nióbio - 1973/1991....	27
3.3. Demanda Mundial de Ferro-Nióbio e Evolução dos Preços do Ferro-Nióbio no Mercado Internacional - 1973/1991.....	29
3.4. Consumo Mundial de Ferro-Nióbio - Principais Países - 1973/1991.....	31
3.5. Consumo de Ferro-Nióbio e Níquel-Nióbio - EUA - 1980/1991.....	33
3.6. Importação e Consumo de Ferro-Nióbio - EUA - 1973/1991.....	34
3.7. Demanda para o Nióbio - EUA - 1980.....	35
3.8. Demanda para o Nióbio - EUA - 1985.....	35
3.9. Demanda para o Nióbio - EUA - 1986.....	35
3.10. Oferta e Demanda de Ferro-Nióbio - Japão - 1973/1991.....	37
3.11. Consumo de Ferro-Nióbio - Europa Ocidental - 1973/1991.....	39
3.12. Consumo de Ferro-Nióbio - Brasil - 1973/1991.....	42
3.13. Produção Mundial de Ferro-Nióbio - 1973/1991.....	46
3.14. Produção de Ferro-Nióbio - EUA - 1973/1991.....	48
3.15. Produção de Ferro-Nióbio - Japão - 1973/1991.....	49
3.16. Preços do Ferro-Nióbio - EUA - 1970/1991.....	56
3.17. Preços do Ferro-Nióbio - Brasil - 1970/1991.....	57
3.18. Preço do Óxido de Nióbio - Brasil - 1980/1991.....	57
3.19. Preço do Nióbio Metálico - Brasil - 1983/1991.....	57
3.20. Preços do Ferro-Nióbio - EUA e Europa - 1975/1991.....	59
3.21. Preços do Ferro-Vanádio - EUA e Europa - 1975/1991.....	59
3.22. Preços do Ferro-Molibdênio - EUA e Europa - 1975/1991.....	59
3.23. Preços do Ferro-Tungstênio - EUA e Europa - 1975/1991.....	59
3.24. Preços do Ferro-Titânio - Europa - 1975/1991.....	59
3.25. Exportações de Ferro-Nióbio por Países - Brasil - 1975/1991.....	64
3.26. Demanda Mundial e Exportações do Brasil - Ferro-Nióbio - 1973/1991...	65

4.1.	Produção Mundial de Aço Bruto - 1973/1991.....	80
4.2.	Consumo Mundial de Aço Bruto - 1973/1991.....	80
4.3.	Consumo Per-Capita de Aço Bruto - 1973/1991.....	81
4.4.	Índice do Consumo do Ferro-Nióbio/Aço - 1973/1991.....	86
4.5.	Intensidade de Uso do Aço e do Ferro-Nióbio - EUA - 1973/1991.....	87
4.6.	Intensidade de Uso do Aço e do Ferro-Nióbio - Japão - 1973/1991.....	87
4.7.	Intensidade de Uso do Aço e do Ferro-Nióbio - Europa Ocidental - 1973/1991.....	88
4.8.	Intensidade de Uso do Aço e do Ferro-Nióbio - Brasil - 1973/1991.....	88
4.9.	Consumo de Ferro-Nióbio - EUA - 1973/1991.....	102
4.10.	Consumo de Ferro-Nióbio - Japão - 1973/1991.....	102
4.11.	Consumo de Ferro-Nióbio - Europa Ocidental - 1973/1991.....	102
4.12.	Consumo de Ferro-Nióbio - Brasil - 1973/1991.....	102

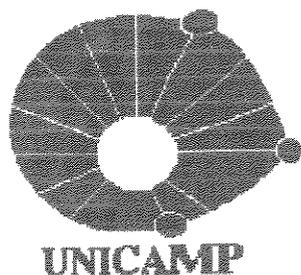
LISTA DE TABELAS

	Pág.
1.1. Propriedades Básicas do Nióbio.....	5
1.2. Reservas Mundiais do Pirocloro - 1991.....	6
1.3. Produção Mundial de Minério de Nióbio - 1988/1991.....	7
1.4. Depósitos Mundiais de Nióbio - 1989.....	8
1.5. Especificações Comerciais das Ligas de Nióbio.....	10
3.1. Produção e Consumo Aparente Mundial de Ferro-Nióbio - 1973/1991.....	27
3.2. Demanda Mundial de Nióbio e Evolução dos Preços do Ferro-Nióbio no Mercado Internacional - 1973/1991.....	29
3.3. Consumo Mundial de Ferro-Nióbio por Principais Países - 1973/1991.....	30
3.4. Consumo de Ferro-Nióbio e Níquel-Nióbio - EUA - 1980/1991.....	33
3.5. Importação, Exportação e Consumo de Nióbio - EUA - 1973/1991.....	34
3.6. Demanda para o Nióbio por Indústria - EUA - 1973/1991.....	35
3.7. Oferta e Demanda de Ferro-Nióbio - Japão - 1973/1991.....	37
3.8. Consumo de Ferro-Nióbio - Europa Ocidental - 1973/1991.....	39
3.9. Consumo de Ferro-Nióbio - Brasil - 1973/1991.....	42
3.10. Produção Mundial de Ferro-Nióbio - Principais Países - 1973/1991.....	46
3.11. Produção de Ferro-Nióbio - EUA - 1973/1991.....	48
3.12. Produção de Ferro-Nióbio - Japão - 1973/1991.....	49
3.13. Distribuição da Produção de Ferro-Nióbio - Japão - 1985/1991.....	50
3.14. Produção de Ferro-Nióbio - Europa Ocidental - 1973/1991.....	51
3.15. Produção e Consumo de Nióbio - Brasil - 1973/1991.....	52
3.16. Preços do Ferro-Nióbio - EUA - 1970/1991.....	56
3.17. Evolução dos Preços do Nióbio - Brasil - 1970/1991.....	57
3.18. Preços das Ferro-Ligas nos Mercados da Europa e dos EUA - Valores Reais - Ano Base 1985 = 100,00.....	59
3.19. Exportações de Minério de Nióbio - 1980/1991.....	60
3.20. Importações de Minério de Nióbio - 1980/1991.....	61
3.21. Exportações Mundiais de Ferro-Nióbio - 1980/1991.....	62
3.22. Importações Mundiais de Ferro-Nióbio - 1980/1991.....	63

3.23. Exportações de Ferro-Nióbio por Países - Brasil - 1975/1991.....	64
3.24. Exportações de Ferro-Nióbio - Brasil - 1973/1991.....	65
4.1. Produção e Consumo Mundial de Aço Bruto - 1973/1991.....	80
4.2. Consumo Per-Capita de Aço Bruto - 1973/1991.....	81
4.3. Produto Interno Bruto; Consumo de FeNb; Produção e Consumo de Aço Bruto; Renda p/Capita e Intensidade de Uso do Aço e FeNb; Índice de Consumo FeNb/Aço - EUA - 1973/1991.....	82
4.4. Produto Interno Bruto; Consumo de FeNb; Produção e Consumo de Aço Bruto; Renda p/Capita e Intensidade de Uso do Aço e FeNb; Índice de Consumo FeNb/Aço - Japão - 1973/1991.....	83
4.5. Produto Interno Bruto; Consumo de FeNb; Produção e Consumo de Aço Bruto; Renda p/Capita e Intensidade de Uso do Aço e FeNb; Índice de Consumo FeNb/Aço - Europa Ocidental-1973/1991.....	84
4.6. Produto Interno Bruto; Consumo de FeNb; Produção e Consumo de Aço Bruto; Renda p/Capita e Intensidade de Uso do Aço e FeNb; Índice de Consumo FeNb/Aço - Brasil - 1973/1991.....	85
4.7. Evolução dos Índices Anuais do PIB (GDP), da Produção do Aço Bruto; Preços das Ligas FeNb e FeV e Consumo de Ferro-Nióbio.....	105

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- AMB - Anuário Mineral Brasileiro
- CBMM - Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
- DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral
- AISI - American Iron & Steel Institute
- CEE - Comunidade Econômica Européia
- USBM - United States Bureau of Mines
- TIC - Tantalum Niobium International Study Centre
- HSLA - High-Strength Low-Alloy
- Nb - Nióbio
- Ta - Tântalo
- Ni - Níquel
- Nb₂O₅ - Óxido de Nióbio
- EUA - Estados Unidos da América
- US\$ - Dólar Americano
- IFS - International Financial Statistics
- CACEX-BB- Carteira do Comércio Exterior do Banco do Brasil
- IISL - International Iron and Steel Institute
- CIS - Commonwealth of Independent States
- EUR.OCID.- Europa Ocidental
- ABRAFE - Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas
- FeNb - Ferro-Nióbio
- FeMo - Ferro-Molibdênio
- FeW - Ferro-Tungstênio
- FeV - Ferro-Vanádio
- NiNb - Níquel-Nióbio
- g/t - grama por tonelada
- °C - Temperatura em graus centígrados
- NPC - Niobium Products Company Inc.
- IU - Intensidade de Uso



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

NIÓBIO: MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL
Modelo de Previsão do Consumo de Ferro-Nióbio

Luiz Gonzaga Oliveira e Silva

Orientador: Prof. Dr. Saul B. Suslick
Instituto de Geociências

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente:

Examinadores:

Saul Suslick
Murilo
Deiz

Campinas - São Paulo
Junho - 1994

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa no setor mineral uma posição privilegiada com relação ao nióbio. Possui as maiores reservas mundiais de minério (pirocloro), é o maior produtor do minério, como também do principal produto metalúrgico proveniente desse mineral, a liga ferro-nióbio.

Importante insumo utilizado na produção de determinados tipos de aços, principalmente os aços microligados (aços de alta resistência e baixa liga), a liga ferro-nióbio permite ao Brasil, através das empresas CBMM - Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia e a Mineração Catalão de Goiás, responder por cerca de 85% da oferta mundial deste produto, o que por si só demonstra a posição estratégica do Brasil no mercado internacional com relação a esta liga.

Além destes aspectos, o Brasil detém também destacada posição no desenvolvimento tecnológico na produção de ligas especiais, superligas e outros compostos metálicos, elaborados a partir do óxido de nióbio, que têm sido utilizados para a elaboração de uma série de produtos considerados de alta tecnologia, tais como óxidos cerâmicos, supercondutores, componentes eletrônicos, etc.

Mesmo considerando tais utilizações mais nobre para o nióbio, o trabalho ora apresentado direciona-se ao estudo sobre o mercado internacional do seu mais importante produto, a liga ferro-nióbio, incluindo o mercado nacional, observando um panorama retrospectivo desde 1973 até 1991, analisando sua evolução e identificando os principais fatores econômicos responsáveis por seu comportamento nos principais setores consumidores.

Inicialmente nos Capítulos I e II foram elaborados de forma sintética uma abordagem sobre as características, propriedades e utilizações dos vários produtos de nióbio, como também da própria estrutura de suas indústrias, permitindo desta forma um melhor conhecimento da distribuição e funcionamento deste mercado.

Por sua forte dependência a indústria siderúrgica, à análise do mercado da liga ferro-nióbio envolve naturalmente uma abordagem sobre o comportamento da oferta e demanda do aço, sua evolução e mudanças em sua estrutura de consumo, surgidas nos últimos anos, principalmente em virtude dos efeitos da substituição de materiais, reciclagens e mudanças nos padrões do consumo nos países industrializados.

Objetivando realizar tal análise foi desenvolvido no Capítulo III um amplo levantamento estatístico sobre produção, consumo e preços para a liga ferro-nióbio nos respectivos mercados regionais abordados, desagregando-o quando possível por seus principais setores de consumo, possibilitando estabelecer assim um conhecimento quantitativo deste mercado, de forma a permitir a elaboração de um modelo de previsão para o consumo da liga.

No desenvolvimento da análise da oferta e demanda foi utilizado o Conceito da Intensidade de Uso tanto para o aço como para a liga ferro-nióbio de forma a contribuir para uma análise da evolução do consumo, assim como relacioná-lo juntamente com outras variáveis, na elaboração de um modelo de demanda para o mercado.

No Capítulo V, são expostas algumas definições teóricas sobre a demanda mineral, de forma a melhor compreender a evolução do consumo de determinados bens minerais, e que tem sido utilizados em estudos sobre o comportamento de mercados para alguns bem minerais, contribuindo para a formulação de modelos de demanda mineral. Em conclusão, foi elaborado um Modelo de Previsão do Consumo do Ferro-Nióbio, para os quatro distintos mercados regionais, considerando como variáveis explicativas para o consumo da liga, o PIB - Produto Interno Bruto de cada país, a respectiva produção de aço, o preço da própria liga ferro-nióbio, da liga substituta (ferro-vanádio) e uma variável como " proxy " tecnológica.

CAPÍTULO I - GENERALIDADES

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

I.1. CONCEITUAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DO NIÓBIO

Deve-se ao químico inglês Charles Hatchet a descoberta do colúmbio (nióbio) em 1881, quando pela primeira vez isolou um óxido a partir de um mineral em Nova Inglaterra, EUA, denominado columbita.

Até 1984 foi o colúmbio confundido com o tântalo, elemento descoberto à mesma época que o primeiro. Assim, a columbita de Hatchet continha, na verdade, uma mistura de dois óxidos, sendo mais rigorosamente conhecida por columbita-tantalita. O colúmbio foi, desde então, sinônimo de nióbio, até que, em 1951, a *International Union of Chemists* adotou este último como o nome oficial para o metal¹.

Dentre os diversos minerais que contém nióbio em sua composição destacam-se, do ponto de vista econômico, os a seguir relacionados².

- | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------|
| • Bariopirocloro | $(Ba, Sr)_2(Nb, Ti)_2(O, OH)_2$ | 67% Nb_2O_5 (Máx.) |
| • Pirocloro | $(Na, Ca)_2Nb_2O_6(OH, F)$ | 71% Nb_2O_5 (Máx.) |
| • Columbita-Tantalita | $(Fe, Mn) (Nb, Ta)_2O_6$ | 76% Nb_2O_5 (Máx.) |
| • Loparita | $(Ce, Na, Ca)_2(Ti, Nb)_2O_6$ | 20% Nb_2O_5 (Máx.) |

O nióbio (símbolo Nb) é um elemento metálico de número atômico 41 da Tabela Periódica dos Elementos. Apresenta densidade $8,57 \text{ g/cm}^3$, ponto de fusão à 2.468°C e caracteriza-se pela alta resistência contra ataques pelos ácidos, com exceção do ácido sulfúrico. É maleável e resistente a altas temperaturas. Em face de suas características físico-químico, o nióbio é considerado um metal refratário, sendo utilizado principalmente na indústria siderúrgica.

1 LEITE, et al., 1988, p.57

2 PENA, 1989, p.2

Tabela 1.1
Propriedades Básicas do Nióbio

Número Atômico	41
Peso Atômico	9,91
Densidade	8,57 g / cm ³
Ponto de Fusão	2.468°C
Condutividade Térmica	300°C 48,6 w / mk 600°C 65,3 w / mk
Coeficiente de dilatação térmica	(10 ⁻⁶)°C ⁻¹ = 7,1
Índice de Refração	1,80
Temperatura de recristalização	900 - 1200°C

Fonte: CBMM (s.d.), p.2.

Seu principal produto é uma liga, denominado ferro-nióbio contendo 65% Nb, sendo empregada, como elemento microligante, na produção de aços microligados ou "HSLA" (*high-strength low-alloy steels*)³, que constituem um grupo de aços resultante da adição de pequenas quantidades (até 0,1%) de Mo, Ti, V, Nb.

As primeiras notícias da utilização do nióbio (colúmbio) datam de 1925, em aços ferramenta, em substituição ao tungstênio. Identificado como eficaz na prevenção da corrosão intergranular em aços inoxidáveis, encontrou aí seu primeiro uso industrial, apesar de sua obtenção difícil e custo elevado⁴.

A descoberta em 1954, do depósito de pirocloro pela Molycorp Co. em Oka, província canadense de Quebec, viabilizou a produção em maior escala do nióbio, contribuindo decisivamente para uma maior utilização do metal na produção dos aços "HSLA". Com as descobertas de significativas reservas de pirocloro em Araxá - Minas Gerais, seu aproveitamento econômico a partir de 1960, favoreceu a disseminação da utilização do nióbio em nível mundial. Este fato, aliado ao desenvolvimento dos aços "HSLA" nos EUA e Inglaterra, sedimentaram e ampliaram a indústria do processamento do pirocloro e o perfil do seu consumo.

³ HSLA - Aços de alta resistência e baixa liga.

⁴ GUIMARÃES, 1987, p.3.

1.2. RESERVAS E MINAS

As atuais reservas mundiais de minério de nióbio totalizam cerca de 3,6 milhões de toneladas de Nb contido, e são extremamente expressivas quando comparadas com a atual demanda mundial, medida em termos de metal contido (TABELA 1.2).

Tabela 1.2
Reservas Mundiais de Pirocloro - 1991

PAÍSES	RESERVAS (t/Nb)	%
Brasil	3.311.000	93,3
Canadá	136.000	3,8
Nigéria	64.000	1,8
Zaire	32.000	0,9
Outros	6.000	0,2
Total Mundial	3.549.000	100,0

Fonte: CUNNINGHAM, 1991, p.11

O Brasil detém aproximadamente 93% das reservas mundiais, atualmente conhecidas, posição que traduz não só a forte concentração dos recursos disponíveis como também, a posição estratégica do país no mercado internacional na condição de maior produtor mundial. As reservas brasileiras estão concentradas nos municípios de Araxá e Tapira em Minas Gerais, representando cerca de 94% do total e as restantes encontram-se nos municípios de Catalão e Ovidor em Goiás. Além dessas reservas, o Brasil detém no município de São Gabriel da Cachoeira, no Estado do Amazonas recursos da ordem de 3 bilhões de toneladas de nióbio, com teor de 2,8% de Nb₂O₅. Este importante e promissor recurso pertence a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (TABELA 1.4). O restante dos recursos minerais do nióbio com relativa importância econômica, estão distribuídos entre Angola, Nigéria, Canadá e o Zaire.

Três minas em atividade, Araxá e Catalão (Brasil) e Saint Honoré (Canadá), respondem por cerca de 90% do minério de nióbio produzido no mundo. O restante da produção origina-se da columbita-tantalita e de escórias do estanho produzidas na Malásia, Tailândia e Nigéria. No Brasil, as minas de Araxá (MG) e Catalão (GO) são lavradas a céu aberto, enquanto a mina de Saint Honoré (Canadá), a lavra é subterrânea.

A CBMM - Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração é a principal empresa produtora de nióbio no mundo. O processo adotado pela empresa para o beneficiamento do pirocloro de Araxá - Minas Gerais, é realizado em usina de concentração projetada para beneficiar 3.500 t/dia de minério com cerca de 3% de Nb₂O₆ e possui uma capacidade de produção de 42.000 t/ano de concentrado com 60% de Nb₂O₆.

Tabela 1.3
Produção Mundial de Minério de Nióbio - 1988/1991

PAÍSES	CAPACIDADE (t / Nb ano)	PRODUÇÃO (t / Nb)			
		1988	1989	1990	1991
Canadá	2.270	2.360	2.460	2.380	2.360
Brasil	18.140	13.790	11.130	9.770	9.980
Nigéria	180	20	20	20	20
Zaire	50	10	10	10	10
Malaysia	90	-	-	-	-
Tailândia	270	-	-	-	-
Austrália	90	-	-	-	-
Outros	90	60	90	70	60
Total Mundial	21.180	16.240	13.620	12.270	12.430

Fonte: USBM Minerals Yearbook e Mineral Commodity Summaries.

Tabela 1.4
Depósitos Mundiais de Nióbio
1989

PAIS / LOCAL	Minério	Recursos (1.000 t)	Teor % (Nb ₂ O ₅)	Nb Contido (1.000 t)
BRASIL				
Araxá, MG	Pirocloro	936.265	1,57	10.277
São Gabriel, AM	Rutilo Niobiano	2.897.908	2,81	59.936
CANADÁ				
Oka, Québec	Pirocloro	200.000	0,35	489
Lake Nipissing, Ontário	Pirocloro	1.893	0,86	11
Lakner Lake, Ontário	Pirocloro	80.000	0,25	140
Nemegosenda Lake, Ontário	Pirocloro	15.000	0,30	31
James Bay, Ontário	Pirocloro	62.000	0,52	227
ESTADOS UNIDOS				
Iron Hill, Colorado	-	-	-	245
NORUEGA				
Sove (Fen)	Pirocloro	61.000	0,20 - 0,50	96
ALEMANHA				
Kaisertuhl	Pirocloro	750	0,50	3
FINLÂNDIA				
Sokli	Pirocloro	80.000	0,50	280
GROELÂNDIA				
Motzfeldt	Ta - Pirocloro	80.000	0,4 - 0,1	391
UGANDA				
Tororo e Sukulu	Pirocloro	200.000	0,25	350
KÊNIA				
Mrima Hill	Pirocloro	56.000	0,67	262
		50.000	0,70	245
TANZÂNIA				
Mbeya (Panda Hill)	Pirocloro	125.000	0,30	262
		3.800	0,79	21
ZAIRE				
Bingo, Kiwu	Pirocloro	7.100	2,4 - 3,6	138
NIGÉRIA				
Kaffo Valley	Cb - Tantalita	140.000	0,26	255
Jos Plateau	Cb - Tantalita	-	-	70
ANGOLA				
Bonga	Pirocloro	824.250	0,48	2.766
		1.428.00	0,30	2.955
TOTAL				79.698

Fonte: PENA, 1989, p.35.

I.3. PRODUTOS BÁSICOS E USOS

Os principais produtos básicos de nióbio, são a liga **ferro-nióbio**⁽⁵⁾ e o **óxido de nióbio**, sendo este último, a fonte primordial para a elaboração do metal, da ferro-liga níquel-nióbio e superligas.

Até meados de 70, a columbita-tantalita era não só utilizada como matéria prima para a produção da liga ferro-nióbio (padrão standard), como também, juntamente com escórias de estanho e o tântalo, fontes para fabricação do óxido (pentóxido de nióbio).

A partir de 1980, o pirocloro (concentrado), que já tornara-se o principal minério para a produção do ferro-nióbio, passou também a ser uma importante fonte para a produção do óxido e por conseguinte, do próprio metal, servindo este por sua vez, como insumo para a elaboração de vários produtos à base de nióbio.

I.3.1. Liga Ferro-Nióbio

Obtido através do processo de redução aluminotérmica, a partir do concentrado de pirocloro, a liga ferro-nióbio, contendo 65% de Nb, é o mais importante produto industrializado do nióbio, sendo empregado na indústria siderúrgica como elemento microligante na produção de alguns tipos de aço, principalmente os aços microligados, conhecidos como "HSLA". Nesses aços microligados, o teor típico do nióbio é de aproximadamente 400 g/t de aço, e a função do nióbio na elaboração dos mesmos, é proporcionar resistência mecânica com diminuição do peso e a fratura e soldabilidade. Nos aços inoxidáveis a função da adição da liga ferro-nióbio é de neutralizar o efeito de carbono e nitrogênio que ocasionam corrosão⁶.

⁵ São produzidos dois tipos da liga ferro-nióbio; a liga tipo "standard grade" a mais comum e mais utilizada, e a liga "high-purity".

⁶ Descrição mais pormenorizada da composição e função de nióbio em aços "HSLA" podem ser encontrada em CBMM (s.d.); PENA, 1989; LYAKISHEV, 1984.

1.3.2. Óxido de Nióbio

O óxido de nióbio (Nb_2O_5) de alta pureza é a matéria prima para a produção de nióbio metálico, das ligas níquel-nióbio e ferro-nióbio de alta pureza. Essas ligas, também denominadas "vacuum grade", são empregadas principalmente na produção de aços inoxidáveis, superligas e ligas especiais. A TABELA 1.5 expõe as especificações das ligas produzidas pela CBMM.

Tabela 1.5
Especificações Comerciais das Ligas de Nióbio

Elem.	Ferro-Nióbio "Standard" (%)		Ferro-Nióbio "Alta Pureza" (%)		Níquel-Nióbio (%)	
	Especificação	Tipo	Especificação	Tipo	Especificação	Tipo
Nb	63,0	66,5	63,0	65,0	63,0	65,0
Al	1,5	0,5	1,5	0,8	1,5	0,8
Fe	-	30,0	-	33,5	0,8	0,2
Ni	-	-	0,1	0,01	-	33,5
	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Ta	0,2	0,1	2000	1500	2000	1500
Si	3,0	2,0	2500	1500	2500	1500
P	0,20	0,08	100	50	100	50
Pb	0,12	0,04	50	<10	50	<10
S	0,10	0,05	100	50	100	50
C	0,15	0,08	500	100	500	100
		O	1000	500	1000	500
		N	200	150	200	50
		H	100	50	100	50
		Ti	1000	100	1000	100
		Mn	500	100	500	100
		Cu	100	50	100	50
	Bi Co Cr	Sn W Zu	50	<10	50	<10
	Ag As B Mo Sb	Se TeTi	10	<5	10	<5

Fonte: CBMM

1.3.3. Utilização Industrial

A utilização⁷ do nióbio sob a forma de produtos básicos ou primários ocorre preferencialmente nos setores siderúrgico (elaboração de aços e ligas especiais), metalúrgico e de componentes elétricos-eletrônicos. Na composição com outros produtos - aços e metais -, o nióbio amplia e diversifica sua utilização final, atendendo vários segmentos industriais (FIGURA 3.1). Resumidamente, são estas as utilizações de nióbio:

- **Aços Microligados**

Na produção de aços, à adição do nióbio como ferroliga, aos aços microligados ou "HSLA"⁸ e aços ao carbono, proporciona aumento de resistência, tenacidade e refino de estrutura. Por sua vez, estes aços são usados para a produção de chapas laminadas a quente, que destinam-se a elaboração de tubos de grande diâmetro para gasodutos / oleodutos, vergalhões para plataformas de exploração de petróleo, construção naval, etc.. Na forma de chapas e tiras laminadas, na indústria automobilística e como barras (vergalhões) na construção civil.

O nióbio entra ainda como ferro liga na composição de aços inoxidáveis, aços rápidos, aços e ferros fundidos, aços para trilhos e em outros aços com adições reduzidas de Cr, W, Mo, Co, etc..

- **Superligas**

As superligas, produzidas à partir das ligas metálicas de alta pureza (NiNb e FeNb), são materiais projetados para uso em ambientes oxidantes e corrosivos em temperaturas acima de 650°C. Após os aços, as superligas constituem a segunda maior aplicação do nióbio. Sua composição base contém níquel, ferro, cobalto, cromo, molibdênio e outros metais⁹. Os principais usos dessas ligas se destinam basicamente a indústria aeronáutica, indústrias eletrônica, aeroespacial, petroquímica e armamentos - o nióbio nestas superligas aumenta a resistência mecânica sem perda de ductilidade¹⁰.

⁷ Abordagem mais completa sobre a utilização do nióbio encontra-se em, CBMM, São Paulo (s.d.) 22p.

⁸ A crise do petróleo teve enorme influência no desenvolvimento destes aços, por suas aplicações diretas na indústria de gás natural e exploração de petróleo e por permitir a construção de veículos mais leves, reduzindo o consumo de combustível. GUIMARÃES, 1987, p.3.

⁹ As especificações e composições destas ligas podem ser examinadas em CBMM, São Paulo (s.d.), 22 p. e LYAKISHEV, 1984.

¹⁰ O uso das superligas na indústria aeronáutica se dá em componentes de turbinas a gás e motores a jato, como combustores, discos aletas, lâminas e outros componentes que trabalham em altas temperaturas.

- **Ligas Supercondutoras**

O nióbio metálico (Nb), obtido à partir do óxido, se constitui o principal produto para a elaboração de ligas supercondutoras e refratárias. A utilização destes tipos de ligas destinam-se a construção de magnetos usados em tomógrafos, em aceleradores lineares e em pesquisas sobre geradores de potência a fusão nuclear. Além disso, magnetos produzidos utilizando ligas de nióbio, tem servido como instrumentos de laboratório, como amplificadores ultrasensíveis, magnetômetros, bombas de fluxo, etc.

- **Ligas de Nióbio**

Ligas de nióbio com tântalo, tungstênio, háfnio, zircônio e outros metais, em face de suas características de resistência mecânica em temperaturas elevadas e à oxidação, foram desenvolvidas para uso em tecnologia de ponta, encontrando aplicações em energia nuclear, motores a jato e alguns tipos de foguetes e veículos aeroespaciais. O nióbio e suas ligas são também usados em componentes elétricos e de joalheria¹¹.

- **Eletrônica, Ótica, Catálise e Metal Duro¹²**

- **Em eletrônica** - compostos de nióbio de alta pureza, produzidos a partir de óxidos especiais de nióbio, estão tendo aplicações importantes em dispositivos eletrônicos, usados em equipamentos de última geração, tais como, televisores coloridos, vídeos, etc.. Um dos mais importantes produtos desta linha trata-se do niobato de lítio, que tem sido utilizado para produção de componentes eletrônicos¹³.

- **Ótica** - Óxido de nióbio tem substituído com vantagem o óxido de tântalo, sendo utilizado como material para a elaboração de vidros que por sua vez são usados na fabricação de lentes de alta qualidade para câmeras fotográficas, vídeos, objetivas de microscópios e lentes oftálmicas.

¹¹ Componentes de nióbio (fitas, fios, refletor, amálgamas) têm sido usados em lâmpadas de alta intensidade para iluminação pública. Ligas de nióbio também tem sido usadas em joalheria para cunhagem.

¹² CBMM, São Paulo (s.d.), 22p.

¹³ Tais como filtros, capacitores, codificadores e compressores.

- **Catálise** - O óxido de nióbio possui maior acidez em comparação com outros óxidos metálicos, quando submetido a reações catalisadas. Esta propriedade permite a utilização do óxido de nióbio em catalisadores proporcionando aumento de atividade, seletividade, durabilidade e resistência mecânica.
- **Metal Duro** - O carboneto de nióbio (NBC) tem sido utilizado em substituição ao carboneto de tântalo em metal duro para ferramentas de corte e usinagem, em alta velocidade¹⁴.

I.4. PRODUTOS SUBSTITUTOS

O nióbio sofre concorrência em quase todos os setores onde é utilizado. Na produção de aços "HSLA", o ferro nióbio tem como concorrentes imediatos as ligas ferro-vanádio e ferro titânio. O ferro-titânio tem sido um forte substituto da liga fe-nb no Japão e provavelmente nos últimos anos, a participação da liga fe-ti tem aumentado seu consumo no mercado japonês.

No setor de superligas, o desenvolvimento tecnológico tem estabelecido desafios exigindo materiais com maior resistência a temperaturas elevadas, principalmente para produtos utilizados em motores de última geração. As superligas à base de nióbio, tem sido compostas e/ou substituídas pelo titânio, zircônio, vanádio, tântalo e outros metais.

Em novos materiais, o desenvolvimento de supercondutores cerâmicos indicam forte concorrência a utilização do nióbio como supercondutor. No entanto, algumas características das cerâmicas, danosas a sua plena utilização, garantem ainda a utilização das ligas de nióbio, principalmente como "magnetos" supercondutores.

Nióbio e vanádio normalmente têm sido comparados devido a similaridade de suas propriedades, como elementos microligantes para aumento de tenacidade e resistência do aço. Em alguns casos, nióbio e vanádio são usados junto em aços especiais.

¹⁴ A grande vantagem pelo uso do NBC reside em sua baixa solubilidade na austenita, comparável à TiC.

CAPÍTULO II - ESTRUTURA DA INDÚSTRIA

CAPÍTULO II

ESTRUTURA DA INDÚSTRIA

II.1. EMPRESAS PRODUTORAS

A indústria do nióbio é composta por quatro distintos segmentos:

- produtores de minério (concentrado);
- comerciantes (*traders*);
- produtores da liga ferro-nióbio; e
- produtores do óxido, ligas, metal e outros compostos.

No mercado mundial uma das principais características da estrutura da indústria do nióbio é a alta concentração. A CBMM¹ responde pela quase totalidade da produção mundial do ferro-nióbio, dividindo ainda, com outros produtores, a produção da liga níquel-nióbio, o óxido e o metal.

No Brasil e no Canadá localizam-se as principais empresas produtoras de concentrado (pirocloro), sendo que no Brasil, as duas únicas empresas, a CBMM² e a Mineração Catalão de Goiás, desenvolvem suas atividades industriais de forma integrada (mineração e metalurgia), enquanto no Canadá a empresa Cambior (Niobec), restringe sua atividade à extração e concentração mineral.

Além das empresas anteriormente citadas, outras empresas produtoras de nióbio³, relacionadas na FIGURA 2.2, localizadas na Malaysia, Tailândia, Zaire e Austrália, ofertam columbita-tantalita na forma de concentrado e outros produtos.

-
- 1 A única empresa que opera nos quatro segmentos industriais é a CBMM, que produz minério (pirocloro); as ligas de ferro-nióbio (tipo "standard-grade" e "high-purity"); a liga níquel-nióbio, o óxido de alta pureza e o metal.
 - 2 A posição da CBMM no mercado internacional estabelece um conceito de mercado oligopolista e a própria estrutura de sua atuação no mercado é analisada no Capítulo III.
 - 3 A FIGURA 2.2 expõe a relação da maioria das empresas produtoras de nióbio em todo o mundo, sendo que algumas delas, na Europa e EUA, produzem outras ligas metálicas.

A CBMM, considerada a maior empresa produtora e líder no mercado mundial, tem seu capital distribuído entre o grupo Moreira Salles (55%) e a Molycorp⁴ (45%), possuindo duas subsidiárias internacionais, a NPC - *Niobium Products Company Inc.* e a *Niobium Products Company GmbH*, que juntas respondem por cerca de 1/3 das vendas da empresa no mercado internacional. Além das subsidiárias acima citadas⁵, a CBMM opera com distribuidoras e representantes comerciais, podendo ser citadas a Metallurg Inc. e a Nissho Iwai Corporation.

A empresa Mineração Catalão de Goiás, com participação acionária do Grupo Anglo American e Bozzano Simonsen, atua no mercado internacional através de seus agentes comerciais Thyasen Schulte Metallurgie GmbH, na Alemanha e o Grupo Sumitomo, no Japão⁶.

Fluxograma de Produção da CBMM

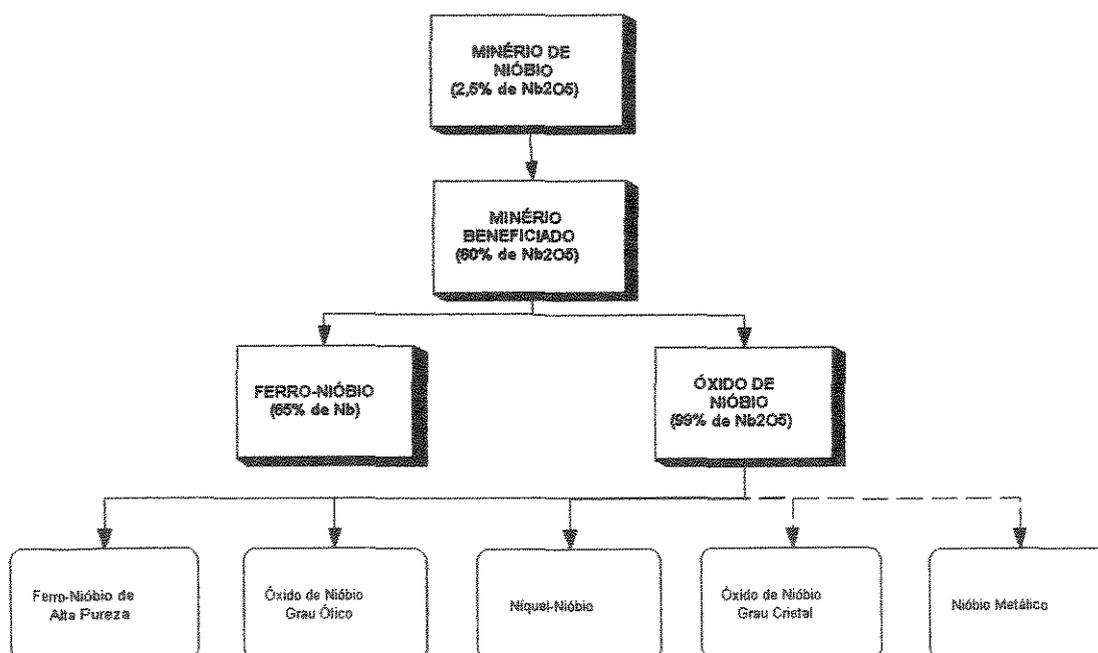


Figura 2.1

FORNTE: CBMM

- 4 Molycorp é uma empresa multinacional com participação acionária em companhias produtoras de metais e ligas, com sede no EUA.
- 5 De acordo com a CBMM, as subsidiárias Niobium Products Inc. e a Niobium Products Company GmbH, além da responsabilidade pela comercialização de seus produtos, atuam no desenvolvimento da utilização do nióbio e no aperfeiçoamento das vendas.
- 6 A atividade mineral, localização, capacidade instalada, processos de extração e de concentração das três empresas, são descritas em PENA, Brasília, p. 26-32, 1989.

Nos Estados Unidos, a maioria das empresas identificadas produz, além da liga ferro-nióbio, a liga níquel-nióbio e o metal⁷. A produção daquele país destina-se basicamente a suprir parte do consumo americano, não se conhecendo contudo a capacidade instalada dessas empresas.

No Japão, cinco empresas são conhecidas como tradicionais produtoras de ferro-nióbio, sendo que, a partir de 1991, apenas a Japan Metals & Chemicals, praticamente, encontra-se produzindo no país⁸ (FIGURA 2.2). As demais empresas suspenderam drasticamente suas atividades operacionais para a produção da liga ferro-nióbio, em face das restrições impostas pela nova legislação sobre meio ambiente naquele país. Além das empresas produtoras de ferro-nióbio, há ainda no Japão, outras empresas que produzem ligas e produtos metálicos à base de nióbio, com elevado grau tecnológico.

Na Europa Ocidental, a Alemanha, através da Gesellschaft für Elektrometallurgie e da Hermann C. Stark Berlin KG, e no Reino Unido, a London & Scandinavian Metallurgical Corp. e na Áustria através da Treibacher Chemische Werke A.G., respondem na região pela produção de ferro-nióbio, óxido e metal. A atividade de produção dessas empresas abrange outras ferro-ligas e ligas metálicas. Grande parte do parque metalúrgico dessas empresas tanto nos EUA, Japão e Europa Ocidental produz também outras ferro-ligas e ligas especiais.

⁷ Características e outros tópicos sobre as empresas produtoras de nióbio nos EUA, podem ser encontrados no Roskill-1992 e no Columbium e Tantalum - Bureau of Mines-1992).

⁸ Comentário do Autor: É provável que a suspensão da atividade metalúrgica para elaboração do ferro nióbio no Japão, atinja também a JMC e que a sua produção, divulgada pelo Ferro Alloy Manual, trata-se na verdade de importação, comercializada pela empresa como oferta interna.

**PRINCIPAIS EMPRESAS PRODUTORAS DE NIÓBIO
(Concentrados e Produtos Metalúrgicos)**

PAÍSES	COMPANHIAS	MINÉRIO / PRODUTOS
ALEMANHA	Gesellschaft Für Metallurgie mbH (GFE) Hermann C. Stark Berlin KG	FeNb, NiNbNb e Ta (óxido e metal), FeNb, NiNbNb e Ta (óxido e metal).
AUSTRÁLIA	Gwalia Consolidated Ltd Pan West Tantalum Pty. Ltd	Columbita - Tantalita, Tântalo (óxido)
ÁUSTRIA	Treibacher Chemische Werke A.G.	Nb e Ta (óxidos), FeNb, NiNb
BRASIL	CEMM - Cia. Brasileira de Metalurgia e Mineração Mineração Catalão de Goiás	Pirocloro (concentrado), FeNb, NiNb, Nb (óxido e metal) Pirocloro (concentrado) e FeNb
BÉLGICA- LUXEMBURGO (1)	Continental Alloys, S.A. - CASA	Nb e Ta (metal)
CANADÁ	Niobec Inc (Cambior-Teck Corp) Tantalum Mining Corp of Canada Ltd-TANCO	Pirocloro (concentrado) Tantalita
CHINA	Empreendimento Governamental Zhuzhou Cemented Carbide Works	Columbita-Tantalita Nb (óxido e metal)

FIGURA 2.2

**PRINCIPAIS EMPRESAS PRODUTORAS DE NIÓBIO
(Concentrados e Produtos Metalúrgicos)**

PAÍSES	COMPANHIAS	MINÉRIO / PRODUTOS
JAPÃO (2)	Nippon Denko Company Ltda. Japan Metals & Chemicals Ltd. Taiyo Mining Nippon Kokan KK Awamura Metals Industries Mitsui Metal Mining Co.	FeNb FeNb FeNb FeNb FeNb Nb (óxido e metal)
MALAYSIA (3)	Malaysia Smelting Corp. (Sdn Bhd)	Columbita-Tantalita
TAILÂNDIA (3)	Thailand Smelting and Refining Company Ltd. (Thaisarco)	Columbita-Tantalita
REINO UNIDO	London & Scandinavian Metallurgical Corporation	FeNb; Nb e Ta (metal)
EUA	Shieldalloy Metallurgical Corporation Ashland Chemical Company Atomergic Chemetals Corporation Cabot Corporation Reading Alloys Teledyne Wah Chang Albany	FeNb, NiNb FeNb Nb (metal e ligas) FeNb; NiNb; Nb e Ta (óxido e Metal); FeNb; NiNb; FeNb; NiNb; Nb (óxido e metal)
CIS (Ex-URSS) (4)	Empreendimento Governamental	FeNb

FIGURA 2.2 (Cont.)

Fontes: Columbium (Niobium) and Tantalum - 1991; Bureau of Mines
SRI - Stanford Research Institute - 1976
Ferro Alloy Manual - 1991
Roskill Information Services Ltd.

Notas:

- (1) A partir de 1989 a CASA praticamente cessou sua produção de FeNb
(2) No Japão, apenas a JMC encontra-se produzindo a liga Fe-Niobio
(3) Obtido no processamento do estanho (escórias)
(4) CIS - Commonwealth of Independent States

II.2. PROCESSOS INDUSTRIAIS

No Brasil, as duas únicas empresas produtoras de nióbio (pirocloro), realizam a mineração a céu aberto, enquanto no Canadá, a mina de Saint Honoré, pertencente a Niobec Inc., a lavra é subterrânea. São utilizados nos dois tipos de mineração processos tradicionais de desmonte e transporte do minério para as respectivas usinas de beneficiamento. Na CBMM⁹, a usina de concentração foi projetada para beneficiar 3,5 mil t/dia de minério e possui capacidade de produção de 42 mil t/ano, com teor de 60% de Nb₂O₅.

Utilizando a redução aluminotérmica, a nova metalúrgica da CBMM opera processo semi-contínuo de reação, alimentada em reator fechado, para a produção de ferro-nióbio "standard". A engenharia desse novo processo metalúrgico, desenvolvido pela empresa, proporciona menor consumo de alumínio em pó, reduzindo a emissão de poluentes na atmosfera. A atual capacidade instalada é de 70 t por turno de oito horas, sendo sua capacidade total de 22.800 t/ano.

Em 1980, a CBMM iniciou a produção de óxido de nióbio de alta pureza em escala industrial, passando a ofertá-lo ao mercado¹⁰. O óxido de nióbio é obtido diretamente do concentrado de pirocloro via deposição em ácido fluorídico, seguindo-se a extração através do "*methyl-isobutyl-ketone*". Em 1988 a CBMM desenvolveu novos avanços tecnológicos em sua unidade industrial de produção do óxido, estabelecendo capacidade instalada de 2.500 t/ano.

O desenvolvimento e a disponibilidade do óxido de nióbio favoreceram a pesquisa tecnológica para a produção de ligas especiais, níquel-nióbio e ferro-nióbio de alta pureza. O processo adotado pela CBMM para a produção desses produtos foi o de redução aluminotérmica e a atual capacidade de produção é de 200 t/ano.

⁹ Os métodos de mineração e de beneficiamento mineral, assim como o de metalurgia das ferro-ligas de nióbio ("standard" e "high purity") estão detalhadamente descritos em PENA, 1989 e ROSKILL, 1992.

¹⁰ A produção do óxido de nióbio a partir do pirocloro consumiu alguns anos de pesquisa e apenas em 1980 foi possível sua produção em grande escala. Anteriormente o óxido de nióbio de alta pureza provinha apenas do processo de separação do nióbio-tântalo da columbita-tantalita.

Com a utilização de um forno fabricado pela Leybold - Heraeus da Alemanha, a CBMM passou a produzir em 1989, lingotes de 650 kg de nióbio puro. O processo de obtenção de metal é o de Forno de Feixe de Elétrons (tecnologia de alto vácuo) e é considerado o principal processo para purificação e obtenção do metal. A capacidade nominal da CBMM para a produção do metal foi inicialmente de 40 t/ano, mas já foi ultrapassada¹¹.

O mais comum método de produção do metal, utilizado por outras empresas, é da redução aluminotérmica a partir do óxido, processo semelhante ao que é utilizado para a produção do ferro-nióbio de alta pureza e da liga níquel-nióbio.

Recentemente a empresa NKK Corporation do Japão, divulgou um novo método de produção de nióbio metálico diretamente do ferro-nióbio, através de nitratação da liga pulverizada. A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para o uso do nióbio, tem proporcionado maior diversificação de sua utilização, notadamente sob a forma de ligas especiais, superligas, metal e outros compostos como os niobatos.

Durante os últimos 8 anos a CBMM investiu cerca de US\$ 70 milhões na ampliação de suas instalações e na modernização de seus laboratórios de pesquisa e de controle de qualidade. Diversas instituições de ensino e pesquisa têm participado de programas de pesquisa sobre o desenvolvimento e utilização de produtos que contenham nióbio, através do Programa de P&D da CBMM.

Este programa visa, prioritariamente, o estudo de desenvolvimento de novos materiais e o melhoramento de produtos nos quais o metal tem sido utilizado. Departamentos universitários, instituições de tecnologia e outros de pesquisa industriais, têm sido responsáveis por projetos de pesquisa tecnológica de interesse da CBMM¹².

Resultados de ensaios de corrosão em meios muito agressivos, tais como ácidos, cloro, hipocloritos, água do mar e alguns metais, apontam para uma ampliação do uso do nióbio, independente do condicionamento da liderança dos países desenvolvidos.

¹¹ O Roskill (op.cit.), descreve métodos de processamento das ligas e metal de nióbio, usadas pelas empresas produtoras.

¹² A CBMM, através do seu Centro de Informações Técnicas sobre o Nióbio - CITEN, divulga trabalhos de P&D sobre o nióbio

CAPÍTULO III - MERCADO E PREÇOS

CAPÍTULO III

MERCADO E PREÇOS

III.1. DEMANDA

Apesar de descoberto em princípios do século passado, o nióbio só se firmou no cenário industrial muito recentemente. Há cerca de 30 anos suas aplicações estavam restritas a algumas ligas especiais para uso aeronáutico e a um tipo de aço inoxidável.

Por sua utilização intensiva no setor siderúrgico o fator mais importante do mercado do nióbio é sua forte dependência das indústrias produtoras de aço¹. Essa massiva utilização na indústria do aço, permite, no entanto, ao nióbio uma outra valiosa característica que é a ampla distribuição regional do consumo - cerca de 40 países ou aproximadamente 250 empresas no mercado internacional, consomem e comercializam produtos contendo nióbio.

O estudo do mercado do nióbio restringe-se, quase que exclusivamente, ao comportamento da oferta e demanda do seu principal produto, a liga ferro-nióbio. Como consumidor da liga fe-nb, a indústria siderúrgica é responsável portanto, para a determinação dos níveis de produção, assim como para o consumo do produto. Por sua vez, o desempenho da indústria do aço está afeto as principais indústrias consumidoras de aço, tais como as indústrias da construção civil, petrolífera, automobilística, naval, transporte e outras. Neste ciclo, os grandes setores consumidores de aço são de fato determinantes na oferta e demanda do nióbio².

1 Segundo a CBMM os setores de maior utilização industrial do nióbio são os de aços e superligas, que juntos respondem por cerca de 97% da demanda mundial. Neles o nióbio é consumido na forma da liga fe-nb e da liga níquel nióbio e fe-nb de alta pureza.

2 Estima-se que cerca de 45% de todo o nióbio consumido no mundo destina-se a fabricação de aços para produtos utilizados no transporte de óleo e gás. Em virtude desta forma de utilização, a demanda desses aços depende em última instância do comportamento dos investimentos e distribuição de óleo e gás na indústria petrolífera.

**DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DA
DEMANDA DO NÍBIO**

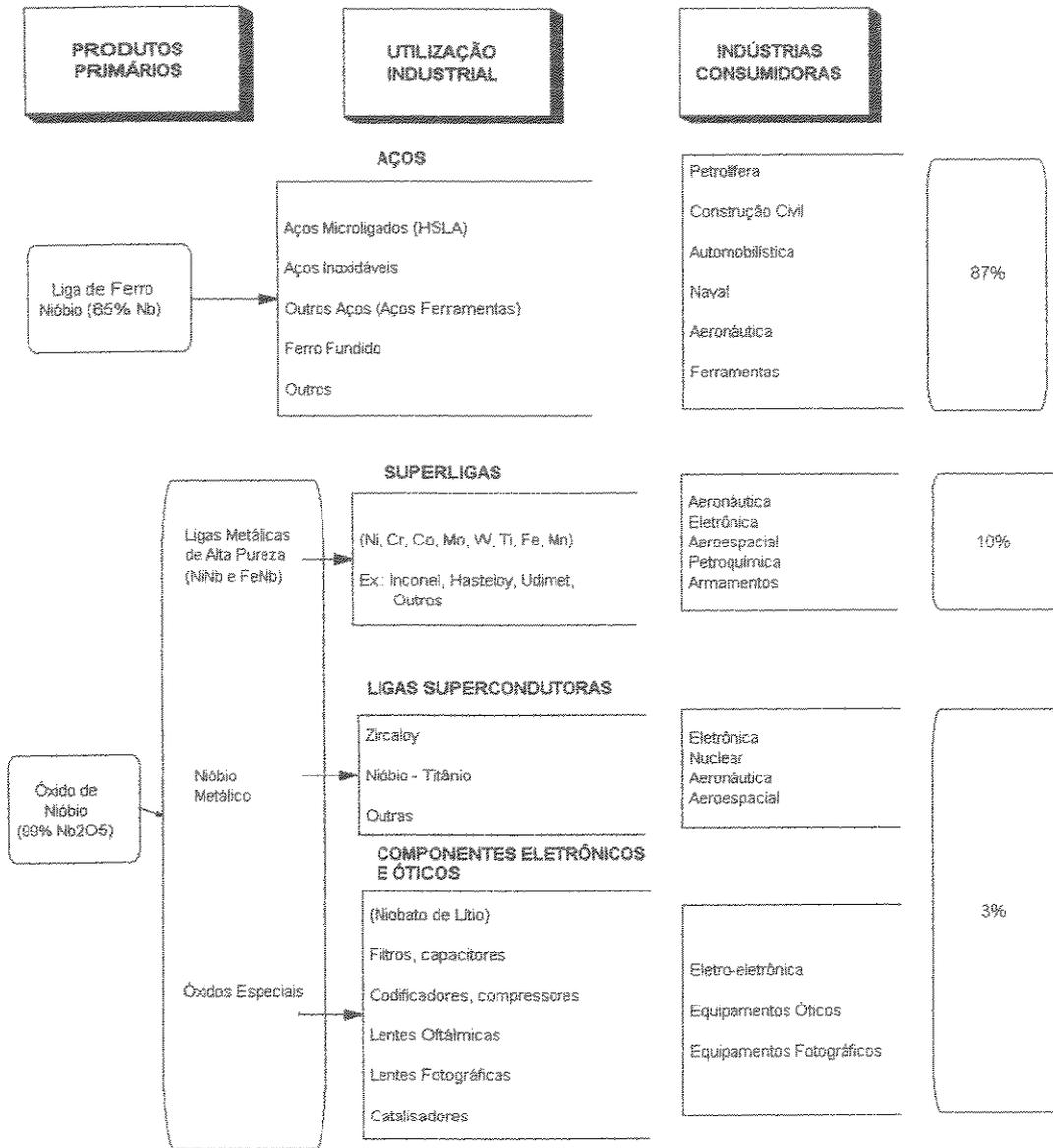


FIGURA 3.1

Fonte: SILVA, L.O.

A demanda do nióbio deve ser examinada em função da sua utilização na elaboração de produtos transformados, tais como determinados aços, ligas, etc., e do consumo destes bens nos diversos setores industriais considerados consumidores finais. Através da FIGURA 3.1 pode-se compreender melhor a forma como está estruturada a utilização dos diversos produtos de nióbio assim como, a distribuição e divisão do consumo setorial no mercado mundial.

A composição do consumo do nióbio, por utilização industrial, considerando os tipos de produtos assinalados, tem sido distribuída da seguinte forma. CBMM (s.d.). (GRÁFICO 3.1).

☐ Aços Microligados (HSLA)	75%
☐ Aços Inoxidáveis	12%
☐ Superligas	10%
☐ Outros	3%

Distribuição Setorial do Consumo de Nióbio - 1990

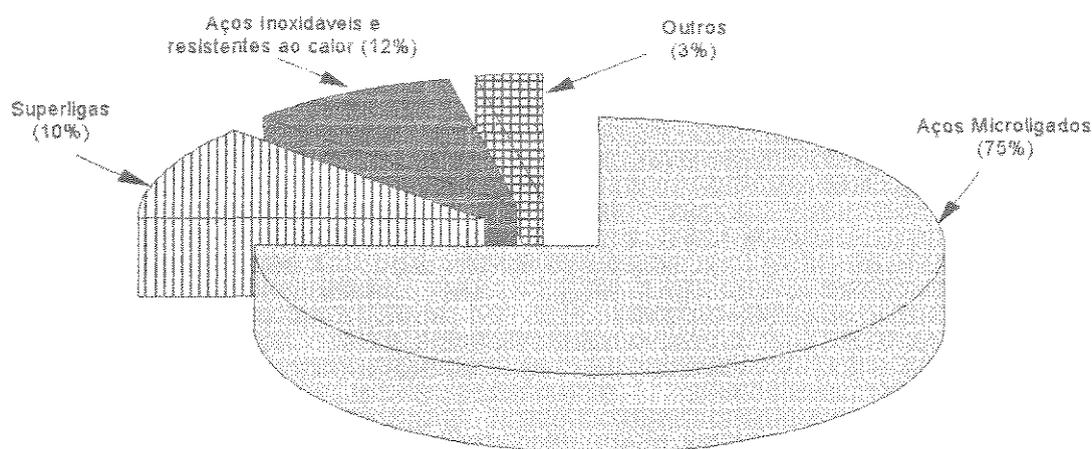


Gráfico 3.1

A forte dependência da demanda do nióbio as indústrias produtoras de aço, condicionam, grande parte da totalidade da sua utilização, aos países industrializados³. Considerando como perfil do consumo a comercialização da CBMM em 1991, a demanda para nióbio estaria assim compartilhada:

³ A atomização do mercado para o nióbio não é acompanhado porém, por um valor expressivo do consumo do metal contido em decorrência de sua elevada seletividade de uso. Assim é que, para aproximadamente 29 toneladas de aço anualmente produzida, apenas 1 tonelada exige uma determinada combinação de propriedades conferidas ao nióbio. CBMM, 1990.

<input type="checkbox"/>	Europa	34%
<input type="checkbox"/>	América do Norte	30%
<input type="checkbox"/>	Japão	32%
<input type="checkbox"/>	Outros Países	4%

Segundo ainda à CBMM (s.d.), o consumo mundial de nióbio por produto, observado para o ano de 1991, apresentaria a seguinte distribuição:

<input type="checkbox"/>	Liga Ferro-Nióbio	18 mil t
<input type="checkbox"/>	Óxido de Nióbio	250 t
<input type="checkbox"/>	Nióbio Metálico	1.600 t

A demanda mundial de nióbio compreendida entre 1973 e 1991, apresenta padrões diferenciados de consumo (TABELA 3.1). Observando-se o intervalo entre 1973 e 1978, verifica-se que o mercado mundial detinha um consumo médio anual da ordem de 8,8 mil t/Nb contido, com uma taxa média anual de crescimento de 4,3%. A partir de 1979 até 1991, último ano de série, a demanda mundial passa a apresentar um novo patamar de consumo, desta feita da ordem de 11,7 mil t/Nb anuais, mas praticamente estabilizada, ou seja, sem tendência de crescimento, alterando um comportamento que a rigor vinha sendo observado desde 1965.

Identificando o período 1979/91 como comportamento da década de 80, o mesmo deve ser apreciado como de maturidade do mercado em consequência da própria estabilidade na oferta e demanda do aço como também, resultante das mudanças tecnológicas que induziram significativas reduções no consumo de matérias primas⁴ (CBMM).

Na TABELA 3.2 e GRÁFICO 3.3, a seguir, observa-se o comportamento dos preços da liga ferro-nióbio, em valores reais, considerados aqueles observados no mercado internacional. Apesar da comercialização da ferro-liga ocorrer em diferentes mercados regionais, a opção por uma série única de preços para o produto, com base nos valores das exportações brasileiras, deve-se a grande participação da CBMM no comércio internacional, o que define desta forma cotações de preços representativos no mercado internacional. Assim sendo, a análise sobre o comportamento do mercado para a liga ferro-nióbio envolve necessariamente os preços de comercialização daquela empresa.

⁴ Levantamento realizado pela CBMM sobre a demanda mundial de nióbio, desde 1965, as estatísticas apuradas a partir daquele ano apresentaram um crescimento sustentado até 1974, o que pode ser confirmado, pela taxa de 14,5% ao ano. Tal estudo pode ser verificado no trabalho Mercado do Nióbio - CBMM citado na bibliografia.

TABELA 3.1
PRODUÇÃO E CONSUMO APARENTE MUNDIAL DE FERRO-NÍOBIO
1973 - 1991

Unid.: t/nb		
ANOS	PRODUÇÃO	CONSUMO
1973	8.725	7.759
1974	9.608	9.669
1975	6.743	8.236
1976	9.632	9.095
1977	8.069	8.586
1978	9.950	9.540
1979	11.637	12.402
1980	14.527	12.900
1981	11.861	12.838
1982	9.456	12.202
1983	7.643	8.973
1984	12.619	12.213
1985	13.511	12.900
1986	13.236	11.350
1987	8.811	11.020
1988	14.536	12.600
1989	13.574	12.328
1990	13.549	11.189
1991	12.823	12.300

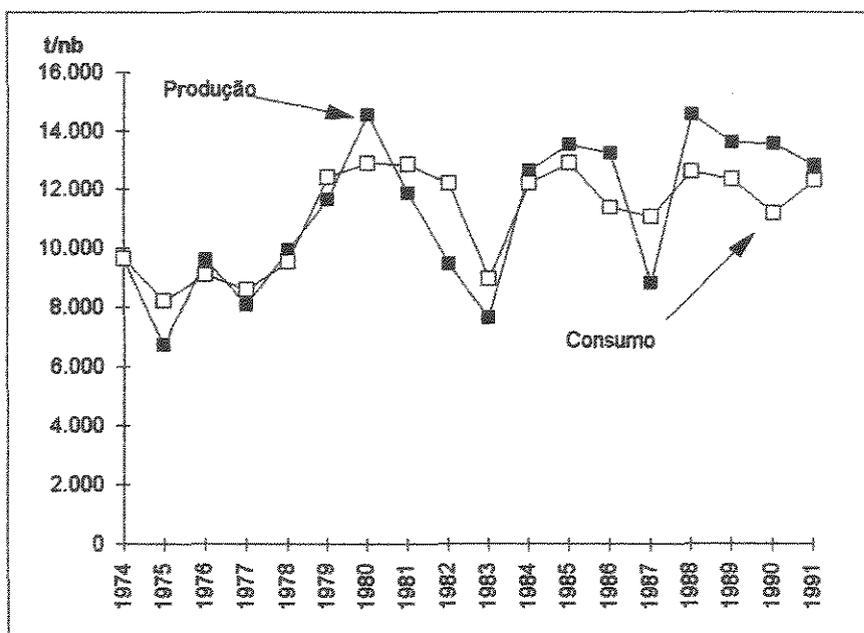


GRÁFICO 3.2

Fonte: Tabela 3.1

Fontes : Roskill, 92 e Ferro Alloy Manual, CBMM

Como principal produto do mercado, a liga ferro-nióbio tem apresentado, durante o período 1974/1991, um certo equilíbrio entre sua produção e consumo aparente, fato característico da alta concentração da oferta (TABELA 3.1 e GRÁFICO 3.2). Maior número de empresas produtoras e capacidade ociosa existente, provavelmente proporcionaria excesso de oferta bastante acima dos níveis de consumo observados. A abordagem e o estudo do mercado do nióbio restringe-se quase exclusivamente a demanda do ferro-nióbio.

TABELA 3.2
**DEMANDA MUNDIAL DE NIÓBIO E EVOLUÇÃO DOS PREÇOS
 DO FERRO-NIÓBIO NO MERCADO INTERNACIONAL
 1973-1991**

Anos	(1) Demanda (t/Nb)		Total	(2) Preço Fe-Nióbio (US\$ kg/Nb)	
	Óxido	Ferro-Nióbio		Nominal	Real
1973	635	7.124	7.759	4,57	11,07
1974	635	9.064	9.699	5,96	13,01
1975	635	7.601	8.236	7,40	14,80
1976	698	8.397	9.095	7,97	15,07
1977	698	7.888	8.586	9,22	15,50
1978	730	8.810	9.540	9,49	14,67
1979	730	11.676	12.406	9,96	14,19
1980	730	12.944	13.674	11,27	14,79
1981	400	12.638	13.038	11,79	14,07
1982	400	12.002	12.402	11,70	13,13
1983	480	8.837	9.317	11,16	12,05
1984	800	12.228	13.028	10,51	10,91
1985	830	12.570	13.400	10,46	10,46
1986	830	11.020	11.850	10,51	10,29
1987	1.120	10.500	11.620	10,49	10,10
1988	800	12.500	13.300	11,10	10,40
1989	1.270	12.130	13.400	12,09	11,01
1990	1.580	11.020	12.600	12,86	11,32
1991	1.230	11.670	12.900	12,81	10,93

Fonte: (1) Mercado do Nióbio CBMM. Dados expressos em termos de metal (Nb) contido
 (2) CACEX - DEPEX/BB - Preços médios das exportações brasileiras (US\$ kg/Nb contido)
 Valores reais deflacionados pelo índice de preços ao consumidor dos EUA
 dos EUA. Ano Base 1985 = 100,00

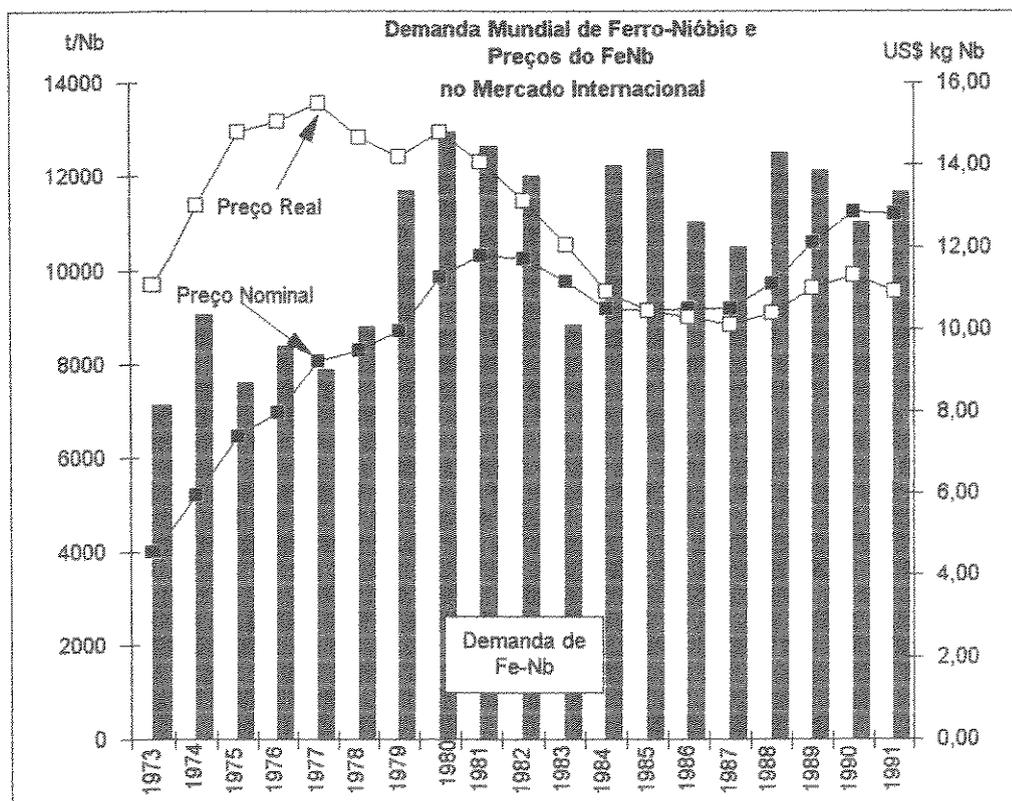


GRÁFICO 3.3
 Fonte: Tabela 3.2

TABELA 3.3
CONSUMO MUNDIAL DE FERRO-NÍOBIO POR PRINCIPAIS PAISES - 1973/1991

Unid.: t/Nb

PAISES ANOS	EUA (1)	JAPÃO (2)	ALEMANHA (3)	CANADÁ (4)	ITÁLIA (5)	BLEU (6)	PAISES BAIXOS (7)	SUÉCIA (8)	REINO UNIDO (9)	EUROPA OCID. (10)	URSS/ CIS (11)	BRASIL (12)	OUTROS PAISES	TOTAL MUNDIAL (13)
1973	1.840	1.307	784	-	1.256	410	-	485	-	-	-	252	1.835	7.759
1974	2.098	1.158	1.349	-	1.537	210	-	598	-	-	-	282	2.647	9.669
1975	1.519	1.307	1.113	216	935	100	-	462	-	-	-	313	2.371	8.236
1976	1.497	1.576	952	-	2.201	400	-	513	-	-	-	226	2.130	9.095
1977	1.991	1.395	881	-	1.683	830	-	211	-	-	-	277	2.148	8.586
1978	2.583	1.383	1.204	-	1.125	820	-	175	-	-	-	243	2.827	9.540
1979	2.874	1.542	1.565	360	1.859	940	-	-	-	-	-	443	3.759	12.402
1980	2.950	1.518	1.345	598	1.809	604	2.093	239	483	5.823	527	515	(5.604)	12.900
1981	2.832	1.918	1.499	650	1.366	963	2.035	113	-	4.502	527	425	(3.992)	12.838
1982	1.669	2.020	1.338	163	1.448	511	1.911	131	403	4.580	520	509	(3.001)	12.202
1983	1.959	1.554	1.283	319	1.025	241	1.222	137	266	3.211	280	380	(2.940)	8.937
1984	2.449	1.928	1.570	501	1.517	425	2.737	151	442	5.558	182	618	(5.865)	12.213
1985	2.707	2.183	1.676	579	1.243	563	2.165	129	537	4.775	345	853	(4.855)	12.900
1986	2.266	1.804	1.566	592	838	601	2.315	129	353	4.551	351	573	(4.589)	11.350
1987	2.349	1.676	1.235	618	282	738	1.714	174	296	5.083	306	667	(4.118)	11.020
1988	2.665	2.263	1.295	734	699	358	3.107	161	533	6.708	221	924	(7.068)	12.600
1989	2.439	2.408	(e)1292	698	775	371	-	234	736	3.690	335	1.006	(1.656)	12.328
1990	2.585	2.682	(e)1132	725	510	340	-	207	398	2.669	-	549	(608)	11.189
1991	2.268	2.859	(e)1224	402	716	409	-	180	530	2.843	-	700	169	12.300

Fontes: (1) Mineral Commodity Summaries, 1975/1992
(2) Ferro Alloy Manual, Diversos
(3) CBMM
(4 - 11) Roskill
(12) Anuário da Indústria Brasileira de Ferro-Ligas (ABRAFE)
(13) CBMM - Cia. Brasileira de Mineração e Metalurgia

Notas: (1) e (2) - referem-se a dados sobre o consumo registrado
(3 a 11) - referem-se ao Consumo Aparente
(13) - refere-se ao Consumo Aparente considerando os dados sobre demanda
- mundial da CBMM e o Consumo Aparente do Roskill.
(-) - não disponível
BLEU = 1973/78 - estimado com base nas importações

CONSUMO MUNDIAL DE FERRO-NÍOBIO
PRINCIPAIS PAÍSES - 1973/1991

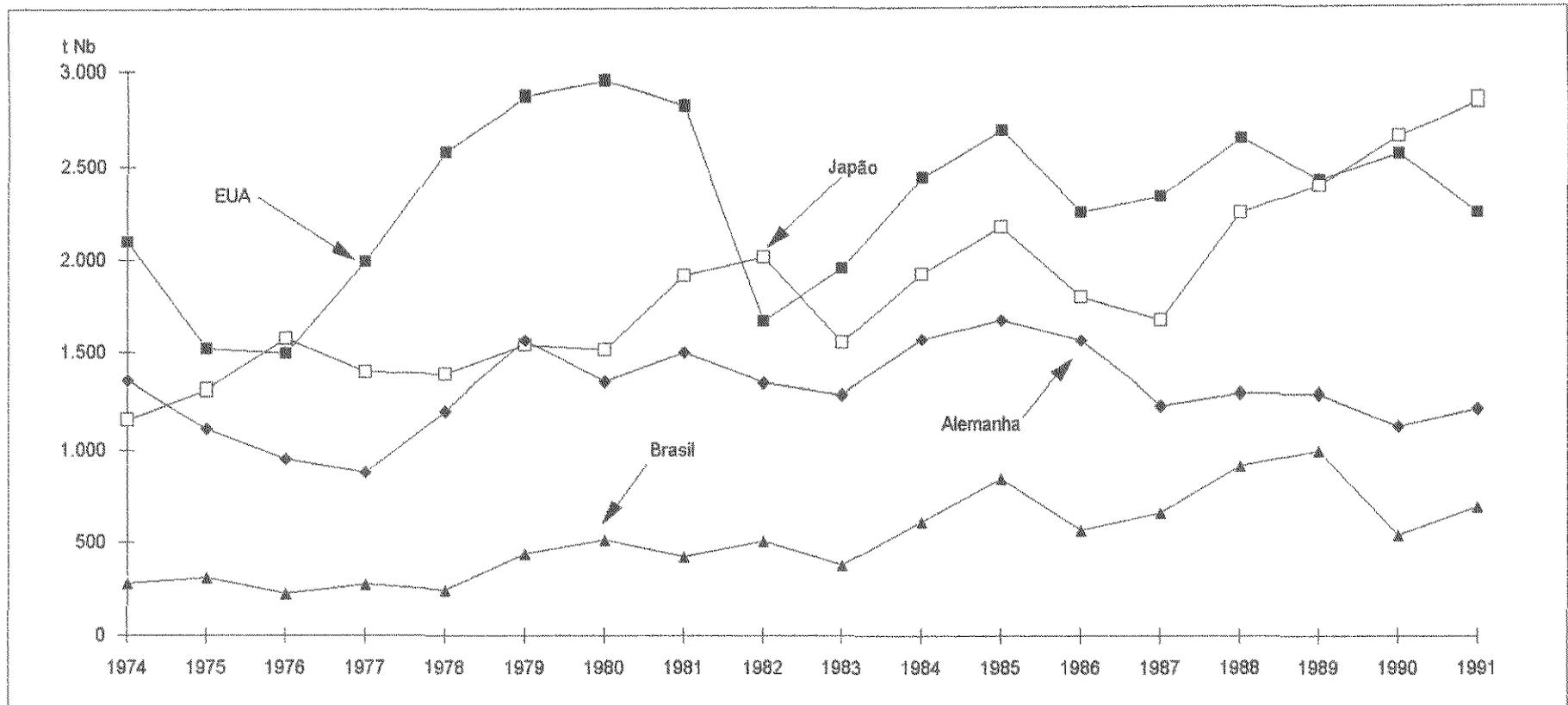


GRÁFICO 3.4
Fonte: Tabela 3.3

III.1.1. ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos⁵ respondem por cerca de um terço da demanda mundial de nióbio, o que pode-se atestar pelos níveis alcançados em seu consumo aparente, que para os anos de 1984 à 1991, variou entre 3,1 à 3,6 mil toneladas (TABELA 3.3). Assim, como em outros mercados regionais, o perfil do consumo americano é distribuído entre as indústrias produtoras de aço, superligas e outros (TABELA 3.4, GRÁFICO 3.5).

Aproximadamente 70% da demanda de nióbio nos EUA é suprida por importações tendo como principal fornecedor o Brasil. A quase totalidade do consumo naquele país refere-se a liga ferro-nióbio, seguindo-se em menor quantidade, o óxido e o metal.

Os níveis de consumo para as ligas ferro-nióbio e níquel-nióbio são extremamente afetadas pelo desempenho da indústria siderúrgica americana. Contudo, nos últimos anos, tem havido um pequeno aumento do consumo de nióbio por tonelada de aço produzido, o que permite neutralizar em parte os efeitos na redução da produção de aço em relação ao consumo de nióbio⁶ CUNNINGHAM (1981).

Nos EUA, o nióbio é ainda considerado um metal estratégico face a dependência do mineral as fontes externas e por sua utilização industrial em setores considerados de segurança nacional. Essa dependência faz com que o próprio Departamento de Defesa, através do NDS - *National Defense Stockpile* e o DLA - *Defense Logistics Agency*, estabeleçam medidas de controle e utilização de estoques para o nióbio.

A demanda para o nióbio nos EUA por uso final pode ser examinada na TABELA 3.4, para o período 1980/1990. Os principais setores consumidores de aços que contém nióbio, são a indústria de construção, seguindo-se o de transporte (gasodutos e oleodutos). A posição do setor das indústrias de construção é resultante da intensificação do consumo de alguns tipos de aços e ligas usados na edificação de usinas industriais, observado nos últimos anos.

⁵ Os dados sobre consumo nos EUA não são precisos em virtude da não divulgação oficial de sua produção, o que dificulta sua avaliação.

⁶ O consumo de nióbio em aços ao carbono decresceu 35% enquanto o consumo em aços HSLA aumentou em 20%. CUNNINGHAM, 1991.

TABELA 3.4
CONSUMO DE FERRO-NÍOBIO E NÍQUEL NÍOBIO
EUA - 1980/1991

Unid.: kg/Nb

USOS	1980	1991
AÇOS	2.114.483	1.928.064
Carbono	930.064	602.594
Stainless	361.338	337.956
Alta Resistência baixa liga	810.734	971.444
Outros	12.347	16.070
SUPERLIGAS	454.822	462.519
OUTROS	17.149	18.355
TOTAL	2.586.454	2.408.938

Fonte: Columbium and Tantalum, 1991
 Bureau of Mines

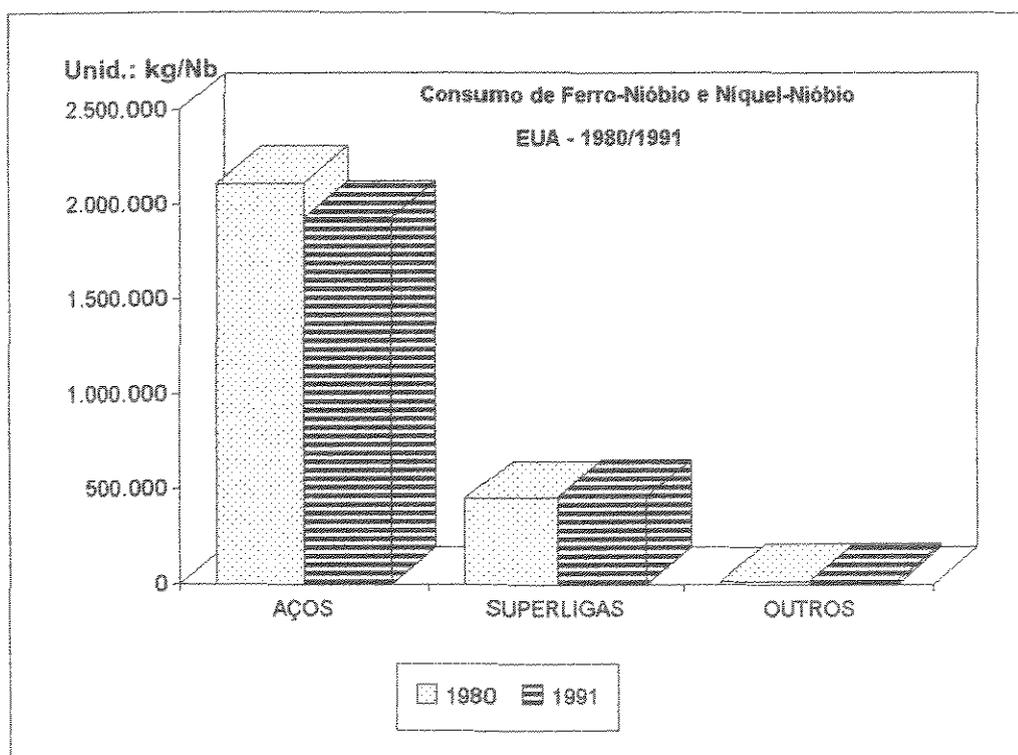


GRÁFICO 3.5

Fonte: Tabela 3.4

TABELA 3.5
IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E CONSUMO DE NIÓBIO
EUA - 1973 / 1991

Unid: t/Nb

ANOS	IMPORTAÇÃO FE-NIÓBIO	EXPORTAÇÃO (1)	CONSUMO FERRO-NIÓBIO(2)	CONS. APARENTE TOTAL
1973	962	22	1.840	2.744
1974	1.486	8	2.098	3.263
1975	849	12	1.519	1.919
1976	1.007	15	1.497	2.723
1977	1.214	17	1.991	2.167
1978	1.887	22	2.583	2.987
1979	2.502	23	2.874	3.230
1980	2.684	27	2.950	3.451
1981	2.752	34	2.832	3.682
1982	1.419	40	1.669	2.994
1983	1.152	35	1.959	2.608
1984	1.970	36	2.449	3.479
1985	2.131	35	2.707	3.425
1986	1.557	33	2.266	3.202
1987	1.822	39	2.349	3.311
1988	1.922	45	2.665	3.583
1989	2.411	104	2.439	3.402
1990	1.897	227	2.585	3.357
1991(e)	2.404	113	2.268	3.311

Fonte: Mineral Commodity Summaries (1975 - 1992)

Nota: (1) - Refere-se a concentrado, metal, ligas e sucatas

(2) - Inclui a liga níquel-niobio (e) estimado

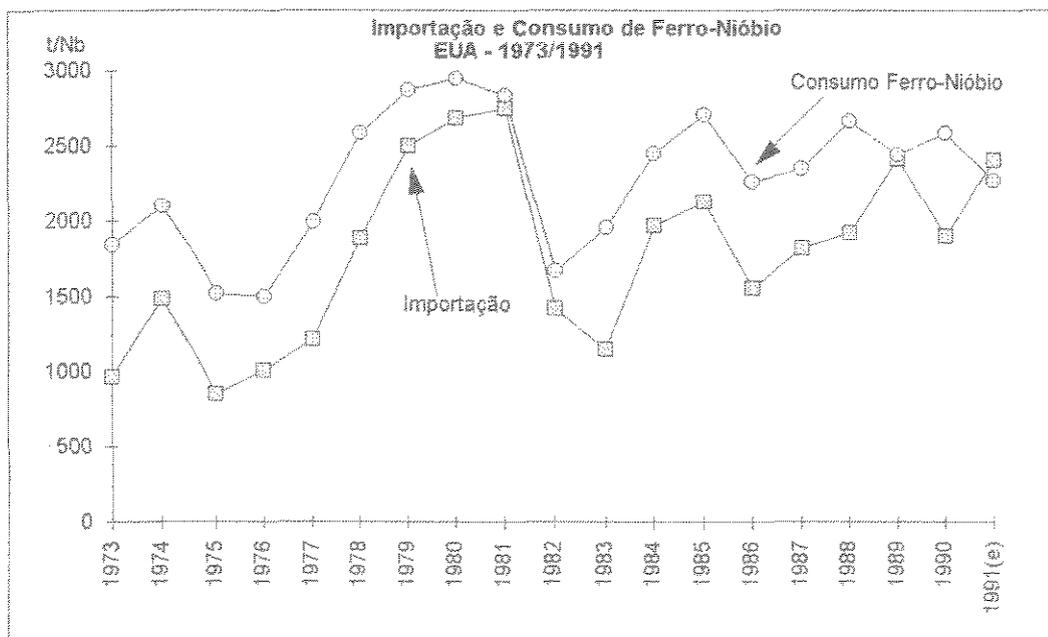


GRÁFICO 3.6

Fonte: Tabela 3.5

TABELA 3.6
DEMANDA PARA O NIÓBIO POR INDÚSTRIA
EUA - 1980/1990

Unid.: t/Nb

ANOS	CONSTRUÇÃO	METALURGIA	MÁQUINAS	PETROLÍFERA	TRANSPORTE	OUTRAS	TOTAL
1980	1.070	96	284	551	1.105	345	3.451
1981	1.436	129	387	737	736	258	3.683
1982	1.227	97	292	509	689	180	2.994
1983	1.043	78	235	339	678	235	2.608
1984	1.325	104	279	485	903	384	3.479
1985	1.506	103	274	513	857	172	3.425
1986	1.411	96	256	417	767	256	3.202
1987	1.424	91	277	431	694	395	3.311
1988	1.683	91	268	358	789	395	3.583
1989	1.701	82	254	445	649	272	3.402
1990	1.678	82	254	435	635	272	3.357

Fontes: USBM; Roskill, 1992

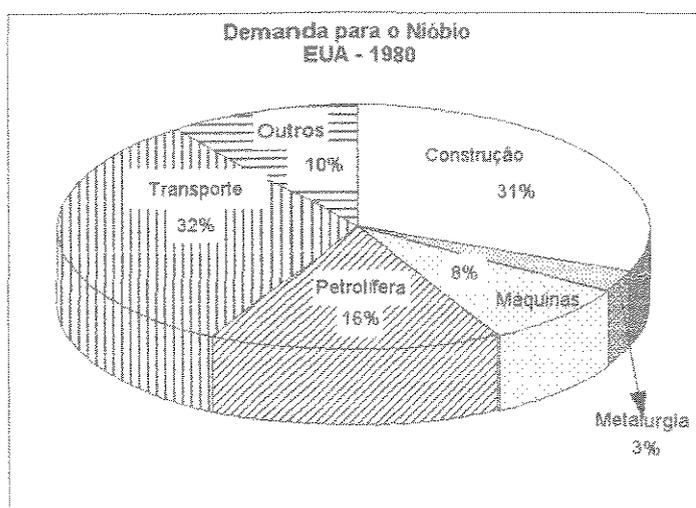


GRÁFICO 3.7 - Fonte: Tabela 3.6

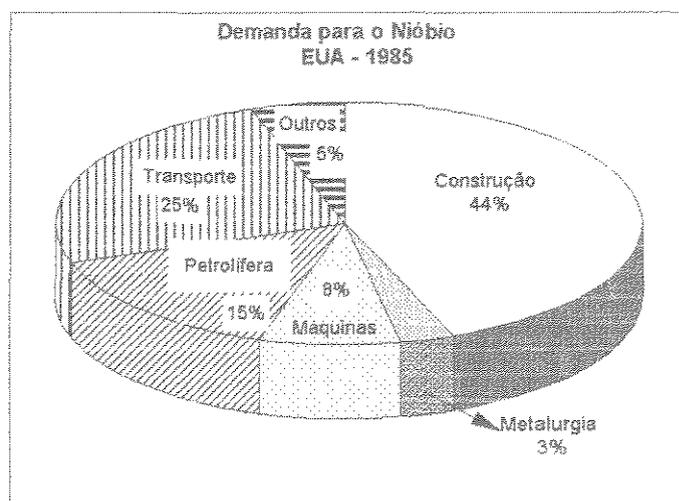


GRÁFICO 3.8 - Fonte: Tabela 3.6

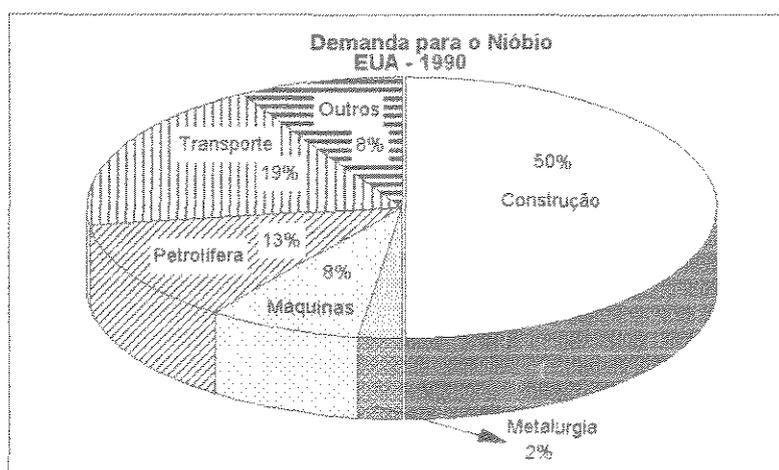


GRÁFICO 3.9 - Fonte: Tabela 3.6

Além do consumo das ligas ferro-nióbio e níquel-nióbio, que basicamente respondem pelo padrão de consumo do nióbio nos EUA nas indústrias do aço, o mercado americano registra uma importante participação na utilização de outros produtos de nióbio como óxido, ligas especiais e metal. O consumo aparente desses produtos nos EUA tem se mantido em média em cerca de 550 t/nb ano considerando o período 1985/1991. A maior parte das empresas dentro dos EUA abastecem o mercado de produtos de nióbio (ligas especiais e outros compostos) consumidas pelas indústrias eletrônicas, óticas, componentes elétricos, etc.

O principal mercado para o óxido de alta pureza é nos setores de ligas e alguns aços especiais. Outra utilização importante para o óxido nos EUA é na indústria ótica (fabricação de lentes) e na indústria eletrônica.

III.1.2. JAPÃO

O Japão constitui um dos maiores mercados para o nióbio, vindo inclusive se destacando pela tendência crescente da demanda a partir de 1980. O país tem se revelado um potencial consumidor do ferro-nióbio apresentando uma evolução de crescimento no consumo da liga nas indústrias do aço. Nos últimos anos, considerando os níveis de consumo aparente, a taxa média anual de crescimento no consumo observado para o período 1980/1991 foi de 3,3%, superior as taxas observadas para outros países. (TABELA 3.7 e GRÁFICO 3.10).

Até 1980, a maior parte da demanda japonesa de ferro-nióbio destinava-se a produção de tubos de aços de grande diâmetro e chapas de aço. Recentemente o ferro-nióbio passou a ser mais utilizado na produção de chapas de aço para a indústria automobilística⁷ e aços inoxidáveis.

⁷ Análise da demanda dividida por uso final no Japão mostra que parte do mercado é ocupado por tubos "pipelines" mas o que no entanto acusa queda (35% em 1990), enquanto o nióbio contido em aços para uso na indústria automobilística aumentou em 30% sua participação no mercado.

TABELA 3.7
OFERTA E DEMANDA DE FERRO NIÓBIO
JAPÃO - 1973/1991

Unid.: t

ANOS	PRODUÇÃO		IMPORTAÇÃO EM BRUTO	OFERTA	CONSUMO APARENTE		CONSUMO REGISTRADO	
	Em Bruto	Nb Contido			Em Bruto	Nb Contido	Em Bruto	Nb Contido
1973	1.700	1.105	-	1.700	1.700	1.307	-	-
1974	1.781	1.158	-	1.781	1.781	1.158	-	-
1975	2.010	1.307	-	2.010	2.010	1.307	-	-
1976	1.276	829	1.723	2.090	2.999	1.949	2.424	1.576
1977	1.385	901	905	2.290	1.965	1.278	2.146	1.395
1978	1.235	803	1.177	2.412	2.166	1.408	2.127	1.383
1979	1.269	825	1.989	3.258	2.400	2.118	2.372	1.542
1980	1.227	798	1.419	2.646	2.346	1.526	2.336	1.518
1981	1.052	684	1.586	2.638	2.960	1.924	2.951	1.918
1982	1.147	746	2.326	3.473	3.107	2.021	3.107	2.020
1983	667	434	1.776	2.443	2.444	1.590	2.390	1.554
1984	1.152	749	2.050	3.202	3.096	2.013	2.966	1.928
1985	1.130	735	2.869	3.999	3.476	2.261	3.359	2.183
1986	921	599	1.925	2.846	2.776	1.805	2.776	1.804
1987	755	491	1.779	2.534	2.579	1.677	2.579	1.676
1988	673	437	3.360	4.033	3.482	2.261	3.482	2.263
1989	673	487	3.360	4.033	3.482	2.261	3.705	2.408
1990	1065	692	3.516	4.581	4.353	2.827	4.126	2.682
1991	767	499	4.526	5.293	4.520	2.941	4.398	2.859

FONTES: Ferro Alloy Manual e Roskill, 1992

Nota : Dados sobre "Consumo Registrado" obtidos do Roskill, 1992

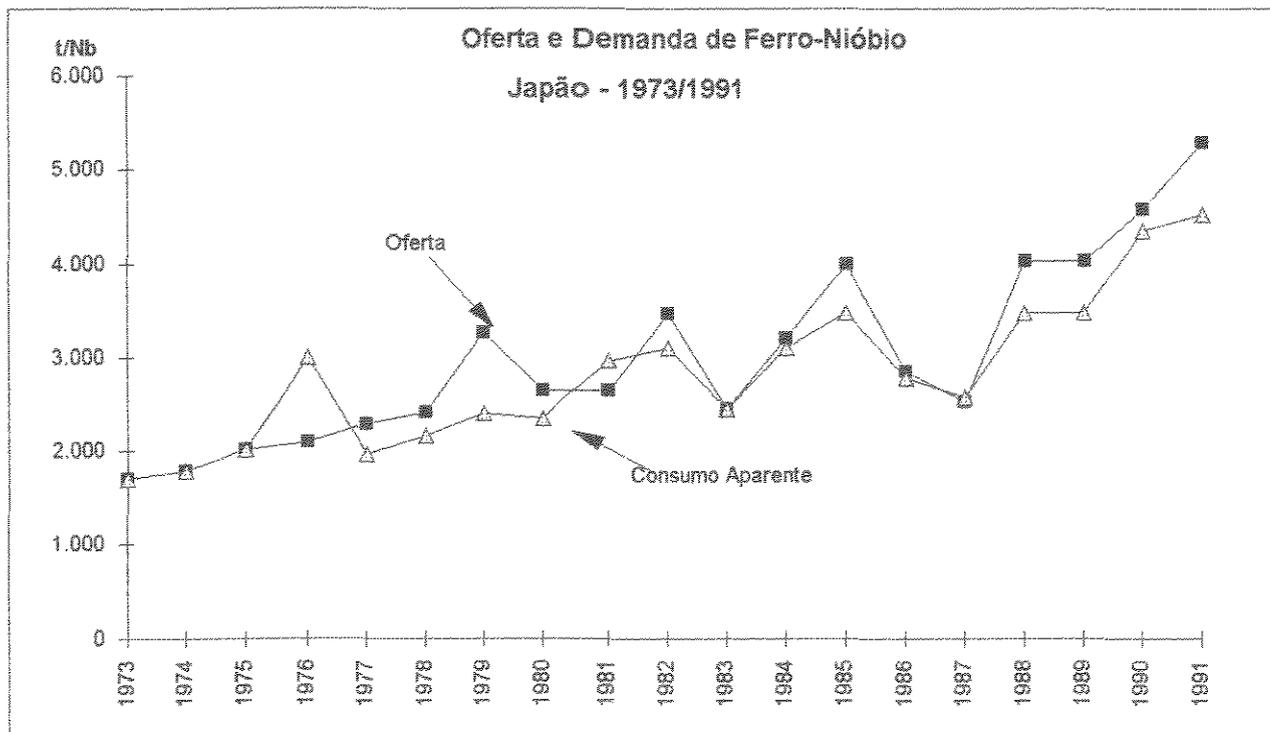


GRÁFICO 3.10

Fonte: Tabela 3.7

No Japão, 87% do nióbio é usado como ferro-nióbio em siderurgia na fabricação de aços "HSLA", 10% em superligas, como liga níquel-nióbio e os 3% restantes são usados em aços duros para ferramentas, vidros óticos, materiais elétricos, óxido e materiais supercondutores (metal).

O principal uso do fe-nb no Japão tinha sido, até o final da década de 80, em aços HSLA para a fabricação de "pipelines" e aços grossos usados em construção naval. Nos últimos anos chapas finas e aços inoxidáveis usados na indústria automobilística tem surgido como principal mercado. Em 1991 a indústria automobilística no Japão foi responsável por aproximadamente 65% da demanda final de fe-nb, sendo que aços (tubos) para oleoduto respondeu por 25%.

O uso do ferro-nióbio no Japão tem mostrado firme crescimento em face da facilidade de sua utilização, estabilidade no preço e também, por seu substituto, o vanádio, ter mantido cotações mais altas entre 1989 e 1990.

A demanda para o nióbio metal em 1991 foi estimada em cerca de 30 t, sendo 20 t (lingotes) provenientes do Brasil (CBMM) e da Teledyne Inc. dos EUA, principalmente sob forma de liga nióbio-titânio.

A demanda para o nióbio metálico no Japão destina-se em sua maior parte a fabricação de supercondutores, utilização como anti-corrosivo e em menor quantidade em lâmpadas à vapor.

III.1.3. EUROPA OCIDENTAL

A demanda para o nióbio na Europa Ocidental tem sido estimado em aproximadamente 4,5 mil t/nb anuais, não havendo contudo, maior precisão com relação ao consumo⁸. As estatísticas sobre o consumo de ferro-nióbio para os principais países do bloco europeu totalizaram para o período 1985/89 um consumo médio anual da 5 mil t / nb, reduzindo drasticamente para 2,8 mil t / nb para o biênio 1990 / 91. Tal resultado deve ser creditado à queda na produção europeia do aço, observado principalmente na Alemanha, Reino Unido e Países Baixos. (TABELA 3.8 e GRÁFICO 3.11).

⁸ Não há precisão nas estimativas sobre a demanda de nióbio para os países que compõem o bloco da Europa Ocidental, havendo divergências entre as estatísticas publicadas pelo Roskill-92 e a avaliação da própria CBMM. Os dados dispostos na Tabela 3.8 foram coletados de forma a reduzir maiores discrepâncias.

TABELA 3.8
CONSUMO DE FERRO NIÓBIO
EUROPA OCIDENTAL - 1973/1991

Unid.: t/nb

ANOS	ÁUSTRIA	BÉLGICA LUXEMBURGO	ALEMANHA	ITÁLIA	PAISES BAIXOS	SUÉCIA	REINO UNIDO	OUTROS	TOTAL
1973	...	...	784	1.256	...	495	...	...	2.977
1974	...	...	1.349	1.537	...	598	...	...	3.159
1975	...	...	1.113	935	...	462	...	...	3.760
1976	...	...	652	2.201	...	513	...	...	4.898
1977	...	...	881	1.683	...	211	...	...	3.922
1978	...	...	1.204	1.125	...	175	...	...	4.387
1979	...	...	1.565	1.859	...	...	...	...	5.277
1980	131	604	1.345	1.809	2.093	239	483	(881)	5.823
1981	218	963	1.499	1.366	2.035	113	...	(1.692)	4.502
1982	326	511	1.338	1.448	1.911	131	403	(1.488)	4.580
1983	141	241	1.283	1.025	1.222	137	266	(1.104)	3.211
1984	180	425	1.570	1.517	2.737	151	442	(1.464)	5.558
1985	173	563	1.676	1.243	2.165	129	437	(1.711)	4.775
1986	201	601	1.566	838	2.315	129	353	(1.452)	4.661
1987	94	738	1.235	282	1.714	174	296	550	5.083
1988	211	358	1.295	699	3.107	161	533	344	6.708
1989	202	371	1.292	775	...	234	736	80	3.890
1990	89	340	1.132	510	...	207	398	(70)	3.669
1991	157	409	1.224	716	...	180	530	(373)	3.843

Fonte: Roskill, 1992

Nota: (...) não disponível

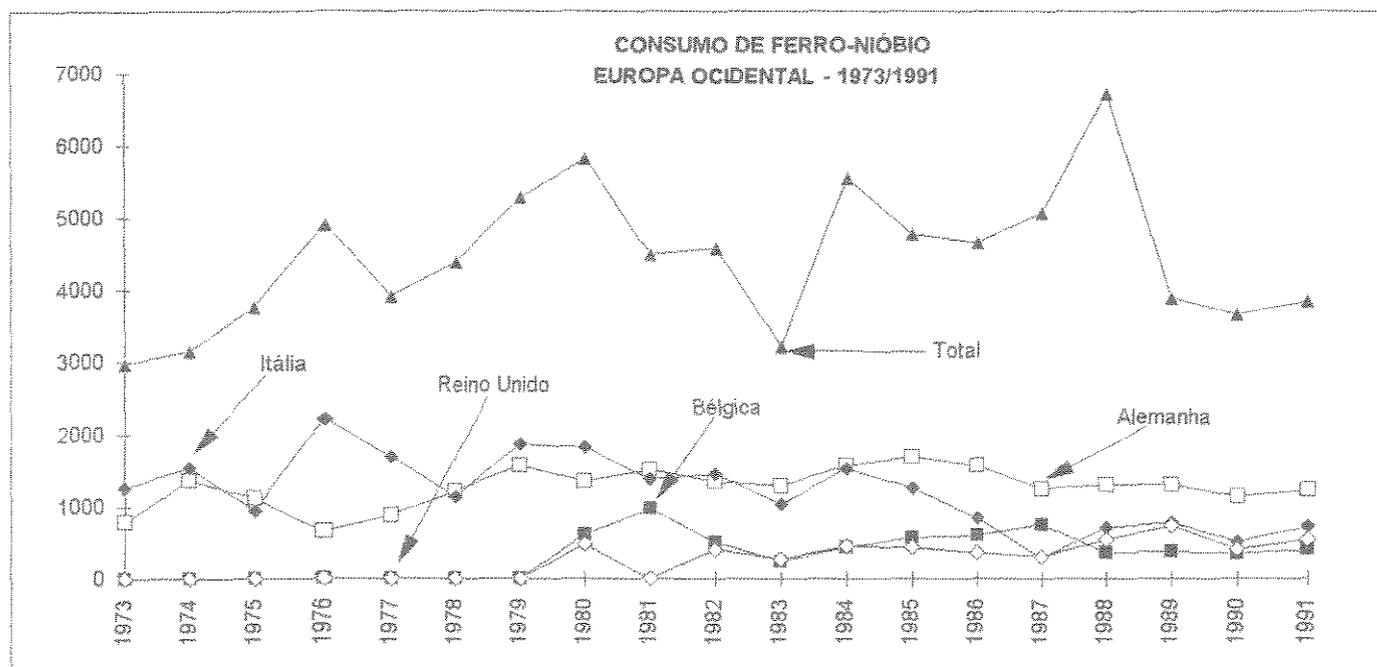


GRÁFICO 3.11

Fonte: Tabela 3.8

Os principais consumidores de nióbio na Europa Ocidental são a Alemanha, os Países Baixos (Holanda), Itália e Reino Unido. A TABELA 3.8 apresenta o consumo aparente de ferro-nióbio para os principais consumidores europeus, incluindo a CIS (ex-URSS). Com relação ao consumo registrado para os Países Baixos, a apropriação do mesmo deve ser considerado com alguma reserva, e não como bastante próximo daquilo efetivamente consumido⁹. Provavelmente, os níveis de consumo nos Países Baixos não excederam aqueles verificados para o Reino Unido e Itália.

O grupo de países que compõem a região econômica da Europa Ocidental¹⁰ identificados como consumidores de nióbio, detém atualmente, a maior fatia da demanda mundial. Nos últimos anos, o consumo de ferro-nióbio observado na Europa tem decrescido, em consequência da redução da atividade siderúrgica, atingida pela recessão econômica (GRÁFICO 3.11). A Alemanha responde atualmente por cerca de 50% do consumo, seguindo-se, em ordem de importância, os Países Baixos (Holanda), Itália, Bélgica-Luxemburgo, Reino Unido e Suécia.

O consumo setorial na Europa Ocidental obedece praticamente a distribuição observada para os EUA e Japão e a utilização do nióbio nos aços europeus tem crescido taxas acima da própria produção do aço.

⁹ Em virtude de grande parte das importações dos países europeus terem a Holanda como país de desembarque (entreposto) dificulta a avaliação da parcela das importações consumidas efetivamente naquele país.

¹⁰ Foram considerados no estudo os seguintes países na composição da Europa Ocidental: Alemanha, Itália, França, Reino Unido, Países Baixos, Bélgica, Luxemburgo, Suécia, Suíça e Espanha.

III.1.4. BRASIL

Toda a produção do concentrado de pirocloro do país é integralmente consumida internamente na fabricação de ligas ferro-nióbio e óxido¹¹. O consumo brasileiro de nióbio tem a seguinte estimativa de distribuição setorial: 75% para aços microligados (HSLA); 12% para aços inoxidáveis; 10% para superligas, e 3% para outros fins.

O consumo de nióbio no Brasil é ainda relativamente modesto quando comparado a países como os EUA, Japão e Alemanha. Considerando no entanto, a posição do país na produção mundial de aço, que representa cerca de 4%, a posição do Brasil como consumidor de ferro-nióbio chega ao equivalente à 6% da demanda mundial da liga, significando um mercado com melhor índice de consumo para o produto por tonelada de aço produzido.

Em virtude da auto-suficiência do nióbio, o Brasil tem apresentado taxa de crescimento da ordem de 2,8% ao ano para o período 1980/1991, o que pode ser considerado representativo em face do longo período recessivo da economia, atingindo o próprio setor siderúrgico, que representa cerca de 96% do consumo total de ferro-nióbio (TABELA 3.9 e GRÁFICO 3.12).

A indústria do aço no Brasil representada pelas grandes siderúrgicas é destacadamente o maior consumidor de ferro-nióbio (96%). O setor de fundição responde por 3%, enquanto os demais setores comportam 1% restante.

Com relação a demanda de outros produtos de nióbio, o consumo brasileiro é ainda insignificante, não excedendo a 20 t/ano. Dentre esses produtos destaca-se o óxido de grau ótico, que tem sido utilizado pela indústria de vidros, para fabricação de lentes.

¹¹ Com a suspensão das exportações de minério a partir de 1980, toda a produção nacional tem sido usada pelos próprios produtores em suas respectivas metalúrgicas na fabricação de ferro-ligas.

TABELA 3.9
CONSUMO DE FERRO-NÍOBIO
BRASIL - 1973/1991

ANOS	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
QTD.	252	282	313	226	277	243	443	515	425

ANOS	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
QTD.	509	380	618	853	573	667	924	1006	549	700

Fonte: Anuário da Indústria Brasileira de Ferro-Ligas, vários

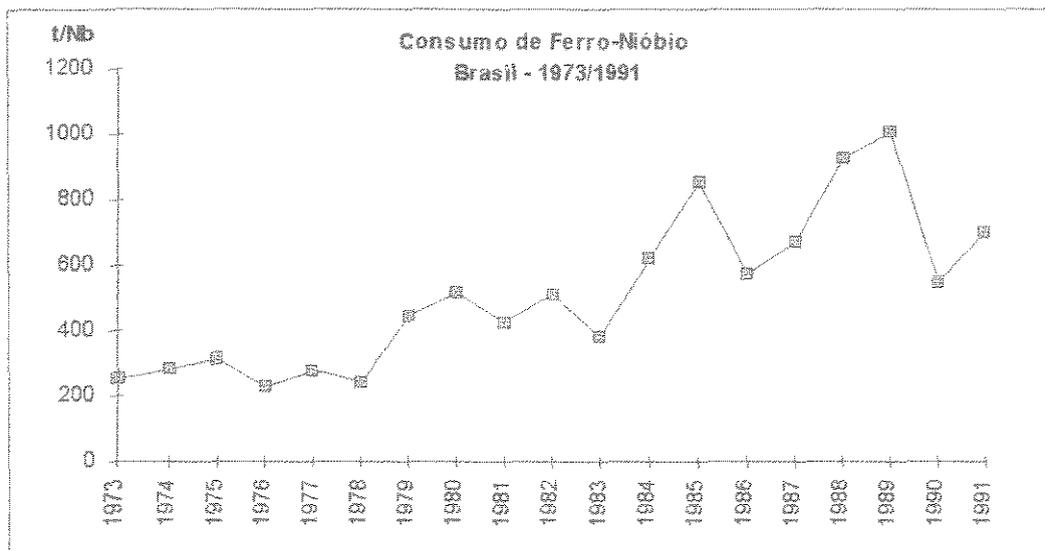


GRÁFICO 3.12

Fonte: TABELA 3.9

III.1.5. OUTROS PAÍSES

Excluindo os países como os EUA, Japão e aqueles que compõem o bloco da Europa Ocidental, que juntos respondem pelo grosso da demanda mundial de nióbio, o mercado tem ainda como potenciais consumidores a URSS/CIS e a China. A ex-URSS tem consumido ferro-nióbio em suas indústrias de aço, estimando-se entre 350 à 800 t/ano¹². Nos últimos três anos (1989/91), não há registro de consumo de nióbio na ex-URSS, supondo contudo, que o mesmo não tenha excedido à 200 t/ano, em virtude do contexto da recessão econômica.

Produção e consumo de nióbio metálico e ligas são considerados significantes, tendo como setor consumidor à indústria de armamentos. Não se identifica no entanto os níveis desse consumo, mas presume-se, que até 1989, fossem da ordem de 200 a 500 t/ano.

A China tem consumido nióbio nas suas indústrias de aço, mas não se conhece os níveis de demanda do mercado chinês. Há registro de exportações de produtos de nióbio da China pelos EUA (nióbio e tântalo) e do Brasil.

Assim como em países tradicionais consumidores, grande parte do consumo se dá nos distritos siderúrgicos. O consumo em 1990 foi bastante reduzido, refletindo a aguda queda na produção siderúrgica observada naquele ano. A produção e consumo do metal na ex-URSS (CIS) é considerada significativa, e a utilização em sua maior parte ocorre na indústria bélica.

¹² As estatísticas sobre o consumo nestas regiões são escassas e não-confiáveis, utilizando-se como estimador para avaliação do consumo as importações realizadas.

III.2. OFERTA

A oferta do nióbio no mercado internacional ocorre sob a forma de minério concentrado (pirocloro e columbita-tantalita), liga ferro-nióbio, óxido, ligas metálicas, superligas e outros compostos metálicos¹³.

O estudo do mercado do nióbio envolve, basicamente, o comportamento da oferta e demanda da liga ferro-nióbio¹⁴, face ao expressivo volume de sua produção, e pela destacada importância no consumo em relação aos outros produtos de nióbio.

O Brasil, através das empresas CBMM e a Mineração Catalão, é o maior produtor mundial de nióbio, sendo responsável por cerca de 85% da oferta da liga ferro-nióbio. A produção dessa liga confere ao Brasil, principalmente pela oferta da CBMM, posição destacada no mercado internacional, caracterizando o fator de alta concentração da oferta.

No que se refere ao minério (concentrado), tanto a CBMM como a Mineração Catalão, suspenderam, a partir de 1980, suas vendas ao mercado externo, limitando-se à comercialização de ferro-ligas, óxido e metal - estes dois últimos produtos relativos apenas à CBMM. Como empresa produtora de concentrado que atua no comércio internacional, a Niobec Inc., do Canadá, possui comportamento diferente das empresas líderes no mercado, isto é, a mesma comercializa a totalidade de sua produção as metalúrgicas de ferro-ligas localizadas nos EUA, Japão e Europa.

O Brasil é de longe o maior produtor mundial de minério de nióbio (pirocloro), comportando-lhe cerca de 78%, seguindo-se o Canadá com os 21% restantes¹⁵. A suspensão das exportações brasileiras de concentrado ao mercado externo,¹⁶ permitiu ao Canadá ocupar a posição de grande fornecedor de minério ao mercado externo.

¹³ Os diversos produtos de nióbio comercializados no mercado são citados no Capítulo I e Figura 3.1.

¹⁴ No referido estudo, a citação e estatísticas sobre a liga ferro-nióbio, quando não destacados, envolve os dois tipos, ou seja, "standard" e "high-purity".

¹⁵ A produção mundial de minério de nióbio pode ser visualizada na Tabela 1.3.

¹⁶ A posição de quase exclusividade na produção mundial de minério aliada a uma política de agregação de valor em produtos metalúrgicos, levaram a CBMM e a Mineração Catalão a suspenderem as exportações de minério concentrado.

No Canadá, a empresa Niobec Inc., oferta aos consumidores dos EUA, Japão e outros países da Europa, a produção de minério concentrado proveniente de sua mina em operação desde 1976. Nigéria, Tailândia, Austrália e Zaire são pequenos produtores de minério de nióbio, com um volume agregado que não ultrapassa os 5% da produção mundial. Semelhante ao Canadá, esses países destinam sua produção ao mercado externo.

Brasil (CBMM e Mineração Catalão) e o Canadá (Niobec Inc.), juntos, somam capacidade instalada para a produção de concentrado da ordem 20,4 mil t/ano de nb contido, representando 96% da capacidade mundial efetivamente identificada.

Com relação a oferta mundial do principal produto de nióbio, a liga ferro-nióbio, os dados sobre produção mundial, assinalam a destacada posição do Brasil como grande produtor, com uma posição que oscila nestes últimos anos em cerca de 85% do total mundial. Destacam-se entre os de menor expressão, os EUA, Japão e Reino Unido¹⁷. (TABELA 3.10 e FIGURA 3.13).

Do ponto de vista da oferta, observa-se que entre 1973 e 1979, a produção mundial de ferro-nióbio variava entre 6,7 a 9,9 mil t/ano, de nb contido passando, a princípio da década de 80, para um patamar, em geral, de 12 à 13,5 mil t/ano. Como visto anteriormente, enquanto a partir de 1987 a demanda apresentava comportamento estável, a oferta de fe-nb no mercado mundial passava a apresentar crescimento, na provável expectativa de aumento do consumo.

¹⁷ As estatísticas sobre a produção da liga ferro-nióbio nos EUA e Europa não são precisas e freqüentes o que dificulta uma melhor avaliação da oferta mundial do produto. Procurou-se selecionar dentre as várias estatísticas divulgadas aquelas de melhor confiabilidade.

TABELA 3.10
PRODUÇÃO MUNDIAL DE FERRO-NÍÓBIO
PRINCIPAIS PAÍSES
1973 / 1991

Unid.: t

ANOS	ÁUSTRIA	BÉLGICA		BRASIL	ALEMANHA		REINO UNIDO	EUA	OUTROS	TOTAL	Nb CONTIDO
		LUXEMBURGO	(1)		(1)	(2)					
1973	440	630	4.710	2.200	1.700	810	1.050	1.883	13.423	8.725	
1974	700	320	6.800	1.900	1.781	1.340	1.340	600	14.781	9.608	
1975	350	150	3.996	1.400	2.010	1.080	690	698	10.374	6.743	
1976	140	620	10.010	1.100	1.276	480	1.092	100	14.818	9.632	
1977	280	1.280	6.809	1.000	1.441	570	1.015	19	12.414	8.069	
1978	80	1.260	10.251	1.100	1.106	370	1.092	48	15.307	9.950	
1979	-	1.450	13.113	1.000	1.269	370	677	24	17.903	11.637	
1980	-	1.420	17.630	644	1.159	80	1.415	1	22.349	14.527	
1981	-	1.724	14.632	87	1.032	-	798	-26	18.247	11.861	
1982	-	1.099	11.521	105	1.145	-	678	0	14.548	9.456	
1983	-	632	9.707	185	657	-	611	-33	11.759	7.643	
1984	11	929	16.522	185	1.152	-	615	0	19.414	12.619	
1985	-	1.282	17.676	19	1.130	-	631	48	20.786	13.511	
1986	-	1.384	17.391	30	937	-	621	0	20.363	13.236	
1987	-	1.275	10.880	44	714	43	598	1	13.555	8.811	
1988	64	327	19.106	426	673	771	995	1	22.363	14.536	
1989	8	5	16.378	261	771	1.443	1.163	230	20.259	13.574	
1990	87	3	16.643	120	1.065	933	1.915	-544	20.222	13.549	
1991	114	14	18.959	121	767	1.107	885	-2.828	19.139	12.823	

Fonte: Roskill, 1992

Notas: (1) Estimativa

(2) Produção Declarada

(3) Dados estimados a partir da produção de Nb contido - 1973 a 1979

(4) Níóbio Contido (65% para 1973 a 1988 e 67% em 1989 a 1991)

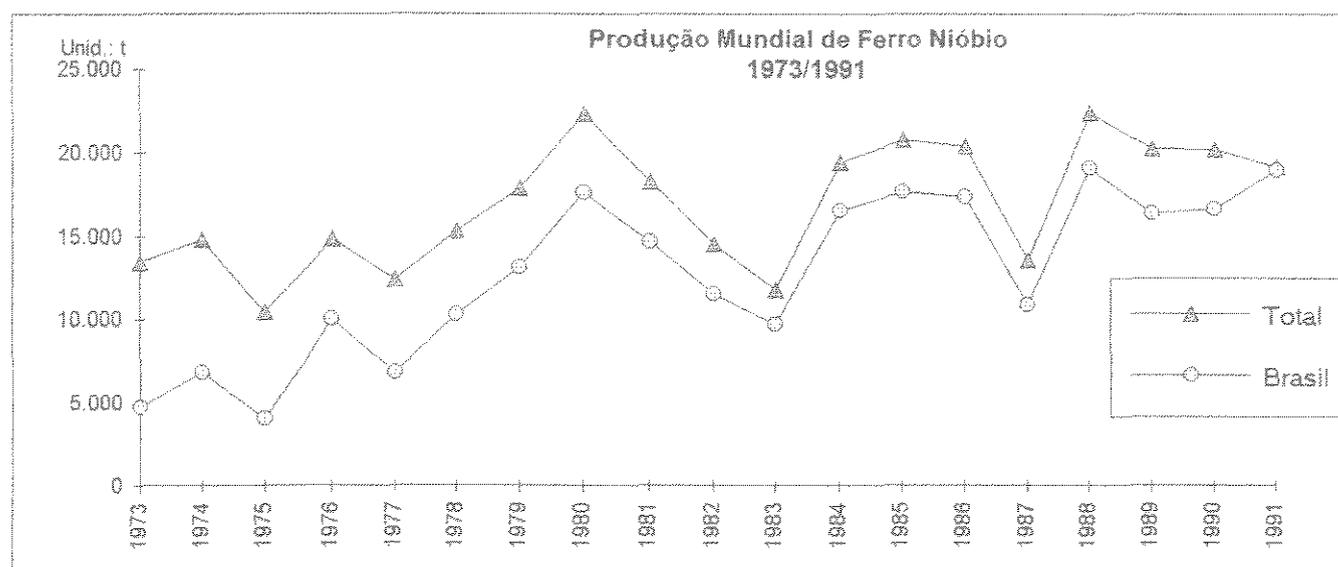


GRÁFICO 3.13

Fonte: Tabela 3.10

III.2.1. ESTADOS UNIDOS

Os EUA dividem com o Japão o principal mercado para o nióbio, sendo grande consumidor de ferro-nióbio, além de outros produtos como o óxido e metal. Em relação a oferta interna de nióbio, a mesma é proveniente da produção de ferro-nióbio, óxido e o metal, sendo, no entanto, insuficiente para os níveis de consumo de suas indústrias.

Nos EUA, a avaliação da oferta interna da liga ferro-nióbio não é precisa em face da indisponibilidade de dados em publicações técnicas, sendo portanto sua produção, calculada com base na diferença do consumo e das importações realizadas pelo país. O Roskill Information Services Ltd. calcula que a oferta interna de ferro-nióbio nos EUA não ultrapasse a 1,6 mil t/ano de nb contido. A oferta de fe-nb nos EUA provém na sua quase totalidade das empresas Shieldalloy Metallurgical Corporation, a Cabot Corp. Reading Alloys Inc. e a Teledyne Wah Chang Albony.

Outro fator que dificulta avaliar com melhor precisão a oferta nos EUA, é a política de controle e liberação de nióbio proveniente dos estoques estratégicos, por parte do governo americano. A disponibilidade desses estoques como complemento a produção interna, dificulta a avaliação dos níveis oferta e por extensão, o próprio consumo no país¹⁸.

A TABELA 3.11 e GRÁFICO 3.14 fornece a produção de ferro-nióbio para os EUA com base nas estatísticas divulgadas pelo ROSKILL (1992), de acordo com as estimativas do USBM.

¹⁸ Em CUNNINGHAM (1991:p.16), pode ser verificada as estatísticas sobre os estoques do EUA para o nióbio sob a forma de concentrado, ferro-nióbio e metal.

TABELA 3.11
PRODUÇÃO DE FERRO-NÍOBIO
EUA - 1973/1991

ANOS	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
QTD.	1050	1340	690	1092	1015	1092	677	1415	798

Unid.: t/Nb

ANOS	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
QTD.	678	611	615	631	621	598	995	1163	1915	885

Unid.: t/Nb

Fonte: TABELA 3.10

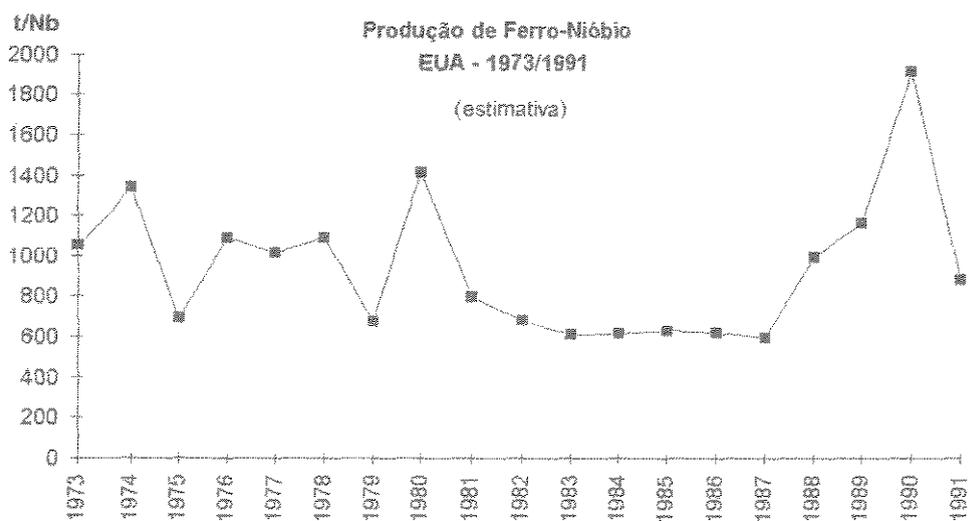


GRÁFICO 3.14

Fonte: Tabela 3.11

III.2.2. JAPÃO

No Japão, a disponibilidade dos produtos de nióbio é distribuído entre a oferta interna da suas indústrias de ferro-ligas complementada pela maior parte por importações de origem brasileira. (TABELA 3.13)

TABELA 3.12
PRODUÇÃO DE FERRO-NIÓBIO - JAPÃO - 1973/1991

ANOS	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
QTD.	1105	1158	1307	829	901	803	825	798	684

Unid.: t/Nb

ANOS	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
QTD.	746	434	749	735	599	491	437	487	692	499

Unid.: t/Nb

Fonte: TABELA 3.13

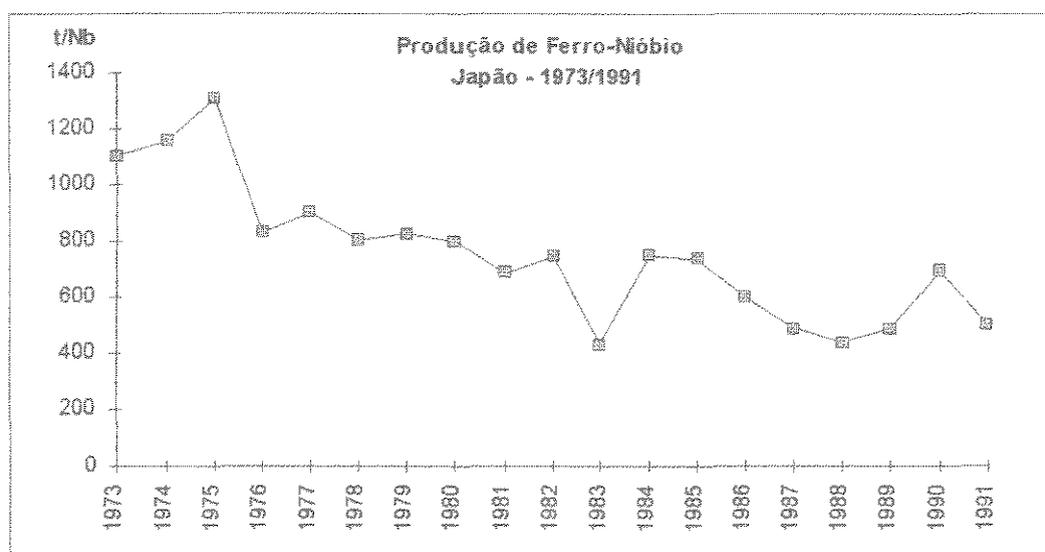


GRÁFICO 3.15

Fonte: Tabela 3.12

Nos últimos anos, a oferta japonesa de ferro-nióbio tem sido originada, em grande parte, de produtores externos, conforme se pode observar pelos níveis de suas importações¹⁹. (TABELA 3.7 e GRÁFICO 3.10).

TABELA 3.13

DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE FERRO-NIÓBIO NO JAPÃO - 1985 e 1991

EMPRESAS	Unid.: t	
	1985	1991
Nippon Denko	140	13
Japan Metals & Chemicals - JMC	469	653
Taiyo Mining	119	-
Nippon Kokan - NKK	322	47
Awamura Metal Industry	80	54
TOTAL	1.130	767

Fonte: Ferro Alloy Manual (1992)

Até 1990, a oferta interna no Japão de ferro-nióbio mantinha-se entre 650 à 750 t/ano. A partir de 1991 quatro empresas produtoras japonesas suspenderam suas produções em virtude de restrições legislativas sobre controle ambiental, quanto a emissão de poluentes durante o processo metalúrgico. A empresa JMC foi praticamente a única a manter-se em atividade e aumentou o nível de sua produção compensando em parte à queda de produção verificada nas outras empresas. Tal fato ensejou o incremento das suas importações do Brasil beneficiando assim os produtores brasileiros.

¹⁹ A quase totalidade das importações de Ferro-Nióbio pelo Japão são provenientes do Brasil, conforme pode-se observar pela análise da Tabela 3.23. O Japão importa reduzidas quantidades de fe-nb da Alemanha, mas que não superam acima de 40 t/ano.

III.2.3. EUROPA OCIDENTAL

Segundo o ROSKILL (1993), a oferta interna de ferro-nióbio da Europa Ocidental advém da produção da Áustria, Bélgica-Luxemburgo, Alemanha e Reino Unido. A partir de 1989 o Reino Unido passou praticamente a responder pela quase totalidade da produção, em virtude da abrupta queda da produção observada na Bélgica-Luxemburgo e Alemanha. (TABELA 3.14)

Na Alemanha (ex-Alemanha Ocidental) a Gessllschaft für Elektrometallurgie é a única empresa produtora no país. Os dados relativos à sua produção não são, contudo, devidamente conhecidos²⁰.

Tabela 3.14
Produção de Ferro-Nióbio - Europa Ocidental - 1973/1991

ANOS	AUSTRIA	BÉLGICA LUXEMBURGO	ALEMANHA	REINO UNIDO	Unid.: t/Nb
					TOTAL
1973	286	410	1.430	527	2.653
1974	455	208	1.235	871	2.769
1975	228	98	910	702	1.938
1976	91	403	715	312	1.521
1977	182	832	650	371	2.035
1978	52	819	715	241	1.827
1979	...	942	650	241	1.833
1980	...	923	419	52	1.394
1981	...	1.121	56	...	1.177
1982	...	714	68	...	782
1983	...	411	120	...	531
1984	7	604	120	...	731
1985	...	833	13	...	846
1986	...	900	19	...	919
1987	...	829	29	28	886
1988	42	213	277	501	1.033
1989	6	3	175	967	1.151
1990	58	2	81	625	766
1991	77	10	81	742	910

Fonte: Tabela 3.9

Nota: (...) não disponível

²⁰ Foram identificados os seguintes países produtores de ferro-nióbio na Europa Ocidental: Alemanha, Reino Unido, Bélgica-Luxemburgo, Áustria e Itália.

Com base nas exportações de minério concentrado à Alemanha, avalia-se que a produção da Gessllschaft varie entre 100 a 500 t/ano de ferro-nióbio.

III.2.4. BRASIL

A posição de maior produtor mundial de nióbio permite ao Brasil uma oferta interna plenamente necessária a demanda dos vários setores consumidores no país.

Entre 1973/91, a produção brasileira tem apresentado um comportamento semelhante ao observado para a própria demanda mundial (TABELAS 3.2 e 3.15) Do total da oferta brasileira, aproximadamente 3% desina-se ao mercado interno, para atender a demanda das indústrias consumidoras localizadas no país.

Mesmo registrando uma produção diversificada de produtos de nióbio, a demanda brasileira é quase totalmente voltada para a liga ferro-nióbio. Dentre os bens industrializados a partir do concentrado, o ferro-nióbio é ofertado unicamente pela CBMM, no mercado interno, enquanto a produção da Mineração Catalão de Goiás destina-se ao mercado externo.

Tabela 3.15
Produção e Consumo de Nióbio - Brasil - 1973/1991

ANOS	PRODUÇÃO			(3)EXPORTAÇÃO DE FERRO - NIÓBIO	(4) CONSUMO DE FERRO - NIÓBIO
	(1) FERRO - NIÓBIO	(2) ÓXIDO	TOTAL		
1973	3.062	-	3.062	3.063	252
1974	4.420	-	4.420	4.854	282
1975	2.597	-	2.597	2.688	313
1976	6.507	-	6.507	5.785	226
1977	4.426	-	4.426	4.535	277
1978	6.663	-	6.663	6.829	243
1979	9.043	-	9.043	8.587	443
1980	11.395	1.074	12.469	9.168	515
1981	9.511	-	9.511	8.958	425
1982	7.479	-	7.479	8.102	509
1983	6.282	165	6.447	5.895	380
1984	10.379	673	11.412	8.635	618
1985	11.489	917	12.406	9.431	853
1986	11.304	705	12.009	7.986	573
1987	7.072	1.481	8.553	7.554	667
1988	12.419	1.128	13.547	9.275	924
1989	10.646	379	11.025	9.998	1.006
1990	10.818	1.068	11.886	8.684	549
1991	12.323	1.454	13.777	9.856	700

Fontes: (1) Anuário da Indústria Brasileira de Ferro-Ligas, vários

(2) Sumário Mineral Brasileiro, 1988/1991

(3) CACEX - Carteira do Comércio Exterior do Banco do Brasil

Nota: (4) Foi considerado como "Consumo" as vendas registradas no mercado interno, segundo dados da fonte (1)

A CBMM opera ainda no mercado internacional através de suas subsidiárias, à NPC - Niobium Products Company Inc. e a Niobium Products Company GmbH, sendo que ambas respondem por cerca de 30% das vendas da empresa. Além da comercialização efetuada diretamente pela CBMM e suas subsidiárias, a empresa atua ainda com uma rede de distribuidores de vendas, localizadas nos Estados Unidos, Japão e Europa ²¹.

III.2.5. OUTROS PAÍSES

URSS/CIS e a China são também produtores de nióbio, mas há dificuldades em quantificar a oferta nesses países. No entanto, conforme o Roskill²² a produção da URSS/CIS foi estimada entre 700 a 800 t/ano, proveniente da mineração das minas de Karnasurt e Umbozeo, na península de Kola.

A China foi alta suficiente em nióbio durante as décadas de 70 a 80, realizando inclusive, exportações de concentrado. Não se conhece a oferta interna de ferro-nióbio neste país, mas em 1989, parte da demanda da liga foi atendida através de importações do Brasil, entre 50 a 100 t provenientes da CBMM.

Além de ferro-nióbio, a China registra produção de nióbio metálico, óxido, carbonetos e outros compostos como o niobato de lítio, através da empresa Zhuzhou Cemented Carbide Works localizada na província de Hunan.

²¹ Segundo citado em publicação avulsa da CBMM, 20 consumidores representam 50% do volume de vendas da empresa enquanto que os demais 280 representam os outros 50% tendo como consumidores principalmente as usinas siderúrgicas. A CBMM registra cerca de 300 clientes em mais de 50 países.

²² Roskill Information Services Ltd.

III.3. PREÇOS

Devido ao contexto oligopolista da oferta do ferro-nióbio no mercado internacional, o preço da liga ferro-nióbio, considerado como padrão e/ou de liderança, é aquele estabelecido pela CBMM, já que grande parte das transações comerciais do produto em todo o mundo refere-se as vendas realizadas pela empresa²³.

Para o minério concentrado (pirocloro), os preços praticados no mercado internacional podem ser considerados aqueles estabelecidos pela Cambior Inc. do Canadá, por ser praticamente a única empresa a ofertar este tipo de minério²⁴. No mercado do nióbio, as únicas cotações de preços estabelecidos pelas contingências de mercado livre são para os minérios de columbita-tantalita e/ou o concentrado.

Em virtude do Brasil (CBMM e Mineração Catalão) não ofertarem no mercado a produção de concentrado de pirocloro, permite ao Canadá praticar preços que compensam seus custos de produção, bastante superiores aos do Brasil, em face do tipo de lavra e da composição do minério.

O exame e análise do comportamento de preços de nióbio no mercado devem ser direcionados para o de ferro-ligas, em face da importância da liga ferro-nióbio e do grau da concorrência das outras ligas ferrosas.

Mesmo considerando a estrutura oligopolista do mercado onde a fixação de preços neste caso é feita pelas empresas geralmente através de "mark-up", a CBMM, empresa com absoluta liderança para estabelecer referência de preço para o ferro-nióbio, no comércio internacional, tem cotado sua liga ferrosa observando os custos de produção, o de tributos incidentes, sua margem de lucro e os preços praticados pelos produtores para as ligas substitutas, eventuais concorrentes.

²³ No caso da liga ferro-nióbio, aproximadamente 80% do produto comercializado no mercado internacional provém da oferta da CBMM, daí considerar o que o preço estabelecido pela empresa como aquele praticado no mercado internacional.

²⁴ A partir de 1989, a Cambior passou a negociar e estabelecer a cotação de preço do concentrado em contratos de vendas para seus compradores. Os valores de cotações para o pirocloro contratado podem ser observados no Metals Week e Metal Bulletin.

Considerada como importante fator de vantagem econômica, a estabilidade de preços da liga ferro-nióbio em relação a outras ligas ferrosas, favorece a manutenção dos níveis de demanda.

Elevações de preços para a liga ferro-nióbio observadas em alguns anos são geralmente creditadas a brusco aumento de insumos (principalmente de energia) do que propriamente reação à aumentos da demanda.

Mesmo considerando o comportamento dos preços da liga ferro-nióbio sob a ótica de um típico mercado oligopolista²⁵, observa-se que a estabilidade dos preços do nióbio sofre os efeitos das crises econômicas sobre seus principais setores consumidores, comum a outros produtores de bens metálicos primários. No caso do nióbio, o comportamento da indústria siderúrgica é vital a estabilidade dos preços.

III.3.1. MERCADO INTERNACIONAL

No estudo do mercado internacional do nióbio foi considerado as cotações de preço da liga ferro-nióbio ofertadas pelo Brasil, identificadas pelos preços médios anuais das exportações brasileiras, já que a maior parte do produto comercializado em todo o mundo provém dos produtores brasileiros²⁶.

Como se observa na TABELA 3.2 e GRÁFICO 3.3 os preços reais da ferro-liga nióbio, após um período de valores variando entre US\$11/t e US\$15/t entre 1973/80, passaram a apresentar comportamento declinante ao longo do período 1981/1991²⁷, mantendo-se, nos últimos anos, na faixa dos US\$10/t, mesmo com a demanda mundial mantendo-se em patamares acima de 12 mil t/ano.

Nos EUA e Europa, os preços do ferro-nióbio apresentam-se também declinantes, com queda real média de 27% entre 1973/1991, refletindo em parte, a recessão nas indústrias do aço, que tem afetado particularmente todo o setor de produção das indústrias de ferro-ligas.

²⁵ No Capítulo IV é feita uma análise de comportamento de preços em mercado oligopolizados enfocando o caso do nióbio e de produtos substitutos, assim como os dos agentes da oferta e demanda.

²⁶ Nos mercados americano, europeu e japonês o grosso da ferro liga nióbio é de origem brasileira, e os preços foram considerados em valores FOB "free-on-board".

²⁷ O comportamento dos preços pode ser explicada, em parte, pela política posta em prática pela CBMM, que ao reduzir seus custos operacionais, mediante o emprego de novas tecnologias, força os demais produtores mundiais à redução dos preços (PENA, F.E., op.cit.).

PREÇOS DO FERRO-NIÓBIO EUA - 1970/1991

TABELA 3.16

ANOS	US\$/Kg Nb	
	PREÇOS NOMINAIS	(1) PREÇOS REAIS
1970	7,69	21,30
1971	5,62	14,95
1972	5,62	14,45
1973	6,83	16,54
1974	9,08	19,83
1975	9,48	18,96
1976	10,43	19,72
1977	11,29	18,97
1978	11,29	17,45
1979	12,30	17,52
1980	13,87	18,20
1981	13,87	16,55
1982	13,23	14,85
1983	13,23	19,54
1984	12,48	12,96
1985	12,48	12,48
1986	12,48	12,22
1987	12,48	12,01
1988	13,23	12,40
1989	14,51	13,21
1990	14,51	12,77
1991	14,50	12,36

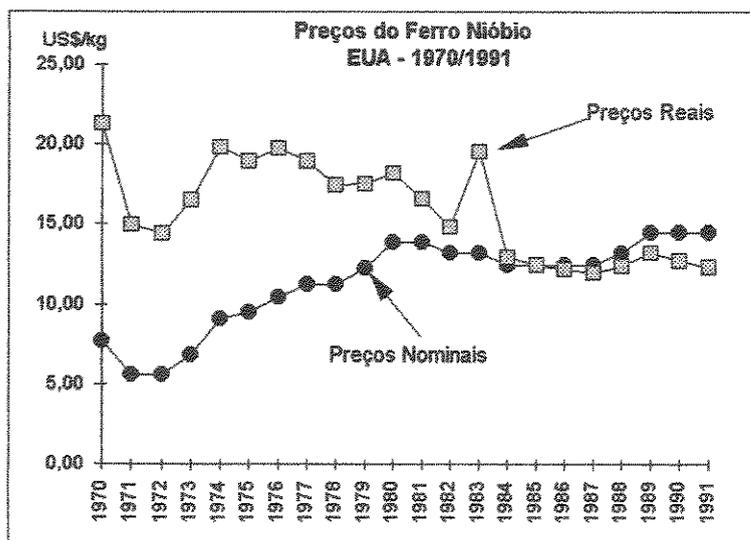


GRÁFICO 3.16

Fonte: Tabela 3.16

FONTE: Metal Prices in the United States, 1991
U.S. Bureau of Mines

Nota: (1) Preços reais deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor nos EUA - Ano Base: 1985
Ferro-Liga Nióbio tipo "Standard Grade"

TABELA 3.17
EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DO NIÓBIO - BRASIL - 1970/1991

ANOS	(1) FERRO - NIÓBIO		(2) ÓXIDO DE NIÓBIO		(3) NIÓBIO - METÁLICO	
	Nominal	Real	Nominal	Real	Nominal	Real
1970	4,03	11,16	-	-	-	-
1971	3,64	9,68	-	-	-	-
1972	4,17	10,72	-	-	-	-
1973	4,57	11,07	-	-	-	-
1974	5,96	13,00	-	-	-	-
1975	7,40	14,80	-	-	-	-
1976	7,97	15,07	-	-	-	-
1977	9,22	15,50	-	-	-	-
1978	9,49	14,67	-	-	-	-
1979	9,96	14,19	-	-	-	-
1980	11,27	14,79	19,22	25,22	-	-
1981	11,79	14,07	17,15	20,47	-	-
1982	11,70	13,13	13,07	14,67	-	-
1983	11,16	12,05	10,67	11,52	40,00	43,20
1984	10,51	10,91	11,32	11,75	60,77	63,10
1985	10,46	10,46	12,26	12,26	52,78	52,78
1986	10,51	10,29	11,79	11,55	55,53	54,39
1987	10,49	10,10	11,64	11,20	55,85	53,75
1988	11,10	10,40	12,58	11,79	49,93	46,79
1989	12,09	11,01	13,06	11,89	51,35	46,77
1990	12,86	11,32	14,94	13,15	72,77	64,06
1991	12,81	10,93	14,94	12,74	58,16	49,58

FONTES: Balanço Mineral Brasileiro, 1988 - Sumário Mineral Brasileiro, 1991, 1990, 1989

- Notas:
- (1) Preços expressos em termos de metal(Nb) contido
 - (2) Preços médios das exportações brasileiras expressos em termos de Nb2 O5 contido
 - (3) Preços médios das exportações brasileiras expressos em termos de Nb contido
 - (4) Valores reais deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor dos EUA; IFS
Ano base 1985 = 100,00

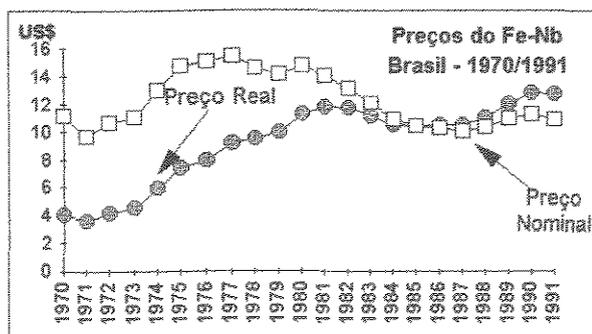


GRÁFICO 3.17

Fonte: Tabela 3.17

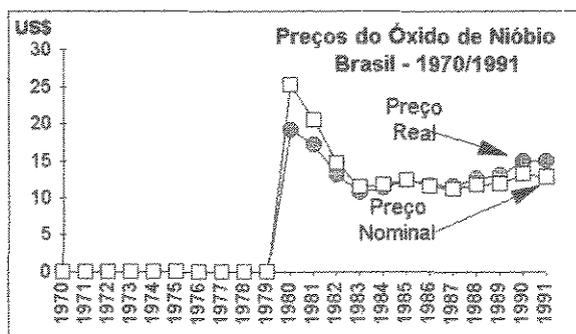


GRÁFICO 3.18

Fonte: Tabela 3.17

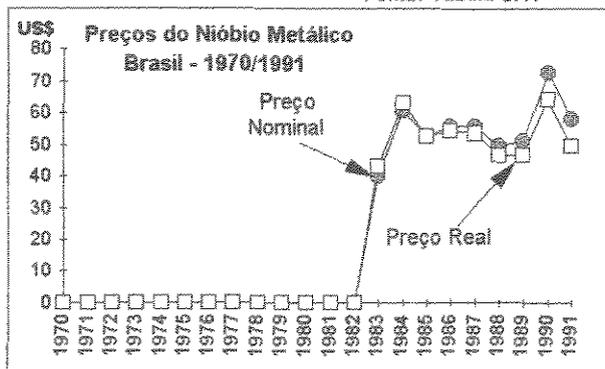


GRÁFICO 3.19

Fonte: Tabela 3.17

III.3.2. PREÇOS DOS BENS SUBSTITUTOS

Nos últimos anos, principalmente a partir de 1988, os preços das ferro-ligas concorrentes do ferro-nióbio atingiram as mais baixas cotações de mercado, com valores provavelmente equivalentes aos seus preços de custos. Uma conjunção de fatores podem ser considerados, desde a persistente recessão na siderurgia mundial, utilização de estoques (principalmente nos EUA) e com maior efeito, à oferta a preços aviltados de estoques na ex-URSS (tungstênio) e China (molibdênio). A queda de cotações em minérios como o vanádio e o titânio proporcionaram por outro lado, aos produtores de ligas-ferrosas, redução de seus custos.

A recuperação dos preços das ligas-ferrosas nos principais mercados mundiais irá depender, fundamentalmente, do aumento da demanda do aço acompanhado por uma maior utilização das ligas-ferrosas.

A TABELA 3.18 e os GRÁFICOS 3.20 a 3.24 estampam o comportamento dos preços das principais ligas ferrosas substitutas da liga ferro-nióbio nas indústrias do aço.

TABELA 3.18
 PREÇOS DAS FERROLIGAS NOS MERCADOS DA EUROPA E DOS EUA
 VALORES REAIS - ANO BASE 1985 = 100,00 (US\$/Kg Metal Contido)

ANOS	Fe-Nióbio		Fe-Vanádio		Fe-Molibdênio		Fe-Tungstênio		Fe-Titânio
	EUA	Europa	EUA	Europa	EUA	Europa	EUA	Europa	Europa
1975	16,82	17,14	22,48	-	14,16	-	32,26	-	-
1976	18,83	17,98	22,31	-	16,03	-	35,43	-	4,59
1977	18,27	17,38	20,76	-	16,42	-	47,23	-	4,91
1978	17,47	16,58	22,02	20,19	20,49	37,08	37,82	31,93	3,79
1979	16,57	16,07	20,10	19,59	74,99	62,56	35,33	27,86	9,69
1980	17,70	17,17	20,39	21,06	29,82	30,45	35,30	25,18	6,93
1981	16,35	16,11	20,38	17,96	26,52	19,99	31,30	23,57	4,12
1982	15,04	15,11	16,98	12,72	13,70	12,46	14,22	17,51	2,70
1983	14,15	14,34	12,34	11,70	10,95	11,00	10,97	12,94	2,30
1984	13,33	12,62	13,88	12,51	9,58	9,61	10,55	12,15	2,50
1985	12,48	11,70	12,29	11,01	8,63	8,36	8,13	8,60	3,25
1986	12,22	11,40	13,34	12,60	7,56	8,37	5,39	5,49	2,72
1987	12,01	11,12	13,53	13,24	8,05	7,54	5,76	5,21	2,92
1988	11,72	11,47	19,50	23,10	8,93	7,34	7,56	5,85	6,97
1989	12,60	11,84	29,95	27,19	8,59	8,68	6,40	5,02	8,07
1990	12,68	12,33	15,67	14,60	7,50	7,12	5,48	5,41	5,48
1991(p)	12,53	12,19	11,51	10,83	5,29	5,86	5,54	5,18	3,56

Fontes: EUA - Metals Weeks (vários) - EUROPA - Metal Bulletin

Notas: Valores reais médios anuais deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor - EUA; IFS

Ferro-Nióbio - Standard Grade 65-67% Nb;

Ferro-Vanádio contendo 70-80% V;

Ferro-Molibdênio contendo 65-70% M;

Ferro-Tungstênio contendo 75% W;

(p) dados preliminares

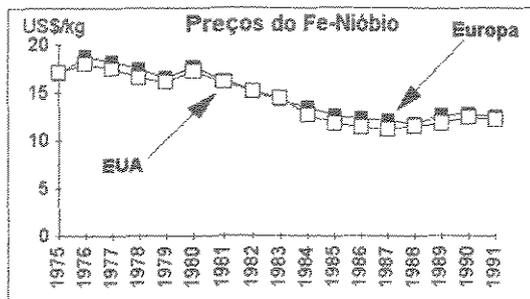


GRÁFICO 3.20 - Fonte: Tabela 3.18

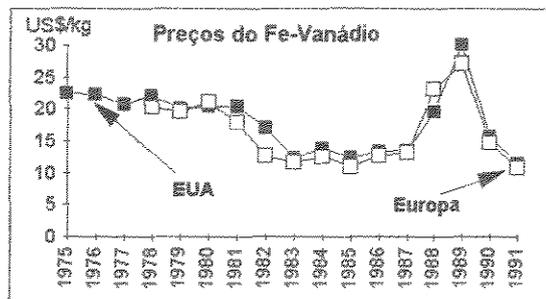


GRÁFICO 3.21 - Fonte: Tabela 3.18

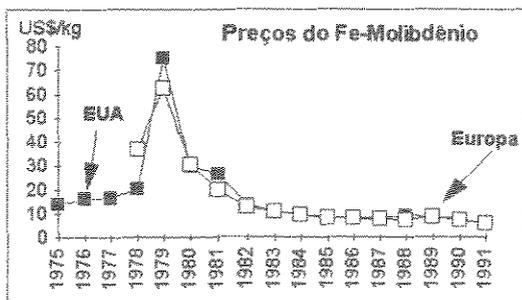


GRÁFICO 3.22 - Fonte: Tabela 3.18

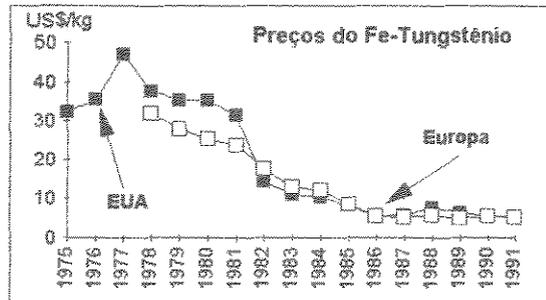


GRÁFICO 3.23 - Fonte: Tabela 3.18

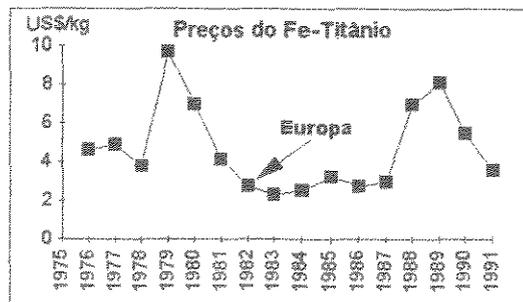


GRÁFICO 3.24 - Fonte: Tabela 3.18

III.4. COMÉRCIO EXTERIOR

O comércio internacional de minério de nióbio é representado basicamente pelas exportações de concentrado de pirocloro do Canadá - proveniente de mina da Niobec Inc. - destinados aos produtores de ferro-nióbio nos Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão. Nos últimos onze anos (1981- 1991), as vendas externas do Canadá do minério concentrado variaram em torno de 4 a 5 mil toneladas, excluindo o atípico ano de 1988, quando o volume da exportação excedeu a 2 mil t. (TABELA 3.19)

A participação do Canadá na oferta externa de minério concentrado têm representado em média 70% do total mundial, sendo o restante das exportações mundiais complementados pelas vendas esporádicas de columbita-tantalita da Tailândia, Malaysia, Brasil, Nigéria, Zaire e outros países.

Tabela 3.19
EXPORTAÇÕES DE MINÉRIO DE NIÓBIO - 1980/1991

PAÍSES	Unid. t											
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Canadá	1437	4378	4213	2481	4470	4983	4924	5088	1899	4605	4236	4172
Outros	6016	2020	814	798	2405	911	771	889	5132	4424	2516	1966
Total	7453	6398	5027	3279	6875	5894	5695	5977	7031	9029	6752	6138

Fontes: BGS, USBM, Roskill - 1992

A suspensão das exportações de concentrado (pirocloro) pelo Brasil a partir de 1981, permitiu ao Canadá o aumento de suas vendas ao mercado externo, passando do patamar de 1,4 mil toneladas em 1980 para 4,3 mil toneladas no ano seguinte.

Em relação as importações mundiais de minério de nióbio - pirocloro e columbita-tantalita - foram em média, em 1990 e 1991, 7,8 mil toneladas, superior portanto, ao volume médio anual observado entre 1984 e 1987, que registrou 6 mil t/ano.

Os maiores importadores tem sido os Estados Unidos, seguindo-se o Japão, Reino Unido e Bélgica-Luxemburgo, este último em função de suas compras verificadas até 1988. As estatísticas a seguir assinalam as importações mundiais verificadas entre 1980 e 1991, citadas no ROSKILL (1992)³².

Tabela 3.20
IMPORTAÇÕES DE MINÉRIO DE NIÓBIO - 1980-1991

PAÍSES	Unid. t											
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
EUA	3223	1737	1004	900	2476	1627	1704	2395	2328	3965	3267	3355
Japão	2073	1405	2070	861	2317	1974	1717	1371	1165	1110	1498	1595
Alemanha	1341	553	185	370	643	83	108	191	1653	881	656	339
Bélg.-Luxemb.	2537	2679	1685	997	1377	1948	2045	1844	534	24	13	32
Reino Unido	131	-	-	-	-	2	6	65	1120	2270	1457	1721
Outros	364	24	83	140	147	232	196	278	1861	2647	872	878
Total	9669	6398	5027	3268	6960	5846	5775	6114	8661	1098	7763	7920

Fonte: Roskill, 1992.

Em 1988, registrou-se a importação de 1.358 t pela Holanda, significativamente alta para os níveis de compra habituais para aquele país. Supõe-se que tal importação destinou-se a outros países europeus, tendo à Holanda na verdade, servido como entreposto para a importação. O mesmo fenômeno pode-se observar para a importação por Hong Kong de 1.819 t tendo como origem a Tailândia. Provavelmente tal importação destinou-se ao mercado japonês.

³² O Roskill estima que aproximadamente 13% das importações do Japão e 15% dos EUA, provêm de vários fornecedores não identificados, além do Canadá. Há também registros de importações de minério de nióbio e tantalita pela Alemanha e Reino Unido, não devidamente identificados os fornecedores.

Com relação ao comércio exterior de ferro-nióbio, o Brasil concentra como exportador, a maior parte das vendas externas, cerca de 85% do total mundial, atingindo um volume médio de 13,5 mil t - para os anos de 1990 e 1991. Os demais países que dividem a reduzida parcela restante das exportações são a Alemanha, Reino Unido, Países Baixos e EUA. As estatísticas sobre as exportações mundiais de ferro-nióbio, com base em estimativas realizadas pelo ROSKILL (1992)³³ estão expostas na TABELA 3.21.

Tabela 3.21
EXPORTAÇÕES MUNDIAIS DE FERRO NIÓBIO - 1980/1991

PAÍSES	Unid. t											
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Brasil (1)	14556	14542	11036	9256	13771	14224	12331	11069	14352	15996	13538	13557
Alemanha	439	582	506	242	409	490	515	484	927	913	591	694
P. Baixos	-	-	-	-	-	-	-	15	30	316	364	656
R. Unido	-	-	-	95	83	198	35	1	796	583	494	18
Outros	1359	699	1537	1108	1639	1448	746	2016	1021	1433	1203	677
Total	16354	15823	13079	10606	15902	16380	13627	13585	17126	19241	16190	15602

Fontes: Roskill (1992) e (1) DEPEC - Banco do Brasil

As exportações brasileiras de ferro-nióbio, são relativamente bem distribuídas, quando se observa o que é destinado aos EUA, Japão e o bloco da Europa Ocidental. Para esta região, destacam-se a Holanda, seguindo-se o Reino Unido e Itália. Merece ser destacado o Canadá, que como produtor mundial de minério de pirocloro, tem registrado significativas compras no mercado nacional. TABELA 3.23

Com relação as importações mundiais, conforme observado na TABELA 3.22, a seguir, destacam-se o Japão como o país de maior necessidade de oferta externa, tendo inclusive, nos últimos anos, registrado crescimento contínuo de suas compras - em 1991, foi da ordem de 4,5 mil t superior à 1,8 mil t importada em 1987. Seguem-se, pela ordem, os EUA, Alemanha, Itália, Canadá³⁴ e Países Baixos.

³⁴ Mesmo produzindo minério (concentrado) de pirocloro, o Canadá atende suas necessidades da liga ferro-nióbio através de importações.

Tabela 3.22

IMPORTAÇÕES MUNDIAIS DE FERRO-NÍOBIO - 1980/1991

PAÍSES	Unid. t											
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Japão	1410	1586	2326	1783	2050	2869	1925	1779	3360	3590	3516	4526
EUA	4265	4400	2183	1975	3031	3279	2395	2803	2957	3710	2929	3699
Alemanha	449	290	394	517	697	800	430	2400	2530	2580	2160	2400
Itália	2783	2101	2483	1622	2372	1912	1290	1155	1165	1187	761	1068
P. Baixos	3220	3130	2940	1880	4210	3330	3561	2653	4810	94	104	48
Canadá	920	1000	250	490	770	890	910	950	1179	1067	1092	600
Outros	3602	3152	3069	2333	2803	3035	2735	3618	3028	7232	3476	1462
Total	16649	15659	13645	10606	15933	16115	13246	15358	15358	19460	14028	13803

Fonte: ROSKILL (1992)

TABELA 3.23
EXPORTAÇÕES DE FERRO NIÓBIO POR PAÍSES
BRASIL - 1975/1991

PAÍSES ANOS	Unid.: t									
	EUA	JAPAO	CANADA	HOLANDA	REINO UNIDO	ITALIA	URSS / CIS	ALEMANHA	OUTROS PAÍSES	TOTAL
1975	950	418	175	1.205	345	510	-	45	487	4.135
1976	1.920	1.133	267	2.263	1.016	1.529	-	20	1.007	9.155
1977	2.415	785	290	1.554	423	714	-	213	658	7.052
1978	3.280	1.282	525	2.378	333	828	700	400	1.126	10.852
1979	3.623	1.678	830	3.216	741	816	100	526	1.257	12.787
1980	4.248	1.154	924	3.215	749	1.530	809	376	1.551	14.556
1981	4.404	1.844	997	3.126	478	1.071	807	286	1.529	14.542
1982	1.885	2.184	247	2.941	445	1.173	795	381	985	11.036
1983	1.964	1.742	495	1.880	357	540	429	507	1.342	9.256
1984	2.795	2.009	772	4.209	470	1.153	283	681	1.399	13.771
1985	3.448	2.705	893	3.334	565	1.117	531	808	823	14.224
1986	2.835	2.135	913	3.560	391	798	540	433	726	12.331
1987	2.835	1.849	952	2.648	368	685	472	132	1.128	11.069
1988	3.366	3.061	788	4.806	401	578	339	-	1.013	14.352
1989	3.902	4.002	534	4.675	571	527	597	-	1.188	15.996
1990	3.363	4.010	635	3.328	442	476	-	-	1.284	13.538
1991	2.941	4.473	874	3.559	451	492	-	-	767	13.557

Fonte: DEPEC - Banco do Brasil

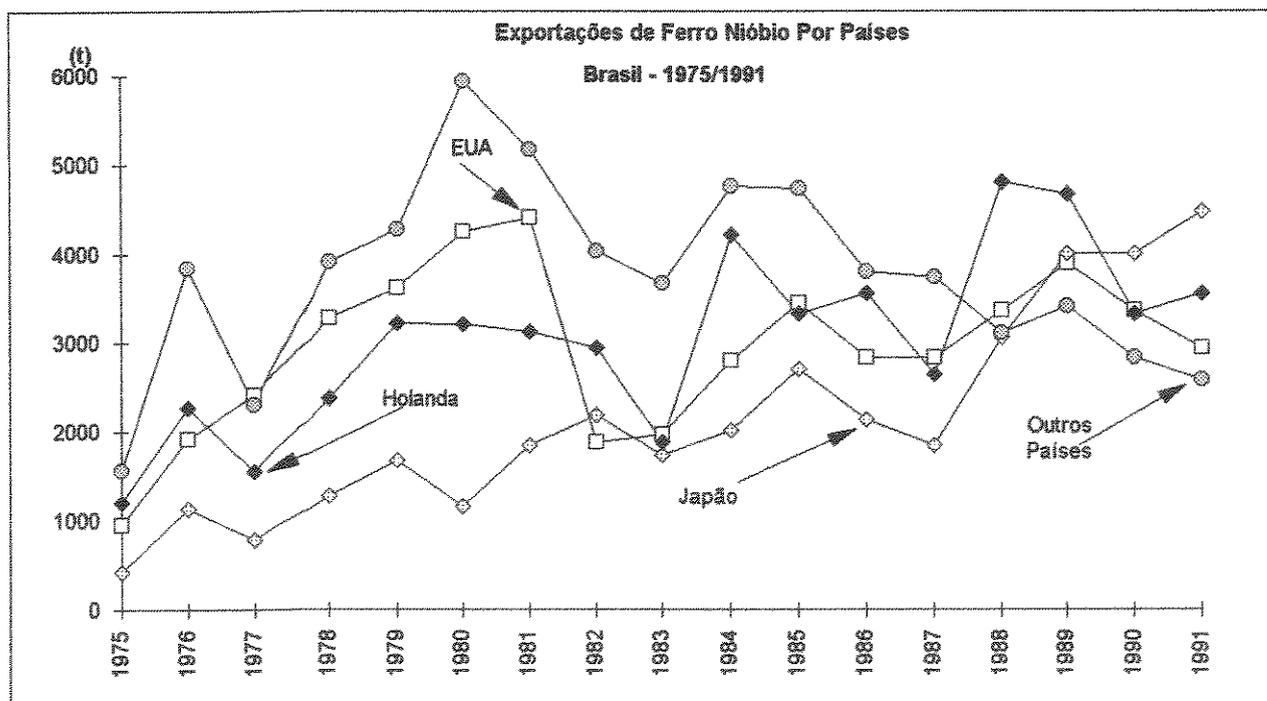


GRÁFICO 3.25

Fonte: Tabela 3.23

TABELA 3.24
EXPORTAÇÕES DE FERRO-NÍOPIO
BRASIL - 1973/1991

Unid.: t/Nb

ANOS	(1) QUANT.(t)	US\$ 1000 FOB
1973	3.063	14.011,00
1974	4.854	28.925,00
1975	2.687	19.894,10
1976	5.951	47.406,00
1977	4.584	42.270,30
1978	7.053	66.957,10
1979	8.311	82.779,10
1980	9.468	106.692,70
1981	9.452	111.481,40
1982	7.173	83.904,00
1983	6.016	67.149,60
1984	8.951	94.058,30
1985	9.311	97.406,90
1986	8.015	84.241,30
1987	7.195	75.463,40
1988	9.329	103.531,40
1989	10.397	125.734,00
1990	8.800	113.130,00
1991	8.812	112.910,00

Fonte: 1970/74-Balanco Mineral Brasileiro,
 Diversos, DNPM

1975/91 - CACEX, Banco do Brasil

NOTA: (1) Quantidade expressa em termos
 de Nb contido na Liga Fe-Nb,
 equivalente a 65% da quantidade
 bruta exportada

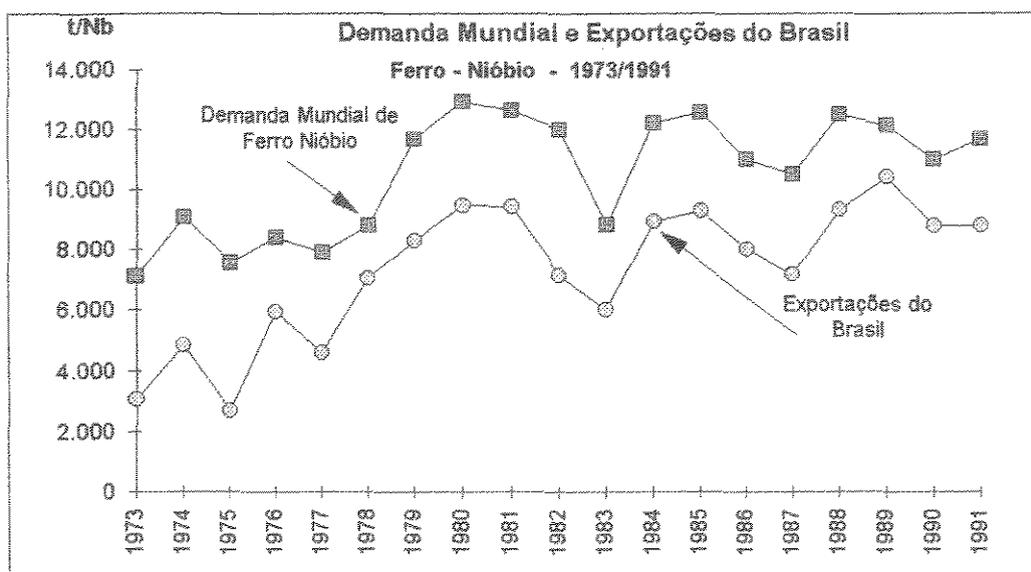


GRÁFICO 3.26

Fonte: Tabelas 3.2 e 3.24

CAPÍTULO IV - ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA

IV.1. A ESTRUTURA DO MERCADO

CAMPANÁRIO (1984), em importante estudo sobre a estrutura de mercado para o nióbio, destacou a forte concentração de oferta, a estabilidade de preços, a tendência de crescimento na demanda mundial¹ e a concorrência da oferta substituta, como as principais características desse mercado.

Na conceituação econômica para os diversos tipos de concorrência nos mercados, LANCASTER (1986), ao abordar a oferta em estruturas oligopolísticas, definiu como *estrutura mista* aquela em que existe uma grande empresa, líder na fixação do preço, com domínio de vendas em grande parte do mercado, exercendo um comportamento monopolístico². Nos mercados oligopolistas é bastante comum a política de *liderança-preço*. WILCOX (1976), classificou algumas indústrias que fazem uso da liderança-preço, dentre elas as de ligas não-ferrosas e aços, que detendo menores custos de produção, conseguem estabelecer seu preço no mercado forçando os outros concorrentes a acompanhá-lo³.

No mercado do nióbio, a forte concentração da oferta por parte da CBMM, impõe uma análise sobre a estrutura desse mercado considerando os fatores de comportamento da empresa em relação aos seus concorrentes e consumidores. CUNNINGHAM (1985), afirma com propriedade que, em face da posição privilegiada da CBMM, a oferta de mercado depende, em grande medida, da estratégia empresarial desta firma.

Considerando estes aspectos estruturais do mercado do nióbio, pode-se afirmar, reforçando CUNNINGHAM (op.cit.), que o comportamento da oferta reflete portanto, em parte, as diretrizes comerciais da CBMM que, ao definir sua linha de atuação no mercado, leva em consideração a forte dependência de seus consumidores e também, a concorrência dos produtores de outras ligas ferrosas substitutas.

1 A época da realização do estudo, a demanda para o nióbio apresentava firme tendência de crescimento.

2 Na literatura econômica, o conceito de mercado oligopolista refere-se a um pequeno número de produtores que respondem pela quase totalidade da oferta, impondo ao mercado limites de vendas e preço.

3 Uma característica comum nos mercados oligopólicos é a rigidez de preços, ou seja, mudanças na demanda e nos custos de produção são normalmente absorvidos por produtores.

A análise do comportamento do mercado do nióbio, mais exatamente, da liga ferro-nióbio, envolve além deste produto, outras ligas-ferrosas substitutas naturais do ferro-nióbio.

No citado estudo de CAMPANÁRIO (op.cit.)⁴ o autor, ao analisar a demanda do ferro-nióbio no sentido de formular um adequado *modelo de demanda do nióbio*, dividiu o mercado entre o "*Mercado Específico do Nióbio*", considerando neste segmento apenas os produtores de nióbio, e o "*Mercado do Nióbio Geral*", ampliando neste outro segmento a participação de produtores de outros produtos concorrentes⁵.

A detalhada análise do comportamento das variáveis econômicas envolvidas no mercado do nióbio, realizada por CAMPANÁRIO (op.cit.), considerando sua peculiar estrutura, permitiu ao autor desenvolver o "*modelo de demanda do nióbio*", ajustando-a a hipótese da "*Curva de Demanda Quebrada*"⁶.

Resumidamente, como resultado do estudo desenvolvido por CAMPANÁRIO (op.cit.), o autor demonstrou que a posição da CBMM no mercado permite a empresa estabelecer, até mesmo em função de sua estrutura de menores custos de produção, cotações de preços que lhe permitam margem de lucros satisfatórios ao mesmo tempo atrativos aos seus consumidores, preservando seu mercado face a concorrência de produtores de ligas substitutas.

A posição da CBMM estaria fatalmente ameaçada no mercado em geral⁷, caso os níveis de demanda fossem reduzidos abruptamente no curto prazo, forçando aos seus concorrentes a baixas de preços menores que os praticados pela empresa como forma de manter suas reduzidas parcelas no mercado. Provavelmente, nesta conjuntura, alguns consumidores de nióbio poderiam direcionar suas compras a outras empresas.

4 CAMPANÁRIO (op.cit.) denominou o "Mercado específico do Nióbio" como "Specific Niobium Market - SNM" e o "Mercado do Nióbio Geral" em "General Niobium Market - GNM.

5 No trabalho citado em CAMPANÁRIO, o autor expôs graficamente através do modelo da "Curva de Demanda Quebrada", o comportamento da oferta e demanda no mercado SNM e GNM, e como reagiriam os produtores à alterações bruscas nos preços do nióbio e substitutos.

6 O modelo de "Curva de Demanda Quebrada" (Kinked Demand Curve) foi desenvolvido por SWEEZY (1939), que considerou no desenvolvimento do modelo, que a rigidez de preços em mercados oligopolizados, alteram raramente em função de alterações significativas no custo.

7 Considerando mercado em geral, aquele que envolveria produtos concorrentes.

Mesmo considerando que uma estrutura oligopolista permitiria-lhe em médio prazo impor ao mercado contingenciamento da oferta e preços, a CBMM tem adotado como diretriz comercial, disseminar a utilização do nióbio, tornando-o atrativo aos seus consumidores a níveis de preços que proporcione melhor custo-eficiente e estabilidade na oferta.

Segundo a CBMM, o mercado do nióbio, estaria assentado sobre três bases: inesgotabilidade de reservas minerais; alta capacidade de produção instalada - 55% superior à demanda mundial e por último, excepcional estabilidade de preço.

Se a oferta brasileira fosse manipulada ou os preços aumentassem rapidamente, os principais países consumidores (industrializados) teriam como alternativa inicial direcionar sua procura a outros fornecedores de nióbio, mas como não há capacidade ociosa fora do Brasil, a elasticidade-preço da oferta alternativa é reduzida no curto prazo. No longo prazo, esta elasticidade tende a crescer⁸.

IV.1.1. A DEMANDA DO NIÓBIO

A evolução da demanda do nióbio no mercado internacional observada a partir de meados da década de 60, quando se verifica a entrada da CBMM, acusa elogiável desempenho, mantendo uma taxa de crescimento médio anual da ordem de 10%, até aproximadamente ao ano de 1980.

Adequando esse comportamento a formulação hipotética feita por HUMPHREYS (1985 apud) sobre o "*ciclo de vida dos metais*", pode-se afirmar que durante este longo período, a demanda do nióbio passou da fase da *juventude* (1960-1980) para a fase da *maturidade*⁹.

A partir dos anos 80, a demanda do nióbio demonstrava tendência de estabilidade, apesar de assimilar, no período 1982/1983, os reflexos do desaquecimento da atividade siderúrgica nos países industrializados, atingidos pela recessão econômica, influenciando portanto no consumo do nióbio¹⁰.

⁸ O aumento na oferta alternativa de Nióbio (Canadá e Nigéria) depende da existência de reservas. É possível também que outras fontes de nióbio se tornem economicamente viáveis com o aumento de preço. O valor da elasticidade preço da oferta alternativa é alto no longo prazo. CONNELLY & PERLMAN (1975 apud).

⁹ Alguns estudiosos do mercado do nióbio analisaram o estágio e tendência do seu consumo e de acordo com os pressupostos das hipóteses de vida de um material. GUIMARÃES (1987) e LEITE (1988).

¹⁰ A CBMM analisa o comportamento da demanda atualmente como de estabilidade do consumo e também, como sendo efeito dos avanços tecnológicos da década de 80, reduzindo o consumo de matérias primas.

A estabilidade na demanda do nióbio a partir de 1980, interrompida em alguns anos, tem mantido em média, um consumo entre 11 a 12 mil toneladas ano de metal contido.

A forma como está distribuída a demanda mundial tem sido um outro importante fator de mercado para o nióbio. Estados Unidos, Japão e a Europa Ocidental tem apresentado um consumo relativamente bem compartilhado, o que atesta a estabilidade e o amplo arco de empresas consumidoras em todo o mundo.

O comportamento da demanda do nióbio guarda uma estreita sintonia com o desempenho da siderurgia mundial, incluindo os níveis de produção e consumo dos aços HSLA, com as alterações no perfil da demanda do aço e mudanças tecnológicas na elaboração e utilização de produtos siderúrgicos.

Por sua vez, a importância que o aço possui na economia de um país face a sua ampla utilização nas mais diversas indústrias, faz com que os determinantes da demanda do nióbio localizem-se, em última instância, no desempenho das indústrias consumidoras do aço.

A FIGURA 4.1 expõe o que se poderia denominar de um *modelo da estrutura do mercado do nióbio*, onde os setores de consumo ou utilização dos produtos de nióbio, compreendendo aí as indústrias produtoras de aço, ligas, superligas e outros, responderiam nesta faixa do mercado pela demanda intermediária do nióbio. Face as características dessas indústrias, os fatores determinantes da demanda final, ali considerados, responderiam de uma forma indireta pela demanda do nióbio.

Com relação ao comportamento observado entre a demanda e preços, verifica-se que a redução nos preços reais a partir de 1981 deve ser considerada, em parte, como efeito da política comercial da CBMM, que ao obter redução nos seus custos de produção, contribuiu para manutenção de cotações mais baixas, mesmo considerando um contexto de mercado favorável a demanda de nióbio e portanto, com maior pressão sobre os preços

Este contexto da demanda e preços nos respectivos períodos de 1973/1980 e 1981/1991, pode ser melhor compreendido quando observa-se os resultados encontrados para as respectivas elasticidades. Para o período 1973/1980, os níveis dos preços reais para a liga ferro-nióbio provocaram maior responsividade a demanda, com a elasticidade ($e=2,02$), isto é, maior influência do *componente preço* no consumo observado naqueles anos. Para o período compreendido entre 1981/1991, considerado de maior estabilidade para mercado, a elasticidade ($e=0,30$) traduz menor efeito dos preços na formação da demanda, em virtude é claro, dos menores preços reais cobrados, abaixo daqueles registrados nos anos anteriores.

Nos últimos anos, a demanda da liga ferro-nióbio, assim como para outras ligas semelhantes, tem no *componente preço* um fator de menor peso na formação do consumo.

Em relação ao perfil da demanda do nióbio, sua utilização como liga ferrosa em aços microligados "HSLA" continuará sendo o principal segmento do consumo, juntamente com aços inoxidáveis. Espera-se que o desenvolvimento tecnológico nos setores consumidores de superligas, principalmente na indústria aeronáutica, favoreça a demanda para esse tipo de utilização. A disponibilidade do óxido de nióbio, a partir do pirocloro deve contribuir para sua utilização como material alternativo a outros metais favorecendo o seu consumo.

Quanto a composição da demanda regional do nióbio o mesmo deverá manter a distribuição observada nestes últimos anos, ocupando talvez o EUA, posição atualmente mantida pelo Japão. Quanto a oferta, é provável contudo que o Brasil amplie mais ainda sua participação no cenário mundial em virtude da redução da oferta de outros produtores nos países industrializados. No Japão, a suspensão da produção da liga ferro-nióbio favorecerá ao Brasil, caso seja mantida a tendência da demanda do produto naquele país. Na Europa Ocidental, mesmo não se tendo um melhor conhecimento sobre os níveis de produção, é notório a redução na oferta interna de alguns países, o que poderá ser compensada pelas importações brasileiras.

11 A elasticidade preço da demanda foi calculada utilizando-se as expressões:

$$E_{D,p} = \frac{\Delta q}{\Delta p} \cdot \frac{p_1 + p_2}{q_1 + q_2}$$

ESTRUTURA DO MERCADO DO NIOBIO

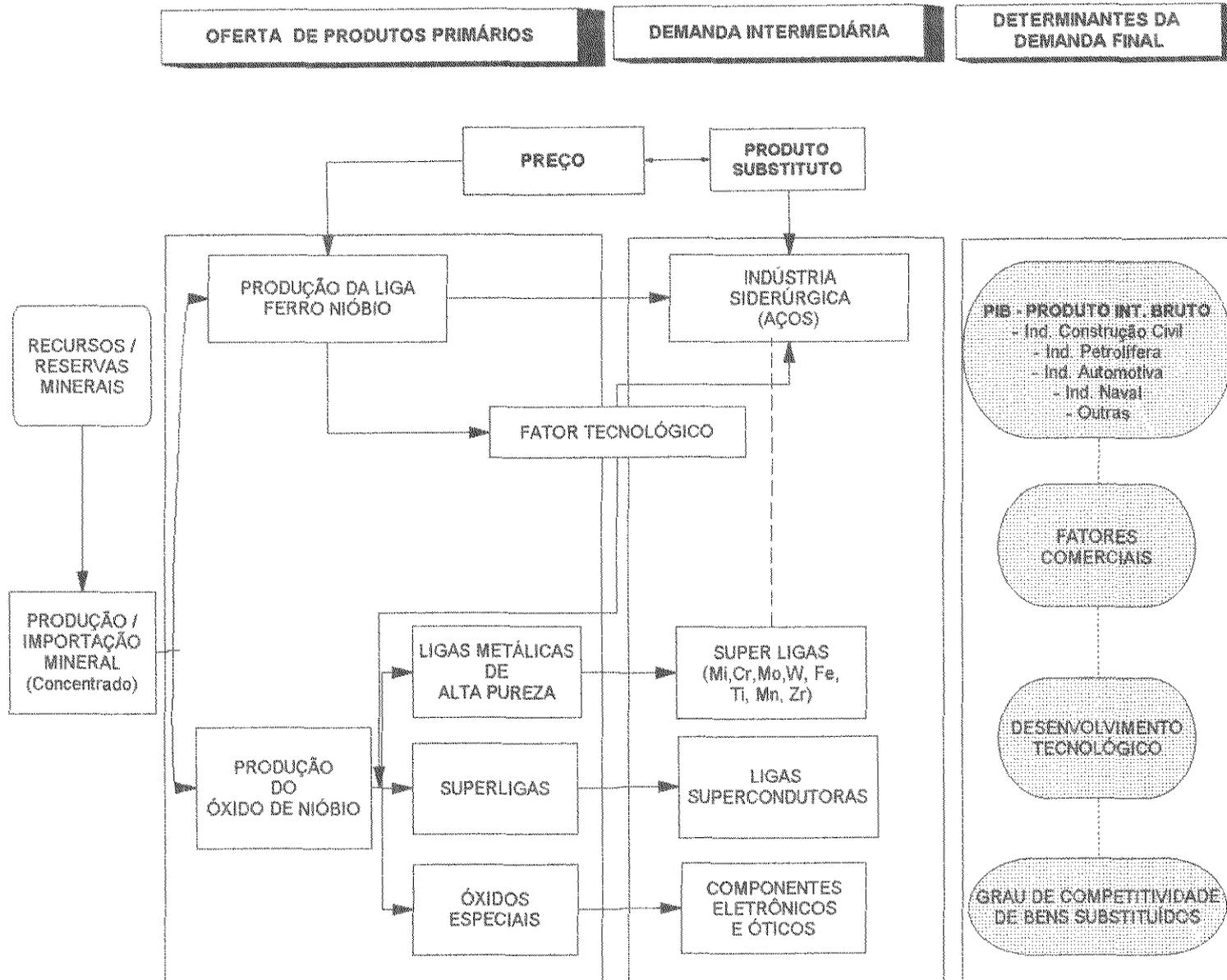


FIGURA 4.1
Fonte: SILVA, L.O.

Disponibilidade de minério, capacidade de produção ociosa para o concentrado e principalmente da liga ferro-nióbio, além de uma estrutura operacional eficiente, permitem aos produtores brasileiros, mais exatamente a CBMM manter e até ampliar o seu mercado¹².

O contexto no mercado internacional das ferro-ligas nos últimos anos (1989/1991) não tem sido favorável as indústrias produtoras. Redução na demanda devido a recessão na siderurgia mundial, aumento na oferta das ligas ferro-molibdênio e ferro-tungstênio procedente da ex-URSS e China, tem contribuído fortemente pela deterioração dos preços das ligas ferrosas atingindo, de certa forma, o mercado do níobio¹³. Observa-se pelo comportamento dos preços reais das principais ligas ferrosas que os níveis de preços atingiram as mais baixas cotações desde o início do período, o que atesta as dificuldades do mercado para as ferro-ligas. (TABELA 3.18 e GRÁFICOS 3.20 a 3.24).

A liga ferro-vanádio, substituta mais próxima da liga ferro-nióbio, que sempre manteve seus preços acima do fe-nb, aumentou sensivelmente seu grau de concorrência ao atingir cotações próximas ao do fe-nb. A oferta do ferro-vanádio a preços mais baixos pode, a médio prazo, deslocar parte da demanda do ferro-nióbio, desde que os produtores de fe-nb não consigam reduzir mais ainda seus custos e preços do produto.

Simultaneamente, a estabilidade na produção mundial de aço bruto e em alguns países e até mesmo redução, contribuem para que o setor de ferro-ligas mantenha um panorama de dificuldades na recuperação dos níveis de consumo. O que deve ser considerado no entanto, como um fator favorável a minorar este quadro, é o desenvolvimento tecnológico nas indústrias consumidoras de aço, que nos últimos anos tem procurado aumentar a utilização de aços mais resistentes e de melhor qualidade, exatamente aqueles que contém determinadas ligas ferrosas¹⁴.

¹² A paralização e/ou redução na produção de ligas ferrosas em países industrializados deve-se a perda de competitividade nos custos de produção e também as severas restrições as indústrias poluentes, incluindo aí as indústrias de ferro-ligas.

¹³ A China e ex-URSS tem ofertado no mercado concentrados e ligas ferrosas a preços abaixo daqueles normalmente comercializados no mercado internacional, o que tem contribuído para queda dos preços das ligas ferrosas, obrigando alguns produtores a comercializarem seus produtos a preços de custo de produção.

¹⁴ No Japão e mais recentemente nos EUA, a indústria automobilística tem aumentado sua procura por aços microligados por suas qualidades intrínsecas de resistência e menor peso, fatores importantes na evolução da tecnologia na fabricação de veículos.

A disputa entre os produtores de ferro ligas em um mercado com demanda reduzida e com aumento da oferta, inclusive com liberação de estoques tal como ocorre nos EUA, manterá ainda por algum tempo, preços baixos e dificuldades de manutenção em operação de algumas unidades industriais.

IV.2. O NIÓBIO E O MERCADO INTERNACIONAL DO AÇO

A indústria do aço é destacadamente o maior mercado para o nióbio, respondendo por cerca de 85% da demanda mundial. Essa alta concentração da utilização do nióbio no setor siderúrgico (aços microligados, inoxidáveis, etc.) expressa a forte correlação do consumo do nióbio em relação a produção de aço. A dependência da indústria do nióbio a siderurgia leva a estabelecer que o consumo do nióbio evoluirá em estreita relação ao desempenho do mercado do aço, em especial na produção dos aços "HSLA"¹⁵.

Apesar da estabilidade na oferta e demanda do aço nestes últimos anos, a evolução tecnológica tem favorecido elaboração de produtos siderúrgicos de melhor qualidade, maior resistência e durabilidade, estimulando a produção e a utilização dos denominados aços microligados ou "HSLA" nos diversos setores consumidores.

Tem sido determinantes na evolução tecnológica do aço a disponibilidade dos metais sob a forma de ligas¹⁶, o interesse de importantes indústrias consumidoras (petrolífera, construção civil, automotiva), em dispor de aços com as características "HSLA", e o desafio da oferta de materiais alternativos, como os plásticos e o alumínio, como concorrentes do aço.

¹⁵ Os grandes produtores mundiais de aço respondem por 75% do consumo mundial de ferro-nióbio para a produção dos aços "HSLA" e aços inoxidáveis absorvem outros 12%. Cerca de 5% da produção mundial de aço contém nióbio.

¹⁶ A oferta de ligas como o ferro-tungstênio, ferro-molibdênio, ferro-vanádio, etc., e posteriormente o ferro-nióbio, contribuíram para a produção dos aços microligados. Obs.: nem todos os aços microligados produzidos contém nióbio.

Embora os aços "HSLA" e inoxidáveis respondam pela maioria da demanda do nióbio, alguns fatores estritamente ligados a indústria do aço, são limitadores ao crescimento do consumo do nióbio. O desenvolvimento tecnológico na siderurgia tem permitido a utilização de algumas ligas ferrosas na produção do aço com menor adição de elementos microligantes, com qualidade igual ou superior as comumente usadas.

A própria evolução tecnológica na elaboração e tratamento dos aços tem permitido maior eficiência no aproveitamento de alguns insumos, dentre eles, as ligas ferrosas, o que proporciona além da redução dos custos, produtos mais leves, o que representa menor quantidade de aço e também de ligas¹⁷. Todavia, mesmo admitindo estes condicionantes de ordem tecnológica sobre o consumo de nióbio, deve-se admitir também que as exigências por parte dos diversos setores consumidores do aço, por produtos de melhor qualidade e desempenho, contribuem por sua vez para ampliar a utilização do nióbio.

Nestas duas últimas décadas, a indústria siderúrgica sofreu importantes mudanças em seu perfil, como resultado do desenvolvimento econômico e da evolução tecnológica no uso dos materiais. O próprio estágio do desenvolvimento de um país, medido através do Produto Interno Bruto e da renda per-capita, são parâmetros que contribuem para estabelecer o perfil da demanda para o aço, assim como para a avaliação dos níveis e necessidades dos insumos da sua indústria¹⁸.

Nos últimos oito anos (1984/91), a produção mundial de aço bruto tem-se mantido no patamar de 750 milhões de toneladas, acompanhando a estabilidade no consumo. Essa estabilidade no mercado internacional do aço é resultante na sua maior parte ao quadro recessivo na economia mundial, e para os países industrializados deve ser considerado ainda, mudanças no padrão do consumo do aço ^{19 20} (TABELA 4.1).

¹⁷ Nos aços estruturais usados para construção de plataformas marítimas e afins, o teor médio de nióbio decresceu de 0,05% em 1972, para 0,03% em 1981.

¹⁸ "A avaliação do comportamento e da tendência do consumo de aço, em determinado país, compreende a aplicação, como parâmetros de correlação, das seguintes variáveis macroeconômicas que interferem na evolução da demanda: o Produto Interno Bruto (PIB), o Produto Industrial (PI) e a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), esta por refletir o potencial de investimentos e recursos próprios do país". IBS: A Indústria Siderúrgica Brasileira, 1990.

¹⁹ GUIMARÃES (1987) afirma que "parece correta a hipótese de que o aço tenha baixado de nível de importância no contexto da economia mundial. Esta redução na intensidade do uso do aço, provavelmente, deve-se a alterações introduzidas na tecnologia de fabricação e utilização do aço".

²⁰ Ressalte-se o desempenho das indústrias siderúrgicas da China, Korea e Taiwan que mantiveram produção crescente. Segundo alguns analistas, nas nações industrializadas, o consumo de materiais econômico nesses países estaria favorecendo a utilização e consumo dos novos materiais. O aço estaria sendo substituído pelo plástico.

A indústria siderúrgica em todo o mundo foi fortemente atingida no período 1982/83, em decorrência da recessão na economia mundial, resultante da crise do petróleo²¹, e provocou mudanças na estrutura do mercado do aço, alterando a distribuição da oferta e redefinindo o perfil da demanda²².

Todos os fatores que influenciaram a reestruturação da economia mundial, contribuíram por sua vez pelas mudanças ocorridas no mercado do aço, e que melhor são expressas quando se analisa a evolução do consumo per capita de aço bruto. O próprio estágio de desenvolvimento econômico dos países industrializados provoca mudanças no consumo de materiais, o que teria forte implicação na oferta e demanda do aço. (TABELA 4.1 e GRÁFICOS 4.1 e 4.2).

Analisar a participação do nióbio na indústria do aço é necessário identificar e avaliar o consumo do nióbio nesta indústria, bem como compreender o desenvolvimento do mercado do aço, principalmente a evolução dos setores consumidores afetos as mudanças tecnológicas²³.

Um dos conceitos mais precisos para se analisar a evolução do consumo de um material e situá-lo em seu grau de utilização em âmbito do próprio estágio do desenvolvimento industrial, como veremos a seguir, é o da "Intensidade de Uso", definida pela razão entre o consumo e o PIB e consumo per capita²⁴.

A TABELA 4.2 e o GRÁFICO 4.3 apresentam dados sobre a evolução do consumo per capita de aço para alguns países, inclusive o Brasil.

21 O brusco aumento nos preços do petróleo a partir de 1980, levou as nações industrializadas a maior recessão econômica desde a 2ª Grande Guerra, atingindo o desempenho do setor siderúrgico.

22 A elevada ociosidade no setor siderúrgico ocasionou depressão inédita nos preços internacionais do aço, tornando menos competitivas diversas usinas de regiões industrializadas. Em paralelo a desativação e reestruturação de usinas nessas regiões, novos países cresceram em importância na produção siderúrgica mundial como o Brasil e a Coreia. IBS.

23 O desenvolvimento tecnológico tem provocado alterações substanciais, no perfil de consumo de alguns bens, não só pelo efeito da substitubilidade de matérias como também no "mixer" de sua composição.

24 O conceito da Intensidade de Uso foi desenvolvido por MALENBAUM (1973, 1975, 1978). Esta conceituação é abordada com maior propriedade em BRAZ (1988) p.25-26.

IV.3. O CONCEITO DA INTENSIDADE DE USO

Através do "Conceito de Intensidade de Uso" procurar-se-á, juntamente com a evolução da produção e consumo do aço bruto, estabelecer o comportamento da demanda do nióbio (ferro-liga) na indústria do aço, considerando o período abordado (1973/1991) e os respectivos mercados regionais²⁵.

A análise do comportamento da "Intensidade de Uso do Aço e da Liga Ferro-nióbio" e da evolução do índice do consumo do fe-nb no aço, contribuem no sentido de avaliar a demanda do nióbio na indústria siderúrgica ao longo desses anos, inclusive em âmbito dos distintos mercados regionais, como é o caso dos EUA e Brasil. A intensidade de uso do aço observada nos quatro mercados regionais estudados, apresenta comportamento declinante²⁶ ao longo do período, enquanto a Intensidade de Uso da liga ferro-nióbio apresenta por sua vez evoluções com forte variações e bastante diferenciações para cada mercado analisado. (TABELAS 4.3 a 4.6 e GRÁFICOS 4.5 a 4.8).

Os índices de consumo do fe-nb no aço²⁷ nos EUA, evoluíram em média, 17 g/t aço bruto no período 1973/79, passando a atingir em média, até 29 g/t aço no período de 1980 a 1991. Após 1982, a Intensidade de Uso do aço mantinha-se ainda com tendência de queda mas com menor intensidade, enquanto a Intensidade de Uso do fe-nb, que tinha apresentado forte queda nos anos 1982 e 1983, voltava a crescer e posteriormente estabilizava-se em torno de 0,13 g/US\$. Pode-se afirmar ainda, que a partir de 1986, as respectivas Intensidades de Uso apresentavam tendência idênticas de comportamento, mantidas é claro, a devida proporcionalidade, o que pode ser confirmado pelos índices de consumo da liga no aço, observados a partir daquele ano.

²⁵ Os dados constantes das Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 permitem analisar a oferta e demanda do aço bruto e relacioná-los com o consumo de ferro-nióbio, assim como, analisar a evolução da IU do aço, do ferro-nióbio e o índice da utilização do fe-nb no aço.

²⁶ Um dos materiais estudados por LARSON (APUD), o aço nos países de maior desenvolvimento estaria no "ciclo de decadência", o que é entendido pela redução do consumo per-capita. No trabalho de LARSON et alii, tanto a intensidade de uso quanto o consumo per capita exibem tendências de declínio nos últimos anos.

²⁷ O índice de consumo de Fe-Nb/Aço deve ser considerado como um parâmetro da utilização da liga na produção total de aço bruto, sendo portanto diferente da proporção da "quantidade necessária da liga na composição da elaboração de um tipo de aço microligado". O índice serve mais para comparação da utilização do fe-nb entre países em relação a respectiva produção total de aço bruto.

Para o Japão, a análise da Intensidade de Uso do Aço e da liga fe-nb apresenta comportamento distinto dos EUA. Mesmo mostrando declínio ao longo do período 1973/86 (excetuando-se os anos 1979/80), há no entanto, a partir de 1987, leve recuperação acusando crescimento, o que favoreceu uma recuperação para a Intensidade de Uso do fe-nb na mesma ocasião (TABELA 4.4 e GRÁFICO 4.6).

Mesmo considerando comportamento mais favoráveis ao consumo do aço e da liga ferro-nióbio, medidos pelas respectivas Intensidades de Uso, os Índices de consumo de fe-nb por aço bruto no Japão estão abaixo daqueles observados para os EUA, o que portanto nos leva a considerar o mercado americano com melhor capacidade de absorção da liga fe-nb que o mercado japonês. Ou melhor expressando, os EUA possui melhor coeficiente de demanda para a liga por unidade de aço bruto produzido.

Na Europa Ocidental, apesar das dificuldades para uma avaliação da produção e consumo da liga ferro-nióbio, prejudicando portanto uma melhor análise do comportamento da Intensidade de uso do produto, observa-se, também em vista disso, variações extremamente fortes na Intensidade de Uso, o que deve ser creditado a inconsistência dos dados, como também, a irregularidades na utilização do fe-nb nas indústrias siderúrgicas de alguns países europeus²⁸.

Assim, como observado para outros países, a Intensidade de Uso do aço na Europa Ocidental apresentou decréscimo quase que constantemente entre 1973 à 1984, apresentando a partir de 1984, comportamento crescente e praticamente estabilizado nos últimos anos da série. A recuperação na Intensidade de Uso do aço não foi contudo, ao que se pode deduzir pelo GRÁFICO 4.7, favorável a demanda do ferro-nióbio.

É importante ainda considerar, com relação ainda a Europa Ocidental, que uma análise global sobre o mercado do aço e do consumo da liga ferro-nióbio para uma região que apresenta contextos de estrutura de mercados diferenciados, face a composição dos diversos países agregados, não permite uma homogeneidade de fatores semelhante a mercados para um só país, conforme enfocado para os EUA e Japão.

²⁸ Há dificuldades na mensuração da produção e consumo de fe-nb como também em estabelecer as IU do aço e da liga fe-nb, já que envolve países distintos com padrões de renda diferenciados. Desta forma as estatísticas e análise entabuladas merecem algumas reservas quanto ao verdadeiro contexto do mercado.

Ao examinar os perfis da oferta e demanda do aço e da liga ferro-nióbio para países como Alemanha, Reino Unido e Itália, observa-se características e comportamentos diferenciados, face aos resultados dos desempenhos de suas economias.²⁹

Finalmente, com relação ao Brasil³⁰, percebe-se, numa análise retrospectiva, que a Intensidade de uso do aço decresceu quase que continuamente a partir de 1974, refletindo o contexto do longo período recessivo em sua economia. A Intensidade de Uso do ferro-nióbio não tem conseguido manter um comportamento mais uniforme e crescente, mesmo o país sendo favorecido por ser o maior produtor mundial.

Diferente dos demais mercados analisados, o comportamento e valores encontrados para Intensidade de Uso do aço em um país como o Brasil, considerado como o de um "país em desenvolvimento", deve ser creditado exclusivamente as sucessivas crises econômicas que tem afetado por longo tempo, diversos setores industriais, e não com o mesmo enfoque dados a outros países considerados "industrializados" (EUA, Japão, Alemanha, etc.) em que as alterações da Intensidade de Uso do Aço são vistas mais como decorrentes de "mudanças no perfil do consumo"³¹.

Não deixa contudo de ser expressivo no caso do Brasil, a variação dos índices de consumo de ferro-nióbio na produção do aço bruto, mantido entre 24 à 41 g/t aço, bem acima dos outros países considerados. Isto significa que o Brasil possui maior grau de utilização da liga na sua indústria do aço (TABELA 4.6 e GRÁFICO 4.8).

²⁹ Uma variável que bem pode ser considerada para demonstrar o grau de desajuste do mercado da Europa Ocidental no seu conjunto, é a do índice de consumo do ferro-nióbio na produção do aço bruto, que apresenta uma amplitude de 16 à 40 g/t aço. Provavelmente tal variável, medida para cada país, teria uma menor faixa.

³⁰ O consumo aparente per-capita no Brasil despencou de 39,5 kg por mil dólares da renda per-capita em 1974, para 24,2 kg para mil dólares dessa renda em 1991.

³¹ O declínio na intensidade de uso do aço no Brasil deve ser interpretada diferente do enfoque dado aos EUA, Japão e Europa Ocidental -alteração no padrão de consumo mas sim como decorrente da longa recessão econômica com efeito na renda per-capita e no próprio consumo do aço. A IU do aço no Brasil em 1989 voltou ao patamar de 40 kg de laminados por mil dólares de PIB, ocorrido nos fins dos anos 60.

TABELA 4.1
PRODUÇÃO E CONSUMO MUNDIAL DE AÇO BRUTO - 1973/1991

Unid.: 1.000t

ANOS	EUA		JAPÃO		EUROPA OCIDENTAL		BRASIL		TOTAL MUNDIAL	
	Produção	Consumo	Produção	Consumo	Produção	Consumo	Produção	Consumo	Produção	Consumo
1973	136.802	149.595	119.322	87.181	179.572	162.104	7.150	9.513	698.700	695.187
1974	132.195	144.120	117.131	75.753	186.699	161.191	7.515	12.799	709.800	706.185
1975	105.816	116.821	102.313	64.736	154.679	133.950	8.387	11.241	647.300	644.056
1976	116.120	129.953	107.399	60.176	163.674	151.417	9.253	10.715	677.900	672.474
1977	113.700	133.923	102.405	58.243	155.299	138.753	11.253	11.976	675.422	675.896
1978	124.316	146.445	102.105	61.507	163.752	132.457	12.205	11.932	716.695	713.586
1979	123.276	140.061	111.748	78.163	173.812	146.005	13.893	12.796	746.755	752.835
1980	101.456	114.015	111.395	79.007	161.341	142.999	15.309	14.303	716.592	722.635
1981	109.614	128.969	101.676	71.136	158.921	129.177	13.226	12.046	707.035	710.302
1982	67.656	84.290	99.548	69.504	144.262	125.093	12.995	10.609	644.992	656.830
1983	76.762	94.484	97.179	65.614	143.939	119.253	14.671	8.583	663.491	666.967
1984	83.941	111.714	105.586	74.367	157.108	110.832	18.386	10.673	710.077	718.151
1985	80.068	105.593	105.279	73.377	158.910	123.310	20.455	11.995	718.881	725.131
1986	74.032	95.286	98.275	69.941	149.687	127.956	21.233	14.529	713.523	725.842
1987	80.877	101.468	98.513	75.751	151.230	127.967	22.228	14.973	736.460	743.942
1988	90.650	110.698	105.681	86.871	164.331	146.317	24.657	11.721	780.104	787.667
1989	88.834	120.332	107.908	93.278	166.513	151.453	25.055	12.623	786.028	795.118
1990	89.900	102.480	110.331	99.032	162.878	145.602	20.567	10.197	770.008	773.383
1991	79.400	90.510	109.600	99.149	161.812	141.939	22.600	9.874	735.809	732.002

Fonte: Steel Statistical Yearbook, 1990/1992

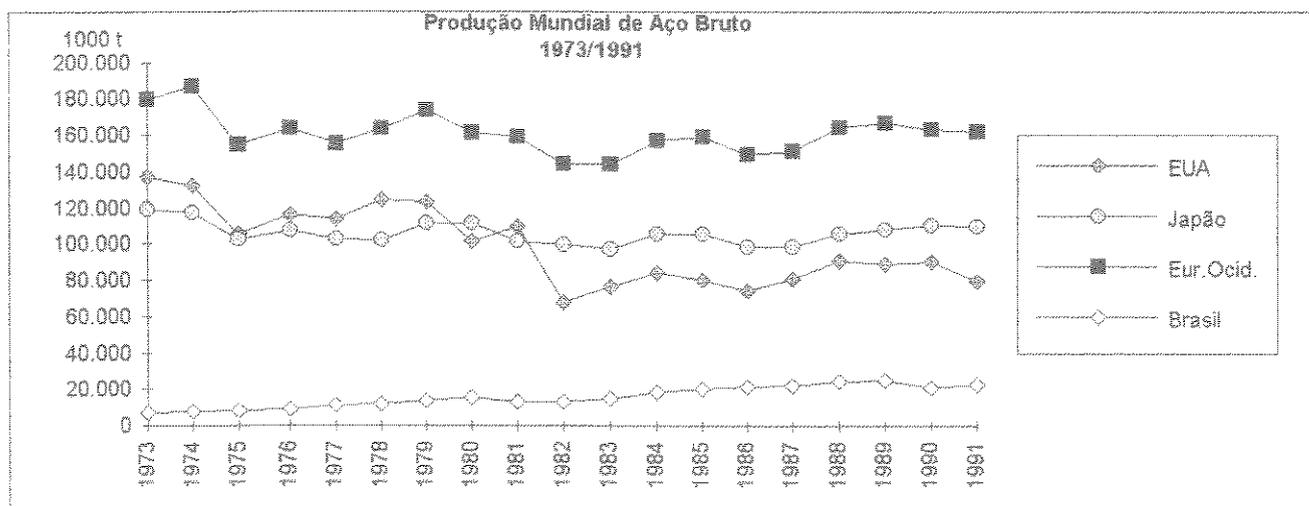


GRÁFICO 4.1 - Fonte: Tabela 4.1

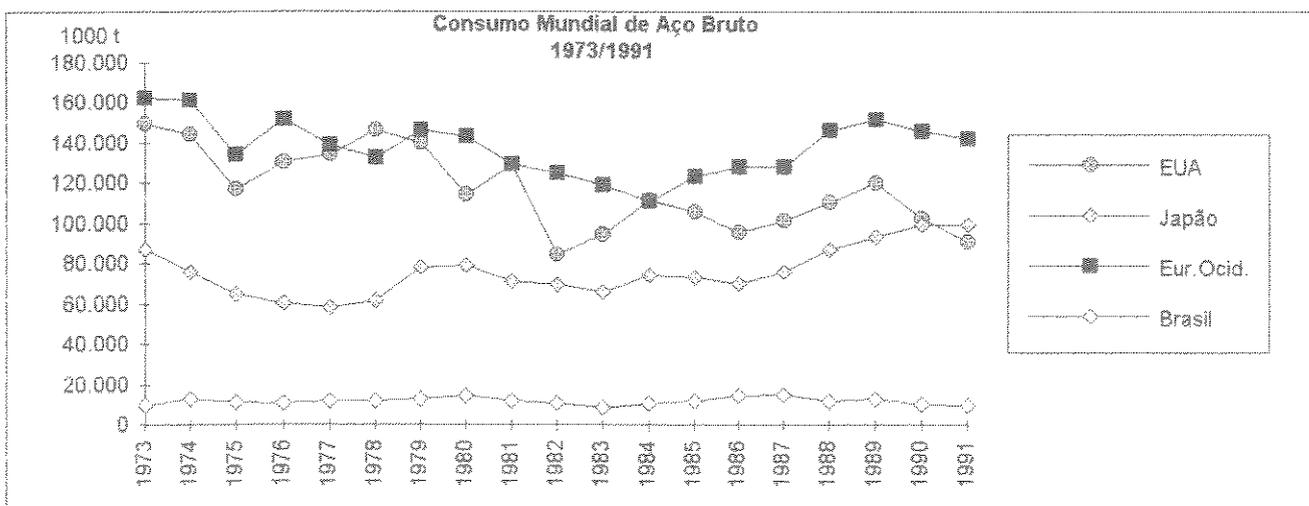


GRÁFICO 4.2 - Fonte: Tabela 4.1

TABELA 4.2
CONSUMO PER CAPITA DE AÇO BRUTO
1973 / 1991

Unid.: kg/hab

PAISES ANOS	EUA	JAPÃO	ALEMANHA	FRANÇA	REINO UNIDO	ITÁLIA	CANADÁ	BRASIL
1973	705,94	801,96	652,11	484,60	445,48	411,70	641,28	95,21
1974	673,93	687,66	561,90	475,08	433,98	429,24	690,09	124,99
1975	540,91	580,23	489,45	364,86	373,94	320,90	579,76	107,12
1976	596,01	533,62	597,95	445,00	378,76	390,63	545,81	99,64
1977	608,08	511,53	537,59	383,12	356,97	371,86	551,03	108,67
1978	657,91	535,31	525,35	365,87	358,99	335,33	575,73	105,65
1979	622,33	674,57	616,83	386,64	360,77	427,93	649,07	110,56
1980	500,59	676,37	565,40	374,15	284,93	474,29	553,49	117,92
1981	560,88	604,59	528,84	322,28	285,54	367,14	580,03	97,09
1982	363,05	586,63	453,20	315,66	269,58	379,27	383,20	83,60
1983	403,26	549,95	492,70	279,52	261,05	331,02	449,05	66,14
1984	471,96	619,31	507,98	281,93	253,81	381,32	531,71	80,45
1985	442,76	607,22	505,56	268,48	253,44	382,92	542,17	88,48
1986	395,90	575,69	501,98	262,18	261,10	393,96	493,57	104,91
1987	417,84	620,45	476,40	266,40	263,13	409,28	525,84	105,85
1988	451,72	708,51	577,69	303,92	306,47	458,44	579,78	81,15
1989	413,73	757,62	576,09	312,73	303,98	483,55	541,69	85,64
1990	410,05	801,62	540,34	318,63	290,72	494,83	418,91	67,81
1991	368,19	800,10	609,80	290,80	254,50	466,10	359,30	64,20

Fonte: Steel Statistical Yearbook 1980/1991 - International Iron and Steel Institute

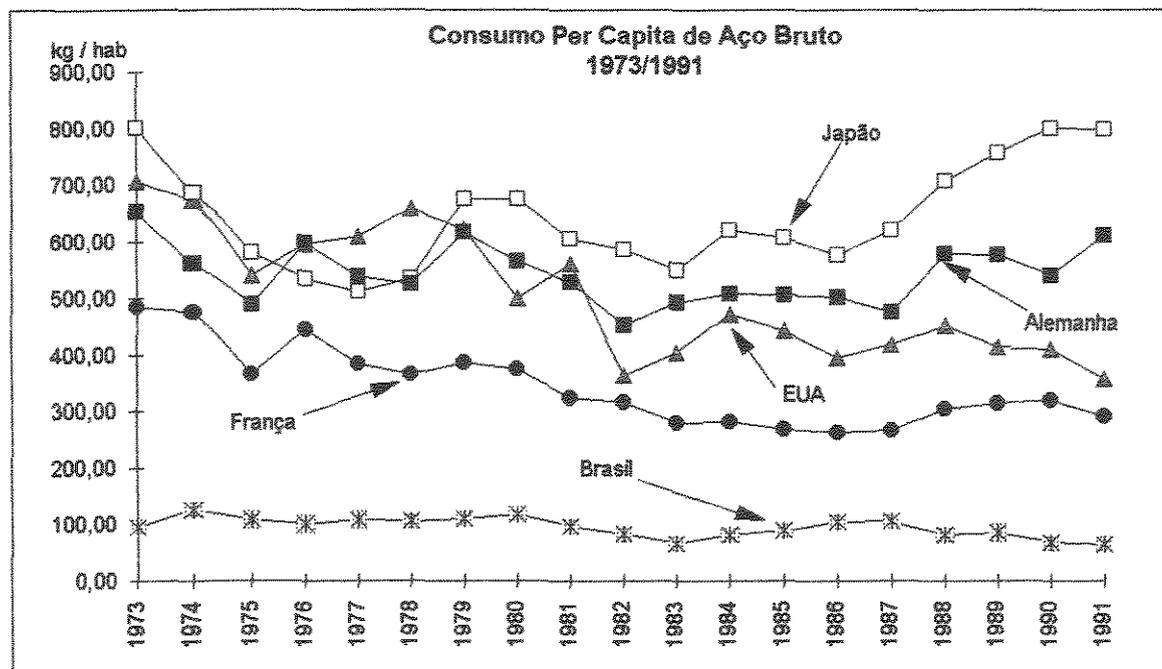


GRÁFICO 4.3 - Fonte: Tabela 4.2

TABELA 4.3
**PRODUTO INTERNO BRUTO; CONSUMO DE FeNb; PRODUÇÃO E CONSUMO
 DE AÇO BRUTO; RENDA P/CAPITA E INTENSIDADE DE USO DO AÇO E FeNb ;
 ÍNDICE DE CONSUMO FeNb / AÇO
 EUA - 1973/1991**

ANOS	Consumo de FeNb (t / Nb) (1)	Produção de Aço Bruto (mil t) (2)	Consumo Aparente Aço Bruto (mil t) (2)	Produto Interno Bruto (US\$milhões) (3)	População (milhões/hab) (4)	PIB p/Capita (US\$ / hab) (3)	Índice Consumo de FeNb / Aço (kg / t aço)	Intensidade de Uso do Aço (kg/US\$)	Intensidade Uso Fe / Nb (kg/US\$)	Consumo Aparente de Aço p/Capita (kg/hab)
1973	1.840	136.802	149.595	3.034.591	211,91	14.320	0,0134501	10,4464412	0,00012849	705,9365
1974	2.098	132.195	144.120	3.007.877	213,85	14.065	0,01587049	10,2464502	0,00014916	673,9303
1975	1.519	105.816	116.821	2.985.230	215,97	13.822	0,01435511	8,45155361	0,00010989	540,9131
1976	1.497	116.120	129.953	3.126.148	218,04	14.337	0,01289184	9,06385498	0,00010441	598,0053
1977	1.991	113.700	133.923	3.297.844	220,24	14.974	0,01751099	8,94378313	0,00013297	608,0776
1978	2.583	124.313	146.445	3.453.862	222,59	15.517	0,0207782	9,43789664	0,00016647	657,9137
1979	2.874	123.276	140.061	3.543.291	225,06	15.744	0,02331354	8,89628559	0,00018255	622,3274
1980	2.950	101.456	114.015	3.527.806	227,76	15.489	0,02907664	7,36096497	0,00019046	500,5927
1981	2.832	109.614	128.989	3.648.012	229,94	15.865	0,02583612	8,12912125	0,00017851	560,8811
1982	1.669	67.565	84.290	3.539.420	232,17	15.245	0,02470214	5,52904411	0,00010948	363,0529
1983	1.959	76.762	94.484	3.643.559	234,30	15.551	0,02552044	6,07581796	0,00012597	403,2608
1984	2.449	83.941	111.714	3.904.492	236,70	16.496	0,02917525	6,77238007	0,00014846	471,9645
1985	2.707	80.068	105.593	4.015.988	238,49	16.839	0,03380876	6,27065484	0,00016076	442,7565
1986	2.266	74.032	95.286	4.126.798	240,68	17.146	0,03080839	5,55719822	0,00013216	395,9033
1987	2.349	80.877	101.468	4.271.718	242,84	17.591	0,0290441	5,76828553	0,00013354	417,8389
1988	2.665	90.650	110.698	4.438.315	245,06	18.111	0,02939879	6,11215109	0,00014715	451,7179
1989	2.439	88.834	102.332	4.549.273	247,34	18.393	0,0274557	5,56370147	0,00013261	413,7301
1990	2.585	89.900	102.480	4.594.766	249,92	18.385	0,02875417	5,57412534	0,0001406	410,0512
1991	2.268	79.400	90.510	4.591.550	252,69	18.171	0,02856423	4,98110048	0,00012482	358,1859

Fontes: (1) Mineral Commodity Summaries, 1975/1992

(2) Steel Statistical Yearbook - 1980 / 1991 - International Iron and Steel Institute

(3) Banco Central do Brasil - "World Tables", 1992

(4) Fundo Monetário Internacional - "International Financial Statistics", 1992

Nota: (3) Valores expressos em termos reais à preços de 1985

TABELA 4.4
**PRODUTO INTERNO BRUTO; CONSUMO DE FeNb; PRODUÇÃO E CONSUMO
 DE AÇO BRUTO; RENDA P/CAPITA E INTENSIDADE DE USO DO AÇO E FeNb;
 ÍNDICE DE CONSUMO FeNb / AÇO
 JAPÃO - 1973 / 1991**

ANOS	Consumo de FeNb (t / Nb) (1)	Produção de Aço Bruto (mil t) (2)	Consumo Aparente Aço Bruto (mil) (2)	Produto Interno Bruto (US\$milhões) (3)	População (milhões) (4)	PIB p/Capita (US\$ / hab) (3)	Índice Consumo de FeNb / Aço (kg / t aço)	Intensidade de Uso do Aço (kg/US\$)	Intensidade uso Fe / Nb (kg/US\$)	Consumo Aparente de Aço p/Capita (kg/hab)
1973	1.307	119.322	87.181	1.076.475	108,71	9.902	0,0109536	8,8041492	0,000132	801,959341
1974	1.158	117.131	75.753	1.083.370	110,16	9.653	0,0098864	7,8476452	0,00012	687,663399
1975	1.307	102.313	64.736	1.091.017	111,57	9.779	0,0127745	6,6200577	0,0001337	580,22766
1976	1.576	107.399	60.176	1.143.210	112,77	10.138	0,0146743	5,9359589	0,0001555	533,617097
1977	1.395	102.405	58.243	1.203.672	113,86	10.572	0,0136224	5,5094311	0,000132	511,531706
1978	1.383	102.105	61.507	1.265.064	114,90	11.010	0,0135449	5,5864006	0,0001256	535,308964
1979	1.542	111.748	78.163	1.330.717	115,87	11.485	0,0137989	6,805915	0,0001343	674,574955
1980	1.518	111.395	79.007	1.389.943	116,81	11.898	0,0136272	6,64018	0,0001276	676,371886
1981	1.918	101.676	71.136	1.443.491	117,66	12.268	0,0188638	5,798347	0,0001563	604,589495
1982	2.020	99.548	69.504	1.484.463	118,48	12.529	0,0202917	5,5473487	0,0001612	586,630655
1983	1.554	97.179	65.614	1.531.252	119,31	12.834	0,0159911	5,112422	0,0001211	549,94552
1984	1.928	105.586	74.367	1.607.923	120,08	13.390	0,01826	5,5537419	0,000144	619,312125
1985	2.183	105.279	73.377	1.680.562	120,84	13.907	0,0207354	5,2761378	0,000157	607,224429
1986	1.804	98.275	69.941	1.722.072	121,49	14.175	0,0183567	4,934249	0,0001273	575,693473
1987	1.676	98.513	75.751	1.796.274	122,09	14.713	0,017013	5,1486798	0,0001139	620,452125
1988	2.263	105.681	86.871	1.907.643	122,61	15.559	0,0214135	5,5834626	0,0001454	708,514803
1989	2.408	107.908	93.278	1.999.210	123,12	16.238	0,0223153	5,7444627	0,0001483	757,618583
1990	2.682	110.331	99.032	2.103.169	123,54	17.024	0,0243087	5,8171328	0,0001575	801,618909
1991	2.859	109.600	99.149	2.197.811	123,92	17.736	0,0260858	5,5903552	0,0001612	800,104906

Fontes: (1) Ferro Alloy Manual; The Economics of Niobium, Roskill, 1992
 (2) Steel Statistical Yearbook - 1980 / 1991 - International Iron and Steel Institute
 (3) Banco Central do Brasil - "World Tables", 1992
 (4) Fundo Monetário Internacional - "International Financial Statistics", 1992

Nota: (3) Valores expressos em termos reais à preços de 1985

TABELA 4.5

**PRODUTO INTERNO BRUTO; CONSUMO DE FeNb; PRODUÇÃO E CONSUMO
DE AÇO BRUTO; RENDA P/CAPITA E INTENSIDADE DE USO DO AÇO E FeNb;
ÍNDICE DE CONSUMO FeNb / AÇO
EUROPA OCIDENTAL - 1973 / 1991**

ANOS	Consumo de FeNb (t / Nb) (t)	Produção de Aço Bruto (mil t) (2)	Consumo Aparente Aço Bruto (mil) (2)	Produto Interno Bruto (US\$ milhões) (3)	População (milhões) (4)	PIB p/Capita (US\$ / hab) (3)	Índice Consumo de FeNb / Aço (kg / t aço)	Intensidade de Uso do Aço (kg/US\$)	Intensidade Uso Fe / Nb (kg/US\$)	Consumo Aparente de Aço p/Capita (kg/hab)
1973	2.977	179.572	162.104	4.155.885	377,99	10.996	0,0165783	14,743837	0,0002708	428,86
1974	3.159	186.699	161.191	4.078.710	380,39	10.722	0,0169203	15,033048	0,0002946	423,75
1975	3.760	154.679	133.950	4.039.131	379,83	10.634	0,0243084	12,59633	0,0003536	352,66
1976	4.898	163.674	151.417	4.214.741	380,13	11.088	0,0299253	13,656389	0,0004418	398,33
1977	3.922	155.299	138.753	4.325.509	385,76	11.213	0,0252545	12,374349	0,0003498	359,69
1978	4.387	163.752	132.457	4.448.583	388,64	11.447	0,0267905	11,571795	0,0003833	340,82
1979	5.277	173.812	146.005	4.593.637	390,58	11.761	0,0303604	12,414266	0,0004487	373,82
1980	5.823	161.341	142.999	4.668.673	393,53	11.864	0,0360913	12,053617	0,0004908	363,38
1981	4.502	158.921	128.177	4.671.691	395,91	11.800	0,0283285	10,947314	0,0003815	326,28
1982	4.580	144.262	125.093	4.700.959	397,68	11.821	0,0317478	10,582305	0,0003874	314,56
1983	3.211	143.939	119.253	4.758.547	399,52	11.911	0,0223081	10,012291	0,0002696	298,49
1984	5.558	157.108	110.832	4.862.299	401,36	12.115	0,0353769	9,1486623	0,0004588	276,14
1985	4.775	158.910	123.310	4.969.595	403,28	12.323	0,0300485	10,006541	0,0003875	305,77
1986	4.551	149.687	127.966	5.106.842	405,28	12.601	0,0304034	10,154614	0,0003612	315,72
1987	5.083	151.230	127.967	5.229.238	407,37	12.837	0,0336111	9,9689318	0,000396	314,13
1988	6.708	164.331	146.317	5.448.122	405,50	13.436	0,0408201	10,890274	0,0004993	360,83
1989	3.690	166.513	151.453	5.637.698	412,28	13.674	0,0221604	11,075627	0,0002698	367,35
1990	2.668	162.774	145.602	5.807.811	416,21	13.954	0,016397	10,434397	0,0001913	349,83
1991	2.843	161.812	141.938	5.863.125	429,28	13.658	0,0175698	10,392338	0,0002082	330,64

Fontes: (1) The Economics of Niobium, Roskill, 1992 e DEPEC - Banco do Brasil
 (2) Steel Statistical Yearbook - 1980/1991 - International Iron and Steel Institute
 (3) Banco Mundial - "World Tables", 1992
 (4) Fundo Monetário Internacional - "International Financial Statistics", 1992

Notas: (1) Dados sobre Consumo de FeNb para 1973 / 1979 foram estimados com base na oferta interna e importação naqueles anos.
 (3) Valores expressos em termos reais à preços de 1985.
 (3/4) Foram considerados os seguintes países: Áustria, Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Espanha, França, Grécia, Finlândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Países Baixos, Reino Unido, Suécia, Suíça, Turquia.

TABELA 4.6
**PRODUTO INTERNO BRUTO; CONSUMO DE FeNb; PRODUÇÃO E CONSUMO
 DE AÇO BRUTO; RENDA P/CAPITA E INTENSIDADE DE USO DO AÇO E FeNb ;
 ÍNDICE DE CONSUMO FeNb / AÇO
 BRASIL - 1973 / 1991**

ANOS	Consumo de FeNb (t / Nb) (1)	Produção de Aço Bruto (mil t) (2)	Consumo Aparente Aço Bruto (mil t) (2)	Produto Interno Bruto (US\$ milhões) (3)	População (milhões) (4)	PIB p/Capita (US\$ / hab) (3)	Índice Consumo de Fe Nb / Aço (kg / t aço)	Intensidade de Uso do Aço (kg / US\$)	Intensidade Uso Fe / Nb (kg / US\$)	Consumo Aparente de Aço p/Capita (kg/hab)
1973	252	7.150	9.513	66.785	99,92	668	0,0352448	14,232821	0,000377	95,2061649
1974	282	7.515	12.799	78.684	102,4	768	0,037525	16,656723	0,000367	124,990234
1975	313	8.387	11.241	90.579	104,94	863	0,0373197	13,023223	0,0003626	107,118353
1976	226	9.253	10.715	106.208	107,54	988	0,0244245	10,849381	0,0002288	99,6373442
1977	277	11.253	11.976	119.110	110,21	1.081	0,0246157	11,081143	0,0002563	108,665275
1978	243	12.205	11.932	134.970	112,94	1.195	0,0199099	9,9844416	0,0002033	105,649017
1979	443	13.893	12.796	156.745	115,74	1.354	0,0318866	9,4485249	0,0003271	110,558148
1980	515	15.309	14.303	188.021	121,29	1.550	0,0336403	9,2268868	0,0003322	117,923984
1981	425	13.226	12.046	197.657	124,07	1.593	0,0321337	7,5613169	0,0002688	97,0903522
1982	509	12.995	10.609	211.139	126,9	1.664	0,0391689	6,3762834	0,0003059	83,6012608
1983	380	14.671	8.583	212.186	129,77	1.635	0,0259014	5,2492432	0,0002324	66,140094
1984	618	18.386	10.673	233.358	132,66	1.759	0,0336125	6,0674165	0,0003513	80,4537916
1985	853	20.455	11.995	261.139	135,56	1.926	0,0417013	6,2267306	0,0004428	88,4848038
1986	573	21.233	14.529	288.682	138,49	2.084	0,0269863	6,9700266	0,0002749	104,910102
1987	667	22.228	14.973	308.810	141,45	2.183	0,0300072	6,8583623	0,0003055	105,853659
1988	924	24.657	11.721	320.682	144,43	2.220	0,0374741	5,2789493	0,0004162	81,1535
1989	1008	25.055	12.623	346.020	147,4	2.347	0,0401517	5,3772331	0,0004285	85,6377205
1990	549	20.567	10.197	344.851	150,37	2.293	0,0286932	4,4463345	0,0002394	67,8127286
1991	700	22.517	9.874	381.160	153,8	2.348	0,0310876	4,2048433	0,0002981	64,2002601

Fontes: (1) Sumário Mineral Brasileiro DNPM / MME, Diversos

Perfil Analítico do Pirocloro (Nióbio), DNPM / MME, 1989

(2) Steel Statistical Yearbook - 1980 / 1991 - International Iron and Steel Institute

(3) Banco Central do Brasil - "Boletim da Conjuntura", 1992

(4) Fundo Monetário Internacional - "International Financial Statistics", 1992

Nota: (3) Valores expressos em termos reais a preços de 1985.

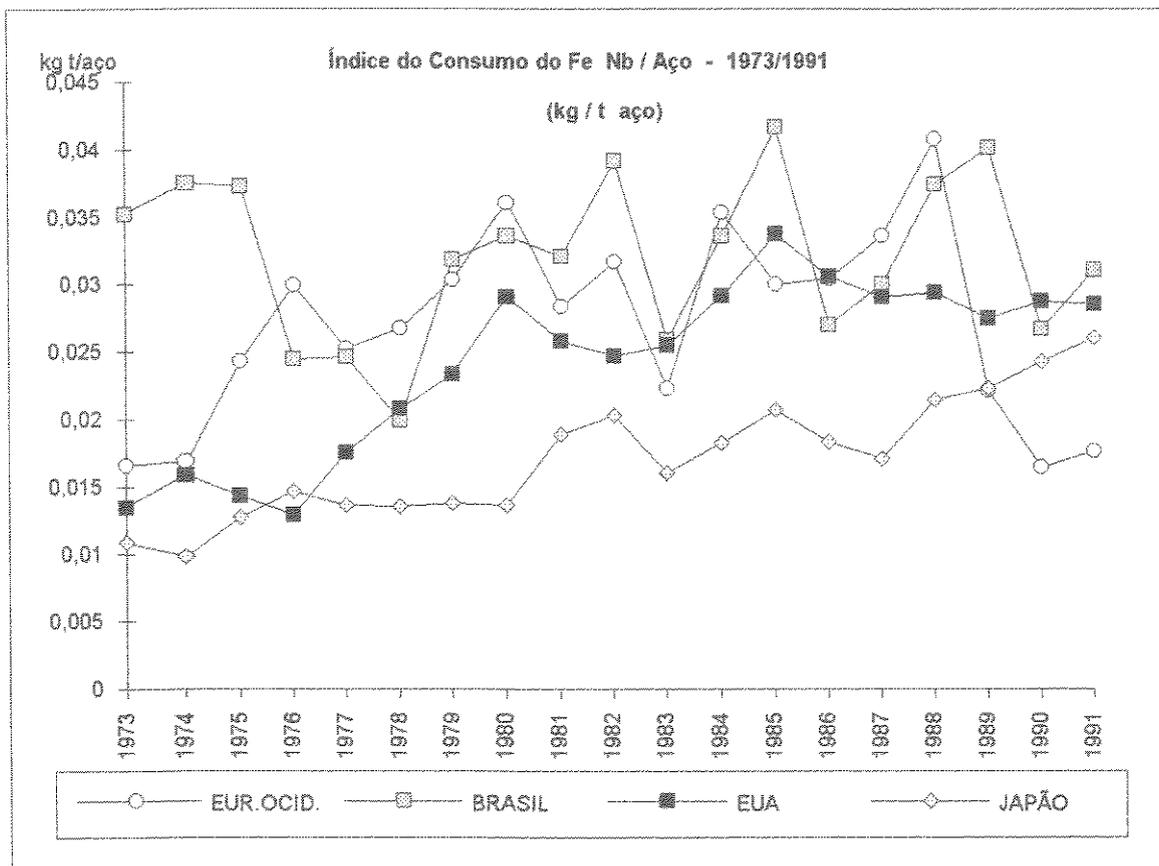


GRÁFICO 4.4
 Fonte: Tabelas 4.3 a 4.6

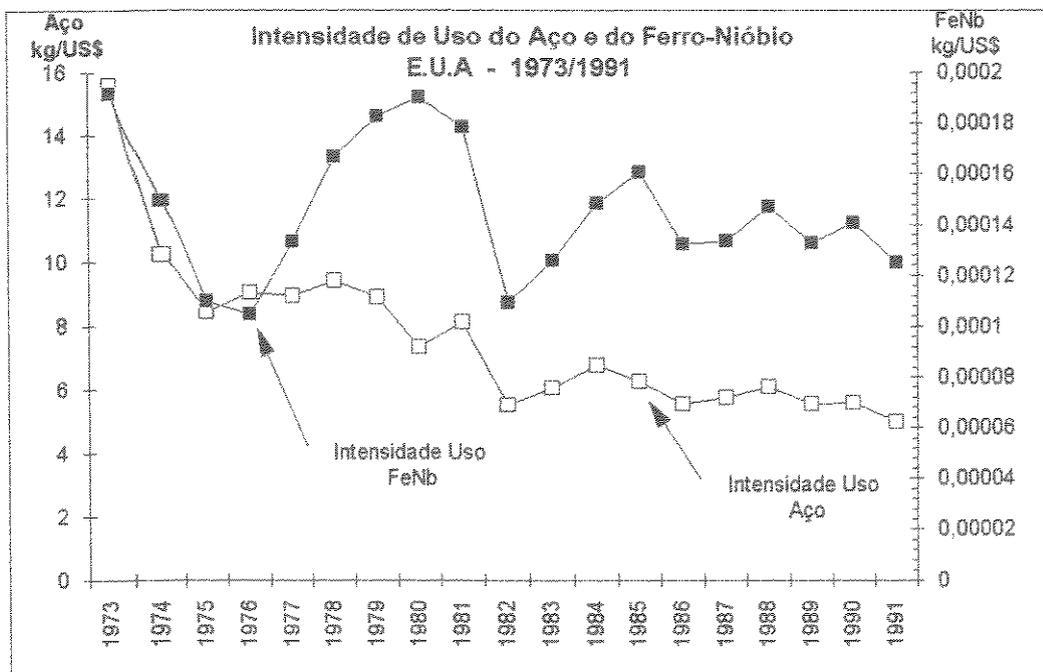


GRÁFICO 4.5
Fonte: Tabela 4.3



GRÁFICO 4.6
Fonte: Tabela 4.4

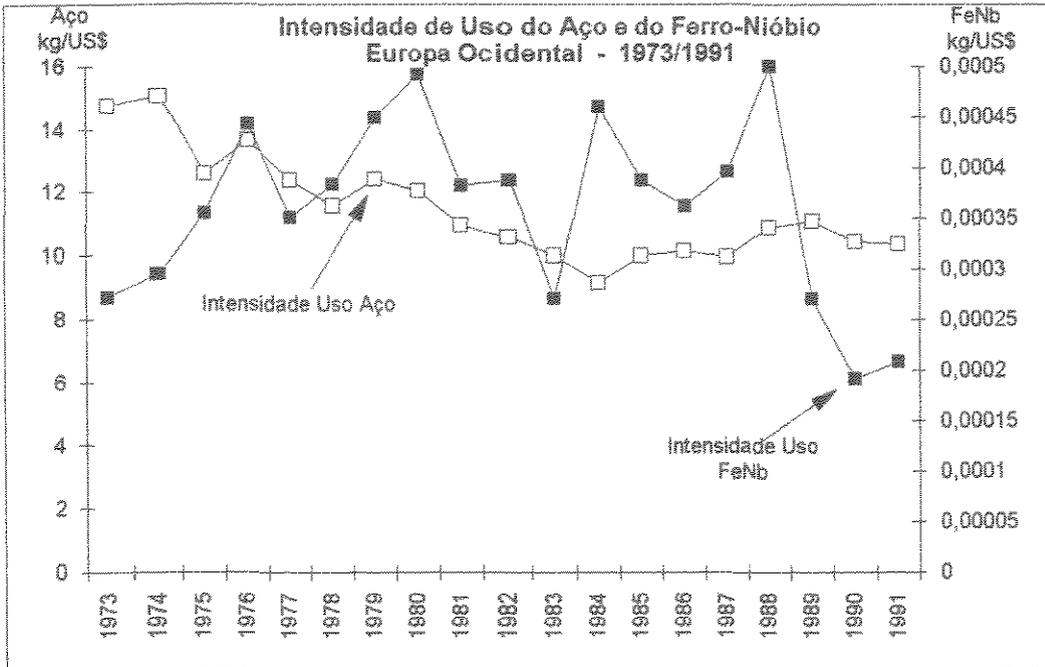


GRÁFICO 4.7
 Fonte: Tabela 4.5

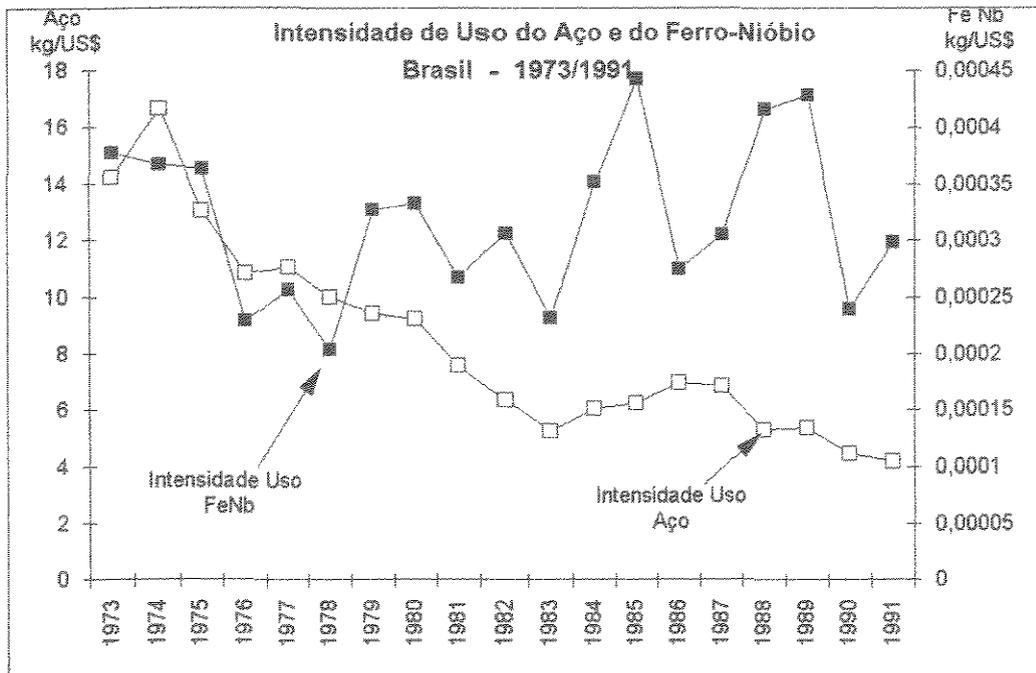


GRÁFICO 4.8
 Fonte: Tabela 4.6

**CAPÍTULO V - MODELO DE PREVISÃO DO
CONSUMO DO FERRO-NIÓBIO**

CAPÍTULO V

MODELO DE PREVISÃO DO CONSUMO DO FERRO-NIÓBIO

V.1. A DEMANDA MINERAL E MODELOS DE PREVISÃO

LABYS (1985), define os modelos de "commodities" minerais (*"mineral models"*) como uma apresentação formal de um mercado mineral, setor industrial ou um sistema onde o comportamento deste mercado inclua os efeitos interligados dos seus fatores econômicos e técnicos, como também, aqueles de ordem política¹.

Os modelos minerais permitem uma sistemática e importante abordagem para análise e previsão do comportamento do mercado de bens minerais e de suas indústrias. No estudo sobre modelos para mercados minerais, o enfoque dado a demanda mineral tem sido o mais amplo dado a importância e hipóteses formulados sobre o comportamento do consumo dos bens minerais.

A análise da demanda mineral é complexa não só pelo seu aspecto conceitual, como também, por exigir certo grau de informações qualificadas para uma definição do consumo². Uma das principais características da demanda de bens minerais refere-se ao seu estágio de aproveitamento. Na sua maior parte, a utilização dos bens minerais ocorre na fase intermediária do processo produtivo. *"Eles não são necessários por si próprios e sim pelos serviços que prestam ou pelas qualidades que conferem aos produtos nos quais são utilizados"* ³. BRAZ (1988).

1 Estudos sobre Modelos Minerais e desenvolvimento de modelos econométricos podem ser vistos em LABYS, C.W. et alii, 1985; SUSLICK, B.S., 1990 e WAGENHALS, G., 1984, citados na respectiva bibliografia.

2 A análise do consumo das substâncias minerais envolve a definição de conceitos explícitos que requerem o conhecimento da teoria econômica na área da demanda mineral (SUSLICK, 1990).

3 Não faz sentido se falar numa demanda autônoma por bens minerais. essa demanda depende, ou é derivada, da demanda por bens finais na obtenção dos quais os bens minerais são utilizados (BRAZ, 1988). No caso da demanda da liga ferro-nióbio, o conceito de demanda derivada é apropriada já que o consumo do ferro-nióbio ocorre na proporcão de sua utilização na elaboração de aços.

A demanda por bens minerais deve ser considerada como função direta de seus preços, preços dos bens substitutos e complementares, da renda e das preferências dos consumidores. Esses dois últimos fatores são difíceis de "quantificar" mas tem influência na formação da demanda⁴. Existem outros componentes que podem também ser considerados, tais como tecnológicos, comerciais, etc..

A elaboração de modelos de demanda mineral e sua utilização tem sido importante instrumento para análise e previsão do comportamento dos mercados minerais. A formulação e utilização de métodos econométricos ou quantitativos em componentes como a demanda, oferta, preços, estoques, etc., muito tem contribuído na construção de modelos e de análise de tendência em determinados mercados minerais.

Dentre os modelos econométricos utilizados em estudos de mercados minerais, podem ser citados os realizados através da análise de regressão, e pela incorporação de técnicas quantitativas, tais como sistemas matriciais e fatoriais.

LABYS (1980), WAGENHALS (1984), HARRIS (1989), SUSLICK (1990) e mais alguns outros estudiosos da demanda mineral, realizaram trabalhos sobre modelos econométricos para determinados bens minerais, em diferentes estruturas de mercado com distintas variáveis econômicas.

SUSLICK(1990), afirma que *na elaboração do modelo de demanda mineral, a previsão do consumo é bastante complexa de formular dentro da análise oferta-demanda, e que o processo de modelagem abrange a escolha de diferentes tipos e combinações de metodologias e pressupõe a resposta a três questões básicas*⁵:

- o objetivo da metodologia,
- o tipo de método quantitativo empregado; e
- a especificação do comportamento das variáveis econômicas e suas inter-relações.

4 A sensibilidade da demanda por bens minerais a variação de preços tende a ser pequena. As razões básicas para isso são a pequena participação desses bens no custo dos produtores finais e, para muitas aplicações, a falta de substitutos adequados.

5 Segundo SUSLICK, 1990, os métodos utilizados para a previsão do consumo variam muito e não existe uma forma única de abordagem. Estes devem abranger os fatores que desempenham um papel chave como determinantes nos estudos da demanda: o nível da atividade econômica, o preço real do metal ou commodity a ser analisada, o preço real dos substitutos e as mudanças tecnológicas.

No estudo sobre demanda mineral e na formulação de modelos, torna-se importante conhecer as mudanças estruturais ocorridas e que explicam muitas das alterações no comportamento de algumas variáveis de mercado.

Dentre os trabalhos mais recentes sobre as mudanças estruturais na demanda mineral, a hipótese do *ciclo de vida*, elaborado por HUMPHREYS (s.d.), talvez seja a que melhor sintetize o comportamento da demanda, em função dos fatores preço e efeitos tecnológicos.

Segundo HUMPHREYS, haveria um ciclo de vida para cada metal, composto de quatro estágios:

- ❑ A juventude, durante a qual a demanda pelo metal cresce rapidamente à medida que são desenvolvidas novas tecnologias de uso e novas aplicações. O crescimento da produção permite a realização de economia de escala e a redução de preços.
- ❑ A maturidade, durante a qual a demanda cresce no ritmo do PIB.
- ❑ A velhice, quando o aumento dos preços relativos estabiliza a demanda e induz a substituição de metal por outros materiais.
- ❑ O declínio, com o aumento dos preços relativos, aceleração da substituição e queda da demanda.

Nas análises portanto, desenvolvidas sobre a demanda mineral e na própria formulação de modelos, é importante a observação dos componentes estruturais que interferem nas variáveis que compõem a demanda, as quais refletem por sua vez, determinadas fases de sua evolução.

Uma das abordagens mais interessantes sobre a análise da demanda mineral é a teoria da Intensidade de Uso - IU, formulada por MALEBAUM (1973, 1975, 1978), que define a razão entre a quantidade de substância mineral consumida num país (D_t) e a sua respectiva renda (Y_t) expressa na forma do produto interno bruto per-capita (Y_t).

$$IU = D_t / Y_t = f(Y_t)$$

A intensidade de uso de um material é definida como sendo a relação entre a quantidade desse material que é utilizada no país, ou seja, quanto se emprega do material por unidade de produto de economia.

MALENBAUM propôs a existência de uma relação estável e previsível, em forma de U invertido, entre a intensidade de uso e a renda per-capita. Sua hipótese tem duas suposições básicas:

As mudanças no conjunto de produtos nos quais é alocada a renda são as principais responsáveis pelas mudanças na intensidade de uso.

O desenvolvimento econômico, expresso pela renda per-capita, é a causa principal das mudanças no conjunto de produtos nos quais é alocada a renda.

De acordo com a hipótese de *MALENBAUM* (op.cit.) a relação entre a intensidade de uso e a renda per-capita seria crescente nos países em desenvolvimento, onde há grandes investimentos em infraestrutura e onde ainda é baixa a quantidade de bens de consumo durável em poder da população. Nos países industrializados aquela relação se tornaria decrescente na medida em que os bens duráveis perderiam importância em relação aos serviços que são considerados menos intensivos no uso de materiais (*BRAZ*, op.cit.).

Conforme *SUSLICK*, 1990, a grande vantagem da hipótese da intensidade de uso reside na sua simplicidade. Pode-se também acrescentar o fato de evitar uma longa e complexa tarefa de análise dos usos finais dos materiais, e, por consequência, dos impactos das novas tecnologias, preferência dos consumidores e demais fatores que intervêm ou intervíram nas tendências do consumo mineral.

Embora seja reconhecido que as mudanças na composição da produção existente na economia sejam um fator importante na determinação da intensidade de uso, há vários questionamentos a respeito da validade da hipótese de *MALENBAUM* (op.cit.). Trabalhos mais recentes mostram que as mudanças no conjunto de materiais empregados nos produtos existentes na economia podem ser mais importantes para a determinação da intensidade de uso do que as mudanças na composição do produto.

As mudanças no conjunto de materiais empregados nos produtos resultam do desenvolvimento tecnológico, o qual tem permitido economia no uso de materiais com manutenção do desempenho ou substituição entre materiais.

A utilização do conceito de Intensidade de Uso, por exemplo, na demanda do aço, foi realizado por alguns analistas do mercado do aço, no sentido de posicioná-lo em seu respectivo estágio de consumo. A utilização deste processo, além do objetivo referido, tem permitido ainda inferir a tendência de demanda de alguns insumos para o aço, inclusive de determinadas ferro-ligas. *É importante observar que a redução na intensidade de uso dos metais é apenas o seu reflexo das mudanças observadas no comportamento da demanda, mas que por si mesma não explica porque essas mudanças ocorrem. BRAZ. (op. cit.)*

GUIMARÃES (1987), LEITE (1987)⁷ utilizaram a Intensidade de Uso do aço e das ligas ferro-nióbio, ferro-tungstênio e ferro-vanádio, de forma a identificar seus respectivos estágios de consumo e verificar, em particular, as perspectivas da evolução da demanda do nióbio.

A técnica da Intensidade de uso vem sendo aplicada com bastante frequência na previsão das "commodities" minerais devido a sua simplicidade e a sua operacionalidade na modelagem da demanda mineral.

Mesmo sendo utilizada na análise da demanda mineral e formulação de modelos de previsão, a Intensidade de Uso sofreu, por parte de alguns analistas, críticas por não englobar variáveis importantes da demanda, tais como mudança tecnológica, substituições entre os materiais, preços e preferência dos consumidores⁸.

⁷ O comportamento da I.U. do aço e das ligas-ferrosas (nb. v. w) foram analisados por GUIMARÃES, 1987 e LEITE, (1987) considerando uma série de fatores econômicos e tecnológicos que contribuíram para o mercado do nióbio. Esses estudos encontram-se em bibliografia citada.

⁸ Análises detalhadas sobre esses determinantes foram realizadas por diversos pesquisadores destacando-se CANAVAN (1983) e ROBERTS (1985).

TILTON (1986), analisando o conceito e a utilização da Intensidade de Uso definiu duas componentes que participam na intensidade de uso, que ele denominou de PCI (*Product Composition of Income*), que se refere ao "mix" de produtos e serviços utilizados na economia e que resultam da preferência do consumidor e de características da demanda no que se refere ao consumo de bens duráveis. O outro componente, denominado de MCP (*Material Composition of Product*) refere-se a influência da tecnologia da produção e a oferta do mercado, concluindo que as novas tecnologias e a substituição dos materiais são os principais determinantes da intensidade de uso dos metais.

O questionamento da utilização da Intensidade de Uso⁹ nos modelos de previsão, na forma original como foi elaborada por MALENBAUM, baseia-se no fato de que o efeito tecnológico, tal como definido pelo MCP, não é considerado. Tal fato ocorre em virtude da possibilidade de se estabelecer a renda per capita, mesmo até através de estimativas, enquanto a variável tecnológica é sempre mais difícil de ser quantificada com exatidão, como também seus efeitos no próprio consumo¹⁰.

9 A variável que expressa o "efeito tecnológico" tem sido utilizada através de índices de produtividade.

10 Abordagens recentes sobre o perfil e o comportamento destes determinantes podem ser encontrados nos trabalhos de RADETZKI (1987), HUMPHREYS (1987), TILTON (1990), CONSIDINE (1991).

METODOLOGIA DA PREVISÃO DA DEMANDA MINERAL

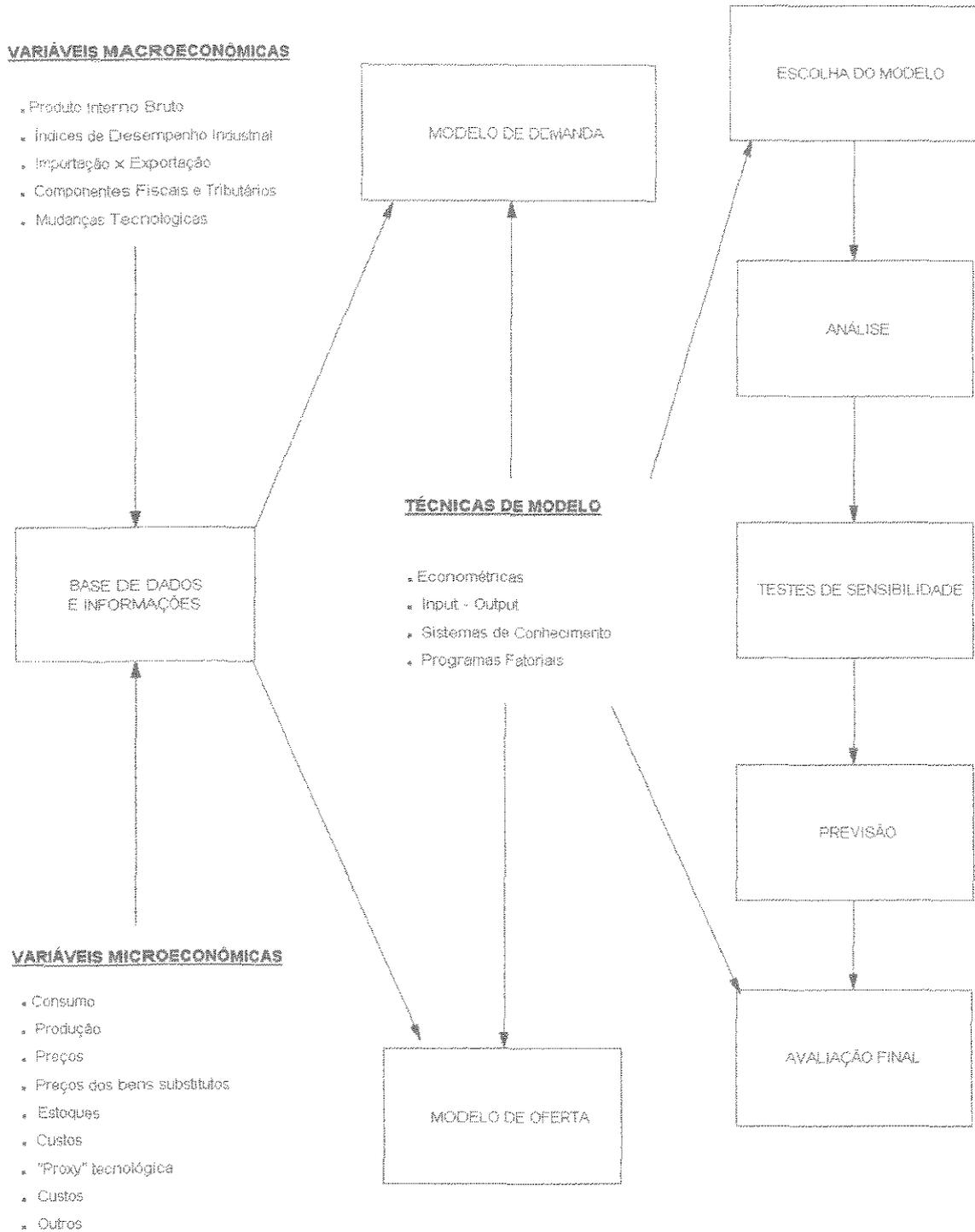


FIGURA 4.2
 Fonte: Adaptado, SUSLICK (1990)

V.2. MODELO DE PREVISÃO DO CONSUMO DO FERRO-NIÓBIO

Foram considerados na elaboração do modelo de previsão do consumo de ferro-nióbio, os quatro mercados regionais: EUA, Japão, Europa Ocidental e Brasil.

Procurou-se, no desenvolvimento da elaboração do modelo, relacionar o consumo de ferro-nióbio, com a renda, agregando ainda, outras variáveis consideradas também como determinantes na formação do consumo, como a produção do aço, preços e tecnologia.

Partindo do pressuposto de que as relações entre a Intensidade de Uso ¹¹ e a renda comportam-se ou ajustam-se a uma "distribuição lognormal", adotou-se, para o caso do nióbio, uma variante desta distribuição, expressa da seguinte forma:

$$D_t = f(Y_t; S_t; Pn_t; Pv_t; Tec_t) \quad (1)$$

Sendo:

- D_t** - Demanda do Ferro-nióbio
- Y_t** - PIB em US\$ (Real)
- S_t** - Produção de Aço Bruto
- Pn_t** - Preço Mercado Internacional do Fe-Nb
- Pv_t** - Preço do Produto Substituto (Liga Ferro-Vanádio)
- Tec_t** - "Proxy" tecnológica
- f** - Função translog

¹¹ A hipótese da intensidade de uso (IU) foi considerada limitada por envolver apenas a relação da renda com o consumo mineral. A incorporação de outras variáveis no modelo da IU permitem a sua transformação em modelos lognormal e translog. Em SUSLICK (1990) pode-se observar as alterações e adequações de modelos utilizados na demanda mineral.

A utilização da função translog $f(\cdot)$ permite escrever ainda a expressão (1) da seguinte forma:

$$D_t = \alpha y_t^{\beta_0} S_t^{\beta_1} P_{Fe}^{\beta_2} P_{Vt}^{\beta_3} T_t^{\beta_4} \quad (2)$$

Como a definição da intensidade de uso é dada por:

$$IU_t = \frac{D_t}{Y_t}$$

é possível então obter a IU através da expressão (2) bastando dividir ambos os lados da equação por Y_t , passando a ser:

$$IU_t = \frac{D_t}{Y_t} = \alpha Y_t^{\beta_0 - 1} S_t^{\beta_1} P_{Fe}^{\beta_2} P_{Vt}^{\beta_3} T_t^{\beta_4}$$

Conforme SUSLICK (1990), estes modelos (expressões 1 e 2), são consistentes com a teoria proposta por MALENBAUM, assim como, demonstram que no "modelo translog" a demanda per capita e a IU diferem apenas no expoente de $Y_t = \beta_0$ para a demanda e $\beta_0 - 1$ para a intensidade de uso.

Para escolha das equações de regressão para o consumo de ferro-nióbio nos EUA, Japão, Europa Ocidental, conforme o "modelo translog", utilizou-se a regressão "stepwise" no sistema computacional SAS - *Statistical Analysis System*, considerando, de acordo com a expressão (1), as seguintes variáveis:

- D_t** = Consumo de ferro-nióbio expresso em termos de Nb contido, no país ou região, para o período 1973/1991.
- $PIB(Y_t)$** = Produto Interno Bruto, do país ou região, expresso em US\$, a valores constantes de 1985.
- $Saço_t$** = Produção de Aço bruto, do país ou região¹².

¹² A produção de Aço Bruto foi considerada como variável, ou determinante do consumo do fe-nb. A utilização da liga se dá na elaboração do aço, ou seja é "consumida" quando se produz o aço. Nos estudos sobre mercados de ferro-ligas, CONSIDER (1976) as técnicas de projeção de consumo de ligas, a produção do aço é considerada como determinante para o consumo da liga.

$PrNb_t$ e PrV_t = Preços das ligas ferro-nióbio¹³ e ferro-vanádio¹⁴ (bem substituto) expressos em US\$ constante de 1985.

Tec_t = Componente tecnológico, utilizando-se a variável tempo como aproximação ("proxy")¹⁵.

As equações finais, para o consumo de ferro-nióbio, foram:

• **Consumo de Ferro-Nióbio nos Estados Unidos (1979/1991)**

$$D_t = 1,31 \times 10^{-11} PIB^{1,932} \cdot S_{açot}^{0,769} \cdot PrVa_t^{-0,122} \cdot PrNb^{-0,290} \cdot Tc_t^{-1,314}$$

ou

$$\ln D_t = -25,061574 + 1,932192 \ln PIB_t + 0,769282 \ln S_{açot} - 0,122012 \ln PrVa_t - 0,290924 \ln PrNb_t - 1,314177 \ln Tec_t$$

$$R^2 = 0.8067$$

$$F = 5.842$$

$$D.W. = 2.191$$

13, 14 Para o fe-nb foi considerado o preço médio anual fob das exportações brasileiras em virtude de representar efetivamente o preço praticados nos respectivos mercados. O preço do fe-V, produto substituto, refere-se ao do mercado dos Estados Unidos.

15 A utilização da variável tempo como "proxy" tecnológica tem ocorrido na elaboração de alguns modelos econométricos. Conforme SUSLICK (op.cit.) deve-se salientar que este tipo de aproximação contém limitações na medida que caracteriza as mudanças como função mecânica e determinística.

- **Consumo de Ferro-Nióbio no Japão (1973/1991)**

$$D_t = 3,59 \times 10^{-10} PIB_t^{1,94} \cdot S_{a\dot{c}ot}^{0,236} \cdot PrVa_t^{-0,011} \cdot PrNb_t^{0,373} \cdot Tec_t^{-0,660}$$

ou

$$\ln D_t = -21,748885 + 1,942016 \ln PIB_t + 0,236227 \ln S_{a\dot{c}ot} - 0,011960 \ln PrVa_t + 0,373072 \ln PrNb_t - 0,660651 \ln Tec_t$$

$$R^2 = 0.8674$$

$$F = 17.008$$

$$D.W. = 2.053$$

- **Consumo de Ferro-Nióbio na Europa Ocidental (1979/1991)¹⁶**

$$D_t = 7,91 \times 10^{21} PIB_t^{-2,916} \cdot S_{a\dot{c}ot}^{0,261} \cdot PrVa_t^{-0,940} \cdot PrNb_t^{-1,564} \cdot Tec_t^{0,361}$$

ou

$$\ln D_t = 50,422905 - 2,916337 \ln PIB_t + 0,260911 \ln S_{a\dot{c}ot} + 0,940144 \ln PrVa_t - 1,564242 \ln PrNb_t + 0,360586 \ln Tec_t$$

$$R^2 = 0.8643$$

$$F = 8.915$$

$$D.W. = 2.671$$

¹⁶ Para a Europa Ocidental, foi necessário ajustar os dados históricos do consumo através da utilização das médias móveis.

- **Consumo de Ferro-Nióbio no Brasil (1973/1991)**

$$D_t = 3,24 \times 10^{-5} PIB_t^{2,313} \cdot S_{aço_t}^{0,061} \cdot PrVat_t^{0,320} \cdot PrNb_t^{-1,206} \cdot Tec_t^{-3,262}$$

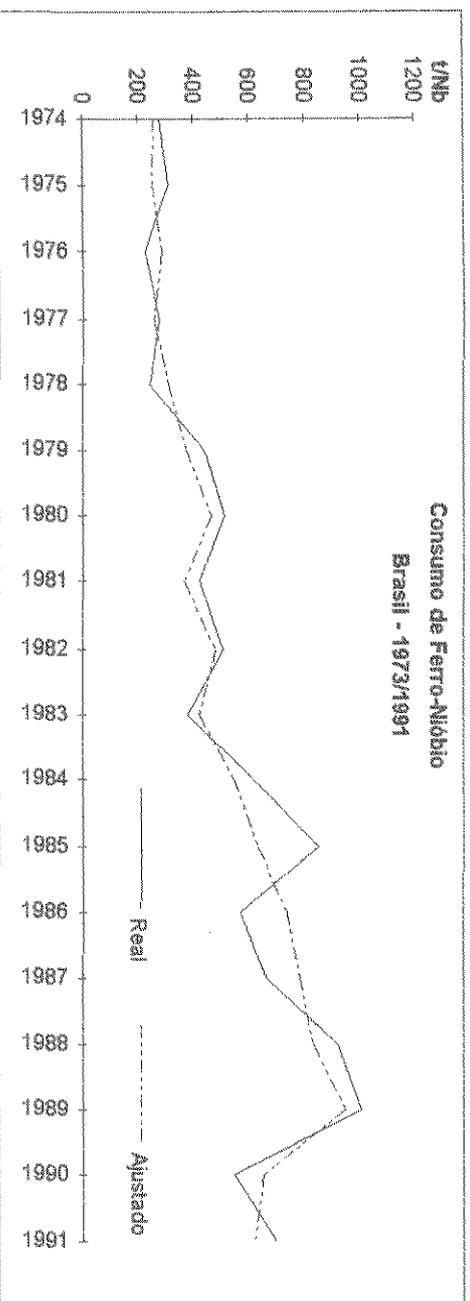
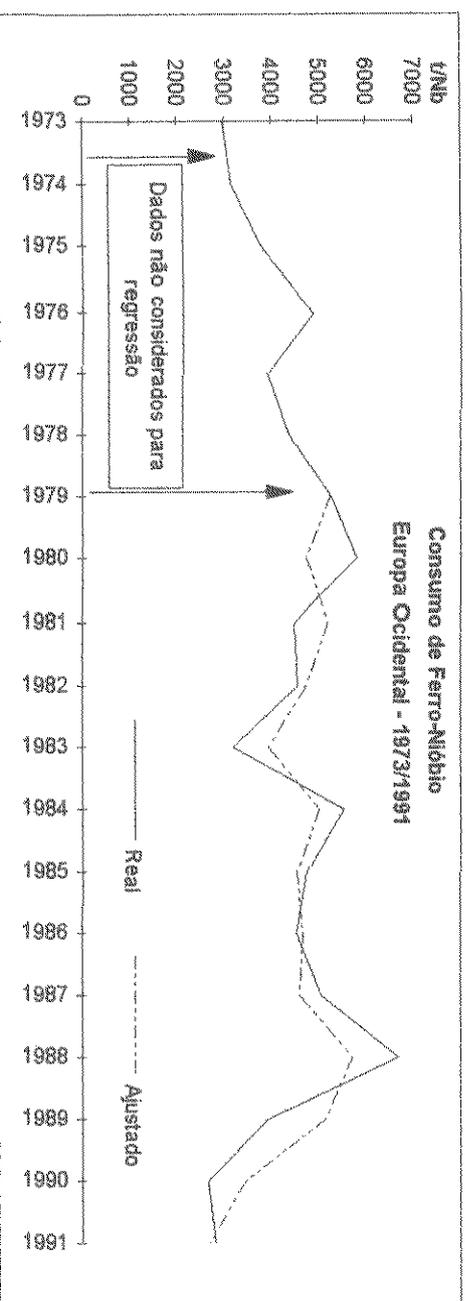
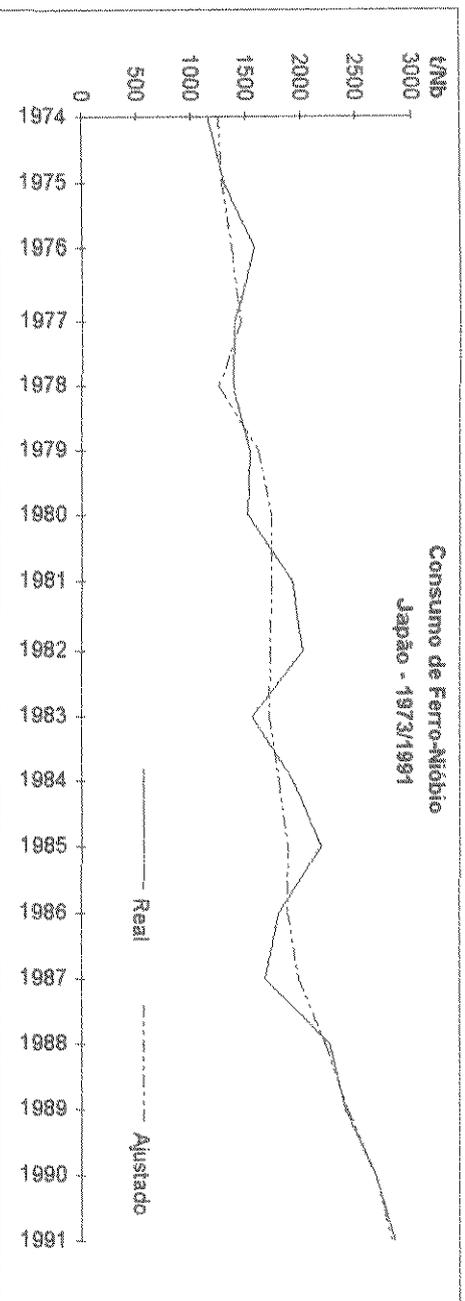
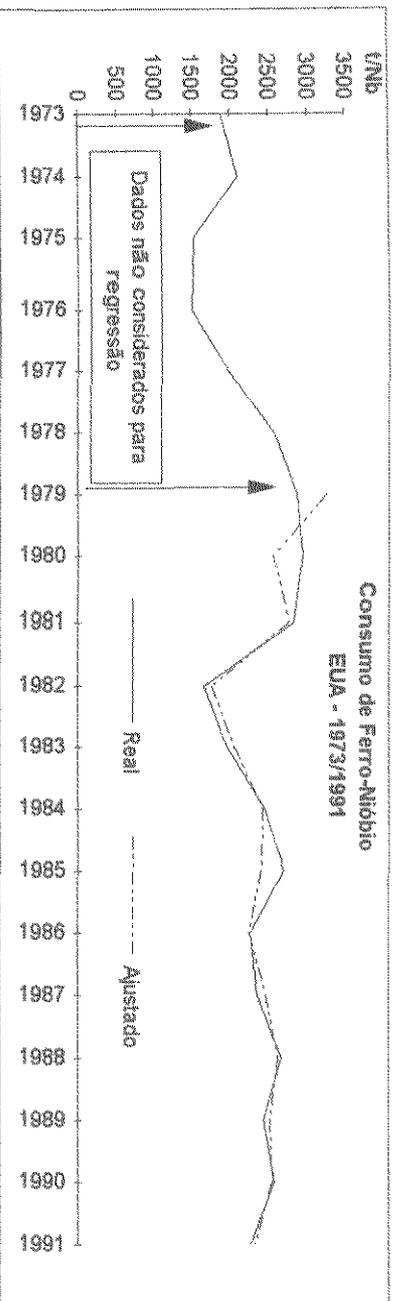
ou

$$\ln D_t = -10,336550 + 2,313449 \ln PIB_t + 0,060680 \ln S_{aço_t} + 0,320352 \ln PrVat_t - 1,206122 \ln PrNb_t - 3,262580 \ln Tec_t$$

$$R^2 = 0,8719$$

$$F = 17,699$$

$$D.W. = 2,666$$



Os dados sobre os índices de evolução do PIB e da Produção de Aço Bruto¹⁷ e dos preços das ligas ferrosas (Fe-nb e Fe-V), constantes na TABELA 4.7, foram utilizados no trabalho para as projeções realizadas do consumo de ferro-nióbio, nos quatro mercados regionais para os anos de 1992/2000.

Para uma melhor compreensão, os dados da TABELA 4.7, foram elaborados obedecendo a seguinte metodologia:

- ❑ Para os anos de 1992 e 1993, foi possível trabalhar nas respectivas equações do modelo, com as variáveis PIB, Prod. Aço e Preços, nos valores efetivamente ocorridos no período, ou seja, dados reais, sendo que, apenas para 1993, ainda como dados preliminares. Daí considerar para estas variáveis, neste período, índices e valores reais divulgados no final de 1993, nas respectivas fontes. Portanto, o "consumo projetado via modelo" para os quatro países foi obtido a partir de variáveis reais e não-estimadas.
- ❑ Para os anos 1994 à 1996, considerou-se na projeção do consumo, a evolução dos índices previstos para aqueles anos, conforme expectativa dos organismos internacionais (vide fonte), para as variáveis PIB e Prod. Aço. Para os preços¹⁸, face as dificuldades de melhor prevê-los, adotou-se para este triênio, estimativas em intervalos, proporcionando desta forma, variações no consumo projetado, em função dos preços de cada liga usadas nas equações.
- ❑ Com relação ao quadriênio 1997/2000, optou-se por imprimir cenários alternativos (A e B), com variações na taxa de evolução do PIB e na produção de aço para cada país, mantendo desta feita, valores fixos e iguais para os preços.

As equações desenvolvidas a partir do modelo do consumo, atestam a reduzida influência das variáveis preços como determinantes do consumo, como bem pode ser observado nas mudanças frequentes do sinal nos componentes preços nas citadas equações.

¹⁷ Para os anos agrupados, os índices e valores divulgados referem-se a médias anuais.

¹⁸ O comportamento dos preços observados a partir de 1988 para as ligas fe-nb e fe-V, apontaram tendência de estabilidade e proximidade de valores, daí a escolha das respectivas faixas.

Apenas uma variação bastante acentuada no preço do ferro-nióbio, como por exemplo, observado em 1992, pode proporcionar um efeito maior na projeção do consumo.

Os dados de consumo projetados a partir de 1991, apontam em geral, na estabilidade da demanda do ferro-nióbio provavelmente até o ano 2000.

Admitindo-se que a perspectiva da demanda fosse apontada da mesma forma pela simples análise do mercado, já que os fatores econômicos de maior influência no consumo não sinalizam mudanças favoráveis a curto prazo, a utilização de modelos de projeção contribuem não só para inferir, quais os "níveis previstos" do consumo, como também, para identificar e captar os efeitos de inter-relação entre as variáveis envolvidas.

Mesmo considerando algumas imperfeições na elaboração e utilização dos modelos de projeções, face as dificuldades proporcionadas pelas alterações nas variáveis econômicas, nem sempre previstas, existem critérios que auxiliam na crítica e na escolha do melhor modelo de previsão.

Dentre alguns critérios para avaliação e seleção de técnicas dos métodos de previsão, o do "Erro Médio Absoluto"¹⁹, tem sido utilizado para definir o melhor método de função ajustante dentre os utilizados para previsão. O "AAE" foi calculado nas respectivas equações do nosso modelo, fornecendo os seguintes resultados:

Erro Médio Absoluto (1973/1991)

EUA	0,05
Japão	0,07
Eur.Ocidental	0,13
Brasil	0,14

¹⁹ O erro médio absoluto ou "AAE" é utilizado para avaliar a qualidade e aproximação dos valores previstos em relação dos valores reais; definido através da seguinte fórmula:

$$AAE = \sum_{i=1}^n \left(\frac{|Rc - Pr|}{Rc} \right) / n$$

Sendo:

Rc = valor real ou observado

Pc = valor previsto ou simulado pelo método de previsão, e

n = número de observações

**EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES MÉDIOS ANUAIS DO PIB (GDP) E DA PRODUÇÃO DO AÇO BRUTO,
PREÇOS DAS LIGAS FeNb E FeV, E CONSUMO DE FERRO NIÓBIO
(INDICADORES E VARIÁVEIS ECONÔMICAS DO MODELO DE CONSUMO DE FERRO-NIÓBIO)**

PERÍODO	(1) PIB (GDP)				(2) PRODUÇÃO AÇO BRUTO				(3) PREÇOS DAS LIGAS (US\$/ t nb - 1985)		(4) CONSUMO DE FERRO-NIÓBIO (Em t/nb médias anuais)			
	EUA	JAPAO	E. OCID.	BRASIL	EUA	JAPAO	E. OCID.	BRASIL	FeNb	FeV	EUA	JAPAO	E. OCID.	BRASIL
1973/75	(0,8)	0,7	(1,4)	16,4	(12,0)	(7,4)	(7,2)	8,3	12,96	25,56	1.819	1.257	3.299	282
1976/79	4,2	5,2	2,9	13,8	2,0	1,3	2,0	14,5	14,86	21,30	2.236	1.474	4.621	297
1980/82	0,1	3,3	0,3	5,9	(18,4)	(5,4)	(5,4)	(7,9)	14,00	19,25	2.484	1.819	4.968	877
1983/90	3,4	4,6	2,9	7,2	2,3	1,8	1,8	4,9	10,82	16,31	2.427	2.062	4.564	696
1991	(0,7)	4,5	0,9	4,7	(11,7)	(0,6)	(0,6)	10,0	10,93	11,51	2.268	2.859	2.692	700
ÍNDICES E VALORES REAIS OBSERVADOS										CONSUMO PROJETADO VIA MODELO				
1992	2,0	1,5	1,4	(0,9)	4,2	(10,5)	(2,6)	5,7	6,65	9,45	2.601	2.303	3.773	1.099
1993	2,7	(0,3)	(1,0)	4,5	4,2	3,5	1,0	10,0	9,90	6,73	2.525	2.545	2.273	613
ÍNDICES E VALORES ESTIMADOS										CONSUMO PROJETADO VIA MODELO				
1994	2,6	1,5	1,5	3,0	3,2	3,0	1,0	12,0	8,00 ~10,00	7,00 ~10,00	2.533~2.793	2.415~2.613	2.412~3.828	598~782
1995	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,5	1,5	10,0	8,00 ~10,00	7,00 ~10,00	2.648~2.920	2.462~2.664	2.267~3.597	655~764
1996	3,0	2,0	2,0	3,5	3,0	2,5	2,0	10,0	9,00 ~11,00	7,00 ~10,00	2.700~2.959	2.640~2.833	1.652~2.467	578~657
(A) 1997/2000	2,5	2,0	2,0	4,0	2,5	2,0	2,0	7,0	8,50	8,50	3.228	2.757	2.710	762
(B) 1997/2000	1,5	1,5	1,5	5,0	1,5	1,0	1,0	5,0	8,50	8,50	3.063	2.691	2.686	805

Fontes: (1) 1973/1991 - Tabelas 4.3; 4.4; 4.5 e 4.6

1992/1993 - International Financial Statistics - IFS; Banco Central do Brasil

(2) 1973/1991 - Tabelas 4.3; 4.4; 4.5 e 4.6

1992/1993 - International Iron and Steel Institute - IISI

(3) 1973/1991 - Tabelas 3.2 e 3.18

(4) 1973/1991 - Tabelas 4.3; 4.4; 4.5 e 4.6

Notas: (1) 1994/1996 - Índices previstos segundo estimativas do Banco Mundial e World Economic Survey

1997/2000 - Índices projetados, considerando manutenção das taxas observadas nos anos anteriores

(2) 1994/2000 - Índices projetados com base na evolução dos Indicadores da Atividade

Industrial (Indicators of Industrial Activity - DECO) e considerando o desempenho da Indústria

Siderúrgica em relação ao PIB

(3) 1994/1996 - Valores mínimos e máximos estimados, com base nas cotações verificadas nos últimos anos.

Em US\$/tNb a valores constantes de 1985

1997/2000 - Valores médios anuais. Considerou-se cotações idênticas para ambas as ligas

(4) 1992/1993 - Consumo anual projetado, utilizando-se nas respectivas equações de regressão, índices e valores reais (PIB, Produção de Aço e Preços), efetivamente registrados em 1992 e 1993

1994/1996 - Consumo anual projetado, utilizando-se nas respectivas equações de regressões índices e

valores previstos em intervalos com base nas faixas de preços, apenas para os anos 1994 a

1996 (Preços mínimos e máximos estimados)

1997/2000 - (A) e (B) - Consumo anual projetado, com índices e valores estimados, considerando para este

período (1997/2000), dois cenários para o crescimento do PIB

V.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para os Estados Unidos, os valores projetados para o consumo da liga ferro-nióbio demonstram um leve crescimento do consumo para os próximos anos (1992/1996), esperando-se que mantenha-se assim até o ano 2000. Essa projeção pode ser confirmada tendo em vista a recuperação da economia norte-americana a partir de 1992, favorecendo retomada do crescimento industrial de alguns setores consumidores de aço, principalmente o da construção civil e o da indústria de transportes.

Para os anos de 1997/2000, mesmo considerando tratar-se de um período de mais longo prazo, portanto com menor grau de confiança nas taxas estimadas, aponta para um consumo de ferro-nióbio em média, na faixa de 3,1 a 3,2 mil t/nb, considerando o cenários A e B, que implicaria em um consumo bruto do produto de 4,7 a 4,9 mil t. Caso realmente confirme-se tais projeções, os EUA passariam a representar o principal mercado para a liga ferro-nióbio.

Quanto ao Japão, os valores obtidos pela projeção sinalizam a grosso modo estabilidade no consumo para os próximos anos (1992/1996), o que de certa forma pode confirmar-se face a redução nas respectivas taxas do PIB e da produção do aço naquele país, previstas já para 1993 e 1994, o que repercutiria no desempenho nos setores consumidores de aço. Para o período 1992/96 o consumo da liga no mercado japonês manteria-se na faixa de 2,4 à 2,8 mil t/nb, praticamente igual aqueles registrados em 1991/92.

Em relação 1997/2000, não se espera significativas alterações no consumo, devendo o mesmo manter-se variando em média, em torno de 2,7 à 2,8 mil t/nb, equivalente a 4,1 à 4,2 mil t bruta de ferro-nióbio. É importante observar que tais projeções envolvem estimativas sobre o PIB, produção de aço e preços, factíveis de revisões, em decorrência de tratar-se de estimativas. No Japão, a concorrência da liga ferro-titânio deve contribuir ainda para a redução do consumo da liga ferro, ou no mínimo mantê-lo estabilizado.

Para a Europa Ocidental, os valores projetados para consumo devem ser examinados com cautela, face a precariedade das estatísticas apuradas sobre o consumo desde 1973, utilizadas na formulação do modelo, que dificultam melhor exatidão nas projeções efetuadas, como bem expressa o erro médio absoluto de 0,13. As projeções efetuadas para o mercado europeu mostram-se bastante cíclicas para os anos de 1992/1996, variando de 1,6 à 2,4 mil t/nb, resultante das próprias variações nas taxas de evolução do PIB e da produção do aço naquela região.

O próprio contexto do mercado da Europa Ocidental para o nióbio não sinaliza mudanças que possam provocar aumento mais expressivo para o consumo da liga ferro-nióbio. Para os anos 1997 à 2000 os valores projetados para o mercado daquela região acusam um consumo médio anual da ordem de 2,7 mil t/nb ou 4,1 mil t em bruto.

No que diz respeito ao Brasil, o comportamento do consumo do ferro nióbio a partir de 1984 apresentou-se com fortes variações como bem expressa o índice obtido pelo erro médio absoluto ($AEE=0,14$), no cálculo da reta de regressão estabelecida. Mesmo assim, os valores encontrados através da projeção situam-se na faixa da aproximadamente 600 a 800 t/nb para os anos de 1994 a 1996. Vale observar que entre 1983 e 1991 o consumo médio do mercado nacional foi da ordem de 700 t/nb ano, significando portanto que dificilmente antes de 1997 o país passaria a atingir um consumo semelhante ao obtido nos anos de 1980 e 1982.

Mesmo apontando para um consumo em torno de 800 t/nb ano para o período de 1997/2000 para os cenários A e B, o Brasil possui um forte potencial para ampliar o consumo de nióbio, notadamente a liga, face a disponibilidade da oferta interna, como também por ter um mercado com uma demanda reprimida para o aço. O consumo per capita brasileiro de aço chegou em alguns atrás a ser de 110 kg/hab e mais recentemente, 1991 foi de apenas 64 kg/hab.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As reservas minerais de nióbio (pirocloro), podem ser consideradas suficientes quando cotejadas com os níveis de demanda, mesmo projetando-se um crescimento exponencial do consumo mundial para um futuro distante. É bastante verificar que a atual demanda para o nióbio no mercado internacional representa apenas 0,36% das reservas até então identificadas, sem se considerar o depósito já dimensionado em São Gabriel da Cachoeira, no Estado do Amazonas.

Quanto a capacidade instalada para a produção do concentrado assim como para a elaboração da liga ferro-nióbio, as atuais unidades industriais tanto para mineração e metalurgia, localizadas no Brasil, Canadá e em implantação no Zaire, são suficientes, em conjunto, para uma oferta aos níveis das atuais necessidades do mercado mundial.

A oferta da liga ferro-nióbio deverá portanto manter-se acima dos níveis previstos para a demanda mundial, mesmo considerando a estrutura oligopolista do mercado permitindo ao principal produtor, a CBMM, exercer maior controle sobre os níveis de sua produção induzindo ao um contengenciamento da oferta.

O Brasil deverá manter a até ampliar sua participação na oferta externa em face de paralizações e reduções na produção da liga ferro-nióbio em países como o Japão e outros da Europa Ocidental. Tal perspectiva dependerá no entanto do comportamento da oferta e dos preços das ligas substitutas, assim como da política de comercialização adotada pela CBMM.

A demanda para o nióbio continuará fortemente concentrada em países industrializados, notadamente os EUA e Japão. Espera-se que países como a China e Brasil possam ampliar sua participação no mercado, face suas perspectivas de crescimento econômico, principalmente em setores de infra estrutura básica, intensivos consumidores de aço. O consumo per capita nestes países está bastante aquém das nações desenvolvidas.

A demanda da liga ferro-nióbio deverá permanecer estabilizada nos próximos anos, principalmente em decorrência do próprio contexto do estágio do consumo do aço nas nações desenvolvidas, onde não se espera que mudanças estruturais provoquem substanciais aumento na demanda, mas apenas alterações na composição setorial do consumo, onde segmento como o da indústria automobilística passe a ocupar posição destacada.

A recessão do setor de ferro-ligas no mercado mundial deverá manter-se ainda por alguns anos face aos reflexos da crise na siderurgia nos países industrializados, o que tem afetado fortemente os preços das principais ferro-ligas e em decorrência a própria estabilidade das indústrias produtoras. Neste aspecto, a estabilidade dos preços da liga ferro-nióbio pode ser afetada, proporcionando as empresas concorrentes de produtos substitutos vindo a ampliar seu grau de concorrência.

Apesar das pesquisas tecnológicas desenvolvidas visando a ampliação e diversificação do nióbio sob a forma de ligas, superligas e outros compostos, sua utilização continuará ainda por muitos anos atrelada a indústria siderúrgica, na elaboração de aços microligados. Desta forma o desempenho e desenvolvimento da siderurgia mundial norteará o aproveitamento econômico do nióbio.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- ANNUAL REVIEW METALS & MINERALS. London: Mining Journal Ltd., 1992.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA. Rio de Janeiro: IBS, 1985-1991.
- ANUÁRIO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FERROLIGAS. São Paulo: ABRAFE, 1991.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Brasília: DNPM, 1988-1991.
- AUSTRALIAN MINERAL INDUSTRY. ANNUAL REVIEW. Canberra: Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, 1987.
- BALANÇO MINERAL BRASILEIRO. Brasília: DNPM, 1988.
- BOLETIM DO BANCO CENTRAL DO BRASIL. Brasília: Banco Central do Brasil, v.29, n.1, jul. 1993.
- BRAZ, Eliezer. **Aspectos de política mineral no contexto internacional: políticas, demanda e tributação**. Brasília:DNPM, 1988, 94p. (Estudos de Política Mineral, 1).
- CAMPANÁRIO, Milton de Abreu. Estrutura imperfeita de mercado: o caso do nióbio. **Est. Econ.**, São Paulo, v.21, n.2, p.223-239, mai/ago. 1991.
- CHARLES RIVER ASSOCIATES INCORPORATED. **Economic analysis of the columbium industry**. Cambridge, 1967, 72p.
- COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO. **Nióbio: características, aplicações, consumo**. São Paulo (s.d.), 22p.
- CONJUNTURA ECONÔMICA. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, v.47, n.7, jul. 1993.

CUNNINGHAM, Larry D.. Columbium (niobium) and Tantalum. **Annual Report - US Bureau of Mines**. Washington, 1991, 34p..

ESTADOS UNIDOS. Bureau of Mines. **Metal Prices in the United States through, 1991**. Washington, 1992, 210p. (Special publication).

FERGUSON, C.E.. **Microeconomia**. Trad. Almir Guilherme Barbassa e Antonio Pessoa Brandão. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1978, 616p.

FERRO ALLOY MANUAL. Tokyo: The Dex Report Co., 1991.

GROHMANN, G. **World vanadium review potencial for further overproduction**. Johannesburg: Minerals Bureau, 1993, 19p. (Report R 14/93).

GUIMARÃES, J.R.C.. *Considerações sobre a qualificação do nióbio como metal estratégico*. **Comunicação Interna**, CBMM, 1987.

_____. *Nióbio, um metal emergente?* **Comunicação Interna**, CBMM, 1987.

_____. Materiais estratégicos. **Nióbio em Perspectiva**, Araxá, n.1, 1987.

INDICADORES DA ECONOMIA MUNDIAL. Brasília:SEPLAN, n.3, dez. 1992.

A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA. Rio de Janeiro: IBS, 1990.

INDUSTRY AND DEVELOPMENT. GLOBAL REPORT 1990/91. Vienna: Unido, 1990.

INTERNATIONAL FINANCIAL STATISTICS. YEARBOOK. Washington: International Monetary Fund, 1992.

LANCASTER, Kelvin. **A economia moderna: teoria e aplicações**. Trad. Haydn Coutinho Pimenta. Rio de Janeiro: Zahar, 1977, 590 p.

LASTRES, Helena Maria Martins et alli. **Novos materiais: capacitação e potencialidades nacionais em P&D**. Rio de Janeiro: I.N.T., 1988, 360p.

LEITE, Rogério C. de Cerqueira et alli. **Nióbio, uma conquista nacional**. São Paulo: Livraria Duas Cidades, 1988, 101p.

LYAKISHEV, M.P., TULIN, N.A., PLINER, Yu L. **Niobium in steeld and alloys: metallurgical aspects of nobium from mineral deposts to alloy production and applications**. São Paulo: CBMM, 1984, 334p.

MACHADO, Iran F.. **Recursos minerais: política e sociedade**. São Paulo: E. Blucher 1989, 410p.

METAL BULLETIN'S PRICES & DATA. Surrey: Metal Bulletin Books Ltd., 1992.

MINERAL COMMODITY SUMMARIES. Washington: United States Bureau of Mines, 1985-1991.

MINERAL FACTS AND PROBLEMS. Washington: United States Bureau of Mines, 1985.

MINERALS YEARBOOK. Washington: United States Bureau of Mines, 1988.

MINING ANNUAL REVIEW. London: Mining Journal Ltd., 1985-1991.

NAÇÕES UNIDAS. **Review of the currente market situation and medium and logterm outlook**. Geneva, 1993, 29p.

PENA, Fernando Ernesto. Perfil Analítico do Pirocloro (Nióbio). 2. ed. rev. atual. **B. Departamento Nacional da Produção Mineral**, Brasília, n.18, 1989, 59p.

RELATÓRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO MUNDIAL, 1992. Washington: Banco Mundial, 1992.

ROSKILL INFORMATION SERVICES LTD. **The economics of niobium**. 6.ed., London, 1989, 238p.

_____. **Roskill's Metals Databook**. 4. ed., London, 1983, 284p.

SILVA, Admar Barcellos da, ISSA FILHO, Abrahão. Recursos mundiais de nióbio. **Nióbio em Perspectiva**, Araxá, n.3, 1988.

SILVA, Luiz G. Oliveira e, SUSLICK, Saul B.. Desenvolvimento de um modelo de previsão para o consumo de estanho no Brasil. **Cadernos IG / UNICAMP**, Campinas, v.3, n.1, p.16-29, 1993.

SOUSA, Wilson Trigueiro de. **Demanda dos principais metais e os novos materiais: análise de tendências**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1990, 107p., Dissertação de Mestrado.

STANFORD RESEARCH INSTITUTE, Menlo Park. **World minerals availability, 1975-2000**. California: Menlo Park, 1976, 4v., v.8. p. 115-46, .

STEEL STATISTICAL YEARBOOK 1991. Brussels, 1991.

SUSLICK, Saul B. **Métodos de previsão da demanda mineral**. Campinas: UNICAMP / IG, 1990, 150p., Tese de Livre Docência.

TECNOMETAL. **Setor de ferro-ligas**; síntese. Rio de Janeiro (s.d.). 35 p.

TILTON, John E. (ed.). **World metal demand: trends and prospects**. Washington: Resources for the Future, 1990, 307p.

TILTON, John E., EGGERT, Roderick G., LANDSBERT, Hans H. (ed.) **World mineral exploration: trends and economic issues**. Washington: Resources for the Future, 1988, 464p.

ANEXOS

**PRODUÇÃO MUNDIAL DE AÇO BRUTO
(1973 / 1991)**

Unid. 1000 t

PAISES ANOS	URSS	EUA	JAPÃO	ALEMANHA	FRANÇA	REINO UNIDO	CHINA	ITÁLIA	POLÔNIA	CANADÁ	ESPAÑA	BÉLGICA	BRASIL	OUTROS	TOTAL
1973	131.481	136.802	119.322	49.521	25.270	26.667	26.000	20.995	14.057	13.388	10.800	15.522	7.150	101.419	698.394
1974	136.200	132.195	117.131	53.232	27.021	22.384	26.000	23.804	14.556	13.623	11.502	16.227	7.515	107.605	708.995
1975	141.325	105.816	102.313	40.412	21.531	19.773	26.000	21.865	15.007	13.025	11.102	11.582	8.387	107.293	645.431
1976	144.805	116.120	107.399	42.413	23.227	22.335	21.000	23.455	15.640	13.290	10.982	12.145	9.253	114.295	676.359
1977	146.655	113.700	102.405	38.984	22.094	20.467	23.700	23.335	17.841	13.631	11.169	11.256	11.253	118.941	675.431
1978	151.436	124.313	102.105	41.253	22.841	20.367	31.780	24.283	19.250	14.899	11.339	12.601	12.205	128.452	717.124
1979	149.087	123.276	111.748	46.040	23.360	21.523	34.430	24.250	19.218	16.078	12.248	13.442	13.893	139.191	747.784
1980	147.931	101.456	111.395	43.838	23.176	11.277	37.121	26.501	19.485	15.901	12.643	12.422	15.309	137.680	716.135
1981	148.517	109.614	101.676	41.610	21.258	15.573	35.604	24.777	15.719	14.811	12.896	12.377	13.226	139.377	707.035
1982	147.153	67.656	99.548	35.880	18.402	13.704	37.160	24.009	14.794	11.871	13.178	9.992	12.995	138.666	645.008
1983	152.511	76.762	97.179	35.729	17.582	14.986	40.021	21.811	16.236	12.832	13.009	10.154	14.671	140.026	663.509
1984	154.230	83.941	105.586	39.389	19.000	15.121	43.475	24.061	16.533	14.699	13.497	11.300	18.386	150.877	710.095
1985	154.653	80.068	105.279	40.497	18.808	15.722	46.794	23.898	16.126	14.637	14.193	10.683	20.455	157.078	718.891
1986	160.537	74.032	98.275	37.134	17.857	14.725	52.208	22.882	17.144	14.081	11.882	9.713	21.233	161.805	713.508
1987	161.874	80.877	98.513	36.248	17.693	17.414	56.280	22.859	17.145	14.737	11.691	9.783	22.228	169.072	736.414
1988	163.037	90.650	105.681	41.023	19.122	18.950	59.430	23.760	16.873	14.866	11.886	11.217	24.657	178.889	780.041
1989	160.096	88.834	107.908	41.073	19.335	18.740	61.590	25.213	15.094	15.458	12.765	10.948	25.055	184.058	786.167
1990	154.414	89.723	110.331	38.434	19.015	17.841	66.349	25.467	13.597	12.281	12.935	11.414	20.567	177.640	770.008
1991	132.839	79.738	109.649	42.200	18.434	16.474	71.000	25.113	10.403	12.987	12.600	11.331	22.617	170.224	735.809

FONTE Steel Statistical Yearbook 1980/1991 - International Iron and Steel Institute

**CONSUMO APARENTE MUNDIAL DE AÇO BRUTO
(1973 a 1991)**

PAISES ANOS	URSS	EUA	JAPÃO	ALEMANHA	FRANÇA	REINO UNIDO	CHINA	ITÁLIA	POLÔNIA	CANADÁ	ESPAÑA	BÉLGICA	BRASIL	OUTROS	TOTAL
1973	129.391	149.595	87.181	40.411	25.262	24.907	28.989	22.561	15.838	14.153	10.696	4.796	9.513	131.894	695.187
1974	137.554	144.120	75.753	34.860	24.937	24.268	29.816	23.651	17.379	15.458	12.091	5.283	12.799	148.216	706.185
1975	141.031	116.821	64.736	30.263	19.261	20.903	31.684	17.778	17.833	13.178	10.909	3.185	11.241	145.233	644.056
1976	145.171	129.953	60.176	36.780	23.545	21.169	27.033	21.758	18.310	12.570	10.983	4.620	10.715	149.691	672.474
1977	146.330	133.923	58.243	33.008	20.363	19.937	32.544	20.798	1.873	12.828	9.052	3.955	11.976	171.066	675.896
1978	153.451	146.445	61.507	32.209	19.530	20.046	42.706	18.822	19.654	13.524	7.079	4.102	11.932	162.579	713.586
1979	151.644	140.061	78.163	37.898	20.728	20.160	44.863	24.088	19.200	15.383	8.341	4.163	12.796	175.347	752.835
1980	150.330	114.015	79.007	34.795	20.159	16.050	43.005	26.764	19.206	13.306	9.260	3.676	14.303	178.759	722.635
1981	150.936	128.969	71.136	32.608	17.461	16.090	39.201	20.747	15.366	14.118	8.167	3.887	12.046	179.580	710.302
1982	150.463	84.290	69.504	27.917	17.197	15.180	40.935	21.482	14.381	9.419	7.468	3.525	10.609	181.752	654.122
1983	157.768	94.484	65.614	30.242	15.298	14.710	52.349	18.815	14.770	11.132	6.711	3.646	8.583	173.566	667.688
1984	159.562	111.714	74.367	31.053	15.492	14.330	60.834	21.735	15.206	13.282	8.821	4.353	10.673	163.131	704.553
1985	157.255	105.593	73.377	30.824	14.812	14.350	72.540	21.880	15.035	13.641	8.962	3.756	11.995	179.828	723.848
1986	161.582	95.286	69.941	30.626	14.522	14.820	77.549	22.554	15.939	12.512	10.502	3.741	14.529	183.200	727.303
1987	163.032	101.468	75.751	29.103	14.820	14.980	72.105	23.468	15.772	13.472	11.307	3.171	14.973	191.041	744.463
1988	164.679	110.698	86.871	35.482	16.983	17.490	70.689	26.333	15.448	15.022	12.088	4.449	11.721	202.644	790.597
1989	161.511	102.332	93.278	35.712	17.563	17.400	71.322	27.814	13.330	14.214	12.765	3.738	12.623	210.961	794.563
1990	156.403	102.480	99.032	34.166	18.076	16.690	68.832	28.532	10.675	11.143	12.935	4.210	10.197	209.718	783.089
1991	131.865	93.325	99.149	39.088	16.588	14.600	71.042	26.593	5.740	10.670	11.170	3.693	9.874	198.605	732.002

FONTE: Steel Statistical Yearbook 1980/1991 - International Iron and Steel Institute.