

ANAIS DO 4º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS

PANORAMA DOS RECURSOS MINERAIS

(Ferro, Manganês, Nióbio, Fosfato, Ouro)

Boletim Nº 8

In Memoriam

Manoel Teixeira da Costa

*Publicado pelo Núcleo Minas Gerais
Sociedade Brasileira de Geologia*

sob os auspícios de

 **CNPq** CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

 Secretaria de Estado de Minas e Energia

Belo Horizonte, setembro/1987

ANAIS DO 4.º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS

PANORAMA DOS RECURSOS MINERAIS

(Ferro, Manganês, Nióbio, Fosfato, Ouro)

Boletim N.º 8

In Memoriam

Manoel Teixeira da Costa

*Publicado pelo Núcleo Minas Gerais
Sociedade Brasileira de Geologia*

sob os auspícios de

 **CNPq** CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

 Secretaria de Estado de Minas e Energia

Belo Horizonte, setembro/1987

NÚCLEO DE MINAS GERAIS

PRESIDENTE	ANTÔNIO CARLOS PEDROSA SOARES
VICE-PRESIDENTE	CARLOS MAURÍCIO NOCE
1º SECRETÁRIO	LUDMILA MARIA MOTTA PEREIRA
2º SECRETÁRIO	ANDRÉA FONSECA DA COSTA
1º TESOUREIRO	ÁLVARO JOSÉ BATISTA
2º TESOUREIRO	ELISABETH DA FONSECA
DIRETOR DE PUBLICAÇÕES	LYDIA MARIA LOBATO
1º DIRETOR SUPLENTE	WALTER DE BRITO
2º DIRETOR SUPLENTE	RICARDO DINIZ DA COSTA
CONSELHEIRO	EURÍPEDES PALLAZO SILVA
CONSELHEIRO SUPLENTE	CLARET RODRIGUES DA CUNHA

COMISSÃO ORGANIZADORA

COORDENAÇÃO GERAL	CARLOS MAURÍCIO NOCE
SECRETÁRIA	MARIA DE LOURDES SOUZA FERNANDES
TESOURARIA	SEBASTIÃO DOMINGOS DE OLIVEIRA
DIVULGAÇÃO	ANTÔNIO CARLOS PEDROSA SOARES
	LUCIANA FELÍCIO PEREIRA
	LUDMILA MARIA MOTTA PEREIRA
	CLÁUDIA RODRIGUES DA FRANCA
EDITORIAÇÃO	LYDIA MARIA LOBATO
	MAURÍCIO GONÇALVES FERREIRA JR.
EXCURSÕES	FERNANDO ANTÔNIO PEIXOTO VILLANOVA
	SUETÔNIO TINOCO DE RESENDE FILHO
	YASSUO AKITI
TEMÁTICA ESPECIAL	JOÃO HENRIQUE GROSSI SAD
CONSELHEIROS	ANTÔNIO GOMES DE ARAÚJO
	ARNALDO DE CARVALHO GRAMANI
	ATAHUALPA VALENÇA PADILHA
	EURÍPEDES PALLAZO SILVA
	JOÃO CÉSAR DE FREITAS PINHEIRO
	MAURÍCIO ANTÔNIO CARNEIRO
	RICARDO DINIZ COSTA
	RUI LUIS B. PEREIRA MONTEIRO

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO -----	ii
DEDICATÓRIA A MANOEL TEIXEIRA DA COSTA -----	iii
PANORAMA DO FOSFATO EM MINAS GERAIS ----- Raimundo Fusaro, Luiz C. de Alvarenga, Luiz A.F. de Barros, J.H. Grossi Sad e Ivan V. Barros	1
UMA ANÁLISE SOBRE A PRODUÇÃO AURÍFERA BRASILEIRA ----- Juvenil Tibúrcio Félix	32
NIÓBIO NO MUNDO. RECURSOS, PRODUÇÃO E MERCADO ----- Admar Barcellos da Silva e Abrahão Issa Filho	47
MINÉRIO DE MANGANÊS - EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E PERS- PECTIVA COMERCIAL ----- Cyro Cunha Melo	96
FERRO - PANORAMA ATUAL ----- Marcos Tadeu Vaz de Melo	109

APRESENTAÇÃO

Este Boletim discute alguns dos recursos minerais que têm auxiliado o desenvolvimento da moderna civilização brasileira. Eliminam-se esses recursos e o Brasil - e Minas Gerais - caminharão para o retrocesso, modificando nossos indicadores econômicos e sociais.

A mineração brasileira ainda incipiente muito avançou nos últimos quinze anos e tem, nos bens minerais tratados no presente Boletim, um dos seus pilares. A atual civilização, como um todo, depende dos recursos minerais para a sua sobrevivência. Os rendimentos auferidos com a produção, venda e transformação dos minérios de ferro, manganês, nióbio, fosfato e ouro têm contribuído de modo decisivo para apoiar a evolução econômica do Estado de Minas Gerais.

A moderna civilização tem como seu sustentáculo principal a geologia e a mineração. Essa é uma afirmativa forte, mas como contestá-la? Sem os minerais, regrediríamos. É possível que regredir seja a opção aceita por uma parcela da sociedade.

Um filósofo e humanista propunha, três séculos atrás, com base em seu racionalismo absoluto, conhecer pela causa, eliminando-se o conhecimento pelos efeitos. Os organizadores do **4º Simpósio de Geologia** oferecem aos seus participantes (e leitores do Boletim) estudos que contemplam o racionalismo de Espinosa, pois mostram a gênese da situação atual de alguns dos bens minerais que constituem, na maioria dos casos, as bases do desenvolvimento. Os trabalhos ora publicados foram originalmente expostos sob forma de conferências apresentadas durante o **4º Simpósio de Geologia**. O Boletim substancia os ensaios apresentados.

Os autores dos ensaios foram convidados pela Comissão Organizadora do Simpósio e são profissionais profundamente envolvidos com os assuntos discutidos, garantindo-se assim, a seriedade e abrangência dos mesmos. O leitor verificará a estreita relação dos trabalhos com a atual situação brasileira. Prognósticos para a próxima década são, também, apresentados.

A ênfase dos ensaios não é focalizada sobre a geologia dos recursos minerais sob discussão. Não se trata, ademais, de um estudo compreensivo da mineração desses recursos. Os autores foram solicitados a oferecer à comunidade, visões amplas das situações atual e futura, sob um enfoque que avançasse sobre o posicionamento da própria indústria de mineração, como um todo. O perfil do sistema produtivo nacional e estadual, em alguns casos, internacional, é apresentado para cada bem mineral. O estágio presente da política mineral brasileira é examinado. O leitor notará que independente-

mente de um ideário político comum, os autores dos ensaios mostram claras propostas em relação ao aproveitamento dos bens minerais brasileiros. À uma política tortuosa propõem-se objetivos claros; sugerem-se políticas, mesmo que não explícitas. Os interessados, frente aos dados, podem formar sua própria opinião.

O presente Boletim contempla o fluído campo da economia e política minerais. Em geral, não compramos uma tonelada de minério de ferro ou de manganês ou de fosfato, nem dezenas de quilos de nióbio (mas compramos gramas de ouro!). Por isso, e como uma norma, essas quantidades de metal e de rocha industrial são comercializadas sob forma de produtos manufaturados. A mineração e a indústria, na visão catastrófica de parte da sociedade, são atividades esteticamente condenáveis e comunitariamente prejudiciais. Ao contrário, as pessoas de senso comum vêm a mineração (e, por conseqüência, a geologia que gera condições para sua existência) como uma atividade que produz materiais em uns tantos lugares, restritos, onde certas substâncias de interesse são extraídas com lucro - mesmo que existam opositores a tal idéia.

Em um volume dedicado a aspectos variados de um grupo selecionado de bens minerais, parece-nos muito acertada a escolha das matérias-primas sob discussão, pois não é preciso justificar a importância do ferro, manganês, fosfato, nióbio e ouro, objeto das presentes contribuições. A seleção desses bens foi natural; volta-se para alguns tipos comuns de minerais produzidos abundantemente no Estado de Minas Gerais, que originam saliente massa de recursos financeiros. Outros materiais, como calcário, titânio, diamante, zinco, etc., não podem ser considerados críticos para a economia do Estado, no momento. É possível que, em futuros simpósios, sejam debatidos.

O coordenador temático não exerceu qualquer tipo de controle editorial sobre os ensaios ora divulgados. Todos eles são igualmente relevantes, sob nossa ótica. É claro que outras contribuições importantes poderiam ser apresentadas, a respeito dos temas sob discussão. Limitações diversas impediram que isso fosse feito. Esperamos que críticas e sugestões sejam oferecidas em relação à iniciativa pioneira da Comissão organizadora do Simpósio, que decidiu oferecer à comunidade, uma discussão sobre o "Panorama dos Recursos Minerais" dos bens selecionados.

Os autores das contribuições contidas neste volume evocam fatos diversos e suas dependências. Um leitor incomumente crítico poderia insistir em uma apreciação mais ampla dos fatos e das estruturas a eles ligados. Pessoalmente estou convencido que o início de uma prática determinada sempre implicará em revisões expositivas e metodológicas, induzindo um benefício de efeito multiplicador.

Em nenhuma reunião (recente) de geocientistas brasileiros mostrou-se de modo tão ex-

plícito a situação de bens importantes como os que aqui são tratados. Nota-se, em todos os ensaios, grande preocupação com uma "mise en forme" crítica. O leitor poderá criticar o método adotado para a análise dos temas. Penso, contudo, que a liberdade atribuída aos autores é essencial para que nós, interessados, possamos dissecar os assuntos.

O Boletim ora dado à publicação, com secções redigidas por autores diferentes, mostra estilos e particularmente, linguagens variados impossíveis de uniformizar. Como foi delegado aos autores a escolha do modo de abordagem, podemos perder em coerência editorial ganhando, contudo, em elegância de exposição.

O Núcleo de Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Geologia tem enorme satisfação em entregar à apreciação, análise e crítica da comunidade este Boletim nº 8.

J.H.Grossi Sad
Coordenador Temático
Agosto/1987

/HA.

DEDICATÓRIA

O presente Boletim é dedicado à memória de Manoel Teixeira da Costa (1923-1979), eminente geocientista mineiro, mestre e amigo de quantos os que se beneficiaram do seu convívio e do seu conhecimento.

Anais do 4º Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1987

PANORAMA DO FOSFATO EM MINAS GERAIS

Por

Raymundo Fusaro (Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS)

Luiz C. de Alvarenga, Luiz A.F. de Barros e Ivan V. Barros
(Fertilizantes Fosfatados S.A. - FOSFERTIL)

J.H. Grossi Sad (Geologia e Sondagem Ltda. - GEOSOL)

RESUMO

O presente trabalho trata de forma sucinta dos segmentos da indústria de fosfato, faz alusão à indústria de fertilizantes, mostra a participação da PETROFERTIL e, em especial, a importância que o Estado de Minas Gerais representa neste contexto.

Apesar de nova e operando em reservas minerais de alta complexidade mineralógica e morfológica, a indústria nacional de fosfatos tem respondido ao aumento da demanda, investido em tecnologia, aplicado os conhecimentos adquiridos, e vem obtendo resultados positivos no aumento da recuperação, na redução de custos e na qualidade dos produtos.

Ao apresentar uma avaliação das perdas de fósforo, desde o estabelecimento da cava de mineração até a sua absorção pelas plantas, o trabalho procura sensibilizar os responsáveis pelas políticas do aproveitamento do fosfato no Brasil na tomada de decisão que o assunto implica.

FÓSFORO E OS JAZIMENTOS DE FOSFATO

O fósforo se origina em rochas magmáticas, onde se apresenta na forma de fosfato - associado ao cálcio e, normalmente, ao fluor, ao cloro e à hidroxila, formando, respectivamente, a fluorapatita, cloroapatita e a hidroxiapatita.

O fósforo, embora tenha múltiplas aplicações, tem 90% de sua produção nos dias atuais utilizada na fabricação de fertilizantes; no Brasil, particularmente, esse percentual sobe para 98%.

Este trabalho tem por objetivo analisar o fósforo, ainda que genericamente, sob o ponto de vista de sua utilização na fabricação de fertilizantes, em suas diversas fases de produção e comercialização e em especial mostrar o papel do Estado de Minas Gerais neste contexto.

As jazidas de fosfato são associadas com ambientes sedimentares e magmáticos - que representam, respectivamente, 80% e 20% da reserva mundial do minério.

Um primeiro tipo de depósito sedimentar, é que se ressalta como o de maior importância econômica, é o jazimento constituído de fosforitos.

O fosforito tem ocorrência em massas compactas ou nodulares, podendo, em muitos casos, apresentar um teor de P₂O₅ que dispensa processos mais sofisticados de concentração, normalmente necessários para conceder-lhe as indispensáveis condições de solubilização. Esse tipo de deposição sedimentar, formado em ambiente marinho, associa o fósforo à matéria orgânica e à sulfetos (na forma de marcassita e/ou piritita), demonstrando que as condições de deposição são redutoras. Esse processo de formação sedimentar é originário em ambientes marinhos mais profundos, onde os organismos, ao penetram nessas camadas, liberam o fósforo. As correntes ascendentes das águas, já ricas em concentração de fósforo, permitem um notável aumento da atividade orgânica determinando o surgimento de ricas concentrações.

As camadas de fosforito têm idade Cambriana a Pleitocena e são muito uniformes em grandes extensões. Geralmente, interestratificam-se com folhelhos e rochas carbonáticas, gradando-se para folhelhos e apresentam estrutura oolítica e um perfil fossilífero.

Os jazimentos comerciais mais importante de fosforito são encontrados no Norte da África, no Sudeste Norteamericano, no Nordeste das Montanhas Rochosas e na região Oriental dos Urais (URSS).

Um segundo tipo de depósito sedimentar (guanos) se origina de um processo de deposição dos excrementos das aves marinhas, nos recifes de corais, em relação aos quais o excremento reage com o material carbonático neles contidos, formando a rocha fosfática.

As ocorrências mais típicas e importantes desse jazimento são as das ilhas Christymas e Nauru, no Oriente.

As jazidas magmáticas, ao contrário das sedimentares, ocorrem em áreas limitadas, normalmente em corpos intrusivos-extrusivos, constituídos de rochas alcalinas-ul

trabásicas, tais como piroxenitos, dunitos, glimeritos e carbonatitos.

Além de baixos teores de P₂O₅, mesmo em concentrações residuais, esses jazimentos apresentam variações mineralógicas no corpo mineralizado, que exigem sofisticados processos de concentração para atribuir ao concentrado as características necessárias ao processo de solubilização.

Um primeiro tipo destes depósitos encontra-se associado com rochas alcalinas. O mais representativo é o de Khibina Tundra na península de Kola (URSS). Este depósito é constituído por um maciço cretácico, injetado em rochas precambrianas, de forma circular e formado por ijolito-urtito e sienito nefelínico. Entre os dois tipos rochosos posicionou-se um corpo de apatitito, cuja lente principal tem 25-75% de apatita (+ nefelina, aegerina e horniblenda).

Um segundo tipo de depósito magmático, também ligado à rochas ultrabásicas-alcalinas (silico-carbonatitos / carbonatitos), é especialmente importante para o Brasil, uma vez que o País detém as maiores reservas mundiais dessa configuração.

Esses depósitos são endógenos, contendo calcita e/ou dolomita associadas a complexos ultrabásicos-alcalinos, portadores de acumulações de elementos como: zircônio, nióbio, estrôncio, titânio, terras raras, apatita e vermiculita.

Nesse tipo de jazimento, o fósforo recuperado é aquele contido na apatita. Na rocha apatítica, a concentração de P₂O₅ é baixa, ocorrendo na faixa de 5 a 15%, enquanto que no manto residual de decomposição pode atingir até 25% pelo enriquecimento supergênico.

Reservas

Os recursos de fosfato são da ordem de 146 bilhões de toneladas de minério (40 milhões de toneladas de P₂O₅ contido). As maiores concentrações por continentes ocorrem na África e América do Norte e, por países, no Marrocos e USA (Quadro 1).

MINERAÇÃO DE FOSFATO

A industrialização das reservas de fosfato para fertilizantes é composta de três segmentos: **mineração, solubilização e mistura**. Estes segmentos objetivam: primeiro a obtenção de um concentrado fosfático; segundo, a de tornar o fósforo mais disponível às plantas e, finalmente, adicionar ao fósforo os demais nutrientes necessários as plantas. A figura 1 mostra os segmentos da indústria, a partir do recurso mineral.

A mineração de fosfato, para produzir o concentrado ou "**rocha fosfática**", envolve duas fases distintas: a lavra e o beneficiamento físico. O fluxo da figura 1 sugere, de forma simplificada, que se o fósforo contido no minério apresenta alta solubilidade mesmo com baixa concentração, o produto final pode ser obtido na mineração (Fosfato Natural); segundo, se os contaminantes são elevados e o nível de concentração mesmo baixo, o produto final pode ser obtido com a fusão do concentrado (Termo

Quadro 1 - Reservas Potenciais de Fosfato (Fonte: Fertilizer Manual/IBRAFOS)

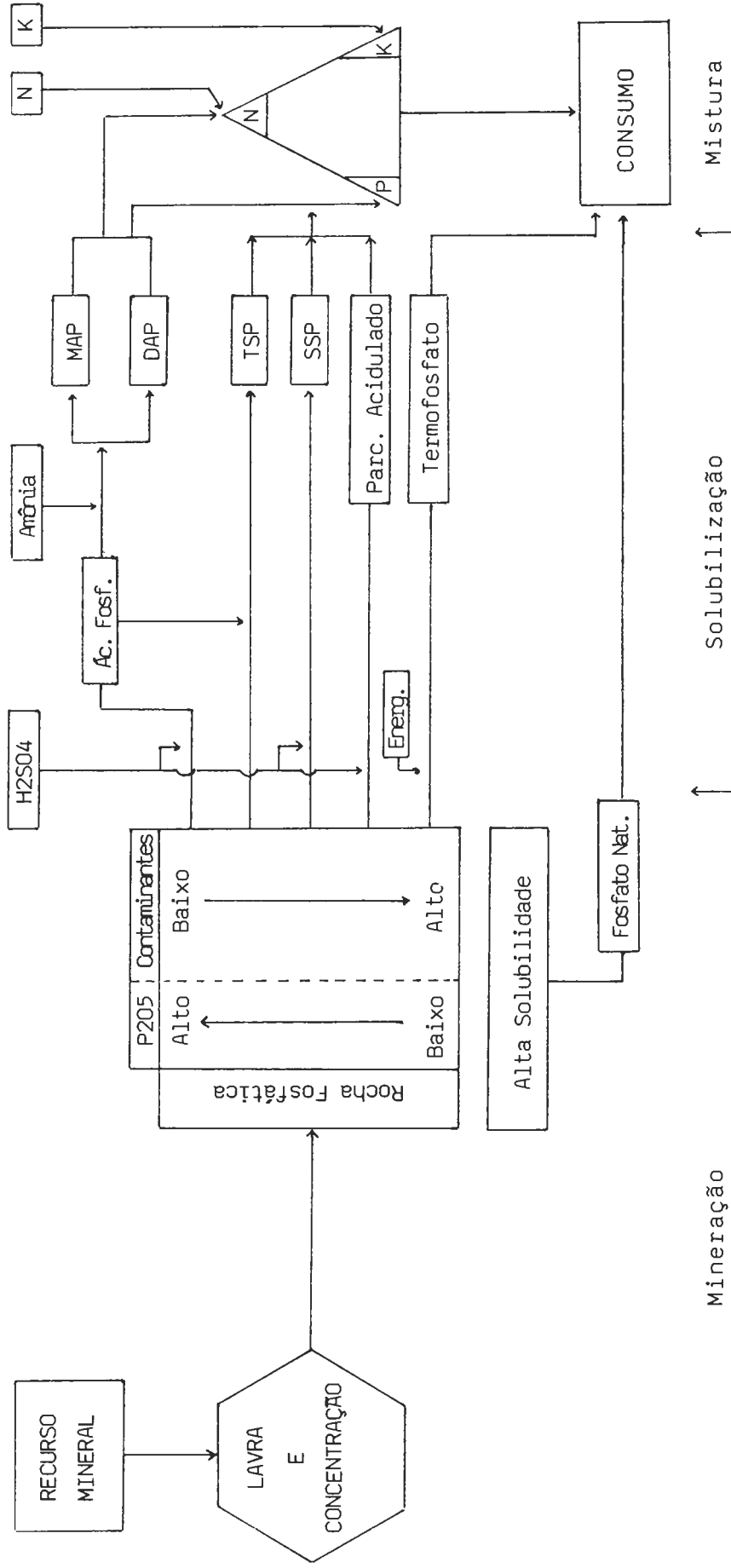
REGIÃO	RESERVAS DE MINÉRIO MILHOES DE TONELADAS		RESERVAS DE P2O5			
			MILHOES DE TONEL.	PERCENTUAL		
1. ÁFRICA . Marrocos	40.000	67.189	12.000	20.109	29,6	49,7
2. ORIENTE MÉDIO . Arábia Saudita	1.000	4.890	300	1.352	0,7	3,3
3. ASIA . China	15.000	17.260	4.500	5.060	11,1	12,5
4. OCEANIA . Austrália	2.000	2.116	600	639	1,4	1,6
5. AMÉRICA DO NORTE . E.U.A.	35.600	36.790	9.246	9.593	22,8	23,7
6. AMÉRICA CENTRAL E SUL . Brasil . Peru	3.840 6.100	10.604	379 1.830	2.408	0,9 4,5	5,9
7. EUROPA (incluindo URSS) . URSS	7.125	7.458	1.283	1.332	3,1	3,3
Total		146.307		40.493		100

fosfato), ou por acidulação parcial (Fosfato parcialmente Acidulado); e, finalmente , existe uma faixa em que o nível de contaminantes e o grau de concentração da rocha elegem um método de solubilização. O concentrado fosfático quase sempre apresenta características diversas em suas faixas granulométricas, em razão do que , um simples corte granulométrico durante a concentração pode dividir um concentrado em outros mais aptos para utilização em determinados processos de solubilização.

A adequação dos processos industriais às características dos jazimentos tende a exigir mais pesquisa tecnológica para superar as dificuldades resultantes do aumento de "contaminantes" das reservas que tem ocorrido nas reservas remanescentes. Os principais contaminantes dos concentrados são os óxidos de ferro, de alumínio, de magnésio e os carbonatos

Conclui-se pelo exposto e análise da figura 1, que a indústria de fertilizantes é, como várias outras que trabalham com recursos minerais, sensível às características do minério, exigindo uma interação de seus segmentos na análise prévia da vocação do minério para eleição dos processos industriais.

Fig. 1 - Segmentos da Indústria de Fertilizantes



Identificação das Siglas: **MAP**- Fosfato de Monoamônio; **DAP**- Fosfato de Diamônio; **TSP**- Superfosfato Triplo; **SSP**- Superfosfato Simples ; **NPK**- Fertilizante formulado, N=Nitrogênio, P=Fósforo e K=Potássio.

Produção e Exportação

A produção mundial de rocha fosfática em 1986 atingiu 142 milhões de toneladas (Quadro 2), sendo 70% produzidas em três países: Estados Unidos, Rússia e Marrocos.

A exportação de rocha fosfática em 1986 foi de 44,0 milhões de toneladas e , entre os Continentes, de 36 milhões de toneladas, (Quadro 3 e figura 2).

A nível mundial, existe um excesso de oferta de rocha fosfática que tem provocado a redução nos preços, refletindo na rentabilidade das empresas e ocasionando o fechamento de algumas minerações. Esse fato tem, ainda, causado a retração de investimentos em novos projetos para produção de rocha e modificado o perfil dos exportadores, que tem passado a exportar ácido fosfórico ou fertilizantes, como ocorrido com o Marrocos e a Tunísia.

MINERAÇÃO DE FOSFATO NO BRASIL

O início da mineração do fosfato no Brasil se deve ao pioneirismo da CIA. SERRANA DE MINERAÇÃO que, desde a década de 40 até a de 60, lavrou a parte residual de sua jazida em Jacupiranga/SP. Esgotada a reserva de minério residual, em 1970, a SERRANA passou a trabalhar com rocha fresca de baixo teor e com a apatita associada a carbonato. A tecnologia de flotação deste minério foi desenvolvida na SERRANA, adaptada e adotada no aproveitamento das reservas do Barreiro/MG, Tapira/MG e Catalão/GO.

Considerando a representatividade no mercado mundial das rochas produzidas na Florida e no Marrocos, em quantidade, qualidade e preço, tornou-se recomendável um estudo comparativo das operações industriais ali praticadas, para um balisamento na implantação de novos projetos no Brasil.

Sob esta ótica, o IBRAFOS encomendou à PAULO ABIB ENGENHARIA um estudo que, entre outros objetivos, comparasse, de forma técnica e econômica, todos os procedimentos envolvidos naquelas operações.

Nas minerações da Florida (EUA), as jazidas são sedimentares, o minério é uniforme, com teores médios (cerca de 30% apatita) e os minerais de ganga são constituídos de quartzo e argila. Um esquema típico do aproveitamento destas jazidas é iniciado com a lavra a céu aberto, praticada normalmente pelo método de tiras; a seguir o minério lavrado é depositado em um poço, onde, pela adição de água, os torrões se decompõem, formando uma polpa, que é bombeada para a instalação de beneficiamento. No beneficiamento, um peneiramento retém um produto denominado "Pebble Phosphate" , com cerca de 32% P₂O₅, e o passante na peneira é submetido às seguintes operações : moagem, deslamagem e flotação.

Nas minerações do Marrocos, as jazidas são sedimentares, uniformes e lavradas a céu aberto (por tiras), porém, em alguns casos, quando a economicidade recomenda, a lavra é subterrânea. O minério, de alto teor (70% de apatita), é peneirado para descartar a fração grossa que é estéril. O passante da peneira, depois de seco, já é o produto final.

Quadro 2 - Produção Mundial de Rocha Fosfática - 1986

Fonte: Phosphate Rock Statistic

PAÍS	PRODUÇÃO 10 ³ t	P2O5 10 ³ t	TEOR MÉDIO (P2O5)
Estados Unidos	38.884	11.853	30,5
URSS	33.200	10.343	31,1
Marrocos	21.178	6.728	31,8
China (E)*	9.500	2.850	30,0
Jordânia	6.249	2.072	33,2
Tunísia	5.951	1.753	29,5
Brasil	4.509	1.620	35,9
Israel	3.673	1.107	30,1
África do Sul	2.923	1.059	36,2
Togo	2.314	840	36,3
Outros	13.568	4.256	31,4
Total	141.949	44.481	31,3

* (E) - Estimada

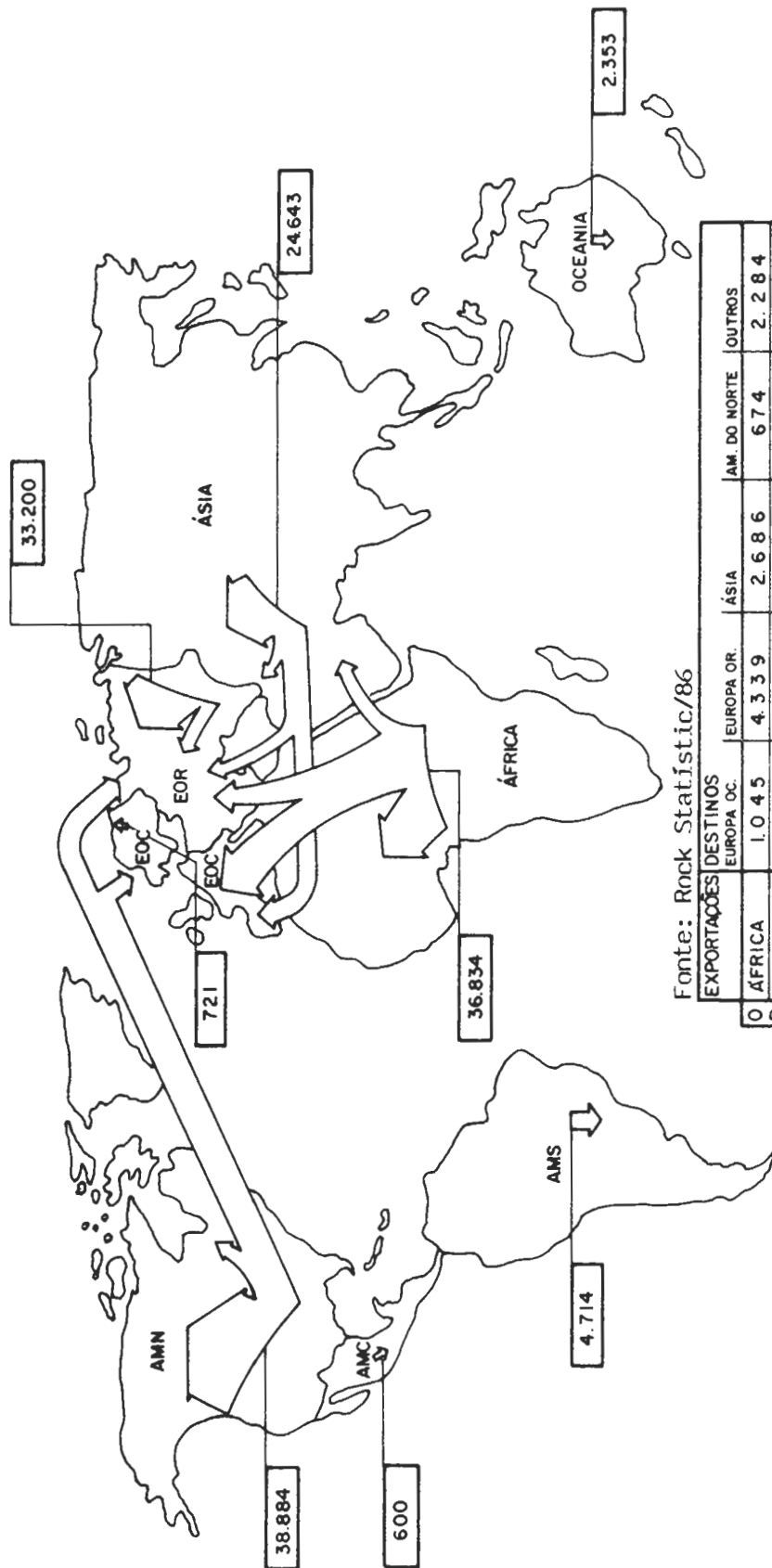
Quadro 3 - Exportação Mundial de Rocha Fosfática - 1986

Fonte: Phosphate Rock Statistic

PAÍS	EXPORTAÇÃO 10 ³ t	EXP/PROD (%)
Marrocos	13.696	65
Estados Unidos	9.007	23
Jordânia	5.199	83
URSS	3.242	10
Israel	2.488	68
Togo	2.266	98
Nauru	1.494	100
Sengal	1.353	73
Outros	5.520	17
Total	44.265	31

Figura 2

FLUXO MUNDIAL DE ROCHA FOSFÁTICA (1.000 t) - 1986



Fonte: Rock Statistic/86

EXPORTAÇÕES	DESTINOS				
	EUROPA OC.	EUROPA OR.	ÁSIA	AM. DO NORTE	OUTROS
O	1.045	4.339	2.686	674	2.284
R	2.710	675	2.892	2.107	623
I	2.859	1.910	2.732	33	1.455
G	343	2.900	--	--	--
E	615	778	876	--	299
M					

As jazidas brasileiras, de origem magmática, se comparadas com as anteriores, apresentam uma mineralogia muito mais complexa, desuniforme e com baixo teor de apatita (20%). Os métodos de lavra são a céu aberto, com rígidos controles das suas frentes e exigindo sofisticados e onerosos métodos de beneficiamento, através de britagens sucessivas, homogeneização, moagens, separações magnéticas, deslamagens e flotações.

Um balanço de massa simplificado é apresentado no Quadro 4, demonstrando as diferentes recuperações e razões de concentração.

O Quadro 5 compara os Custos Industriais (FOB e CIF nos Portos Brasileiros), e Preços de Venda Calculados.

Quadro 4 - Balanço de Massa Simplificado (Fonte: PAA-IBRAFOS)

	ALIMENTAÇÃO	CONCENTRADO	REJEITO	RECUPERAÇÃO EM P205 (%)	RAZÃO DE CONCENTRAÇÃO
Florida					
Massa (t)	100	25	75	70	4,0
Teor P205 (%)	11,5	32,0	4,4		
Marrocos					
Massa (t)	100	86,0	14	92	1,2
Teor P205 (%)	30	32,0	18,0		
Brasil					
Massa (t)	100	17	83	66	6,0
Teor P205 (%)	9,0	35,0	3,7		

Quadro 5 - Comparação de Custos FOB e CIF - Portos Brasileiros (US\$/t P205)

	BRASIL		FLORIDA		MARROCOS	
	A	B	A	B	A	B
FOB- Fábrica	108,2	170,04	95,13	144,12	52,57	75,47
CIF- Santos	155,64	219,16	238,82	296,20	200,52	224,18
CIF- Rio Grande	211,14	276,64	238,82	296,20	200,63	224,18

A: Custos Industriais

B: Preço de Venda Calculado

(Fonte: PAA-IBRAFOS)

As reservas brasileiras e a capacidade instalada de produção de rocha fosfática estão demonstrados na figura 3, e a participação de Minas Gerais, como se vê, é de 75% das reservas e de 50% da produção nacional.

A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES NO BRASIL

A indústria de fertilizantes no país iniciou-se pela implantação de unidades de solubilização e misturas situadas no litoral do Rio Grande do Sul e de São Paulo, utilizando matérias primas e produtos intermediários, importados.

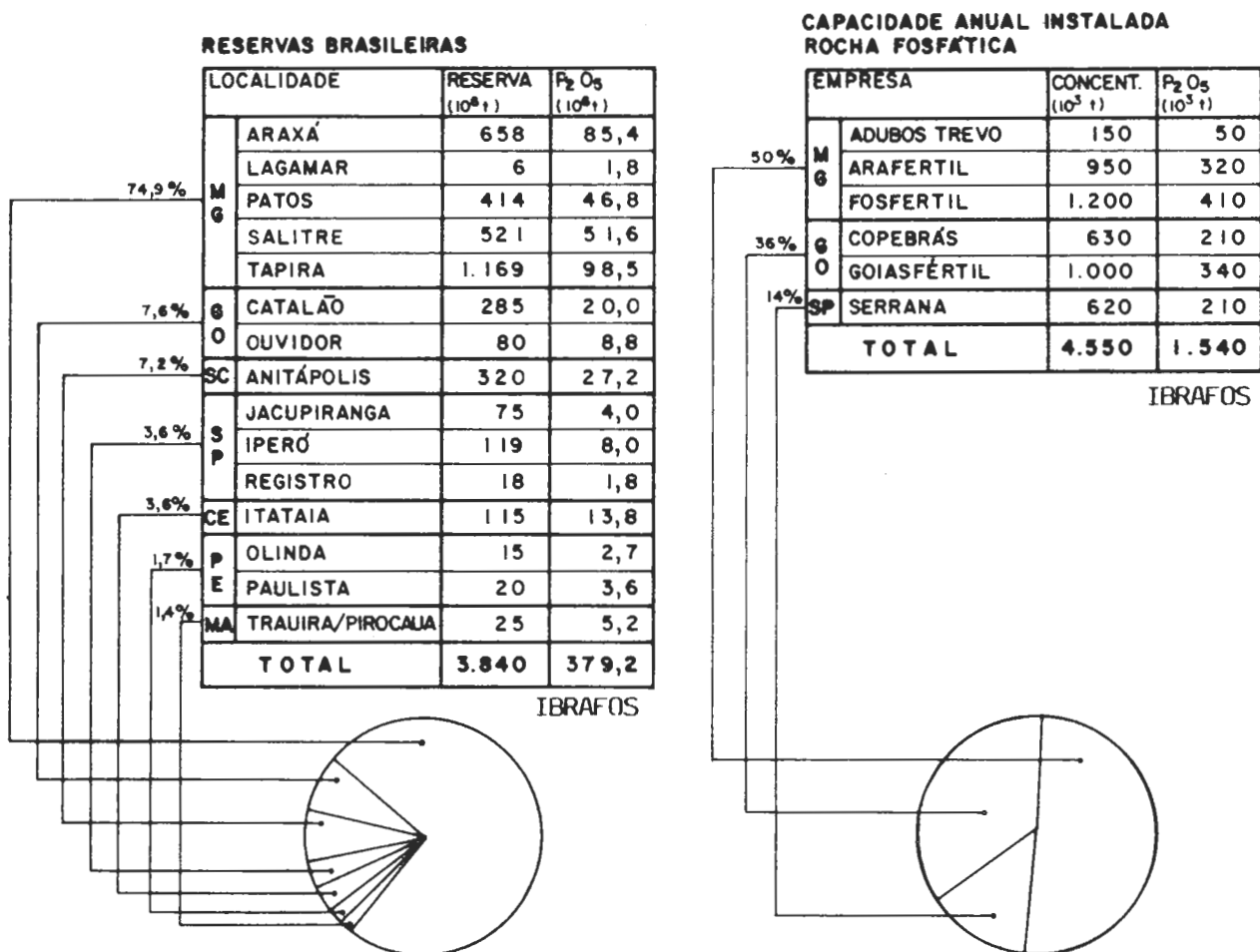
Na década de 70 foram realizados os maiores investimentos para produção de rocha e fabricação de produtos intermediários para fertilizantes. A rota de solubilização adotada foi a de sulfúrico-fosfórico, sendo que das 5 unidades produtoras de fosfórico, 3 delas foram dimensionadas para rocha importada e operam atualmente com rocha nacional (Quadro 6).

Organização

O setor de fertilizantes está organizado em quatro níveis:

- **Nível 1** - compreende as empresas da iniciativa privada que produzem e comercializam matérias primas básicas, intermediárias, fertilizantes básicos e misturas NPK.
- **Nível 2** - compreende as empresas do Grupo Estatal PETROFERTIL (PETROBRÁS) que produzem e comercializam matérias primas básicas e intermediárias e fertilizantes básicos.
Este grupo de empresas não atua no segmento de misturas ou nas vendas indiretas aos agricultores.
- **Nível 3** - compreende as empresas da iniciativa privada, que produzem e vendem fertilizantes básicos e misturas NPK e que adquirem suas matérias primas de terceiros.
- **Nível 4** - compreende as empresas da iniciativa privada ou cooperativas de agricultores que vendem e distribuem fertilizantes básicos e misturas NPK, adquirindo esses produtos de terceiros.

Figura 3



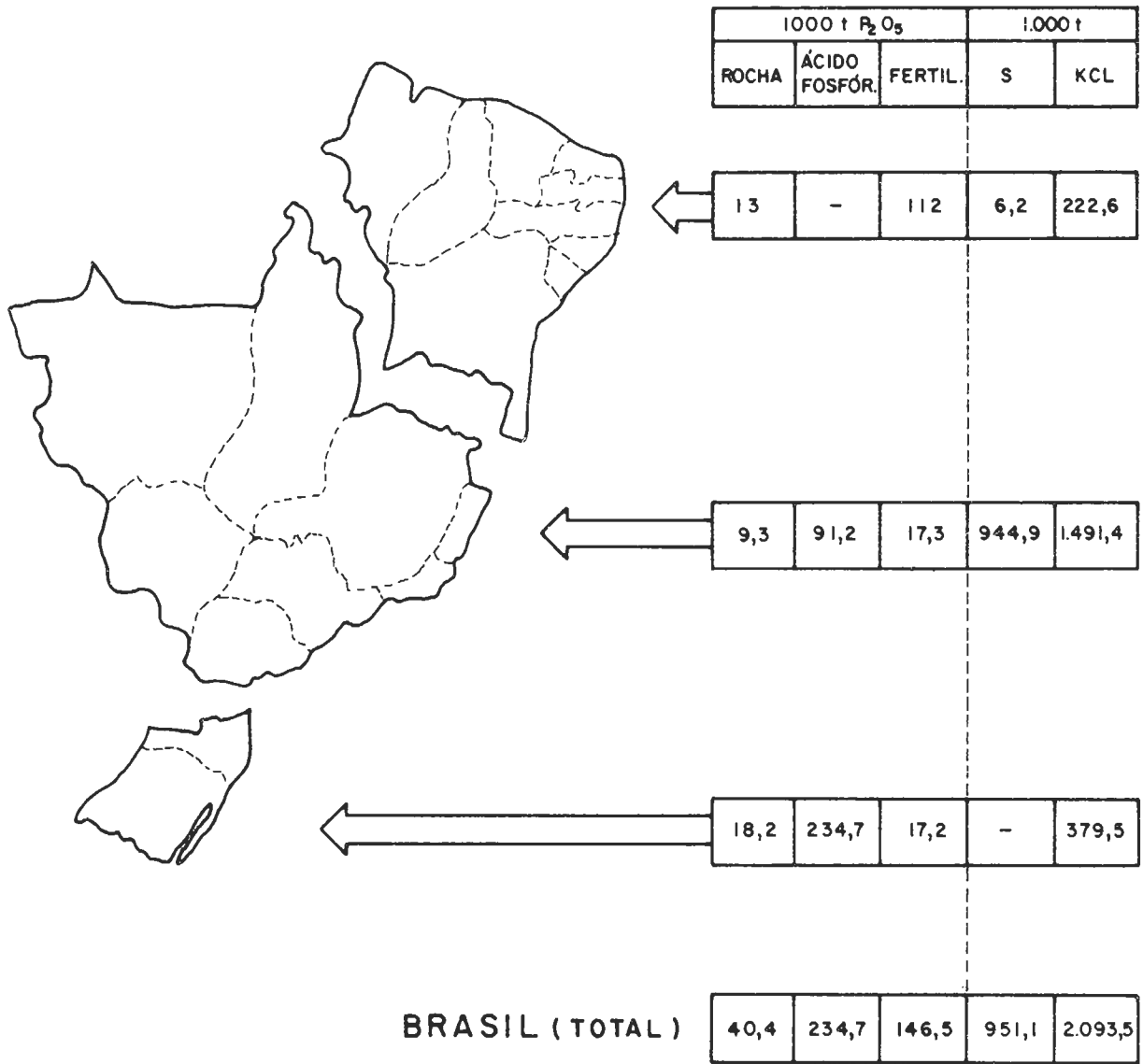
Quadro 6 - Perfil da Indústria de Fertilizantes

Fonte: P.A.A. - J.L. Beraldo

	ULTRAFERTIL	COPEBRÁS	QUIMBRASIL	FOSFERTIL	ICC
Localização	Piaçaguera/SP	Cubatão/SP	Jacupiranga/SP	Uberaba/MG	Imbituba/SC
Capacidade (t/ano P205)	72.000	100.000	75.000	365.000	118.800
Rocha					
. Original Proj.	Florida	Marrocos	Jacupiranga	Tapira	Bu-Craa
. Atual	Catalão	Catalão	Jacupiranga	Tapira/Catalão	Catalão
Início operação	1974	1974	1975	1980	1980

Figura 4

IMPORTAÇÕES REGIONAIS BRASILEIRAS · 1986



Fonte: ANDA

Consumo, produção e importação

O consumo aparente de fertilizantes fosfatados no Brasil, entre 1950 e 1957, apresentou uma taxa de crescimento de 11% ao ano, passando de 51.000 a 119.000 toneladas/ano de P2O5. A partir daí, e até 1966, o consumo oscilou em torno de 130.000 toneladas/ano de P2O5, mas desceu ao nível de 117.000 toneladas no final do período, com uma taxa de crescimento praticamente nula.

Criado o Fundo de Estímulos Financeiros ao Uso de Fertilizantes e Suplementos Minerais (FUNFERTIL), em 1966, iniciou-se um novo crescimento no consumo de fertilizantes, que atingiu níveis de 2 milhões de toneladas de P2O5 em 1980, representando uma taxa de crescimento de 21% ao ano.

A retirada do subsídio à aquisição de fertilizantes, em 1981, provocou uma queda na demanda e chegou a 47% em 1983. Após esse ano, o crescimento do consumo foi retomado e em 1986 atingiu 1,5 milhões de toneladas.

A produção de fertilizantes nesse ano de 1986 aumentou 236 vezes em relação a 1950, e como consequência, o consumo de fósforo (P2O5) passou de 6.000 para 1.416.000 toneladas.

As importações de fertilizantes que, em 1950, representavam 90% do consumo de 51.000 t/ano, decresceram, em 1986, para 10% do consumo, já então a um nível de 1.500.000 t/ano.

O Quadro 7 apresenta as diversas taxas médias anuais de crescimento da produção, do consumo e da importação de fertilizantes, rocha fosfática e fosfórico, para um período de 10 anos. Essas taxas indicam ter havido um crescimento bastante acentuado de produção de rocha fosfática (30% a.a) e uma diminuição na importação de rocha (21,8%). Do mesmo modo, nota-se que houve uma taxa de crescimento de 14,6% na produção de fosfórico, e uma taxa negativa de importação de 3,5%.

Em 1986, as importações brasileiras de produtos e insumos fosfatados, bem como de enxofre e cloreto de potássio estão apresentadas na figura 4, mostrando a dependência externa destes insumos. A dependência atual de cloreto é total e a de enxofre, muito elevada. Observa-se que a região Nordeste se caracteriza pela importação de fertilizantes, enquanto que as regiões Centro e Sul importam matéria prima (rocha) e ácido fosfórico.

A projeção da produção de rocha e fosfórico e do consumo aparente de rocha, fosfórico e fertilizantes fosfatados até 1995 é mostrada na figura 5.

As perspectivas de implantação de novos projetos para aumento da produção de fosfatados, além da otimização em andamento do Complexo de Mineração de Tapira são:

- Projeto Anitápolis/SC, para produção de cerca de 900.000 t/ano de rocha fosfática e verticalização através de fábrica de ácido sulfúrico e fosfórico (150.000 t/ano P2O5).

Quadro 7 - Taxas anuais de crescimento - Período 1976/1986

	PRODUÇÃO	CONSUMO	IMPORTAÇÃO
Fertilizantes	4,9	1,8	(9,8)
Rocha Fosfática	30,0	10,0	(21,8)
Fosfórico	14,6	5,9	(3,5)

- Projeto Itataia/CE de fosfórico que é a rota para extração do urânio contido;
- Implantação de fábrica de termofosfato da GOIASFERTIL, em Goiás;
- Expansão do Complexo Industrial de Uberaba, pela ampliação da capacidade de produção de ácido fosfórico.

Tais projetos prevêm investimentos superiores a 600 milhões de dólares.

Consumo e Produção Regional

A evolução regional do consumo aparente de fertilizantes fosfatados (Quadro 8) demonstra uma retração percentual significativa da Região Sul em favor da Região Centro.

O consumo de fertilizantes, em 1986, é mostrado na figura 6 e Quadro 8. Em 1986 a produção regional, de rocha fosfática, ácido fosfórico e fertilizantes concentrou-se na Região Centro (Quadro 9).

A simulação da figura 7, apresenta um fluxo interno de P2O5 contido na rocha, no ácido fosfórico e nos fertilizantes básicos e mostra que a indústria nacional se concentra em cinco Estados: Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Quadro 8 - Consumo aparente (Valores percentuais)

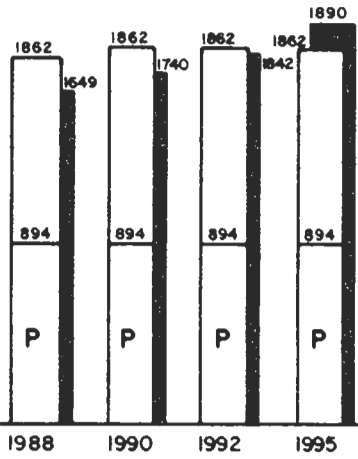
REGIAO	1971/75	1976/80	1980/85	1986
Norte/Nordeste	6,9	8,7	9,5	8,3
Centro (PR,SP,RJ,ES,MG, GO,MT,MTS)	51,9	59,6	67,3	70,6
Sul (SC,RS)	41,2	31,7	23,2	21,1

(Fonte: ANDA - SIACESP)

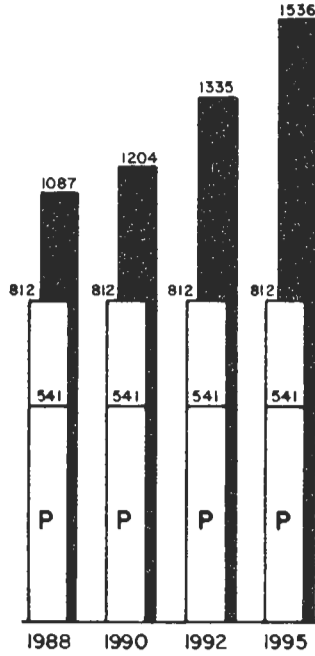
Figura 5

PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ROCHA, FOSFÓRICO E FERTILIZANTES

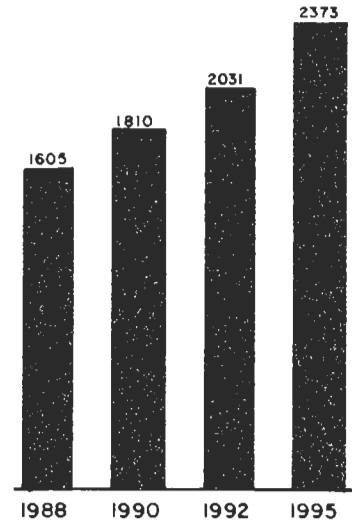
ROCHA FOSFÁTICA
PRODUÇÃO x CONSUMO



ÁCIDO FOSFÓRICO
PRODUÇÃO x CONSUMO



FERTILIZANTES FOSFATADOS
CONSUMO APARENTE



LEGENDA

- PRODUÇÃO
- CONSUMO
- P PETROFÉRTIL

Fonte: PETROFERTIL

Figura 6

FERTILIZANTES ENTREGUES
AO CONSUMIDOR FINAL - 1986
(1.000 t P₂O₅)

REGIÃO	ENTREGAS (1.000 t P ₂ O ₅)
SUL	305,6
CENTRO LESTE	611,4
CENTRO OESTE	410,8
NORDESTE	119,2

Fonte: ANDA

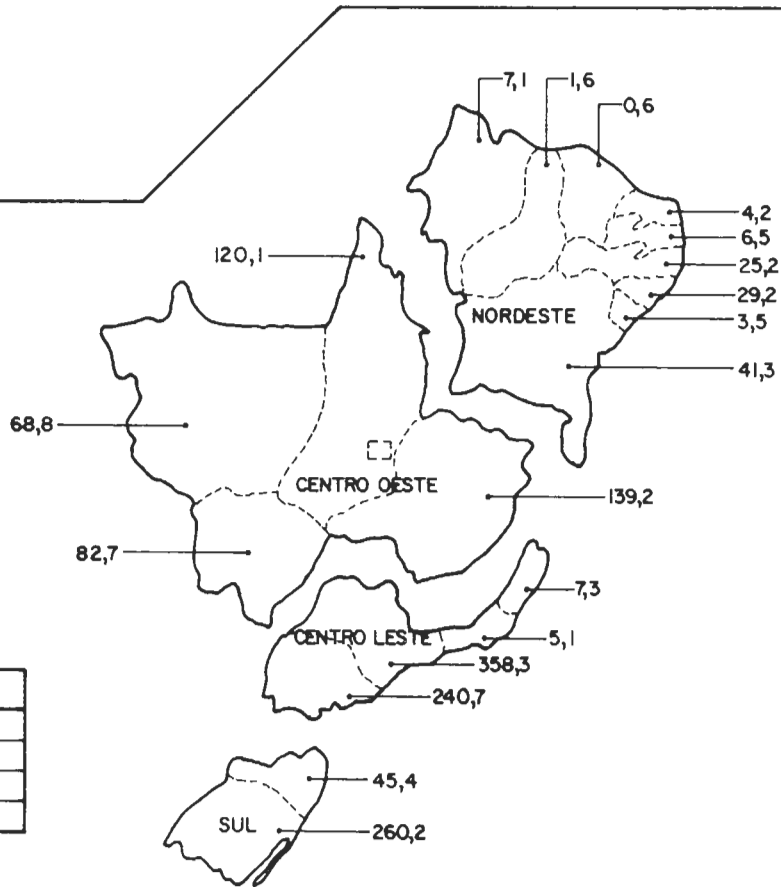
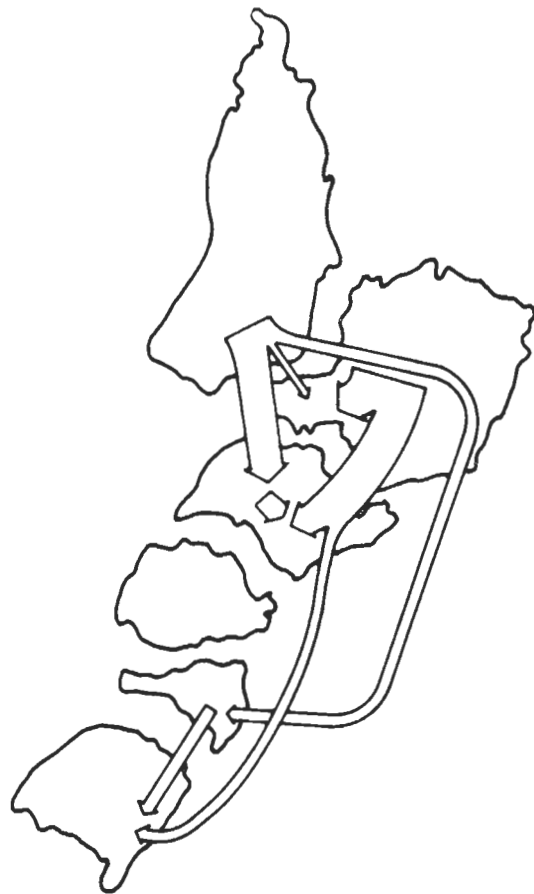
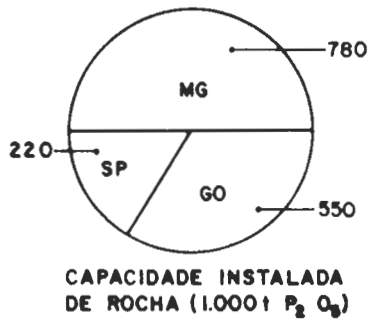


Figura 7

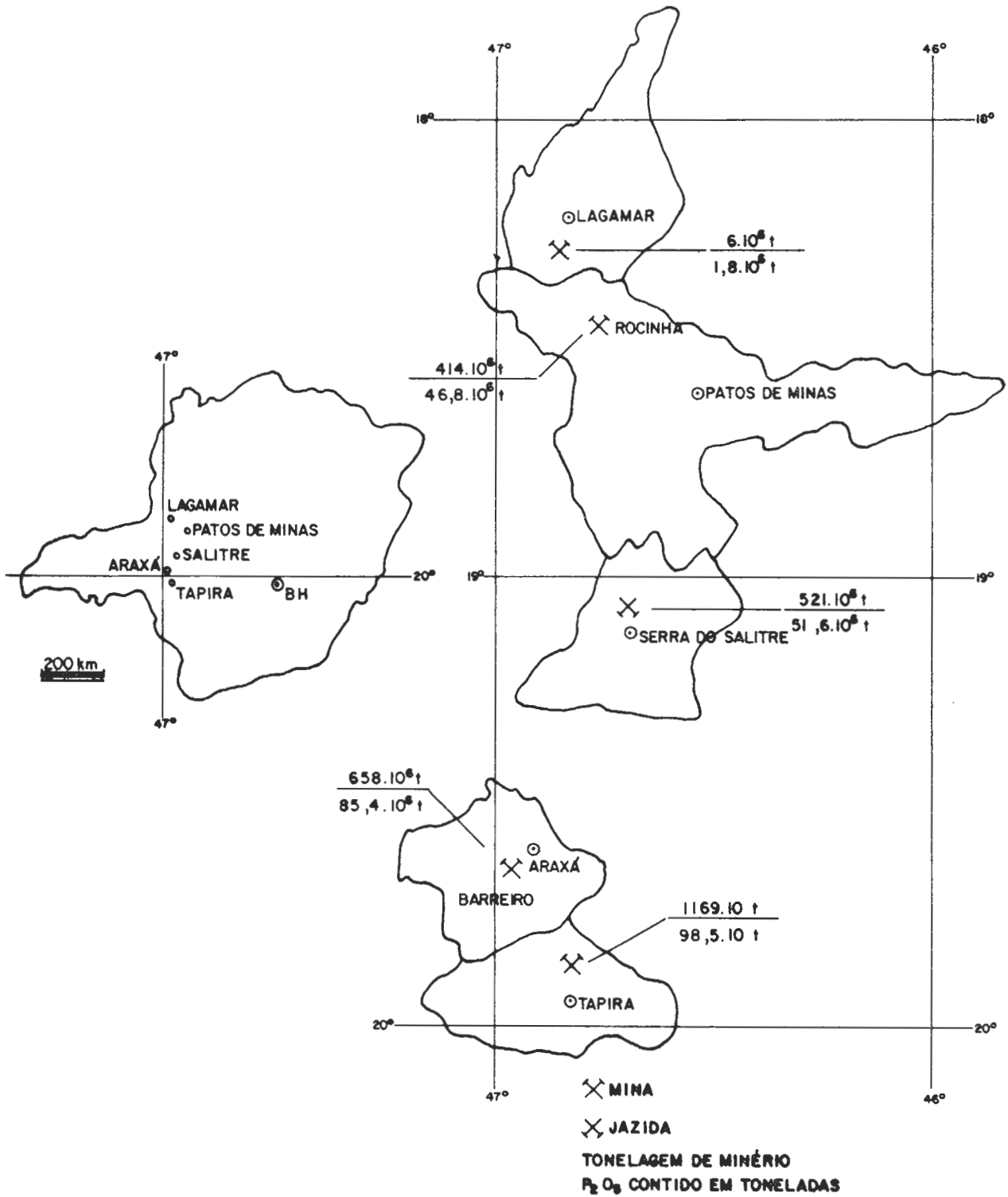
FLUXO NACIONAL SIMULADO DE P_2O_5 - 1986 (1.000 t P_2O_5)



ORIGEM	DESTINO SÃO PAULO			RIO GRANDE DO SUL			SANTA CATARINA ROCHA	MINAS GERAIS ROCHA	TOTAL
	FERT. BÁSICOS	FOSFÓRICO	ROCHA	FERT. BÁSICOS	FOSFÓRICO	ROCHA			
MINAS GERAIS	60	85	200	25	10	50	-	-	430
GOIÁS	-	-	350	-	-	-	130	70	550
SANTA CATARINA	-	-	-	-	120	-	-	-	120
TOTAL	60	85	550	25	130	50	130	70	1.100

Figura 8

JAZIDAS E MINAS DE FOSFATO NO ESTADO DE MINAS GERAIS



Quadro 9 - Produção Regional de P2O5 - 1986

	ROCHA		FOSFÓRICO		FERTILIZANTES	
	PROD.	%	PROD.	%	PROD.	%
Região Sul	-	-	92,6	14	305,6	21,1
Região Centro	1530,4	100	570,4	86	1022,2	70,7
Região Nordeste	-	-	-	-	119,1	8,2
Total	1530,4	100	663,0	100	1446,9	100

(Fonte: ANDA)

O PAPEL DE MINAS GERAIS

Minas Gerais detém 75% das reservas de fosfato do país, distribuídas em cinco áreas, conforme mostra a figura 8.

As empresas responsáveis pelo aproveitamento dessas jazidas são: ADUBOS TREVO, ARAFERTIL e FOSFERTIL.

A indústria mineira nasceu em 1961, com a instalação da CAMIG (Companhia Agrícola de Minas Gerais), projetada para produção de fosfato natural na jazida do Barreiro.

Na década de 70, o crescimento do mercado nacional e a elevação dos preços de rocha fosfática no mercado internacional criaram condições para o aproveitamento das reservas no Estado. Os maciços investimentos feitos no setor refletiram no aumento da produção em rocha, que passou de 23 mil toneladas em 1974 para 780 mil toneladas de P2O5 em 1986. As empresas responsáveis por esta produção foram: ADUBOS TREVO, ARAFERTIL e FOSFERTIL, respectivamente com 50.000, 340.000 e 390.000 toneladas anuais (P2O5).

Adubos Trevo S.A.

A TREVO minera a jazida de Lagamar. Tem capacidade instalada de 150.000 toneladas anuais de rocha fosfática.

A jazida contém 6 milhões de toneladas de minério, sendo 3,8 milhões com teores elevados (30% de P2O5) e o restante com 15%; os constituintes do minério são: quartzo, colofana, limonita, argilo-minerais e clorita.

A lavra é a céu aberto, e a relação estéril minério atual é de cerca de 10 por 1. O minério mais pobre é estocado e o rico (30% P2O5) é submetido à britagem, peneiramento e secagem (figura 9) e, posteriormente, utilizado em suas fábricas em Cubatão/SP e Rio Grande/RS.

Arafertil

A ARAFERTIL opera a reserva de fosfato do Barreiro em Araxá, de propriedade da CAMIG.

A jazida, formada por concentração residual, apresenta mineralogia complexa, com os seguintes minerais principais: apatita, limonita, flogopita-vermiculita, goethita, gorceixita, quartzo, magnetita, barita e monazita. Os grãos de apatita acham-se total ou parcialmente revestidos com películas de óxidos de ferro e que dificulta sua concentração.

As frentes de lavra são controladas e operacionalizadas a partir de controles diversos e, para tanto, exigem indagações chegando à caracterização mineralógica e tecnológicas de amostras de furos de sondagem.

A lavra é a céu aberto; atualmente a escala de produção anual é de 5 milhões de toneladas, a relação estéril minério 1:1 e o teor médio de 13% de P2O5.

O minério lavrado é submetido a britagens e peneiramento onde são separados dois produtos bitolados com 24 e 28% de P2O5, que são comercializados com a CAMIG e MITSUI para a produção de fosfato natural e termofosfato (figura 10A). O minério rebitado e homogeneizado alimenta uma Usina de Beneficiamento (figura 10B) envolvendo moagem, desmagnetização, deslamagem e flotação.

O início de operação ocorreu em 1977 e até hoje já foram executadas várias modificações objetivando um melhor aproveitamento do minério, a saber:

- Pré-classificação e separação dos finos naturais;
- Separação e obtenção de um concentrado apatítico fino (FCA) com níveis de impurezas mais elevado;
- Flotação em separado das frações grossas e finas dos produtos de deslamagem;
- Flotação da barita para as frações grossas e finas do produto deslamado;
- Replutuação do rejeito de flotação remoído, obtendo-se um concentrado mais impuro, "RCA";

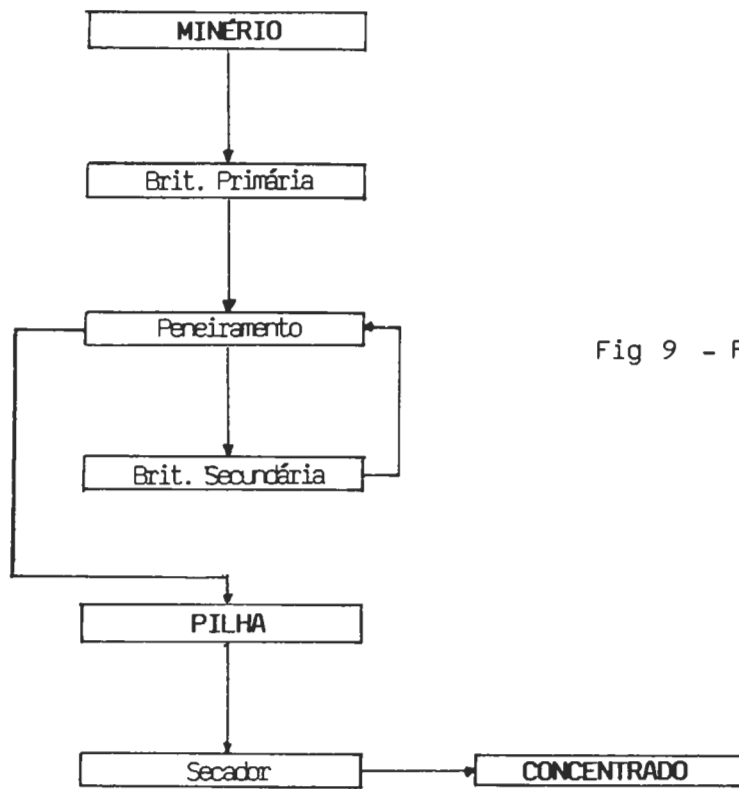


Fig 9 - Fluxograma ADUBOS TREVO

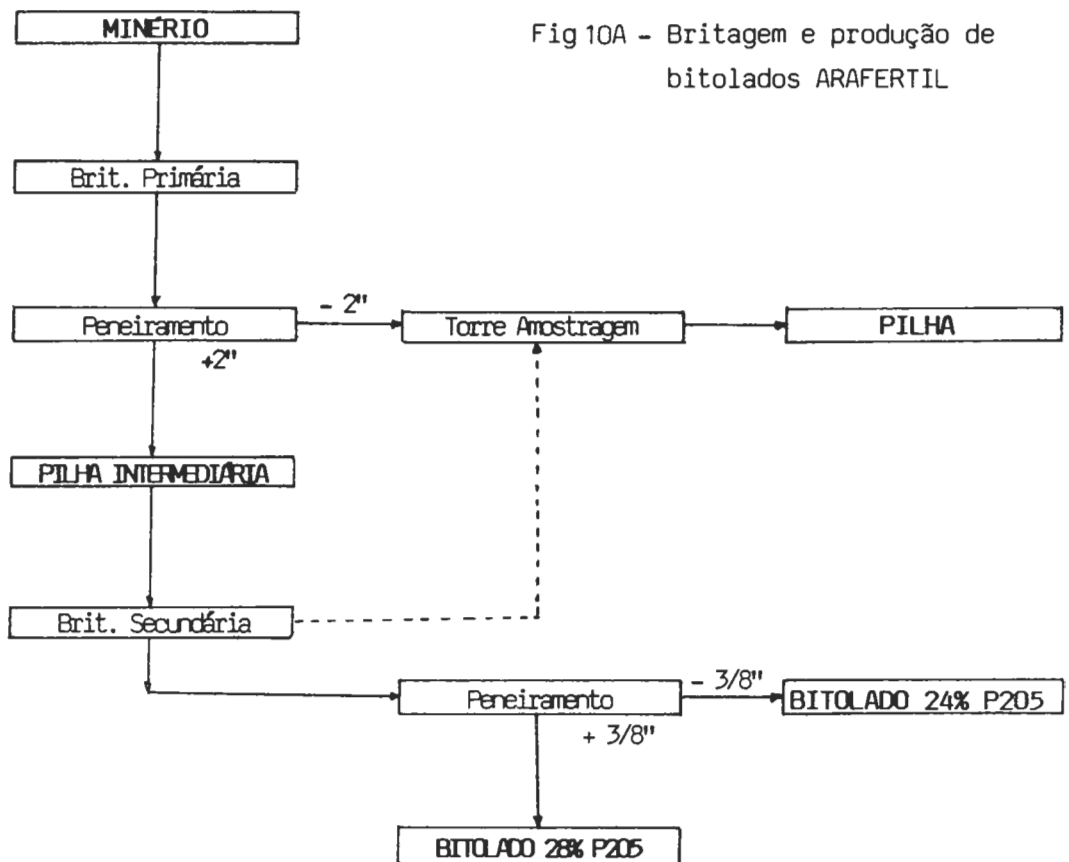
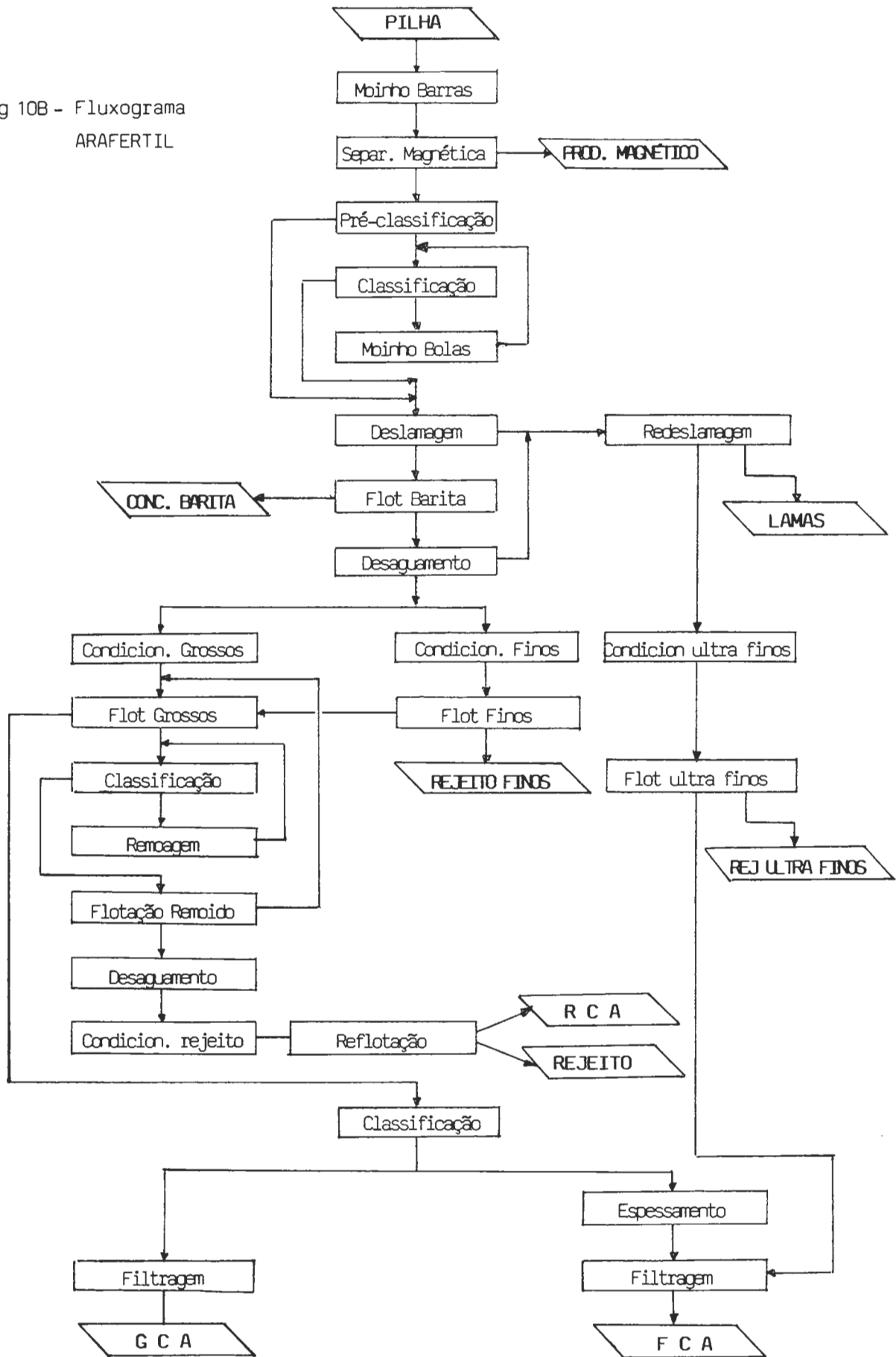


Fig 10A - Britagem e produção de bitolados ARAFERTIL

Fig 10B - Fluxograma
ARAFERTIL



- Beneficiamento de ultrafinos obtendo-se produto a ser incorporado ao FCA;
- Separação magnética de alta intensidade. Esta operação está prevista para operar ainda neste ano para aumento de produção e melhoria de qualidade do concentrado rico.

Os reagentes utilizados são taloil, soda e amido de milho.

Os produtos finais obtidos apresentam as seguintes características:

GCA - concentrado grosso rico (36% P205), comercializado para utilização nas fábricas de fertilizantes.

FCA - concentrado apatítico fino, com teor intermediário (34%), utilizado pela própria empresa na fabricação de SSP e Parcialmente Acidulado.

RCA - concentrado apatítico refltado, do rejeito da flotação. A maior parte é estocado para utilização futura e o restante vendido ou utilizado pela empresa.

A escala atual de produção da ARAFERTIL é:

TIPO	P205	t/ano
GCA	36%	540.000
FCA	34%	240.000
RCA	30%	120.000
TERMO	28%	50.000
FOSFATO NATURAL	24%	200.000

As unidades de solubilização tem capacidade para produzir anualmente 200.000 t de Super Simples e 150.000 t de fosfato parcialmente acidulado.

Fosfertil

A FOSFERTIL minera as jazidas de Rocinha e de Tapira, localizadas respectivamente a 80 Km de Patos de Minas e 35 Km de Araxá.

ROCINHA

A jazida da Rocinha foi avaliada em malha de sondagem de 250 x 100m. Uma pequena parte, aproximadamente 10%, foi detalhada em malha 50 x 62,5. O detalhamento visa possibilitar lavra na escala de 750.000 t ano, concebida para alimentar uma usina pro

tótipo, com objetivo de desenvolvimento de processo e de produção de fosfato natural. O circuito protótipo (figura 11), de 100 t/h de alimentação, é composto de britagem / moagem (martelo e barras), classificação em espiral, deslamagem, flotação, secagem e pulverização. Os testes de processo demonstraram a inviabilidade de se obter teores elevados em P2O5 por via convencional de flotação esta dificuldade se deve principalmente à presença de gangas argilosas associadas à colofana, e por esta razão foram desativados.

A lavra é a céu aberto e visa a parte rica da jazida; nesta parte o minério oferece teores médios de 17% de P2O5 e apresenta predominância de quartzo, colofana, limonita, argilo-minerais e clorita.

Os controles de lavra são executados pela análise química de P2O5, CaO, Fe2O3, e Al2O3. A produção é de 250.000 toneladas de concentrado, com 25% de P2O5 e elevado teor de Fe2O3 + Al2O3. Este concentrado é comercializado como fosfato natural, ou solubilizado parcialmente com ácido sulfúrico.

O concentrado produzido pode ser utilizado em outras rotas de solubilização. Se empregado na produção de termofosfato oferece como vantagens o conteúdo em sílica e argilo-minerais, que favorece a aglomeração necessária na etapa de granulação. Uma rota de solubilização, que consiste no ataque do concentrado pelo bissulfato de amônia, foi desenvolvida pelo Centro de Pesquisa da PETROBRÁS. No momento está sendo instalada uma unidade protótipo para correr esta rota.

TAPIRA

A intrusiva de Tapira está coberta por decretos de lavra. Aproximadamente 50% da reserva de fosfato, avaliada em 716 milhões de toneladas, está sob controle da FOSFERTIL. A área mineralizada foi dividida em alvos para investigação e lavra. O Projeto de Lavra da FOSFERTIL está limitado ao Alvo 1 que está detalhado em malha regular de 100 m, o minério é discretizado em blocos de 50 x 50 x 13m. A reserva medida neste alvo, considerando um teor de corte de 5%, é de 280 milhões de toneladas com 7,2% P2O5 e contém apatita, flogopita, vermiculita, ilmenita, anatasio, calcita, diopsídio, perovskita, goethita e argilo-minerais.

A lavra adota um rígido controle das frentes, baseando em análises químicas, objetivando manter continuidade nas características do minério que alimenta a planta de concentração. Analisa-se o P2O5 (solúvel, expressado pela presença de apatita), o CaO (solúvel, para controle de presença de carbonatos), o MgO (solúvel, para controle das quantidades de filossilicatos) e o Fe2O3 (para controle de magnetita, limonita e goethita). Executa-se, também, controle do percentual de rocha em diferentes graus de intemperismo.

O "run of mine" atual é de 8 milhões de toneladas de minério com 8,0% P2O5 e relação estéril/minério de 0,6/1.

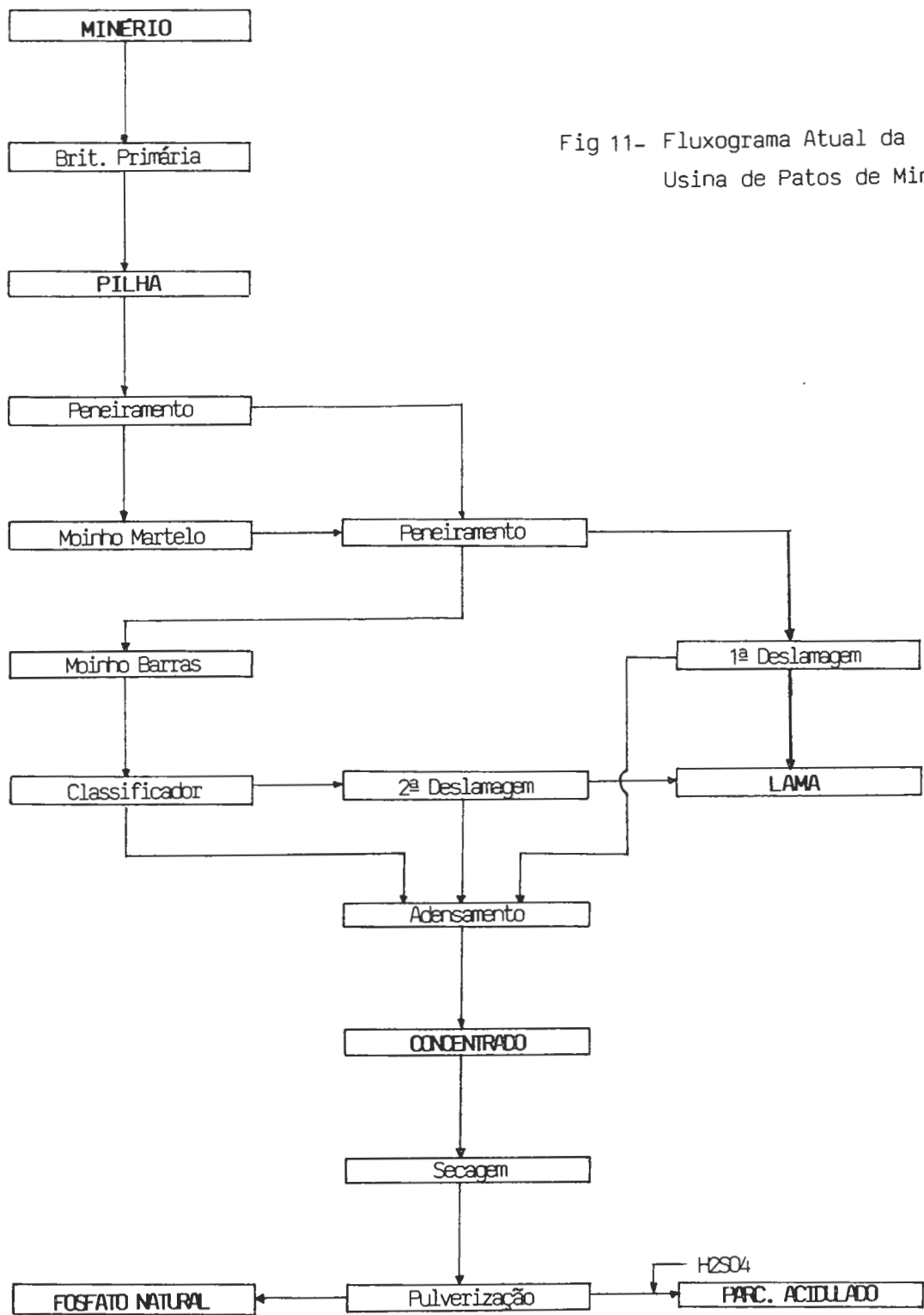


Fig 11- Fluxograma Atual da Usina de Patos de Minas

A usina de concentração, já no início da operação, foi modificada tornando-a mais apta ao minério friável que é mais rico e assim a produção chegou a 1.000.000 t ano.

As dificuldades de manuseio e de recuperação, demonstradas no histórico da operação, indicaram a conveniência de se estudar o tratamento em linhas separadas: de um lado minérios frescos (duros e ricos em cálcio) e de outro os intemperizados (friáveis) e com alto nível de Fe₂O₃ e Al₂O₃.

Os testes de laboratório para estas linhas, separadas desde a moagem até a flotação, demonstraram que tal procedimento permite aumentar o nível de recuperação do fósforo e melhorar a qualidade do concentrado. Esta forma de aproveitamento permite também, aumentar a reserva lavrável.

Com base nestes estudos e considerando que, no projeto inicial foi previsto e foram executados investimentos para duplicação da capacidade instalada, decidiu-se por obras de adaptação e aumento simultâneo da capacidade das instalações, conforme o fluxograma de processo (figuras 12A e B).

A capacidade anual instalada de início aumentará a produção para 1.500.000/ano de concentrado. A lavra visa a média do minério da jazida, e o teor de corte previsto é 5%.

As unidades de solubilização da FOSFERTIL localizadas em Uberaba consomem, além do concentrado que é produzido em Tapira e transportado por mineroduto, cerca de 200.000 toneladas adquirida da GOIASFERTIL, em Catalão; a capacidade nominal das instalações é de 390.000 t de ácido fosfórico (P₂O₅), 435.000 t de MAP e 332.000 t de TSP. Para tanto as instalações consomem cerca de 1.270.000 t de concentrado com 35% de P₂O₅.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil consome pouco fertilizante. A figura 13 mostra o nível de consumo frente a 40 outros países e o modesto rendimento agrícola.

As perdas percentuais, de fósforo, após estabelecido o plano de lavra até o aproveitamento pela agricultura, foram relatadas por E. Malavolta como sendo de 15% na lavra, 40% na concentração, de 2 a 5% no transporte do concentrado, de 3 a 10% na industrialização, de 2 a 5% no manuseio de fertilizantes e, finalmente, de 70 a 95% na assimilação pelas plantas. Considerando os valores médios, estas perdas podem ser representadas como no Quadro 10.

O Quadro demonstra que as maiores perdas se concentram na fase da mineração (49%) e, a seguir, na fase agrônômica que são de 37%.

Uma análise das perdas de fósforo, a partir da reserva mineral, é temerária, tendo em vista que a parametrização da reserva pode apresentar variados graus de sensibilidade ao teor de corte. Porém, para exemplificar, o Alvo 1 da jazida da FOSFER

Fig. 12A- Fluxograma Atual FOSFERTIL-TAPIRA

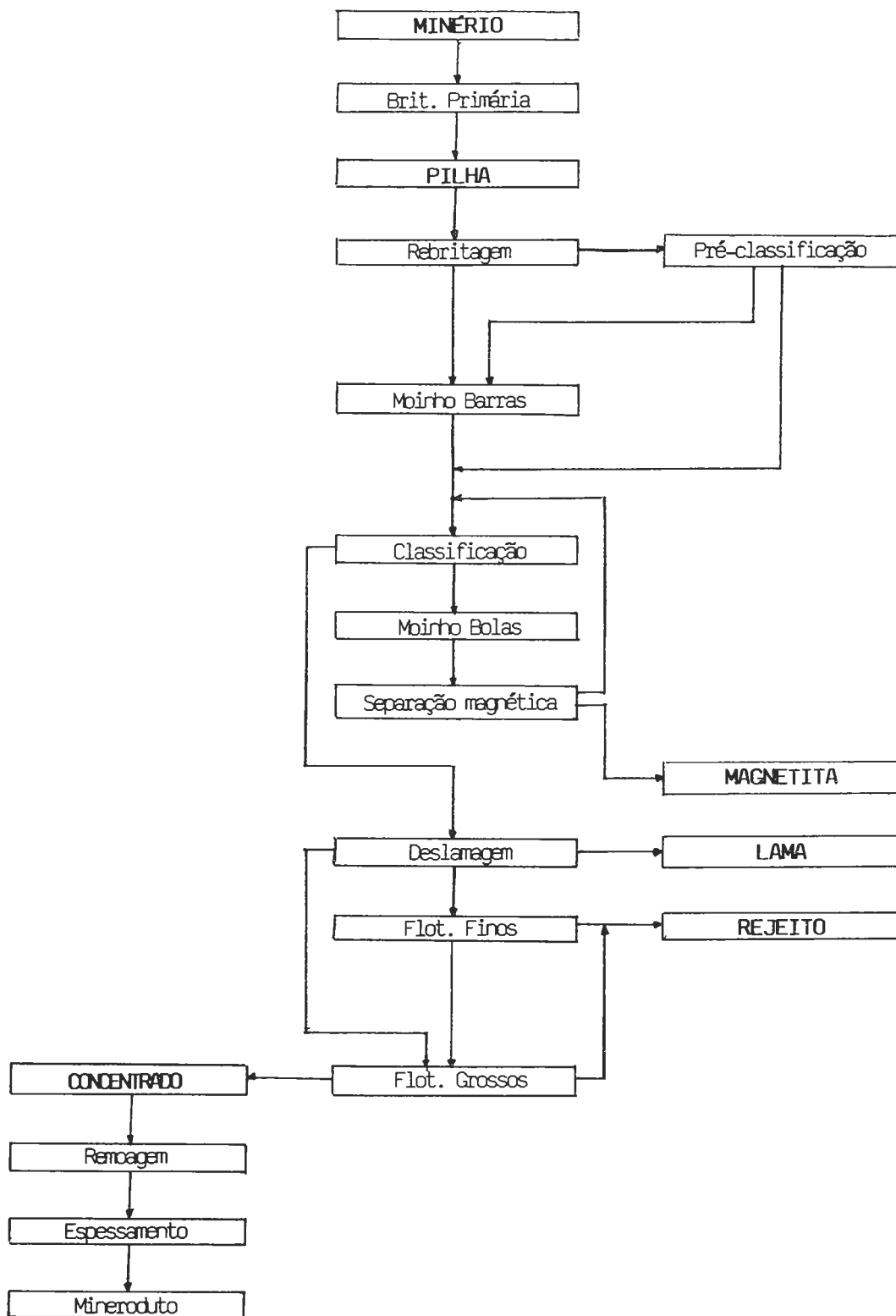


Fig 12B- Fluxograma futuro
FOSFERTIL-TAPIRA

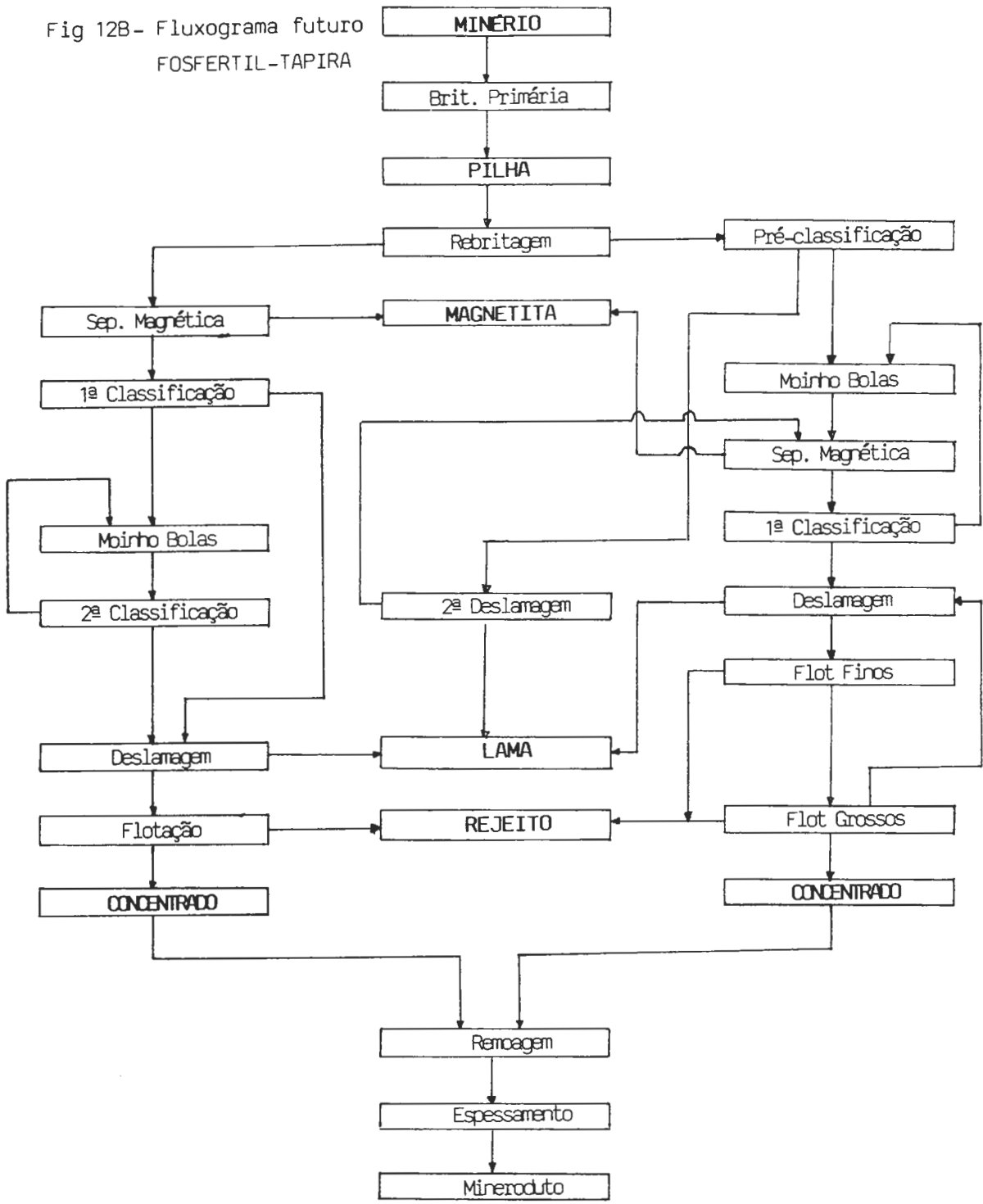
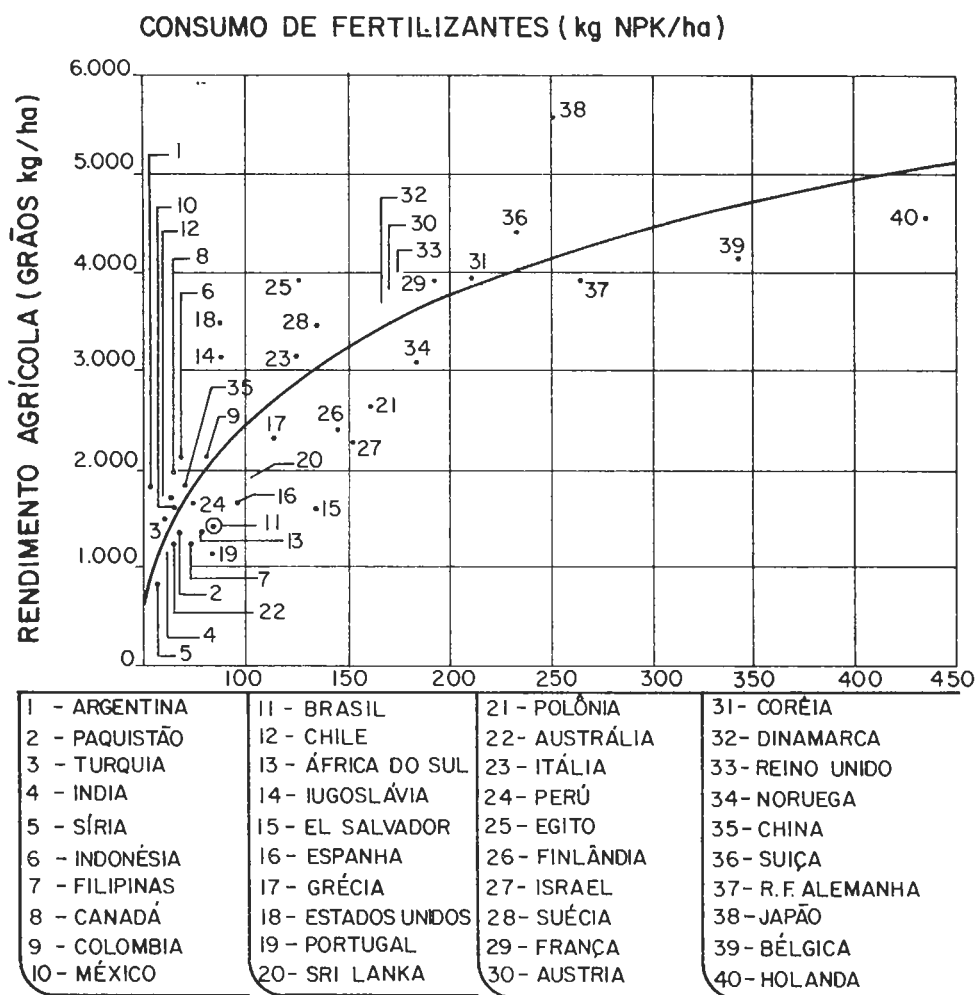


Figura 13

RENDIMENTO AGRÍCOLA E CONSUMO DE FERTILIZANTES



FONTE: FERTILIZER MANUAL - IFDC/UNIDO

Quadro 10 - Perdas de Fosfato (*)

FASES	PERDAS	PERDAS PONDERADAS	PERDA TOTAL POR FASE
Lavra	15%	15% de 100% = 15%	15%
Concentração	40%	40% de 85% = 34%	34%
Transporte	3,5%	3,5% de 51% = 1,8%	1,8%
Industrialização	6,5%	6,5% de 49,2% = 3,2%	3,2%
Manuseio	3,5%	3,5% de 46% = 1,6%	1,6%
Assimilação	82,5%	82,5% de 44,4% = 36,6%	37%

* A partir do índice apresentado por E. Malavolta

Quadro 11 - Reservas de Tapira, para vários teores de corte

TEOR DE CORTE TEOR MÉDIO	TEOR DE CORTE 3 TEOR MÉDIO 6,1	TEOR DE CORTE 5 TEOR MÉDIO 7,2	TEOR DE CORTE 6 TEOR MÉDIO 8
	%	%	%
Mineração	66,2	74,9	86,2
Industrialização	2,3	2,4	1,7
Agronomia	25,0	18,7	13,0
Total	93,5	96,0	97,8
Aproveitamento Global	6,5	4	2,2

TIL em Tapira oferece os dados demonstrados no Quadro 11 quando adicionada às perdas anteriores as advindas dos teores de corte de 3, 5 e 6% no P205.

Estas considerações demonstram a atenção que deve ser dada aos estudos e decisões que antecedem e as operações de mineração.

O Brasil tem acentuada potencialidade para fosfato. Deve ser destacado que a partir de investigações sistemáticas, iniciadas em 1965, foram detectadas consideráveis reservas de fosfato carbonatítico em Tapira, Salitre, Catalão e Anitápolis, e ampliadas as reservas do Barreiro e Jacupiranga. Por outro lado, a reserva fosfática do Complexo de Ipanema encontra, ainda, óbices tecnológicos para o seu aproveitamento.

Outros complexos carbonatíticos mineralizados a fosfato poderão ser descobertos, através de um programa exploratório bem conduzido. Mencione-se a existência de importante carbonatito (Maicuru) cerca de 200 Km ao norte de Santarém, na Amazônia,

mineralizado a fosfato. A borda da Bacia do Paraná, a da Bacia do Parnaíba e zonas de "rift-valleys", ainda mal caracterizados, podem ser sede de novas descobertas.

Os jazimentos sedimentares mais representativos estão localizados na região de Patos de Minas. Trata-se de depósitos originados em singular período de fosfatogênese (Precambriano terminal), que poderia ter se concretizado em outras regiões brasileiras portadoras de plataformas carbonáticas, tais como a encontrada na região Ocidental do Mato Grosso.

CONCLUSOES

O Brasil, potencialmente, pode conter reservas expressivas de fósforo. Hoje, suas reservas conhecidas representam apenas 2,6% das reservas mundiais de minério e 0,9% em P₂O₅; considerando o fator de aproveitamento destas reservas, frente a outras, este percentual pode ser ainda reduzido.

A PETROFERTIL iniciou estudos que objetivam aumentar as reservas conhecidas. Para tanto está agregando esforços que visam demonstrar e priorizar áreas sob o enfoque das possibilidades de ocorrência.

Nosso consumo de fertilizantes, ainda muito baixo, cresceu vertiginosamente a partir de 1966. A produção e solubilização do fosfato cresceram aos níveis da demanda, porém, persiste a dependência externa de enxofre utilizado nos processos de solubilização.

A PETROFERTIL responde por 45% da produção nacional de "rocha" e 70% da produção de ácido fosfórico e, em seu plano de metas, objetiva reduzir o consumo de enxofre e recuperá-lo do fosfogesso originário do processo de fabricação de fosfórico.

O aproveitamento dos recursos de fosfato no Brasil, embora recente, tem enfrentado, com sucesso, o desafio de trabalhar com minérios que exigem operações de lavra e beneficiamento de altas complexidades.

As maiores perdas de fósforo, nos segmentos da indústria até absorção pelas plantas, estão na fase do aproveitamento do recurso mineral. A redução das perdas ou aumento da recuperação é uma tônica nas minerações particulares e nas do GRUPO PETROFERTIL.

Minas Gerais se destaca na área dos fosfatados no Brasil, pois detém 75% das reservas, produz 50% de "rocha" e solubiliza cerca de 30% de fósforo.

As indústrias de Minas, embora recentes, têm se desenvolvido vertiginosamente no campo da tecnologia, modificando suas lavras e unidades de concentração, na busca do melhor aproveitamento deste recurso mineral; o fósforo, que é insubstituível e sem o qual as células não se reproduzem e o ciclo da vida não se completa.

BIBLIOGRAFIA

PHOSPHATE ROCK STATISTICS - 1986 - Comite des matières premières, Groupe de Travail
"Phosphat Brut et Acide Phosphatique. , 32p.

ANUÁRIO DE INFORMAÇÕES PETROBRÁS FERTILIZANTES S.A. - 1986 - Petróleo Brasileiro S.A.
PETROBRÁS , 136p.

WHITE, L. - 1986 - Moroccan Phosphate - World's Leading rock exporter invests in product diversity. EMJ, September, p. 58-67.

LOBO, M.G. e SILVA R.M. - 1984 - Produção de fertilizantes fosfatados - Simpósio sobre fertilizantes na Agricultura Brasileira , 49p.

BERALDO, J.L. e TELLES, A.F.N. - 1985 - Technical, Logistical and Economic Considerations in the development of Brazilian Phosphate Resources. 8th International Conference - BSC, 22p.

PERFIL ANALÍTICO DOS FERTILIZANTES FOSFATADOS - 1976 - Boletim nº 39, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral.

RIEDER, J.H. - 1986 Destinação Racional dos Jazimentos Fosfáticos Nacionais - III Encontro Nacional de Rocha Fosfática, Brasília - IBRAFOS, p.139-172.

ESTUDO DE CUSTOS COMPARADOS DE ROCHA FOSFÁTICA - 1983 - Instituto Brasileiro de Fosfato, 116p.

LIMA, A.F. - 1987 - A Petrofertil e o Grupo Petrofertil - Relatório Interno, 46p.

UMA ANÁLISE SOBRE A PRODUÇÃO AURÍFERA BRASILEIRA

Por

Juvenil Tibúrcio Félix (Diretor, Mineração Morro Velho S.A.)

ABSTRACT

Although mining is responsible for an expressive contribution to the social and economic development of the country, it still requires greater attention and better comprehension. In this aspect, gold mining particularly, which has shown remarkable growth over the last few years, is faced with enormous difficulties and much uncertainty of the garimpeiro production together with reduced availability of risk capital for industrial investment.

The main purpose of this paper therefore, is to find solutions for these and other problems. These solutions depend on us, on our work and confidence, on our ideas, on the technology which we dominate or that we will have to obtain with intelligence from others.

We cannot turn aside from this path because otherwise we would be denying Brazil the answers she requires and the faith the country deposits in each one of us.

INTRODUÇÃO

No decorrer da palestra tentaremos dar uma idéia da evolução da produção aurífera brasileira, abordando dados históricos do período 1972 - 1986 e projeções até o final desta década, calcadas em projetos já existentes e em implantação entremeando comentários e análises sobre os diversos fatores, econômico-financeiros, tecnológicos, de recursos humanos e políticos que, de alguma forma, condicionam a viabilização desses projetos.

Não temos qualquer intenção de esgotar o assunto, que é vasto e complexo. Procuraremos, isto sim, estimular a reflexão sobre os principais problemas e dificuldades que o setor aurífero brasileiro vem enfrentando, com o objetivo de catalizar maiores esforços na busca das soluções inteligentes e rápidas que o mesmo requer, e sem as quais não poderá crescer de forma ordenada e segura.

No programa da indústria aurífera mundial, cuja produção global vem mantendo uma relativa estabilidade, destaca-se o vigor do crescimento da produção brasileira, que saiu do patamar de 9,5 tpa há quinze anos atrás, para situar-se hoje na casa das 80,0 tpa, depois de ter atingido um pico de 82,8 tpa em 1984. O quadro I, anexo, mostra essa evolução comparativamente às produções da África do Sul, e globais dos países de economia de mercado e dos países socialistas.

O quadro II e o gráfico I, anexos, detalham a origem da produção brasileira (industrial + garimpos) e retratam a preocupante e significativa diferença de valores entre a produção oficialmente reconhecida e aquela que teria sido realmente produzida (mas não contabilizada) no Brasil. A simples visualização do gráfico I aponta a convergência de abordagens separadas para a análise dessas duas produções. Assim, dividiremos este trabalho em duas partes distintas, tratando primeiramente da produção garimpeira, para depois nos concentrarmos no setor industrial.

I. A produção garimpeira, um desafio permanente!

O acréscimo da produção aurífera nos garimpos, a partir da década de 70, foi fortemente estimulado pela ascensão do preço do ouro e pelo deslocamento de grandes contingentes de mão de obra para a Amazonia em decorrência da queda dos níveis de emprego nas regiões industrializadas, principalmente no início da década de 80. Dessa forma, foram gradualmente intensificadas as atividades de garimpagem em áreas tradicionais como a do Médio Tapajós, e viabilizadas descobertas de novos depósitos, principalmente ao sul do Pará.

Para que possamos fazer uma análise mais objetiva da importância da produção garimpeira, é imperioso não perdermos de vista os dois critérios utilizados para sua avaliação. O primeiro e mais conhecido designado "Produção Oficial", é oriundo dos valores obtidos pela Secretaria de Receita Federal a partir do recolhimento do IUM e, nem de perto, reflete a realidade. Por isso, como segundo critério, estima-se a "Produção Real" a partir de observações, levantamentos de campo e métodos estatísticos levados a efeito por técnicos do DNPM familiarizados com as nuances desse tipo de produção. Ainda que uma estimativa dessa natureza esteja sujeita a considerável margem de erro, é indubitável que ela estabelece medidas bem mais aceitáveis para a produção garimpeira, principalmente sabendo-se que as estatísticas oficiais são extremamente subavaliadas e os níveis de descaminho na comercialização são reconhecidamente altos.

A observação do gráfico I e dos valores do quadro II mostram não haver nenhuma consistência nos dados da produção "real" dos garimpos. Na verdade, é possível vislumbrar três sub-períodos distintos - 1972 a 1979, 1980 a 1983 e 1984 a 1986. O primeiro sub-período caracteriza-se por altos percentuais de descaminho do metal. O segundo, marcado cronologicamente pela descoberta de Serra Pelada, coincide com uma ação mais efetiva do Governo Federal, tentando promover melhor fiscalização e maior orientação técnica aos trabalhos ao mesmo tempo que busca estabelecer, através do Banco Central e usando como agente a Caixa Econômica Federal, uma nova política de compra do ouro, competitiva com os compradores priva -

dos e pagando preços de mercado. Com tais medidas, conseguiu o Governo um razoável sucesso na contenção do descaminho, com redirecionamento do fluxo de comercialização do ouro para as vias legais. No terceiro período, com o relaxamento dessas medidas e o surgimento de um acelerado processo de conflitos entre garimpeiros, posseiros, índios e pequenos mineiros, ocorreram quedas acentuadas na produção oficial e um rápido incremento do descaminho, que causaram, nesse período, prejuízos à economia brasileira avaliados em cerca de US\$3,0 bilhões.

Dentre as peculiaridades da atividade garimpeira, e que de certa forma explicam essas inusitadas oscilações nos níveis de produção e distorções na comercialização, merecem ser destacadas:

- . A natural tendência do garimpeiro em lavrar o minério mais rico , ávidamente, dilapidando a jazida a ponto de torná-la econômica e tecnicamente inviável a qualquer tentativa de recuperação posterior do metal rejeitado;
- . A baixa recuperação do ouro dos depósitos, pela utilização de processos rudimentares, má-adequação e má-utilização de equipamentos e, principalmente, falta de conhecimentos técnicos. É sabido, hoje, que nos garimpos brasileiros, a recuperação final, varia de 30% a 70%, com nítida predominância dos percentuais mais baixos;
- . A sazonalidade da produção ao longo do ano, determinada pelas estações chuvosas, que alternando-se por regiões geográficas distintas, propiciam constantes migrações dos garimpeiros de uma área para outra;
- . A intensa concentração de renda, principalmente nos garimpos menos mecanizados e de mão de obra intensiva, a exemplo de Serra Pelada, onde pouco mais de uma centena de indivíduos (os patrões de garimpos) responde pela quase totalidade das compras e vendas de ouro , submetendo milhares de outros trabalhadores a condições extremamente baixas de trabalho e de dignidade humana, às vezes bastante próximas da escravidão. Essas concentrações de rendas resultaram de graves distorções introduzidas nas fases iniciais desses garimpos, onde a necessidade de capital de risco para financiamento das atividades anteriores à fase produtiva, facilitou a transferência dos direitos de produção da maioria das áreas individuais para os detentores desse capital.

- . Além disso o completo desconhecimento das reservas de cada depósito, dos teores e de sua distribuição, dos tipos de mineralização, das relações estéril/minério, das práticas usuais de lavra (mesmo rudimentares), propiciam elevados níveis de depredação do recurso mineral e imprimem altas taxas de riscos de acidentes aos trabalhos.

Mesmo assim, apesar de todos os desafios relativos à tecnologia de produção dos inúmeros problemas de ordem social, principalmente má qualidade de vida dos garimpeiros (por falta de estrutura familiar, condições de higiene, alimentação, saúde, habitação e transporte), dos conflitos entre garimpeiros e empresas mineradoras, existem prognósticos oficiais, extremamente otimistas, de se alcançar ainda este ano produção recorde de 144 toneladas de ouro, com uma força de trabalho de cerca de 250.000 homens, dos quais perto de 100.000 na região do Tapajós, outros 80.000 em Serra Pelada, 60.000 nas áreas de São Félix do Xingú e Araguaia, e o restante espalhados por inúmeros outros garimpos, que globalmente abrangem quase 39 milhões de hectares.

Nós, pessoalmente, não compartilhamos deste otimismo, pois as medidas práticas adotadas pelo Governo até o momento, são insuficientes para garantir esse resultado. Na verdade essas medidas - particularmente o projeto de lei que permite a dedução, sem comprovação, de até 90% da renda bruta auferida por pessoas físicas na venda de metais preciosos a empresas legalmente habilitadas - pretendem, apenas, criar condições para que o ouro, no mercado primário, seja comercializado legalmente (para se atingir a meta de conter o descaminho em, no máximo, 40 toneladas anuais), além de estabelecer regras básicas que normatizem as operações e as tributações no mercado de investimentos, dentro das regras de economia de mercado. E, mesmo que aprovadas, dificilmente essas medidas irão resolver o problema do controle efetivo da produção e da comercialização clandestina nos garimpos.

Por outro lado, também a curto prazo, não acreditamos ser possível reverter o difícil quadro da falta de condições de segurança e higiene dos garimpos, nem dar melhor orientação técnica aos trabalhos, para garantir melhor produtividade. O Governo tem tomado algumas medidas nesse sentido - a exemplo da criação do grupo de trabalho para estudar e apresentar propostas de solução para o garimpo de Serra Pelada, e do bloqueio de recursos a fundo perdido, do Banco Central, para aplicação em obras destinadas à melhoria da produtividade e segurança desse mesmo garimpo -

ainda timidas e paliativas. Na realidade, não sentimos até hoje qualquer esforço mais sério e eficaz para se vencerem os graves desafios da tecnologia de produção, de forma a reduzir significativamente as perdas verificadas na lavra e na fase de apuração do metal, sem o que não se poderão aumentar as escalas de produção e, muito menos, garantir que no futuro o ouro contido nos rejeitos possa ser economicamente recuperado.

Apesar de todos os problemas enumerados há que se considerar a grande contribuição que a produção garimpeira tem trazido à economia brasileira, principalmente, nestes últimos anos de tantos enganos e até desenganos. Erros existem na sua utilização, mas nenhum deles é maior que a falta de orientação e disciplina da liberação das áreas e limites de atuação, para o necessário convívio garimpo e empresas industriais com respeito às leis e aos direitos adquiridos. A voracidade dos votos e poderes políticos, têm conduzido a medidas desastrosas, cujo resultado muitas vezes tem redundado na destruição de vidas humanas preciosas e idealista, seja na busca de riquezas (garimpeiros), seja na realização profissional (engenheiros, geólogos, administradores).

II. A produção industrial, um crescimento lento mas seguro!

Retornando ao gráfico I e avaliando o comportamento da produção aurífera pelo setor industrial, também podemos destacar dois sub-períodos bastante significativos: 1972 a 1979 e 1980 a 1986.

O primeiro período mostra uma tendência de queda da produção, motivada primordialmente pela redução significativa das quantidades de ouro produzidas pela Mineração Morro Velho S.A., em suas minas subterrâneas de Minas Gerais. Neste período, a produção industrial decresceu de 6,3t em 1972 para 3,3t em 1979, conforme pode ser verificado no quadro II. Nestes mesmos anos, no entanto, a Morro Velho desenvolvia inúmeros projetos de pesquisa geológica, tendo obtido enorme sucesso nos investimentos em prospecção na região de Raposos e Sabará - MG, onde bloqueou as reservas que viabilizaram a duplicação da produção da Mina de Raposos e a implantação da Mina de Cuiabá, hoje em lavra, com capacidade de produção de 1.000 tpd de minério ROM com 6,0 g/t e 1.500 tpd de minério ROM com 8.0 g Au/t, respectivamente.

O segundo período, compreços francamente ascendentes entre 1980 e 1983, favoreceu a expansão da produção industrial, que em cerca de 4 anos restabeleceu o nível de produção de 1972. Refletindo um condicionamento próprio dos empreendimentos minerais, que demandam maior tempo de maturação, novos projetos de minas só começaram a ser implantados após 1983, como demonstra o quadro III, anexo. Assim, na verdade, a recuperação dos níveis de produção no período 1980-1983 devem-se basicamente à acentuada melhoria do desempenho das minas da Morro Velho em Minas Gerais e à entrada em operação da Mina de Jacobina, em 1983, que acrescentou mais 1,2 tpa, além de três pequenos projetos que somaram outros 250kg.

A partir de 1983, constata-se uma situação bastante singular, com a implantação simultânea de 6 projetos bastante significativos e outros de menor capacidade, todos com escalas de produção inferiores a 5.0 tpa, mas que permitirão ao país evoluir sua produção industrial de ouro, no período 1986-1990, de 9,3 tpa para 30.8 tpa. Os investimentos globais envolvidos nesses projetos, cujos valores estariam entre US\$650 milhões e US\$1.0 bilhão, coincidem com estimativas por nós realizadas (vide quadro IV) e que apontam gastos de US\$91 milhões a US\$163 milhões por empreendimento com a capacidade entre 1 a 5 tpa.

Em razão desses valores e de condições conjunturais não totalmente favoráveis, achamos pouco provável que se alcance a meta de 50 tpa de produção de ouro industrial até 1995, já que seriam necessários recursos adicionais da ordem de US\$360 milhões a US\$750 milhões nos próximos 8 anos, cuja disponibilidade é pequena, apesar do potencial geológico do país, principalmente em ouro, ser bastante atrativo para capitais estatais, privados nacionais e estrangeiros.

Especificamente sobre a participação do capital estrangeiro na pesquisa e lavra de nossos recursos minerais, gostaríamos de nos posicionar solidariamente ao IBRAM, que defende um programa atrativo à vinda de recursos externos para investimentos, com tratamento mais incentivado ao capital nacional, mas assegurando às empresas estrangeiras a sua participação no setor mineral e a continuidade do desenvolvimento que essas empresas tem promovido nos trabalhos de prospecção e pesquisa mineral, além de trazer e agregar novas tecnologias de mineração e metalurgia. Não podemos esquecer que o grande desafio do setor mineral e os riscos estão exatamente na pesquisa geológica e prospecção, onde as empresas estrangeiras tem investido com mais intensidade. Estima-se que desde o ingresso do primeiro capital estrangeiro na mineração brasileira, há mais de 150 anos, os investimentos externos nesse setor já ultra

passaram a casa dos US\$18 bilhões, e os reinvestimentos cerca de US\$8 bilhões, totalizando US\$26 bilhões. Somente no período 1980-1986 esses investimentos e reinvestimentos estrangeiros já somaram US\$730 milhões. Por isso, como já vem sendo assegurado desde 1934, acreditamos que a nova Constituição Brasileira deva manter o direito das empresas estrangeiras lavrarem jazidas minerais no Brasil, desde que sejam constituídas em sociedades organizadas, se submetam às leis do país e estejam realmente dispostas a realizar aplicações financeiras sob a forma de capital de risco.

Por outro lado, apesar do volume aparentemente animador de projetos já decididos e em implantação (quadro IV) a pleno crescimento do setor aurífero está amarrado a uma forte dependência da infraestrutura de mapeamento e geologia básica (que deve ser provido pelo Estado) e a uma perfeita sintonia entre investimentos provados nacionais (usualmente escassos) e a essas aplicações de capital de risco externas, hoje imprescindíveis. Felizmente o Governo Federal já decidiu, em passado recente, reverter a "curva de morte" do DNPM, restabelecendo as condições daquele órgão prover o mapeamento básico, através da destinação dos recursos necessários à retomada do processo de geração de jazidas. No entanto, os resultados concretos serão conhecidos apenas dentro de alguns anos.

Um outro ponto a ponderar relaciona-se com o investidor privado de pequeno a médio porte, que naturalmente já se sente pouco motivado a ingressar no setor mineral, onde os projetos levam de 8 a 10 anos para gerarem resultados. Essa desmotivação tende a agravar-se à medida em que esses empresários sentem ameaçados pela criação de "royalties" e outras formas de elevação da carga tributária, quando sentem-se mais atraídos a procurar outros setores de menor risco, aparentemente de maior atratividade, mas certamente com menor efeito multiplicador sobre a indústria de bens de capital e sobre a economia brasileira. A indústria aurífera brasileira, particularmente, tem sentido os efeitos dessa evasão de pequenos e médios investidores, principalmente na região amazônica, onde além destes dificuldades e ameaças, ainda defrontam-se com graves conflitos com garimpeiros. Tornam-se imperiosas e urgentes, portanto, a definição clara de política tributária justa e suportável, bem como a solução desses conflitos e o restabelecimento da garantia de mútuo respeito aos legítimos direitos de titulares de lavras e pesquisas, e também dos garimpeiros. Nesse momento de uma nova Constituição, há que se pensar numa forma mais justa de distribuição (e não aumento) dos tributos (IUM) e indiretos (ICM, IPI, encargos sociais), de modo que os municípios tenham maior fatia do bolo. Qualquer empresa de mineração que pudesse aplicar 20% do Finsocial, Salário Educação e outros que recolhe, nos municípios onde

atua, resolveria praticamente os problemas sociais mais graves, e não haveria falta de moradias, escolas, hospitais e presença de indigentes.

Finalmente, precisamos tecer alguns comentários sobre dois fatores de vital importância para o setor aurífero, quais sejam a capacidade técnica dos recursos humanos e o desenvolvimento da tecnologia mineral, que estão a clamar por maiores atenções.

Nos últimos 10 anos, como consequência das variações no ritmo das atividades econômicas do país, o nível de emprego na indústria vem apresentando significativas oscilações para cima e para baixo. O setor mineral - e dentro dele, destacadamente, a produção aurífera - vem apresentando taxas sempre positivas de absorção de mão de obra. Ao mesmo tempo tem havido razoável preocupação do Governo com a melhoria da qualidade de mão de obra, através de cursos técnicos profissionalizantes para dinamização do ensino superior. No entanto, o maior esforço tem ficado por conta das empresas, que investem somas vultosas para melhorar a capacitação técnica e gerencial de seus funcionários, através de programas de treinamento voltados para as suas atividades operacionais específicas e aprimoramento em outras áreas, de forma, a garantir, cada vez mais, o adequado aproveitamento de seus recursos minerais, com eficiência e tecnologia.

Também é verdade que nos últimos anos, tem sido crescente a preocupação da indústria mineral com o desenvolvimento das pesquisas científicas e tecnológicas, voltadas diretamente para as suas necessidades. Esse cuidado tem permitido uma definição mais adequada dos processos a serem adotados para a exploração das jazidas e para o beneficiamento dos minérios, destacadamente os de mais baixos teores, que exigem maiores recuperações e menores custos. Exemplos marcantes da nossa evolução tecnológica nos últimos 7 anos estão presentes nos vários projetos de aproveitamento de depósitos auríferos:

I) No campo da metalurgia:

- a - minério de baixo teor, por "heap leaching" e "VAT leaching", já implantados pela CVRD/PAA em Aracy/BA, CBP/Metais Especiais em Sta.Luz/BA, CMP/PAA em Currais Novos/RN e 2(dois) outros projetos em estudo ou implantação no Amapá (CMP) e Minas Gerais (MMV); a extraordinária viabilização do projeto para aproveitamento de minério aurífero com 0,7g/t., pela RTZ em Paracatú/MG.

- b - de minério refratário, pelo processo de "pressure leaching" aplicado pela São Bento Mineração em Santa Bárbara/MG; ou pelo processo de ustulação aplicada pela Morro Velho em Nova Lima/MG;
- c - como maior potencialidade futura há que se considerar a biometalurgia, processo já em testes na Morro Velho há 4 anos bem como no CETEM/Rio, cujos resultados poderão responder pelo aproveitamento de grandes volume de jazidas in natura, assim como, reaproveitamento de rejeitos;

II) No campo da mineração:

- a - a perfuração e equipagem de 2 poços verticais com 880 m de profundidade e 5.0 m de diâmetro pela Morro Velho, com equipamentos fabricados no Brasil;
- b - introdução de perfuração com jumbo pneumático ou eletrohidráulico e sistema trackless na CBC/RS, Votorantim/SP, Morro Velho/MG, Morro Agudo/MG, Mineira de Metais/MG, Mineração Jacurici/BA, Carajás/BA;
- c - introdução do sistema backfill na mina de São Bento

Da importância desses dois fatores decorre a necessidade dos investimentos de US\$1,0 milhão a US\$3,0 milhões, que estimamos para cada empreendimento mineiro, no quadro IV. E, exatamente por serem tão importantes, estão a merecer melhores atenções pelo Governo e por toda a classe empresarial.

Para concluir gostaríamos de abordar, ainda, o programa da nacionalização de máquinas e peças específicas para mineração, especialmente de subsolo, que teve um notável incremento nestes 5 últimos anos em decorrência do Projeto Cuiabá-Raposos, implantado pela Morro Velho, e outros empreendimentos de mineração, que assumiram todos os riscos e os altos custos envolvidos por essas decisões pioneiras. É inegável que também foi exigido um esforço enorme do parque industrial brasileiro para se capacitar e equipar para atender essas encomendas. Com essa decisão de nacionalizar e com a aceitação do desafio, ficou amplamente demonstrada a capacidade do setor mineral de exercer importante efeito multiplicador sobre as indústrias de bens de capital, com a geração de 18 empregos diretos

nessas indústrias para cada emprego direto na mineração, conforme apurado em estudo processado pelo INDI/BDMG. Esse é um aspecto extremamente importante a ser considerado, pois derruba por terra a crença de que mineração significa apenas extrair minério e deixar buracos, ignorando os efeitos maiores e mais nobres que ela exerce em termos sociais, econômicos e de interiorização do desenvolvimento.

Esperando ter contribuído modesta, mas construtivamente para o entendimento do setor mineral e, conseqüentemente, do povo e da nação brasileira, agradeço a atenção de todos e a oportunidade que me foi dada pelos organizadores deste encontro da comunidade mineral. Muito obrigado!

QUADRO I - PRODUÇÃO AURÍFERA NO PERÍODO 1972 - 1986 (TPA)

ANO	BRASIL (Estimada)	ÁFRICA DO SUL	PAÍSES DE ECON. MERCADO	PAÍSES SOCIALISTAS	TOTAL MUNDIAL
1972	9,6	909,6	257,9	223,1	1.400,2
1973	11,0	855,2	245,0	229,3	1.340,5
1974	13,8	758,6	224,0	235,6	1.232,0
1975	13,5	713,4	219,7	241,8	1.188,4
1976	13,6	713,4	236,9	248,9	1.212,8
1977	15,9	699,9	247,0	254,3	1.217,1
1978	22,0	706,4	244,4	260,5	1.233,3
1979	25,0	705,4	228,8	267,0	1.226,2
1980	35,0	675,1	241,5	272,2	1.223,8
1981	37,0	657,6	279,3	321,9	1.295,8
1982	41,6	664,3	324,4	328,8	1.359,1
1983	70,0	679,7	332,3	327,0	1.409,0
1984	82,8	684,3	333,9	339,8	1.440,8
1985	63,1	690,5	367,5	341,6	1.462,7
1986	80,1	670,0 *	364,9 *	320,0 *	1.459,1

FONTES: MME/DNPM e outras.

* SUJEITOS A CONFIRMAÇÃO

QUADRO II - PRODUÇÃO AURÍFERA BRASILEIRA (TPA)							
ANO	PRODUÇÃO INDUSTRIAL DECLARADA	PRODUÇÃO DOS GARIMPOS		PRODUÇÃO TOTAL		DESCAMINHO	
		OFICIAL (A)	ESTIMADA (B)	OFICIAL	ESTIMADA	TPA (C = B-A)	VAR. % (C/B x 100)
1972	6,3	0,8	3,3	7,1	9,6	2,5	75,8
1973	5,1	1,2	5,9	6,3	11,0	4,7	79,7
1974	4,8	1,1	9,0	5,9	13,8	7,9	87,8
1975	3,8	1,5	9,7	5,3	13,5	8,2	84,5
1976	3,7	1,2	9,9	4,9	13,6	8,7	87,9
1977	3,8	1,6	12,1	5,4	15,9	10,5	86,8
1978	4,0	5,4	18,0	9,4	22,0	12,6	70,0
1979	3,3	1,1	31,7	4,4	25,0	20,6	65,0
1980	4,1	9,7	30,9	13,8	35,0	21,2	68,6
1981	4,4	12,9	32,6	17,3	37,0	19,7	60,4
1982	4,6	20,9	37,0	25,5	41,6	16,1	43,5
1983	6,2	47,5	63,8	53,7	70,0	16,3	25,5
1984	7,0	30,8	75,8	37,8	82,8	45,0	59,4
1985	8,4	21,7	54,7	30,0	63,1	33,0	60,3
1986	9,3	14,8	70,8	24,1	80,1 (1)	56,0	79,1

FONTES: MME/DNPM. (1) ESTIMATIVAS AINDA NÃO OFICIALIZADAS ELEVAM ESTE VALOR PARA 153 TON.

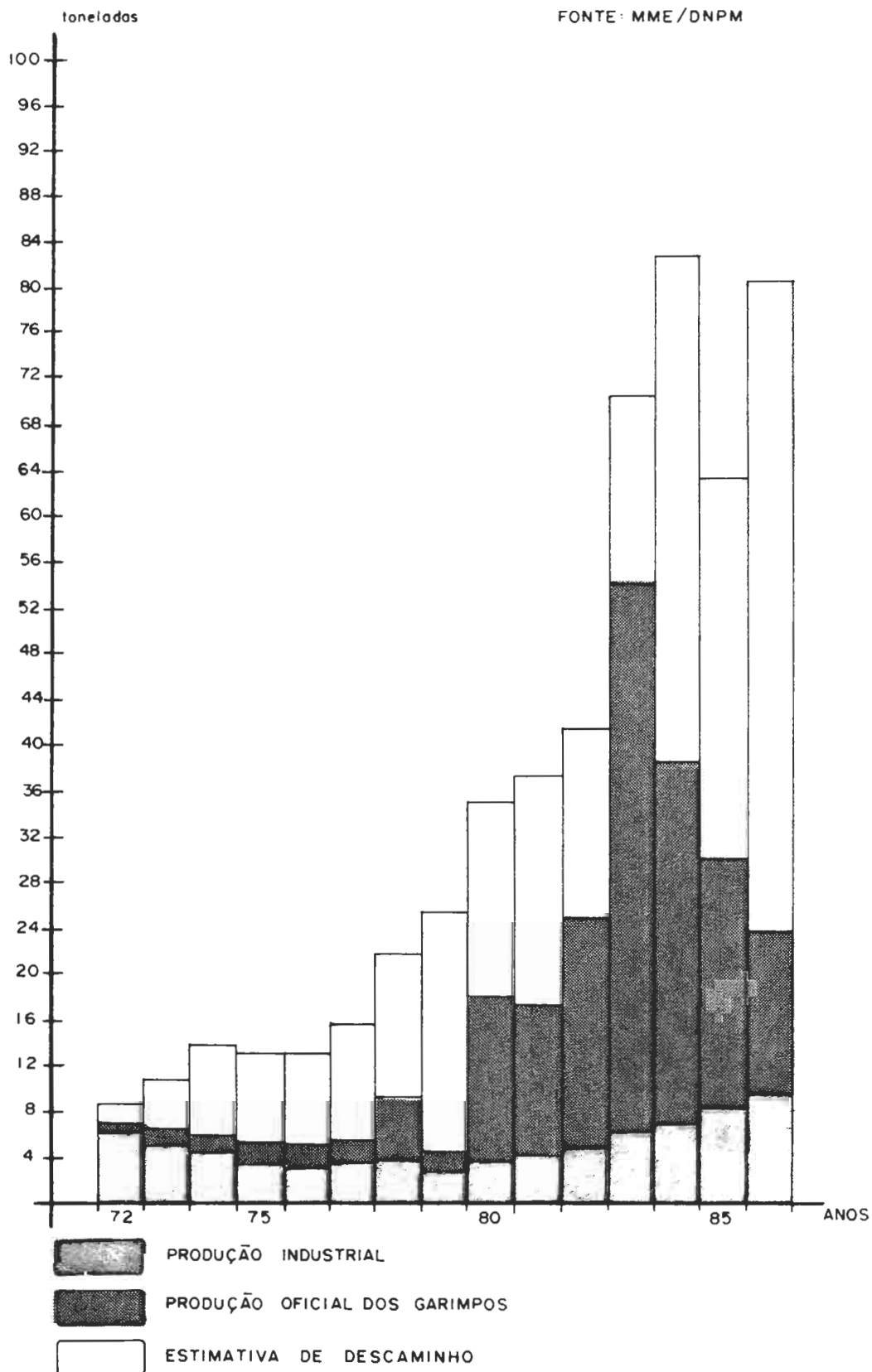
QUADRO III - PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE OURO NO BRASIL NO PERÍODO 1984 - 1986 - PROJEÇÕES ATÉ 1990 (TPA)									
EMPRESA / ESTADO (S)	LOCAIS	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
Mineração Morro Velho S.A. (MG + BA)	Nova Lima/Jacobina	5,81	5,63	6,50	8,10	10,70	10,70	13,00	
Companhia Vale do Rio Doce (MG + BA)	Araci/Itabira/Mariana	0,16	0,61	0,70	1,32	3,34	3,34	3,50	
São Bento Mineração (MG)	Santa Bárbara	-	-	-	1,20	2,00	2,00	2,00	
Caraiiba Metais (BA)	Jaguarari/Salvador	0,16	0,46	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Mineração Tejuçana (MG)	Diamantina	0,09	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Mineração Alta Floresta (MT)	Alta Floresta	-	-	0,10	0,25	0,25	0,25	0,25	
Mineração Colorado (GO)	Mara Rosa	-	-	0,20	0,20	0,20	1,00	1,00	
Mineração Serra Grande (GO)	Crixás	-	-	-	-	-	-	1,07	
Rio Paracatú Mineração (MG)	Paracatú	-	-	-	0,60	3,50	3,50	3,50	
Empreendimentos Minas Novas (MG)	Minas Novas	-	-	-	-	-	1,00	1,00	
Mina do Cabaçal (MT)	Jaurú	-	-	0,05	0,35	2,00	2,00	2,00	
Cia. Minas da Passagem (MG)	Passagem de Mariana	0,13	0,07	0,05	0,06	0,10	0,36	0,50	
Diversos (AM, MG e outros)	-	1,30	1,54	1,20	2,00	2,00	2,50	2,50	
TOTAIS		7,65	8,41	9,30	14,63	25,14	27,70	30,87	

FONTES: DNP/DEM, Gazeta Mercantil, Revista Brasil Mineral, Revista Minérios, MMV, Outras.

QUADRO IV - ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS AURÍFEROS NO BRASIL, PARA PRODUÇÃO DE 1 A 5 TPA	
	US\$ MILHÕES POR EMPREENDIMENTO
. Pesquisa geológica, identificação e detalhamento de alvos, cubagem de reservas, admitindo-se uma mina para cada sete depósitos pesquisados.	20 a 40
. Desenvolvimento, lavra, beneficiamento e metalurgia.	70 a 120
. Desenvolvimento de tecnologia e formação de mão de obra especializada	1 a 3
. Investimento total	91 a 163

FONTE: JTF/MMV.

GRÁFICO I - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO AURÍFERA BRASILEIRA PERÍODO 1972 - 1986



NIÓBIO NO MUNDO. RECURSOS, PRODUÇÃO E MERCADO

Por

Admar Barcellos da Silva (Diretor, Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia)

Abraão Issa Filho (Consultor, Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia)

RESUMO

Os recursos de nióbio distribuem-se em vários países do mundo porém, em maior concentração no Brasil, em alguns países africanos e no Canadá. Geologicamente, os complexos carbonatíticos são fonte quase exclusiva de nióbio, sob forma de pirocloro. Três são as empresas que respondem por cerca de 90% da produção mundial de nióbio: CBMM e Mineração Catalão de Goiás S.A., Brasil e Cambior Inc., Canadá. No Brasil, onde se encontram as maiores reservas mundiais de pirocloro, 10,4 milhões t de Nb contido, situam-se, também, as indústrias de transformação, de maior porte, que contribuem com cerca de 80% do consumo mundial de nióbio. As reservas situadas no exterior, embora menores do que as brasileiras, são suficientes para suprir a demanda mundial de nióbio, durante cerca de 40 anos. Novos projetos de pesquisa e tecnologia mineral e de implantação de lavra, em andamento, no exterior, poderão mudar o atual perfil do nióbio a curto ou médio prazo. A produção, o mercado e o preço do nióbio são discutidos, bem como sua capacidade instalada de produção, hoje, ociosa em cerca de 40%, no mundo.

ABSTRACT

Niobium resources are distributed all over the world particularly in Brazil, Canada and some African countries. From a geological point of view, carbonatites are almost the exclusive source of niobium as pyrochlore. Three corporations are responsible for about 90% of the world production: CBMM, in Araxá, Mineração Catalão de Goiás S.A., in Catalão and Cambior Inc. in Quebec. Nowadays, the largest world reserves

and facilities for the industrialization of the pyrochlore ore are found in Brazil. 80% of the world production of basic niobium products comes from the Brazilian mines and industries. The foreign reserves, however, although smaller than the Brazilian ones are enough to sustain the world demand for the next 40 years. The present niobium market profile is expected to be changed in near to medium future as consequence of new mineral developments currently taking place abroad. This work deals with niobium reserve, production and market, as well as the prospects for this industry which depicts a 40% idle capacity.

I INTRODUÇÃO

O nióbio (Quadro I), descoberto em 1801, por Charles Hatchett, só encontrou aplicação industrial na década de 30, como elemento de adição em aços, sob a forma de ferro-nióbio e como carbeto de nióbio empregado na fabricação de ferramentas de aços rápidos.

Neste período e até a década de 60, o nióbio tinha como fonte o mineral-minério columbita-tantalita. Somente após a descoberta dos jazimentos de pirocloro, em Araxá, Minas Gerais, Brasil e Oka, em Quebec, Canadá, na década de 50 e consequente desenvolvimento desses depósitos, no decênio seguinte, é que o nióbio passou a figurar como um elemento abundante, disseminado geograficamente em ambientes geológicos específicos. Apesar de sua baixa concentração, ocorrendo como elemento-traço, na crosta (20 ppm) o nióbio concentra-se, abundante e principalmente, sob forma de pirocloro, em ambientes carbonatíticos, em vários países do mundo.

Neste trabalho, apresenta-se a distribuição dos recursos de nióbio, no mundo, organizados em uma escala de importância potencial. Descrevem-se, também, os aspectos geológicos dos principais complexos portadores de nióbio, em atividade de lavra, bem como os em fase de pesquisa, com possibilidades futuras de produção.

As características de produção e de mercado são abordadas e discutidas dentro de uma ótica que permite uma avaliação da disponibilidade do nióbio, para as próximas décadas. Os números citados no texto são oriundos da literatura específica sobre nióbio e de levantamentos próprios da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM.

II ASPECTOS BÁSICOS DA GEOLOGIA E MINERALOGIA DO NIÓBIO

O nióbio ocorre na natureza em diversos minerais destacando-se, pelo aspecto econômico, os seguintes:

NOME	COMPOSIÇÃO	% MÁXIMA Nb ₂ O ₅
Bariopirocloro	(Ba, Sr) ₂ (Nb, Ti) ₂ (O, OH) ₇	67
Pirocloro	(Na, Ca) ₂ Nb ₂ O ₆ (OH, F)	71
Columbita-tantalita	(Fe, Mn)(Nb, Ta) ₂ O ₆	76
Loparita	(Ce, Na, Ca) ₂ (Ti, Nb) ₂ O ₆	20

Quanto aos ambientes geológicos, os mais favoráveis à formação de depósitos de nióbio são:

- Carbonatitos
- Rochas sieníticas alcalinas
- Granitos alcalinos
- Pegmatitos

Os carbonatitos, atualmente, são as principais fontes mundiais de nióbio.

As três maiores minas em operação situam-se em Araxá e Catalão, Brasil e em Saint Honoré, Canadá, relacionando-se a depósitos de origem carbonatítica. Respondem por cerca de 90% da produção mundial. O pirocloro e o bariopirocloro são os minerais portadores de Nb, nesses depósitos. Os jazimentos de pirocloro podem ser primários como Saint-Honoré ou secundários. Neste caso eles se formam em regiões de clima tropical caracterizando-se pelo intenso intemperismo, agindo sobre as rochas carbonatíticas. Isto provoca a dissolução dos carbonatos e silicatos com consequente enriquecimento residual dos minerais resistentes, como o pirocloro. Este é o caso de diversos depósitos brasileiros, como Araxá e africanos, como Lueshe. Tal processo, obviamente, enriquece os depósitos secundários apresentando teores de 2 a 3% Nb₂O₅, comparativamente a 0,5 a 1,0% Nb₂O₅, nos depósitos primários.

Os complexos sieníticos de Motzfeldt, na Groenlândia e Meponda, em Moçambique, recentemente descobertos, não apresentam carbonatitos associados. Têm grande potencialidade para Nb sob forma, também, de pirocloro. A columbita-tantalita ainda hoje, contribuindo, em pequena percentagem, na produção mundial de Nb, tem como fonte os ambientes pegmatíticos e

placers correspondentes sendo, também, potencialmente disponível em granitos alcalinos.

III RECURSOS MUNDIAIS DE NIÓBIO

III.1 Conceituação

Os recursos mundiais desta substância foram subdivididos em três categorias dentro da idéia de homogeneização e classificação das informações coletadas, em fontes distintas, a saber:

Tabela I - Reservas de Nióbio

Tabela II - Depósitos de Nióbio

Tabela III - Ocorrências de Nióbio

É grande a diversidade das definições e conceitos de reservas, recursos, depósitos minerais, etc., disponíveis na literatura geológica brasileira e internacional. Enunciam-se, a seguir, os principais conceitos básicos utilizados neste trabalho e suas origens.

RECURSO: Uma concentração de material sólido, líquido ou gasoso, que ocorre naturalmente na crosta terrestre, de tal forma e em tal quantidade que a extração econômica de um bem desta concentração é presentemente ou potencialmente viável (Bureau of Mines, 1985).

RESERVA MINERAL: É o recurso mineral que pode ser economicamente explorado, no momento de sua avaliação. O termo reserva não significa, necessariamente, que equipamentos de lavra estejam instalados e em operação, no sítio desta reserva (Bureau of Mines, 1985). Neste trabalho, o conceito de reserva engloba a tonelagem medida, indicada e inferida, conforme o Código de Mineração Brasileiro.

DEPÓSITO MINERAL: É uma concentração de substâncias minerais úteis, metálicas, não metálicas ou combustíveis, com um teor acima do clarke de concentração.

OCORRÊNCIA MINERAL: É uma concentração natural de substâncias minerais úteis, metálicas, não metálicas ou combustíveis sem qualquer especificação de teor ou quantidade.

III.2 Discussão

A leitura e análise das Tabelas I a IV apresentadas, permitem o registro das seguintes observações:

. A grande maioria dos jazimentos de nióbio ocorre em ambientes carbona

títicos, sendo o pirocloro o principal mineral-minério explotado, ou potencialmente disponível, no mundo (Fig. 1).

. As reservas brasileiras, da ordem de 10,4 milhões t de nióbio contido, perfazem cerca de 90% das reservas mundiais de nióbio conforme Tabela IV. Considerando-se o mercado atual e projeções futuras de consumo, seriam suficientes para mais de quatrocentos anos.

. As reservas situadas no exterior, expressas em Nb contido, são da ordem de 458 mil t, excetuando-se a URSS, com 680 mil t. Aos níveis atuais de consumo, indicados em 1986 por 11.850 t de Nb contido, qualquer dessas reservas satisfaz a demanda por mais de 30 anos.

. Quanto aos depósitos existentes no mundo, englobam 19,7 milhões t de Nb contido. O Brasil conta com 52% desse valor e os restantes 48% estão em outros países correspondendo a 9,5 milhões t de Nb contido (Tabela IV). Nesta categoria é crescente a disponibilidade mundial dos recursos de nióbio correspondendo a centenas de vezes a demanda mundial, em 1986.

. Cotejando-se os dados de consumo com a disponibilidade de nióbio (Tabela IV), consumiu-se a cifra desprezível de 0,10% das reservas mundiais, em 1986.

(Tomados globalmente, os recursos mundiais do metal tiveram um decréscimo de 0,04%, em 1986).

. É de se prever um incremento nas reservas mundiais de nióbio no exterior, a médio prazo, face vários depósitos e ocorrências estarem sendo estudados como é o caso de Aley e Thor Lake no Canadá, Meponda em Moçambique, Motzfeldt na Groenlândia, Sokli na Finlândia, etc.

IV SÍNTESE GEOLÓGICA DOS PRINCIPAIS JAZIMENTOS DE NIÓBIO

Neste capítulo são abordados os traços mais relevantes da geologia, mineralizações, recursos minerais e outros dados dos principais complexos mineralizados a nióbio, no mundo. Abrange os jazimentos em lavra e com trabalhos de pesquisa mineral, em andamento. Para efeito de sistematização das informações agrupar-se-ão as descrições dos complexos em quatro categorias, conforme o estágio de evolução dos projetos, a saber:

Jazimentos em lavra

Jazimentos com lavra em implantação

Jazimentos em fase de pesquisa tecnológica

Jazimentos em fase de pesquisa mineral

IV.1 Jazimentos em lavra

IV.1.1 Araxá, MG, Brasil

O complexo carbonatítico de Araxá, também denominado Barreiro, situa-se 6 km ao sul da cidade de Araxá, Estado de Minas Gerais, Brasil. Já em 1925, os pesquisadores J.F. de Andrade Jr. e Djalma Guimarães deram início aos estudos geológicos da região do Barreiro, Araxá, objetivando explicar a radioatividade das águas das fontes, ali existentes, evidenciando-se, então, a presença de U e Th. Em 1946, através da pesquisa e cubagem do depósito de rocha apatítica do Barreiro, foram identificados outros minerais radioativos, portadores de urânio. Em 1952, o Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq propõe um programa nacional de prospecção para minerais de urânio e o Dr. Djalma Guimarães aconselha a realização de levantamentos aero-radiométricos, em várias regiões do país, incluindo-se a do Barreiro, Araxá. Pouco antes da geofísica aérea, porém, as lateritas desta área foram amostradas para caracterização mineralógica, quando o Dr. Guimarães identificou, em 1953, os primeiros cristais de bariopirocloro (pandaíta, à época), o mineral-minério de nióbio do atual depósito, hoje explorado pela CBMM. Em 1957, o Dr. Guimarães publica, no Boletim nº 103, DFPM-DNPM, os resultados da pesquisa de nióbio do Barreiro. Somente na década de 70 é que se publica o primeiro mapa geológico do complexo através de convênio DNPM/GEOSOL, elaborado pelos geólogos Grossi Sad & Torres, 1970.

O complexo carbonatítico de Araxá, bem como os de Tapira, Salitre I e II, Serra Negra e Catalão I e II, constituem a província alcalino-carbonatítica do Alto Paranaíba, de idade Cretácica. Estão intrudidos em seqüência pré-Cambriana dos grupos Araxá, Canastra e Bambuí, tendo seu posicionamento condicionado por falhamentos profundos, de direção NW, Fig. 2. O complexo do Barreiro (91 MA) encaixa-se em rochas metassedimentares do Grupo Araxá, estando envolvido por um anel completo de quartzitos seguidos de xistos. Tem forma aproximadamente circular, com diâmetro de 4,5 km e estrutura dômica, resultante do arqueamento provocado pela intrusão, nas encaixantes metassedimentares (Fig.3). Anomalias magnética e radiométrica são proeminentes. Valores radiométricos de até 20 vezes o background regional, são verificados na parte central do complexo, na área mineralizada a pirocloro. Os principais tipos litológicos foram definidos a partir de análises petrográficas de testemunhos de sondagem. Quatro são as litologias mais representativas do corpo intrusivo do Barreiro (Issa Filho et alii, 1984):

- . Beforsitos: Essas rochas posicionam-se na parte central do complexo. Correspondem a um sistema de diques e veios de gerações diversas, cortando as rochas ultramáficas (glimeritos) adjacentes. Contêm dolomita, ankerita, calcita, magnetita, apatita, sulfetos, bariopirocloro, monazita e estroncianita, basicamente.
- . Rocha a magnetita: Em associação íntima aos beforsitos ocorrem rochas a magnetita, flogopita, carbonatos e apatita, extremamente ricas em bariopirocloro, podendo dosar até 10% de Nb_2O_5 .
- . Sövitos: Essas rochas situam-se na porção NW do complexo, constituindo-se de calcita, magnetita e apatita, fundamentalmente.
- . Glimeritos: São mais abundantes na parte externa do complexo, estando em contato com o anel de quartzitos. São rochas a flogopita, com dolomita e magnetita ocorrendo subordinadamente e desprovidas de pirocloro. Podem conter restos de diopsídio e olivina, considerados minerais primários das rochas ultramáficas previamente cristalizadas dando origem, por metassomatismo potássico, aos glimeritos.

A fenitização é comum nas encaixantes do complexo, estando controlada, principalmente, por fraturas. Na-anfibólio, K-feldspato, carbonatos, apatita, Na-piroxênio, são os minerais feníticos mais encontrados.

As rochas do complexo do Barreiro encontram-se intensamente intemperizadas e o manto laterítico, então formado, pode atingir, em média, 200 a 250 m de espessura.

O depósito de nióbio encontra-se na zona central do complexo, onde o manto de intemperismo sobrepõe-se às rochas carbonáticas mineralizadas, em profundidade.

É formado por enriquecimento residual do pirocloro, em consequência do intenso processo de lateritização atuante no complexo do Barreiro. O minério laterítico é composto de goethita - limonita, magnetita, barita, fosfatos secundários de terras-raras, ilmenita, bariopirocloro e quartzo.

As reservas do manto laterítico chegam a 459 milhões t de minério com teor médio de 2,50% de Nb_2O_5 . A mineralização, a céu aberto, bem como

a industrialização e comercialização do nióbio de Araxá, são executadas sob a responsabilidade da CBMM. Reservas na rocha fresca, avaliadas em 936 milhões t de minério, com teor médio de 1,57% Nb₂O₅, foram evidenciadas, a partir de um programa de sondagem da CBMM, com a realização de furos profundos, na parte central do complexo, em 1980. (Refractory..., 1984).

O depósito de fosfato, também ocorrente no manto de intemperismo a NW do complexo, em sua porção mais externa, é minerado por outra empresa denominada ARAFERTIL - Araxá Fertilizantes S.A.

VI.1.2 Catalão I, GO, Brasil

O complexo de Catalão I (Fig.4), descoberto por Hussak, no século passado, localiza-se no município de Ouvidor a cerca de 20 km a leste da cidade de Catalão em Goiás, Brasil (Carvalho, 1974). Faz parte da província alcalino-carbonatítica do Alto Paranaíba, anteriormente referida (Fig. 2). Sua forma é aproximadamente circular, com 6 km de diâmetro. Está encaixado em xistos e quartzitos pré-Cambrianos do Grupo Araxá. Assim como nos demais complexos dessa província, a fenitização das seqüências metassedimentares encaixantes é marcante e seus efeitos podem atingir até 2 km de distância, a partir dos contatos. Determinação pelo método K/Ar em biotita, atribue ao carbonatito de Catalão I, idade de 83 MA. As principais unidades definidas nesse complexo por Carvalho, 1974, são:

- . Sílico-carbonatitos: Compostos essencialmente de flogopita e calcita, em proporções variadas, além de dolomita, apatita, serpentina, barita, anfibólio, piroxênio, olivina, feldspatos, zircão, pirocloro, perovskita.
- . Sövitos: Formados essencialmente de calcita, podendo ainda conter apatita, flogopita, serpentina, opacos, barita, esfeno, monazita, zircão, pirocloro e outros.
- . Rauhaugitos: Semelhantes aos sövitos, mas com dolomita ao invés de calcita.
- . Glimeritos: Essencialmente compostos de flogopita, ocorrendo também a calcita, apatita e opacos.
- . Piroxenitos e peridotitos: Considerados como restos das ultramá-

ficas, metassomatizadas.

Baecker, 1983, define ainda em Catalão I, rochas ricas em magnetita que podem ser portadoras de pirocloro.

As rochas do complexo de Catalão I encontram-se lateritizadas. Em zonas preferenciais do solo laterítico, originaram-se, por processo de enriquecimento residual, as reservas de pirocloro explotadas, a céu aberto, pela Mineração Catalão de Goiás S.A.. Essas reservas somam 18,25 milhões t com teor médio de 1,34% Nb_2O_5 . Outra zona mineralizada a nióbio, ainda no complexo de Catalão I, apresenta reserva de 6,98 milhões t, com teor médio de 1,02% Nb_2O_5 . Produz-se, ainda, no carbonatito de Catalão I, fosfato através da FOSFAGO - Fosfatos de Goiás S.A. e da GOIASFÉRTIL - Goiás Fertilizantes S.A.. Vermiculita é também um bem mineral disponível no complexo de Catalão I.

IV.1.3 Saint Honoré, Quebec, Canadá

O complexo de Saint Honoré localiza-se a 5km a oeste do vilarejo de mesmo nome, a 13km ao norte de Chicoutimi, Quebec, Canadá. Está inserido, tectonicamente, no "St.Lawrence Rift System" e tem idade de 560 M.A.. Sua forma é aproximadamente circular (Fig.5) com cerca de 25 Km² de área. Apresenta nítidas anomalias radiométrica e magnética (Perrault & Manker, 1981). As rochas encaixantes são representadas por dioritos, gnaisses, anortositos e sienitos pré-Cambrianos. Fenitização faz-se presente, através de Na-anfibólio, aegirina e carbonatos cortando as encaixantes. É possível que parte dos sienitos encaixantes sejam produtos de fenitização maciça (Perrault & Manker, 1981). O complexo de Saint Honoré está parcialmente coberto por calcários Ordovicianos e por sedimentos glaciais, tornando difíceis as investigações diretas, no campo. Basicamente, é composto das seguintes unidades:

- . Núcleo central de carbonatito dolomítico e ankerítico.
- . "Ring dikes" e "cone sheets" de dolomitito (beforsitos?).
- . Corpo de carbonatito dolomítico e calcítico, localmente enriquecido em Nb_2O_5 , onde situam-se as zonas de minério 1 e 2.
- . Sienitos alcalinos, feldspatóide sienitos, ijolitos e urtitos, em anel quase completo, na parte mais externa do complexo.
- . Cancrinita sienitos.

As zonas de minério compõem-se de diversas lentes enriquecidas em pirocloro, com teores superiores a 0,5% Nb_2O_5 . A zona 1, englobando seis dessas lentes, corresponde a um carbonatito dolomítico contendo 63% dolomita, 12% apatita, 13% magnetita e hematita, 5% calcita, 3% biotita, 2% clorita, 1% piritita, 0,8% pirocloro e 0,2% columbita. A zona 2 é formada por lentes mineralizadas de carbonatito calcítico, onde não ocorre a columbita.

As reservas de Saint Honoré estão avaliadas em 16 milhões t, com teor médio de 0,69% Nb_2O_5 (Perrault & Manker, 1981).

As atividades de mineração, através de lavra subterrânea, estão a cargo da empresa canadense Cambior Inc. (ex-Niobec) produzindo, somente, o concentrado de pirocloro.

IV.2 Jazimento com lavra em implantação

IV.2.1 Lueshe, Kiwu, Zaire

O complexo carbonatítico de Lueshe está situado a aproximadamente 40 km S-SW do Lago Edward, NW do Zaire, África Central. As rochas ígneas desse complexo foram descritas no campo pela primeira vez, por Borgniez, (1938). Em 1952, Béthune as analisa e as denomina sienitos e "mármo-res". Somente em 1956 é que Béthune & Meyer classificam essas rochas como verdadeiros carbonatitos. O posicionamento dos complexos de Lueshe, Monbadio, Bingo, Kirumba, Kibuy, Kawezi e Karonge, está condicionado ao "western rift system", de direção N-S atravessando parte da fronteira oriental do Zaire e os limites ocidentais de Uganda, Rwanda e Burundi, (Fig.6).

Regionalmente, as encaixantes do complexo constituem seqüência de rochas metamórficas de baixo a médio grau, formada por quartzitos, mica-xistos granatíferos, gnaisses e anfibolitos, de idade Burundiana com cerca de 1.200 M.A. (Von Maravic & Morteani, 1980).

O complexo de Lueshe tem forma aproximadamente elíptica, com 3 x 2 km, com área de 6 km² (Fig.7). Determinações K/Ar, em biotita, dão ao carbonatito a idade de 516 M.A. (Von Maravic et alii, 1983).

As encaixantes estão metassomatizadas no contato com o corpo intrusivo transformando-se em fenitos maciços, às vezes, verdadeiros albititos.

O centro do complexo é ocupado por cancrinita sienitos, podendo conter, além dos feldspatos, Ca-anfibólio, sodalita, granada, calcita, apatita, biotita, piroxênio, zircão, pirocloro e opacos. Aureolando o núcleo de sienitos, afloram as rochas carbonatíticas, basicamente do tipo sövito.

São compostas de calcita, Na-piroxênio, K-feldspato, apatita, pirocloro e Na-anfibólio. Ocorrem, ainda, localmente, sílico-sövitos e alvikitos, dentro da unidade sövítica. Beforsitos fazem-se, também, representar na extremidade sudeste do complexo, contendo, como as demais rochas, pirocloro como acessório. Piroxenitos, portadores de pirocloro, ocorrem na porção N do complexo.

Todos os tipos litológicos acima citados contêm pirocloro como acessório. As maiores concentrações de pirocloro, nas rochas frescas aflorantes, posicionam-se no contato entre os carbonatitos e os cancrinitasienitos.

Como nos carbonatitos brasileiros, sobrepondo-se, parcialmente, às rochas do complexo, ocorre um capeamento laterítico, onde se concentra o pirocloro, dando origem ao minério residual de Lueshe. A espessura média dessa zona de lateritização é de 40m atingindo, localmente, 150m. Argilas, minerais de manganês, goethita, crandalita, goyasita, florencita e vavelita são os principais minerais supergênicos constituintes do minério. Além desses, minerais primários como pirocloro, columbita, zirconita, apatita, feldspato, piroxênios e óxidos de ferro e titânio ocorrem preservados, no minério laterítico.

As reservas de nióbio, em Lueshe, são da ordem de 30 milhões t, com 1,34% Nb_2O_5 (Deans, 1966). Atualmente, a empresa alemã GFE-Metallurg, desenvolve projeto objetivando a mineração e beneficiamento do minério laterítico, para produção do concentrado de pirocloro. A GFE considera apenas 3 milhões t como reservas do minério laterítico, com teor médio de 2,5% de Nb_2O_5 . Há grande possibilidade de ampliação deste valor, com novos trabalhos nas zonas mineralizadas.

A GFE iniciou, em 1983 a implantação de uma usina piloto, para concentração de pirocloro, pelo processo de flutuação. Com alimentação da planta da ordem de 1.500kg/hora de minério de teor médio 2,3% de Nb_2O_5 , a GFE produziu, até julho de 1985, cerca de 75t de concentrado (Informações verbais).

IV.3 Jazimento em fase de pesquisa tecnológica

IV.3.1 Seis Lagos, AM, Brasil

O complexo de Seis Lagos foi identificado durante o mapeamento geológico, ao milionésimo, no princípio de 1975, em imagens de RADAR - FOLHA NA 19, Içana. Está associado a duas outras estruturas circulares menores, todos alinhados na direção N-S. Ainda nesse ano, o DNPM solicitou

à CPRM a elaboração de um programa de pesquisa geológica para verificação da potencialidade mineral do corpo e o nióbio foi identificado. Mais tarde, em 1982, a CPRM, detentora dos direitos minerais do Morro de Seis Lagos, dá início à pesquisa de detalhe da área referida e, dentre outros trabalhos, executa, junto ao CETEM, ensaios tecnológicos do minério niobífero de Seis Lagos (CPRM, 1983), visando obtenção de processo para o seu aproveitamento.

O complexo de Seis Lagos, localiza-se no município de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, a 60 km da fronteira com a Venezuela.

Geomorfologicamente, apresenta-se sob forma de uma elevação cuja superfície está a aproximadamente 300m da planície onde se insere. Tem forma circular, com cerca de 5 km de diâmetro (Fig.8). Anomalia aeroradiométrica devida ao Th é proeminente, mostrando valores de até 35.344 cps, contra um background de cerca de 1.300cps. Anomalia aeromagnética é imperceptível no complexo. Biotita - hornblenda gnaisses e biotita gnaisses do complexo Guianense são as principais rochas encaixantes do Morro dos Seis Lagos. É formado, em toda sua extensão, por espessa crosta de laterita maciça e brechóide, que pode atingir 250m de espessura, composta basicamente de óxidos e hidróxidos de ferro como hematita, limonita e goethita, Nb-rutilo, Nb-brookita e minerais com terras-raras como florencita e crandalita. Essa laterita constitui o minério aflorante, do Morro dos Seis Lagos. O pirocloro não faz parte da mineralogia do minério laterítico. Segundo Cuadros Justo & Souza, 1984, "o nióbio proveio, originalmente, do pirocloro dos carbonatitos (sotopostos). Os fenômenos químicos do ambiente exógeno destruíram o pirocloro, deixando o nióbio disponível para reagir com o oxigênio e formar óxidos". É possível, portanto, que o nióbio faça parte da estrutura cristalina dos outros minerais supergênicos, tais como hematita, limonita e goethita e mesmo de fosfatos secundários de terras-raras, do minério laterítico de Seis Lagos.

Segundo a CPRM, as reservas desse jazimento são as que abaixo se apresentam:

Reservas	1.000 t	% Nb ₂ O ₅
Medida	38.376	2,85
Indicada	200.640	2,40
Inferida	2.658.892	2,84
TOTAL	2.897.908	2,81

Atualmente prosseguem os ensaios tecnológicos, no CETEM, para possível definição de processo para o aproveitamento econômico do minério de nióbio, do complexo de Seis Lagos.

IV.4 Jazimentos em fase de pesquisa mineral

IV.4.1 Sokli, Finlândia

O complexo carbonatítico de Sokli localiza-se na Finlândia, na extremidade oeste da província alcalina de Kola. Foi descoberto em 1967 pela Companhia Rautaruukki-Oy que, desde o início, teve como objetivo a pesquisa de apatita - francolita, no regolito (Vartiainen, 1980). Na década de 70 já se iniciava campanha de sondagem, para investigação de mineralização de pirocloro, em rocha fresca.

O complexo é aproximadamente circular, com cerca de 5km de diâmetro, estando aureolado por fenitos (Fig.9). O corpo intrusivo, propriamente dito, compreende três zonas: metassomatitos (rochas piroxênicas, rochas a mica e anfibólio, rochas a micas), metacarbonatitos e núcleo magmático de carbonatitos e foscoritos. As idades das rochas carbonatíticas vão de 334 a 378 M.A.. As mineralizações de pirocloro ocorrem, fundamentalmente, nas rochas do núcleo magmático, quer nos sövitos e sílico-sövitos, quer nos foscoritos, rochas estas compostas de magnetita, apatita, carbonatos, olivina, flogopita, tendo o pirocloro, badeleíta e zirconita como principais acessórios. Alkali-metassomatismo e carbonitização são dois estágios importantes no processo evolutivo do carbonatito de Sokli. O complexo apresenta-se quase totalmente coberto por sedimentos glaciais. Mesmo assim, anomalia magnética é identificável devido à abundância de magnetita das rochas. Valores radiométricos anômalos são constatados, principalmente, nas zonas mineralizadas a pirocloro podendo conter Th e U, em sua estrutura cristalina.

As reservas de pirocloro, em Sokli, são divididas em duas categorias, conforme o quadro, a seguir:

Litologia	10 ⁶ t	% Nb ₂ O ₅
Regolito, associado a apatita/francolita	90	0.22
Rochas foscoríticas frescas	80	0.55

Os trabalhos de pesquisa, a cargo da empresa finlandesa Kemira Oy, prosseguem, prioritariamente, para o aproveitamento das reservas definidas de apatita-francolita. É projeto da empresa, após os estudos de viabilidade econômica do fosfato, já adiantados, viabilizar, também, a produção de concentrado de pirocloro, como subproduto ou não, das reservas já demonstradas, no complexo de Sokli.

IV.4.2 Motzfeldt, Groenlândia

A área de Motzfeldt situa-se ao sul da Groenlândia, a 25km da costa e a 15km da comunidade de Narssarssuaq, onde está o principal aeroporto da região.

O depósito de Nb e Ta, nas proximidades do Lago Motzfeldt, foi descoberto em 1980, por grama-espectrometria, durante os trabalhos de pesquisa, então em desenvolvimento, pelo Geological Survey of Greenland - GSG. Este órgão é o responsável pelo projeto Motzfeldt, com 50% de seus custos subsidiados pela Comunidade Comum Européia.

As zonas mineralizadas fazem parte do denominado complexo Igaliko (Fig.10) formado por quatro intrusões sucessivas (Tukiainen, 1986):

Núcleo Motzfeldt (1.300 ± 10 M.A.)
Núcleo North Qôroq
Núcleo South Qôroq
Núcleo Igdlerfigssalik

O núcleo Motzfeldt, com 25 km x 15 km, é tipicamente alcalino, sem carbonatito associado, constituído de múltiplas intrusões de sienitos variando textural e composicionalmente (Tukiainen, 1986), condicionados por fraturas anelares e subsidência de blocos. Subdivide-se em três formações (Fig.11):

Geologfjeld
Flinks Dal
Motzfeldt SØ - mineralizada a Nb e Ta (Fig.12)

As rochas desta última formação originaram-se de um processo intenso de diferenciação, com conseqüente formação de um resíduo peralcalino, rico em voláteis e elementos incompatíveis, que resultou na cristalização dos "sheets" de micro-sienitos peralcalinos e provocou alterações hidrotermais, nos sienitos previamente cristalizados. Este processo é o responsável pelas mineralizações de Nb, Ta, Th, U, Zr e TR, da forma

ção Motzfeldt SØ (Fig. 12). Pirocloro é o mineral de interesse econômico mais importante; a ele associam-se o zircão, thorita, os carbonatos e silicatos de TR, o rutilo, a columbita-tantalita, a fluorita. Além de TR leves e U, o Ta está sempre presente na estrutura cristalina do pirocloro (Tukiainen, 1986). Os teores de Ta_2O_5 variam de 4,5% a 10,0% nos pirocloros de sienitos, e de 1,5% a 2,3%, nos pirocloros de micro-sienitos.

Os recursos de nióbio em Motzfeldt foram apenas avaliados, estimativamente, pois, até o presente, não houve execução de sondagens, nas zonas mineralizadas do complexo. Cerca de 80 milhões t de minério com teores entre 0,4% e 1,0% de Nb_2O_5 , são consideradas, pelo GSG, como estimativa conservadora dos recursos de nióbio em Motzfeldt.

O GSG gastou até o ano de 1986, cerca de US\$ 500 mil no projeto Motzfeldt. Atualmente, está a busca de associação com empresas interessadas em Nb e Ta para a continuidade dos trabalhos de pesquisa, no complexo.

IV.4.3 Aley, B. C., Canadá

Poucas são as informações, na literatura geológica, sobre o carbonatito de Aley.

Descoberto no início dos anos 80, ele vem sendo objeto de pesquisa mineral por parte da Cominco Ltd., desde 1982. Situa-se a 140 km N-NE de Mackenzie, a leste do lago Williston, British Columbia, Canadá. O carbonatito de Aley e rochas sedimentares, Ordovicianas a Devonianas adjacentes, foram submetidos ao metamorfismo regional, fácies xistos-verdes. No entanto, o complexo apresenta-se praticamente indeformado tectonicamente. Sua "mise en place" ocorreu antes do principal evento orogênico Jurássico - Cretácico (Pell, 1986). Sua forma é circular, tendo na parte central um corpo de cerca de 2 km de diâmetro de carbonatito do tipo rauhaugito - dolomita (80-95%), apatita (5-15%), flogopita, pirita, magnetita, zircão, pirocloro e columbita, aureolado por uma zona marginal de anfibolitos. Diques (?) de sövito ocorrem nas zonas do rauhaugito e anfibolito. Os sövitos são formados por calcita, dolomita, apatita, piroxênio e anfibólio sódicos, magnetita, pirocloro e fersmita. A auréola marginal de anfibolitos, com cerca de 1 km de largura, inclui porções de anfibolitos maciços e brechas. Os anfibolitos maciços são compostos de anfibólio sódico, quartzo e piroxênio. As brechas contêm fragmentos de orto-quartzito, albitito e sienito em uma matriz de composição similar a do anfibolito maciço (Pell, 1986). As

rochas sedimentares adjacentes ao complexo foram alteradas pela intrusão, a uma distância de até 500m, além da zona marginal dos anfibolitos; esta alteração transformou gradativamente, calcários em dolomitos. Diques carbonatíticos tardios, enriquecidos em T.R., cortam as rochas do complexo e as encaixantes; são compostos de dolomita, fluorita, pirita, barita e bastnaesita (Pell, 1986).

Concentrações importantes de pirocloro foram detectadas no complexo de Aley, tornando-o um alvo muito favorável ao bloqueio de reservas de pirocloro, alvo este, atualmente, em fase de pesquisa mineral, pela Cominco Ltd.

IV.4.4 Meponda, Moçambique

O complexo alcalino de Meponda situa-se na província de Niassa, Moçambique, a 60 km a oeste de Lichinga, já na fronteira com o Malawi. Foi descoberto pelo BRGM, no início dos anos 80, durante a realização dos trabalhos previstos no contrato firmado com o governo da República Popular do Moçambique, para o estabelecimento do inventário mineral do extremo norte desse país. Primeiramente detectado por aeroradiometria, o complexo foi objeto de pesquisa de detalhe, que revelou as mineralizações de Nb, Ta, U e T.R. (Lulin et alii, 1985).

O complexo de Meponda tem forma elíptica (Fig.13) com 9 km x 2 km, aproximadamente. Está encaixado em seqüências metamórficas pré-Cambrianas, formadas, basicamente, de gnaisses leptiníticos e gnaisses de composições diorítica, granodiorítica e quartzo-diorítica. Tem idade determinada entre 900 a 1.100 M.A.. Os principais tipos petrográficos do complexo de Meponda são (Lulin et alii, 1985):

Sienitos sódico-potássicos hololeucocráticos a leucocráticos e Sienitos nefelínicos

de caráter miascítico $\frac{Na + K}{Al} < 1$

Sienitos albíticos leucocráticos a mesocráticos e Anfibólio piroxenitos sódicos

de caráter hiperalcalino $\frac{Na + K}{Al} > 1$

Do ponto de vista evolutivo, admite-se para Meponda, um processo magmático de cristalização fracionada com os diferenciados partindo da fácies miascítica e evoluindo até os termos hiperalcalinos. Ao pacote

hiperalcalino, associam-se as mineralizações de Nb, Ta, U e T.R., principalmente sob forma de pirocloro. Ocorrem, ainda, como acessórios: a columbita, allanita, chevkinita, monazita e zirconita. Os teores de Nb_2O_5 são, localmente, superiores a 1,5%. O pacote de rochas mineralizadas estende-se por alguns quilômetros de comprimento havendo, no entanto, importantes variações nos teores dos elementos de interesse econômico.

Este complexo que teria potencial para conter reservas da ordem de 50 milhões t de minério de nióbio, sob forma de pirocloro, está sendo pesquisado por empresas iugoslavas (Informações verbais).

V PRODUÇÃO E PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS DE NIÓBIO

Com a descoberta dos jazimentos de pirocloro, no Brasil e no Canadá, e com o desenvolvimento de processos de extração de nióbio, a columbita-tantalita, então produzida na Nigéria, passa a ter importância secundária no quadro da produção mundial do nióbio.

Na década de 60, com a demanda gradativamente em ascensão, duas novas fontes de nióbio tornaram-se importantes: Araxá, Brasil e Oka, Canadá. Em 1976, a mina de Oka cessa a produção por razões econômicas (Manker, 1981), mas duas outras entram em operação para extração de pirocloro em complexos carbonatíticos: Saint Honoré, Quebec, Canadá e Catalão I, GO, Brasil. Assim, três minas hoje em atividade, Araxá, Catalão I e Saint Honoré, produzem mais de 90% do nióbio consumido no mundo. O restante da produção é oriundo de columbita-tantalita e de escórias de estanho da Malásia, Tailândia e Nigéria.

Os produtos de nióbio hoje disponíveis para atender os diversos setores que os demandam no mundo, são apresentados no fluxograma de produção da CBMM (Fig.14). Salieta-se que o minério e o concentrado não são comercializados pelos produtores brasileiros. O ferro-nióbio (FeNb) "standard" é o principal desses produtos sendo utilizado na indústria siderúrgica, para a fabricação de aços especiais, onde é adicionado em teores da ordem de 0,04%. Nesta aplicação o nióbio sofre concorrência do vanádio e titânio, além de "tecnologias avançadas de processamento e utilização de insumos - em 1975 eram consumidos 1,1 kg de FeNb por tonelada de produto acabado; em 1985, o mesmo produto requer apenas 0,8 kg de FeNb" (Guimarães & Papaléo, 1987).

O óxido de nióbio, obtido a partir do pirocloro, em 1979, é uma conquista da CBMM, pois até então, ele tinha como fonte a tantalita-columbita com oferta limitada e preços instáveis. O óxido de nióbio destina-se à

indústria de superligas (NiNb e FeNb de alta pureza), do metal e de óxidos especiais para utilização em materiais cerâmicos mais nobres. O nióbio metálico encontra sua principal aplicação na supercondutividade sendo hoje produzido no Brasil, através de convênio de prestação de serviço de refino entre a CBMM e a Fundação de Tecnologia Industrial (FTI), operando um forno de feixe de elétrons com capacidade nominal de 40 t/ano. Com a instalação de um forno em Araxá para a produção de Nb metálico, pela CBMM, previsto para 1989, completa-se o quadro de industrialização, no Brasil, dos produtos de nióbio.

O consumo médio global de nióbio nos últimos anos (Fig. 15) foi da ordem de 12.000 t/ano de nióbio contido nos diversos produtos consumidos e, o perfil da distribuição desse consumo (Fig. 16) é o que abaixo se discrimina:

Aços microligados	75%
Aços inoxidáveis	12%
Superligas	10%
Outros	3%

A capacidade mundial industrial instalada de produção de nióbio, principalmente sob forma de FeNb (Fig. 15) está bem acima da demanda mundial, provocando considerável excesso de oferta. Especificamente para a CBMM, sua capacidade industrial ociosa permite-lhe atender, de imediato, eventuais acréscimos na demanda de FeNb.

VI MERCADO - PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

O Brasil é o maior produtor e exportador de nióbio, principalmente, sob forma de FeNb, atendendo a cerca de 80% do mercado mundial. A CBMM, controlada pelo grupo Moreira Salles e suprindo, integralmente, o mercado nacional e a Mineração Catalão de Goiás S.A., da Anglo-American, sustentam essa posição brasileira. Além dessas empresas, a Cambior Inc. (ex-Niobec), canadense, produz e comercializa nióbio, sob forma de concentrado de pirocloro.

A CBMM fornece seus produtos a cerca de 45 países atendendo a 250 siderúrgicas, principalmente na Europa, América do Norte e Japão (Fig.17). A União Soviética, em 1986, consumiu 4,5% da produção desta empresa. A partir de 1980, como mostra a Fig. 15, a demanda mundial de nióbio sofre considerável decréscimo, em virtude da recessão da economia mundial. A CBMM, em decorrência desse fato, tem, também, perdas importantes na sua receita, que até o presente ano de 1987, não recuperou os

níveis de 1980 (Fig. 18), em exportação.

Ano	Receita - 10 ⁶ US\$
1980	107,6
1981	91,8
1982	79,9
1983	51,6
1984	85,1
1985	91,2
1986	75,8

O perfil do mercado e exportações brasileiras de produtos industrializados de nióbio, em 1985, é visualizado na Tabela V. De um total de 12.534t de nióbio comercializadas, o Brasil participou com 10.146t (80% do mercado mundial) em exportações, gerando uma receita de US\$ 125,26 milhões.

Tendo em vista a posição do Brasil no mercado internacional, deve-se salientar a importante participação do Estado de Minas Gerais, na receita gerada pelas exportações brasileiras. As reservas de nióbio de Araxá são objeto de três concessões de lavra limítrofes. Uma concessão está em nome da CAMIG - Cia. Agrícola de Minas Gerais, empresa do governo estadual, somando 202 milhões toneladas de minério.

As outras duas concessões foram outorgadas à CBMM - Cia. Brasileira de Metalurgia e Mineração, perfazendo 255 milhões toneladas do minério.

Para a exploração conjunta dessas reservas a CBMM e a CAMIG constituíram a COMIPA - Companhia Mineradora do Pirocloro de Araxá, onde a estatal mineira detém 51% e a CBMM 49%.

A COMIPA foi criada com a finalidade de lavrar o minério e vendê-lo exclusivamente à CBMM para beneficiamento, industrialização e comercialização. Obriga-se, ainda, a minerar as jazidas em partes iguais sem privilegiar, portanto, nenhuma das duas empresas.

Os termos do contrato referente à sociedade em conta de participação, asseguram à CAMIG a participação em 20% do lucro líquido da CBMM, quando a venda anual de produtos de nióbio situar-se até 3.810 toneladas de metal contido (12 milhões de libras de Nb₂O₅ contido) e em 25% quando as vendas ultrapassarem este limite. Desde que o contrato foi celebrado, as vendas da CBMM sempre atingiram quantidades superiores às 3.810 toneladas.

Uma das características do mercado de nióbio é a sua marcante estabilidade de preços, um dos fatores fundamentais ao êxito desse metal nas relações internacionais de comércio. Comparado ao preço do V, Mo e W, o do nióbio foi o que mais estabilidade apresentou no período compreendido entre 1980 e o presente (Fig. 19). Preços estáveis e reservas inegotáveis são uma garantia ao suprimento de nióbio, no mercado internacional. "Mesmo se a demanda por nióbio crescesse, a partir de 1984, à elevada taxa de 5% a.a., ainda assim, seriam necessários 100 anos para que fosse esgotada a capacidade de produção atual dos principais fabricantes do nióbio" (CBMM, 1986). Ainda que haja uma aceleração imprevista da demanda, com simples acréscimos na capacidade instalada, que hoje é ociosa em 40%, os três produtores mundiais tradicionais poderão atender à demanda de nióbio, até o final do século. A CBMM, por exemplo, já dispõe de infraestrutura para a duplicação de sua atual capacidade instalada de produção. Os dados expostos neste trabalho mostram, claramente, a desproporção existente entre a grandiosidade das reservas mundiais de nióbio e o seu consumo total que, juntamente com a disponibilidade de capacidade de produção instalada das plantas, hoje em operação, conduzem o mercado de nióbio à saturação. Apesar deste fato, já se tem como certa a entrada no mercado, de um novo produtor: GFE - Grupo Metallurg. Esta empresa alemã com reservas já definidas, desenvolve em Lueshe, Zaire, processo de concentração do pirocloro por flutuação, através de planta-piloto, em funcionamento desde 1984. Outros projetos de pesquisa mineral estão em andamento em vários países do mundo, como se mostrou em capítulo precedente. Caso apenas um desses vários projetos, em fases distintas de pesquisa, venha a produzir nióbio, a curto ou médio prazo, haverá, obrigatoriamente, uma disputa por fatia do mercado atual, já estagnado, afetando, significativamente, a produção brasileira de nióbio.

VII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BAECKER, M. L. - 1983 - A mineralização de nióbio do solo residual laterítico e a petrografia das rochas ultramáficas alcalinas do domo de Catalão I, Goiás. Brasília, Universidade de Brasília. 113p. (Tese de Mestrado).
- 2 BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; CUNHA, C.A.B. - 1970 - Geologia da região do Triângulo Mineiro. Boletim do Departamento Nacional de Produção Mineral. (136).
- 3 BERYLLIUM deposits at Thor Lake, Canadá. - 1984 - Mining Magazine, 151(3):166.

- 4 BETHUNE, P. de. - 1952 - Études pétrographiques dans les Monts Ruindi. Mém. Inst. Geól. Univ. Louvain, 16:223-99.
- 5 BETHUNE, P. de & MEYER, A. - 1956 - Les carbonatites de la Lueshe (Kivu, Congo Belge). C.R. Acad. Sci. Paris, 243:1132-34.
- 6 BORGNEZ, G. - 1938 - Observations géologiques au Kivu. Bull. Ass. Ing. Fac. Tech. Hainaut a Mons, Sect. Congolaise, 5.
- 7 BRANCO, Paulo Cesar de Azevedo - 1984 - Principais depósitos mine-rais: conceitos, metodologia e listagem. In: GEOLOGIA do Brasil. Brasília, DNPM. p.359/65.
- 8 BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral - 1983 - Anuário Mineral Brasileiro. Brasília, DNPM. V.12.
- 9 BUREAU OF MINES. - 1985 - Mineral Facts and Problems. United States Department of the Interior. (Bulletin 675).
- 10 CARVALHO, W. T. de. - 1974 - Aspectos geológicos e petrográficos do complexo ultramáfico alcalino de Catalão I, Go. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, 1974. Anais. Porto Alegre, SBG. v.5, p.107-23.
- 11 COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO - 1986 - O mercado do nióbio. (folheto).
- 12 COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO - 1983 - Relatório anual de lavra. São Paulo. (Rel. apresentado do DNPM).
- 13 COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO - 1977 - Relatório de reavaliação de reservas de pirocloro e barita de Araxá. São Paulo. v.1 (Rel. apresentado ao DNPM).
- 14 COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO - 1984 - Relatório interno de viagem a Sokli. São Paulo.
- 15 COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - 1983 - Relatório final de pesquisa - Projeto Uaupes. Manaus, CPRM/DNPM. 2v. (Alvará nº 2.702/81 e 2.844/81).
- 16 CUADROS JUSTOS, Lorenzo J. E. & SOUZA, Miguel Martins de - 1984 - jazida de nióbio do Morro dos Seis Lagos. In: SYMPOSIUM AMAZÔNICO, 2. Manaus, 8-12 de abril, 1984. Anais. Brasília, DNPM. p.467-72.
- 17 CUNNINGHAM, Larry D. - 1985 - Columbium. In: MINERAL Facts and Problems. Washington, United States Department of the Interior. p.185-96. (Bureau of Mines - Bulletin 675).
- 18 CURRIE, K. L. - 1976 - The alkaline rocks of Canada. Canada, Geological Survey of Canada:Departament of Enery, Mines and Resources

- Canada. 228p. (G.S.C. - Bulletin 239).
- 19 DEANS, T. - 1966 - Economic mineralogy of African carbonatites. In: TUTTLE, O. F. & GITTINS, J., ed. Carbonatites. London, Interscience. p.385-413.
 - 20 DENOMME, Eddy & THIVIERGE, S. - 1982 - The St-Honore carbonatite and associated niobium deposits. In: ANNUAL GENERAL MEETING OF THE CANADIAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY, 84. Proceedings, Quebec, April 25-28. (Paper nº 55).
 - 21 GAGNON, G. - 1979 - Le complexe de carbonatite de St-Honoré et ses dépôts de niobium. In: ANNUAL MEETING OF THE GEOLOGICAL ASSOCIATION OF CANADA. Quebec, May. (Preprint).
 - 22 GROSSI SAD, J. H. & TORRES, N. - 1970 - Geologia e recursos minerais do Distrito do Barreiro. Araxá, MG., DNPM.
 - 23 GUIMARÃES, Djalma - 1925 - Estudos de algumas rochas relacionadas com as fontes minerais de Araxá e outras. In: BRASIL. Serviço Geológico e Mineralógico. Contribuição a Geologia Econômica. Rio de Janeiro. p. 79-98. (Boletim 9).
 - 24 GUIMARÃES, Djalma. - 1946 - Nota preliminar sobre a jazida de Apatita de Barreiro, Município de Araxá, Minas Gerais. Belo Horizonte, Instituto de Tecnologia Industrial. 43p. (Avulso 2).
 - 25 GUIMARÃES, Djalma - 1957 - Relatório sobre a jazida de pirocloro de Barreiro, Araxá, Minas Gerais. Belo Horizonte, DFPM/DNPM. (Boletim nº 103).
 - 26 GUIMARÃES, J. R. C. & PAPALÉO, R. - 1987 - Produtos industrializados de nióbio. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MINERAIS E METAIS ESTRATÉGICOS. Anais. Rio de Janeiro, Revista Minério, mar. 18 e 19.
 - 27 ISSA FILHO, A.; LIMA, P.R.A.S.; SOUZA, O.M. - 1984 - Aspectos da geologia do complexo carbonatítico do Barreiro. In: COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO. Complexos carbonatíticos do Brasil: geologia. São Paulo, CBMM - Departamento de Geologia. p. 19-44.
 - 28 LAPIDO-LOUREIRO, F. Eduardo - 1973 - Carbonatitos de Angola. Luanda Instituto de Investigação Científica de Angola. 242p. (Instituto de Investigação Científica de Angola-memórias e trabalhos nº 11)
 - 29 LULIN, Jean-Marc - 1985 - Un nouveau gîte à Nb, Ta, U, T.R. d'origine magmatique en Afrique Orientale: le complexe alcalin tectonisé de Meponda, Précambrien de la Province du Niassa. Orleans, Bureau de Recherches Géologique et Minières. (BRGM nº87 - Thèse Université

d' Orleans, 1984)

- 30 LULIN, Jean-Marc; LOURDE, Guy; MESTRAUD, Jean-Louis; MROZ, Jean Pierre - 1985 - Un nouveau gîte à Nb, Ta, (U.T.R.) en Afrique orientale: le complexe alcalin de Meponda (Republique populaire du Mozambique). Chron. Rech. Min., (480):35-48).
- 31 MANKER, Edgar A. - 1981 - Columbium an outlook. CIM Bulletin, 74(832):93-99, Aug.
- 32 METAGO - 1983 - Projeto nióbio - Catalão - Goiás - METAGO. Goiás, DNPM. (Relatório METAGO/DNPM).
- 33 PARKER, R. L. & ADAMS, J. W. - 1973 - Niobium (columbium) and tantalum. In: BROBST, D.A. & PRATT, W. P., ed. United States Mineral Resources. Washington, United States Department of the Interior, p.443-54. (G.S. Paper 820).
- 34 PELL, Jennifer - 1986 - Carbonatites in British Columbia: The Aley property (94B/5). In: GEOLOGICAL Fieldwork. British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. p.275-77.
- 35 PERRAULT, G. & MANKER, E. A. - 1984 - Geology and mineralogy of niobium deposits. In: STUART, Harry, ed. Niobium'81. San Francisco, California, Nov. 8-11. Proceedings. Pennsylvania, Metallurgical Society of AIME. p.3-79.
- 36 REFRACTORY alloying elements in superalloys: effects and availability - 1984 - Araxá, April 9-12. Proceedings. São Paulo, ABM/ASM. p.13-16.
- 37 ROSKILL INFORMATION SERVICES LTD.- 1983 - The economics of niobium, 4^a ed. London, Roskill. 222p.
- 38 ROSKILL INFORMATION SERVICES LTD.- 1986 - The economics of niobium, 5^a ed. London, Roskill.
- 39 SILVA, A. B.; MARCHETTO, M.; SOUZA, O.M. - 1979 - Geology of the Araxá (Barreiro) carbonatite. s.n.t.. 17p.
- 40 STOCKFORD, H. R. - 1972 - The James Bay pyrochlore deposits. CIM Bulletin, 65:61-9.
- 41 TUKIAINEN, Tapani - 1986 - Pyrochlore in the Motzfeldt Centre of the Igaliko Nepheline Syenite Complex, South Greenland. The Geological Survey of Greenland, Greenland, Nov, 98p. (Final Report Project MSM-118-DK-AD).
- 42 VARTIAINEN, Heikki - 1980 - The petrography, mineralogy and petrochemistry of Northern Finland. In: GEOLOGICAL Survey of Finland.

Geologinen Tutkimuslaitos, Espoo. 126p. (Bulletin 313).

- 43 VON MARAVIC, H. Geochemische und petrographische untersuchungen zur genese des niobführenden karbonatit/cancrinit - syenitkomplexes von Lueshe, Kivu/NE-Zaire, Berlin, 1983. (VOM Fachbereich für Bergbau und geowissenschaften der technischen Universit at Berlin zur verleihung des akademischen. Grades Doktor der Naturwissenschaften genehmigte dissertation).
- 44 VON MARAVIC, H. & MORTEANI, G. - 1980 - Petrology and geochemistry of the carbonatite and syenite complex of Lueshe (NE Zaire). Lithos, 13(2):159-70.
- 45 VON MARAVIC, H.; MORTEANI, G.; ROETHE; G.A. - 1983 - Die niobreichen verwitterungserze des karbonatits von Lueshe / Zaire. Erzmetal, 36 (1):29-36.
- 46 ZAJAC, I. S.; MILLER, R., BIRKETT, T.; NANTEL, S. - 1984 - The Zr, Y, Nb and Be deposit fo the Strange Lake alkaline complex. Quebec-Labrador. In: ANNUAL ICM MEETING. Proceedings. Ottawa, April 16. p.1-15.

CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES FÍSICAS DO NIÓBIO PURO

DENSIDADE:	8,57 g/cm ³
PONTO DE FUSÃO:	2468°C
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR:	
500°C	74,7 x 10 ⁻⁷ °C ⁻¹
700°C	76,32
900°C	77,94
1000°C	78,84
CONDUTIVIDADE TÉRMICA:	
300°C	58,6 W/mK
600°C	65,3 W/mK
TEMPERATURA DE RECRISTALIZAÇÃO:	900 - 1200°C
TEMPERATURA DE ALÍVIO DE TENSÕES:	760 - 800°C
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA:	
a 25°C	12% IACS
RESISTIVIDADE ELÉTRICA A 20°C:	17 x 10 ⁻⁶ ohm-cm
a 900°C:	50 x 10 ⁻⁶
LIMITE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO, TÍPICO:	
20°C	172 MPa
800°C	103 MPa
1200°C	34 MPa
LIMITE DE ESCOAMENTO, TÍPICO:	
20°C	103 MPa
800°C	69 MPa
1200°C	14 MPa
MÓDULO DE YOUNG:	
20°C	98,5 GPa
800°C	82,7 GPa
1200°C	75,8 GPa
1790°C	51,7 GPa
COEFICIENTE DE POISSON A 25°C:	0,38
ALONGAMENTO EM 5 cm:	
20°C	25%
800°C	30%
1200°C	45%
DUREZA TÍPICA:	90 HV, 48 HRB, 81 HB, 250 Knoop

QUADRO I

RESERVAS DE NIÓBIO

PAÍS LOCALIZAÇÃO	TIPO DE DEPÓSITO	MINERAL-MINÉRIO	RESERVA (1000t)	Nb ₂ O ₅ (%)	Nb CONTIDO (1000t)	REFERÊNCIA
BRASIL Araxá, MG	Carbonatito (Min.Residual)	Pirocloro	459.339	2,48	7.965	13;12
Ouvidor, GO	Carbonatito (Min.Residual)	Pirocloro	18.250	1,34	170	8
CatalãoI, GO	Carbonatito	Pirocloro	6.975	1,02	50	32
CatalãoII, GO	Carbonatito	Pirocloro	1.433	2,18	22	8
Tapira, MG	Carbonatito	Pirocloro	165.940	1,89	2.192	8
CANADÁ Saint Honoré, Quebec	Carbonatito (Rocha Fresca)	Pirocloro	16.000	0,69	77	35
URSS Lovozero,Kola; Vishnevyye-Urais; Sibéria Oriental	Carbonatito, alcali-sienito, e outros	Loparita, Pirocloro	-	-	680	29;17
ZAIRE Lueshe,Kiwu	Carbonatito (Min.Residual)	Pirocloro	30.000	1,34	281	19
Outros	-	Cb-Tantalita, principalmente	-	-	31	17
NIGÉRIA	Granito alcalino	Cb-Tantalita, principalmente	-	-	63	17
TAILÂNDIA	-	Escória de Sn	-	-	5	17
MALÁSIA	-	Escória de Sn	-	-	1	17
CHINA Bayan Obo, Mong.Interior	Carbonatito	*	-	-	-	Diversas
* Nb é recuperado como sub-produto de minério de ferro.						

TABELA I

DEPÓSITOS DE NIÓBIO

PAÍS LOCALIZAÇÃO	TIPO DE DEPÓSITO	MINERAL-MINÉRIO	RECURSOS (1000t)	Nb ₂ O ₅ (%)	Nb CONTIDO (1000t)	REFERÊNCIA
BRASIL Araxá, MG	Carbonatito (Rocha Fresca)	Pirocloro	936.265	1,57	10.277	36
CANADÁ Oka, Quebec	Carbonatito	Pirocloro	200.000	0,35	489	37
Lake Nipissing, Ontario	Carbonatito	-	1.893	0,86	11	18
Lakner Lake, Ontario	Carbonatito	-	80.000	0,25	140	35
Nemegosenda Lake, Ontario	Carbonatito	-	20.000 15.000	0,50 0,30	70 31	33
James Bay, Ontario	Carbonatito	Pirocloro	62.000	0,52	227	40
USA Iron Hill, Colorado	Carbonatito	-	-	-	245	38
NORUEGA Sjøve (Fen)	Carbonatito	Pirocloro	61.000	0,20 0,50	96	33
ALEMANHA Kaiserstuhl	Carbonatito	Pirocloro	750	0,50	3	33
FINLÂNDIA Sokli	Carbonatito	Pirocloro	90.000 80.000	0,22 0,50	138 280	14
GROENLÂNDIA Motzfeldt	Sienito alcalino	Ta-Pirocloro	80.000	0,4-1,0	391	41
UGANDA Tororo e Sukulu	Carbonatito (Min.Residual)	Pirocloro	200.000	0,25	350	19
KENYA Mrima Hill	Carbonatito (Min.Residual)	Pirocloro	56.000 50.000	0,67 0,70	262 245	33
TANZÂNIA Mbeya (Panda Hill)	Carbonatito	Pirocloro	125.000 3.800	0,30 0,79	262 21	19
ZAIRE Bingo, Kiwu	Carbonatito	Pirocloro	7.100	2,4-3,6	138	33
NIGÉRIA Kaffo Valley Jos Plateau	Granito Pegmatito - Placer	Cb-Tantalita Cb-Tantalita	140.000 -	0,26 -	255 70	33 33
ANGOLA Bonga	Carbonatito	Pirocloro	824.250 1.428.000	0,48 0,30	2.766 2.995	28

TABELA II

OCORRÊNCIAS DE NIÓBIO

PAÍS LOCALIZAÇÃO	TIPO DE DEPÓSITO	MINERAL-MINÉRIO	RECURSOS (1000t)	Nb ₂ O ₅ (%)	Nb CONTIDO (1000t)	REFERÊNCIA
USA Gem Park, Colorado	Carbonatito	-	-	-	-	33
Potash Sulfur Springs, Ar - kansas	Carbonatito	-	-	-	-	33
Rocky Boy, Montana	Carbonatito	-	-	-	-	33
Arkansas	Bauxita	-	50.000	0,05 a 0,15	35	37
Magnet Cove, Arkansas	Carbonatito	-	11.000	0,08	6	37
CANADÁ Aley, B.C.	Carbonatito	Pirocloro	-	-	-	Diversas
Strange Lake, Labrador	Complexo Al - calino	-	-	-	-	46
Thor Lake, NT	Sienito Al - calino	-	-	-	-	3
Firesand River, Ontario	Carbonatito	-	-	-	-	18
TANZÂNIA Oldoinyo Dilli	Carbonatito	Pirocloro	-	-	-	19
ZÂMBIA Kaluwe	Carbonatito	Pirocloro	-	-	-	19
MALAWI Chilwa Island	Carbonatito	Pirocloro	-	-	-	19
Tundulu	Carbonatito	Pirocloro	-	-	-	19
ÁFRICA DO SUL Glenover	Carbonatito	Pirocloro	-	-	-	19
MOÇAMBIQUE Meponda	Sienito Al - calino	Pirocloro	50.000	-	-	29
BRASIL Seis Lagos, AM	Carbonatito (Min.Laterítico)	Rutilo Niobiano	2.897.908	2,81	56.936	16
Pitinga, AM	Min.Residual (Greisen)	Cb-Tantalita	-	-	-	Diversas
PARAGUAI Chiriguello	Carbonatito	Pirocloro	-	-	-	Diversas

TABELA III

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS RECURSOS DE NIÓBIO NO MUNDO
Nb CONTIDO (1000t)

PAÍSES \ ITENS	RESERVAS	PERCENTAGEM	DEPÓSITOS	PERCENTAGEM	TOTAL	PERCENTAGEM
AMÉRICA DO SUL						
Brasil	10.399	90,13	10.277	52,00	20.676	66,00
AMÉRICA DO NORTE						
Canadá	77	0,67	968	5,00	1.045	3,35
Estados Unidos	-	-	245	1,25	245	0,80
EUROPA						
União Soviética	680	5,90	-	-	680	2,17
Noruega	-	-	96	0,50	96	0,30
Alemanha	-	-	3	0,01	3	-
Finlândia	-	-	418	2,10	418	1,35
Groenlândia	-	-	391	2,00	391	1,25
ÁSIA						
Tailândia	5	0,04	-	-	5	0,01
Malásia	1	0,01	-	-	1	-
ÁFRICA						
Zaire	312	2,70	138	0,70	450	1,45
Nigéria	63	0,55	325	1,65	388	1,25
Uganda	-	-	350	1,75	350	1,12
Kenya	-	-	507	2,59	507	1,65
Tanzânia	-	-	283	1,45	283	0,90
Angola	-	-	5.761	29,00	5.761	18,40
TOTAL MUNDIAL	11.537	100,00	19.762	100,00	31.299	100,00

TABELA IV

PERFIL DO MERCADO E EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS
DE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS DE NIÓBIO - 1985

MERCADO MUNDIAL (EXCLUSIVE BRASIL)

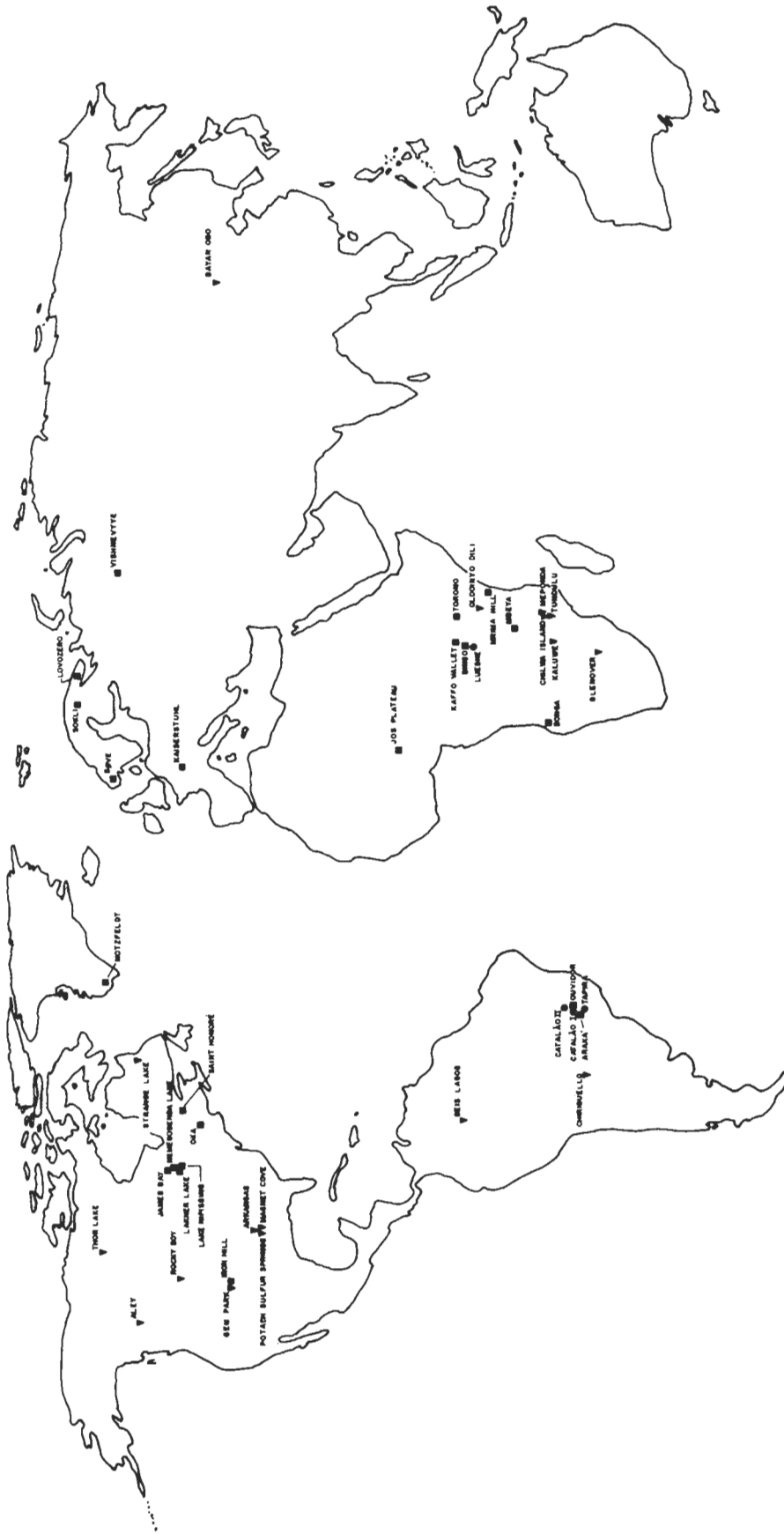
PRODUTO	DESTINAÇÃO	MERCADO MUNDIAL		PREÇO US\$/kg Nb	VALOR US\$×10 ⁶
		%	t Nb		
FeNb "padrão"	Aços	87	10.792	11,85	127,88
FeNb AP, NiNb, Nb ₂ O ₅	Superligas	10	1.340	26,80	35,91
Nb Metálico	Ligas à base de Nb	1,5	220	60,00	24,12
Óxidos especiais	Lentes, cerâmica fina	1,5	192		
TOTAL		100	12.534	---	187,91

EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS (CBMM E MINERAÇÃO CATALÃO DE GOIÁS S.A.)

PRODUTO	QUANTIDADE t Nb	PREÇO US\$/kg Nb	RECEITA US\$×10 ⁶
FeNb "padrão"	9.576	11,85	113,48
Nb ₂ O ₅	541,1	20,00	10,82
NiNb e FeNb AP	23,7	27,20	0,64
Metal	5,4	60,00	0,32
TOTAL	10.146,2	---	125,26

TABELA V

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS RECURSOS MUNDIAIS DE NÍOBIO



● RESERVA - ■ DEPÓSITO - ▲ OCORRÊNCIA - ◆ MINA EM ATIVIDADE

Fig. 1

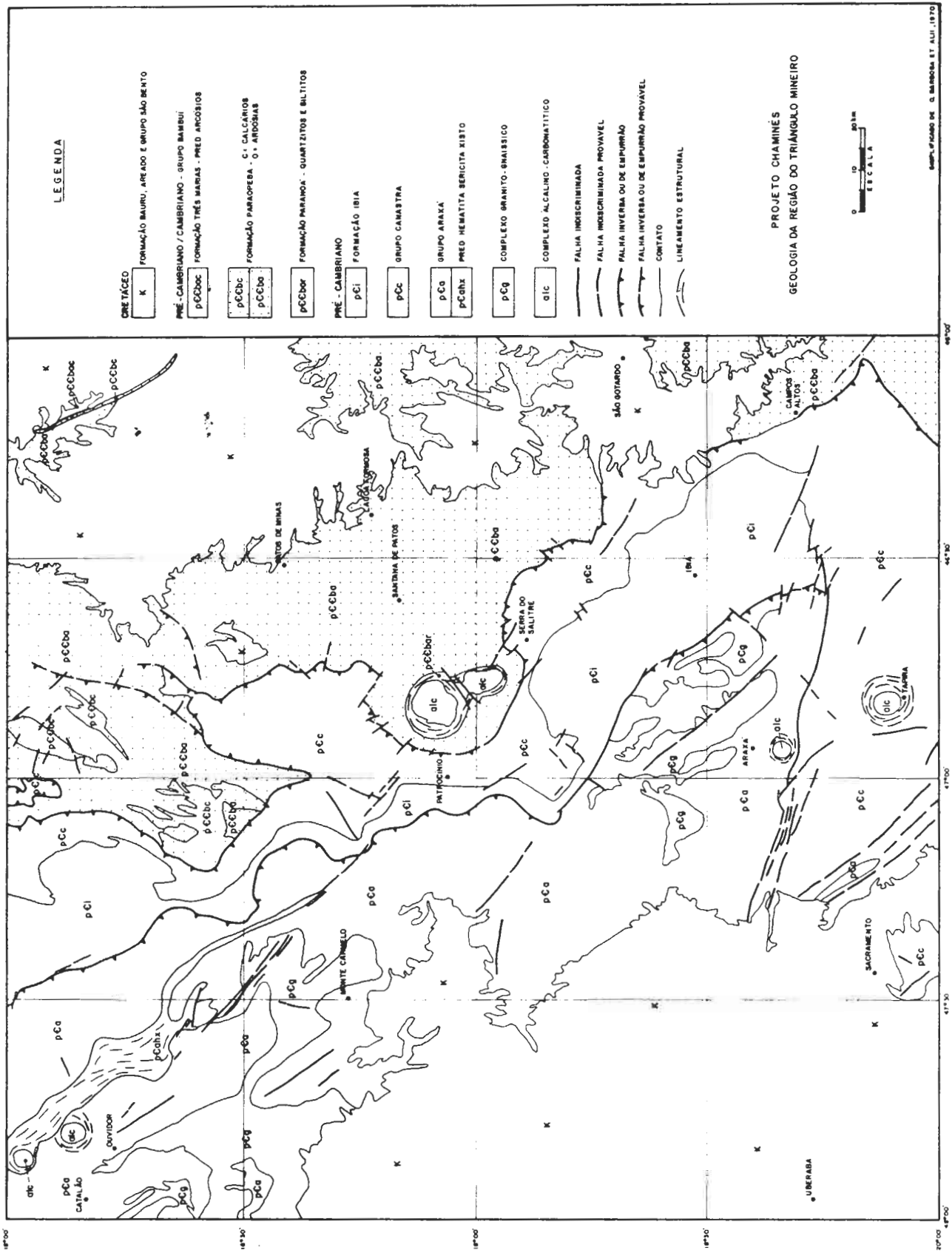









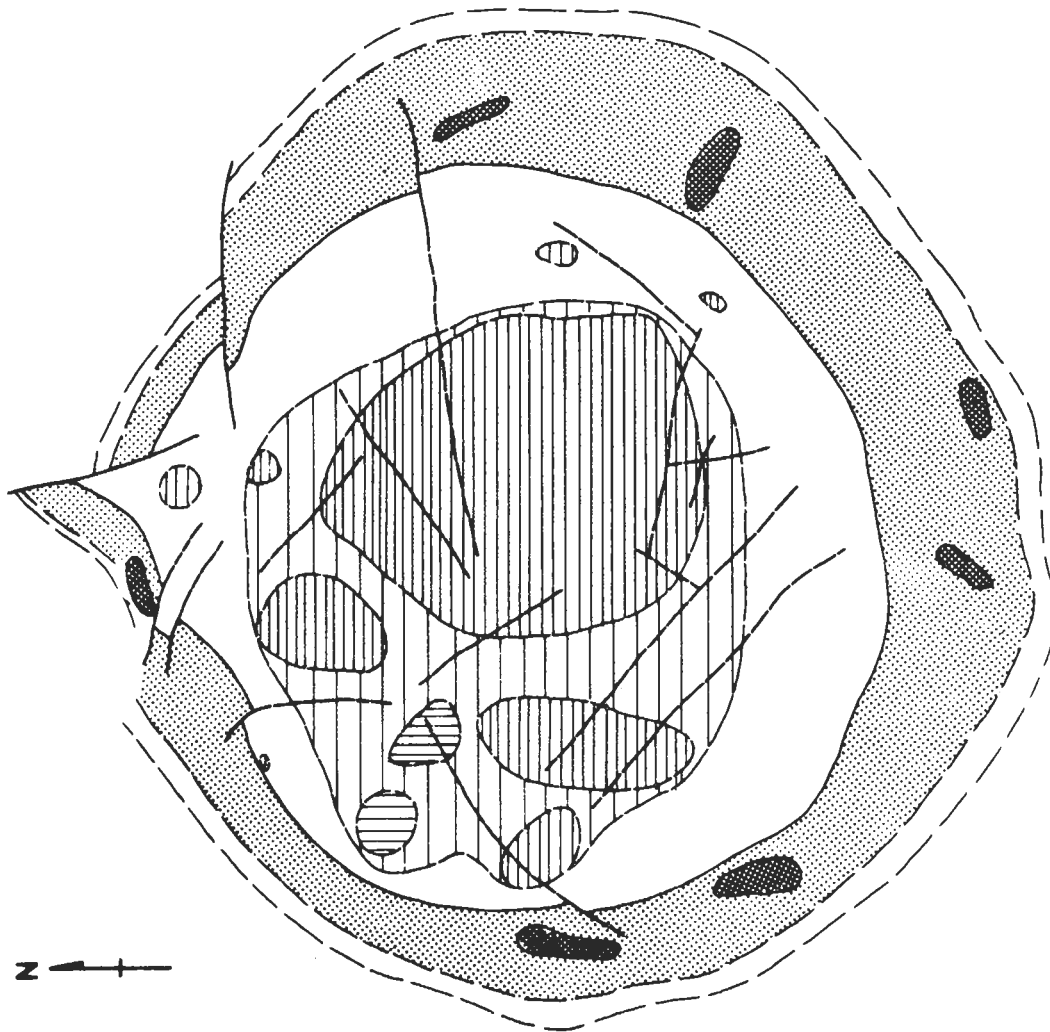


Fig.2

LEGENDA

-  SILEXITO
-  SOVITO
-  BEFORSITO COM GLIMERITO SUBORDINADO
-  BEFORSITO / GLIMERITO
-  GLIMERITO COM BEFORSITO SUBORDINADO
-  XISTOS FENITIZADOS
-  QUARTZITOS FENITIZADOS
-  FALHA
-  FALHA INFERIDA



MAPA GEOLÓGICO DO COMPLEXO DO BARREIRO

REPRODUZIDO DE: SILVA ET ALI-1979

Fig. 3

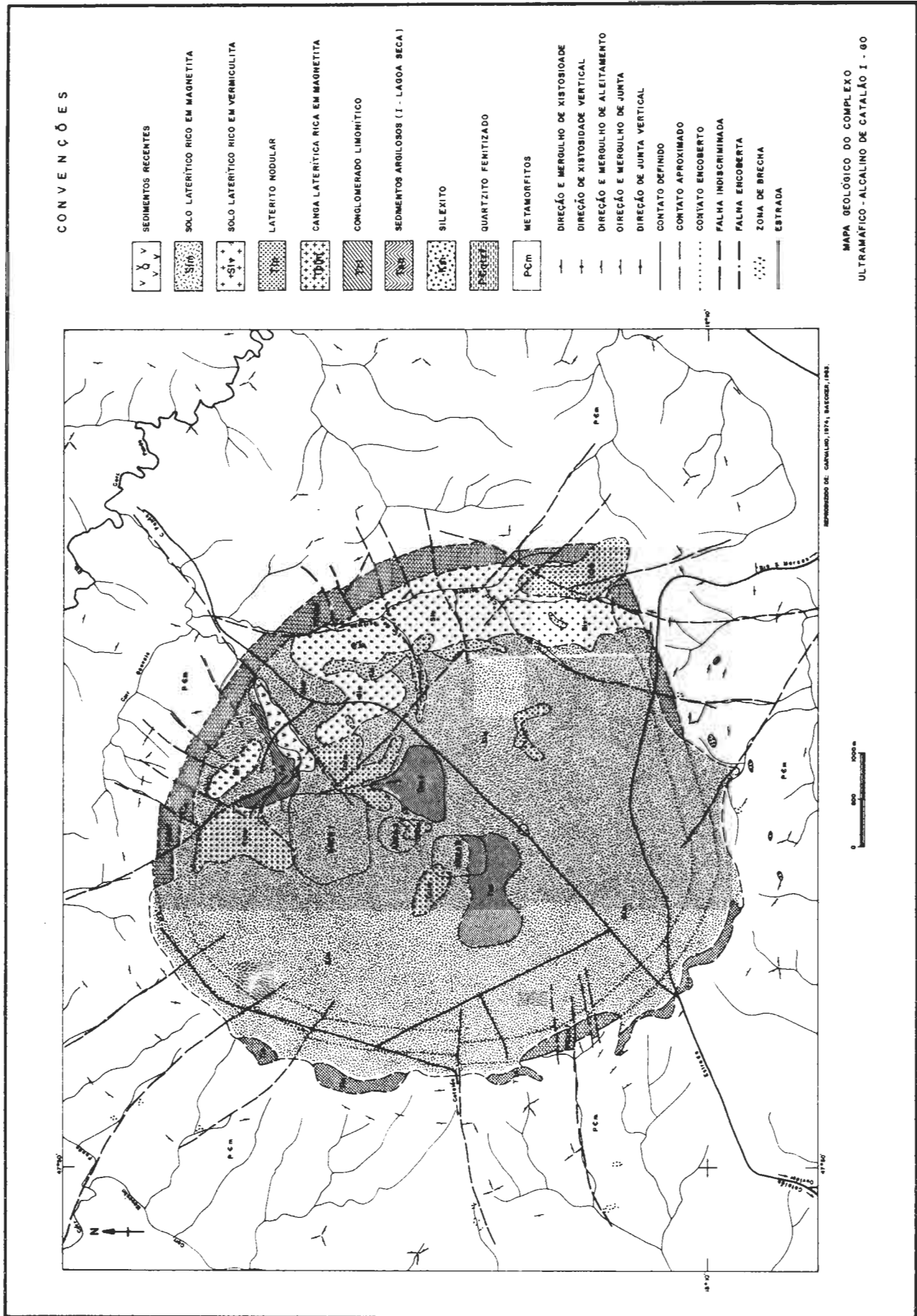


Fig.4

GEOLOGIA DO COMPLEXO DE ST. HONORÉ

L E G E N D A

ORDOVICIANO

LIMITE DO CALCÁRIO TRENTON

COMPLEXO ST. HONORÉ

ZONAS DO MINÉRIO DE NIOBIO

CARBONATITO ANKERÍTICO E DOLOMITICO

DOLOMITITO

CALCITITO

SIENITOS ALCALINOS

CANCRINITA SIENITOS

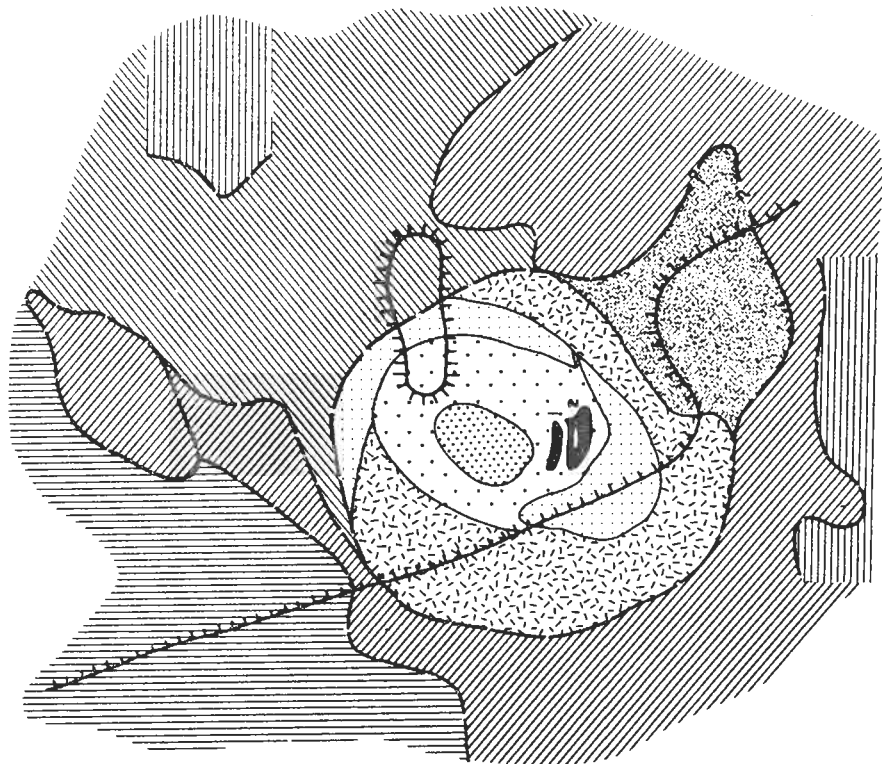
EMBASAMENTO PRÉCAMBRIANO

SIENITO, AEGIRINA SIENO-DIORITO FENITOS ?

DIORITO

BIOTITA - PIROXENIO GNAISSES

ANORTOSITO



Reproduzido de: Gagnon - 1979

Fig. 5

CONDICIONAMENTO DOS CARBONATITOS AO WESTERN RIFT SYSTEM AFRICANO

REPRODUZIDO DE: VON MARAVIC E MORTEANI, 1980

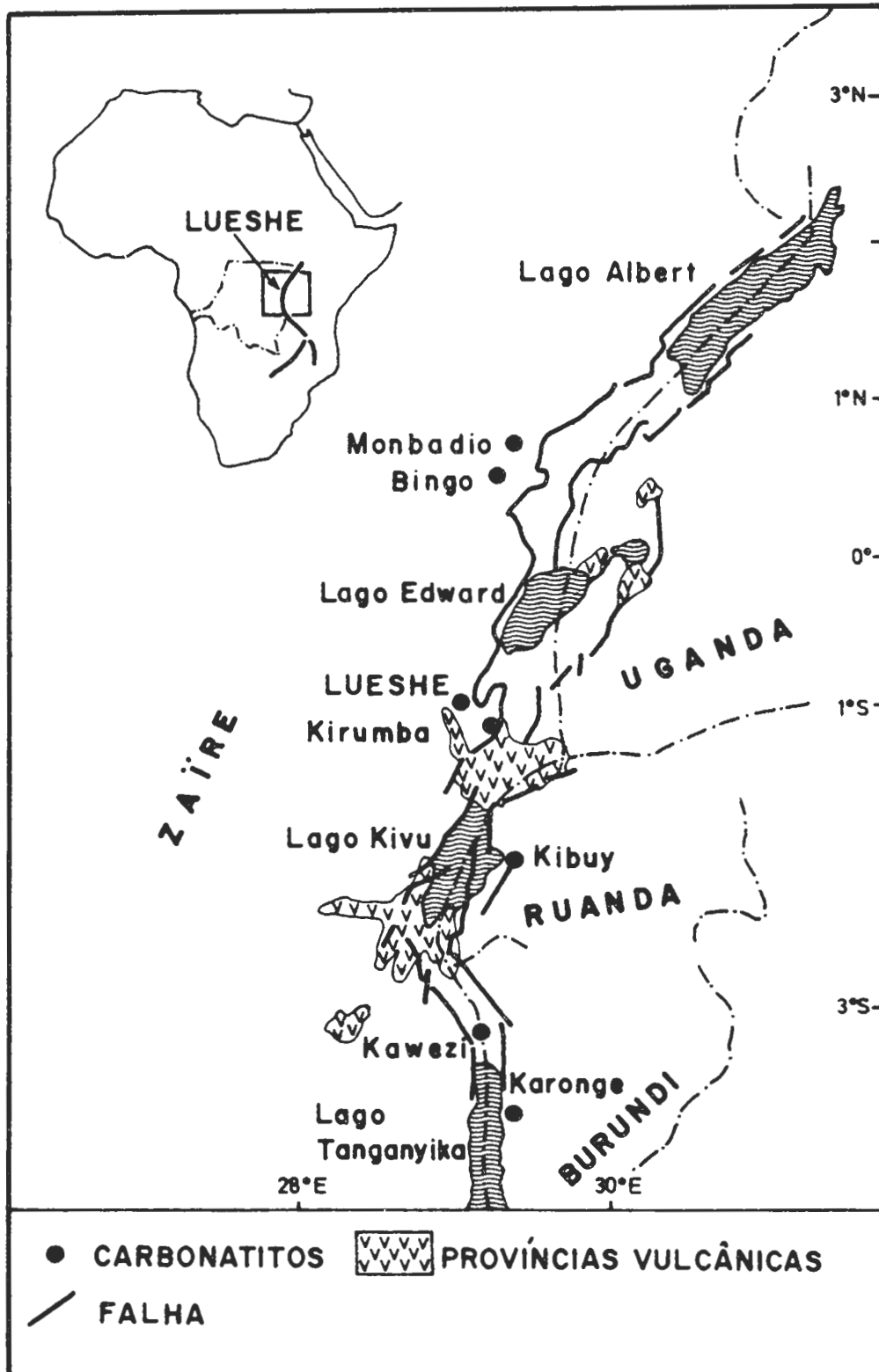


Fig. 6

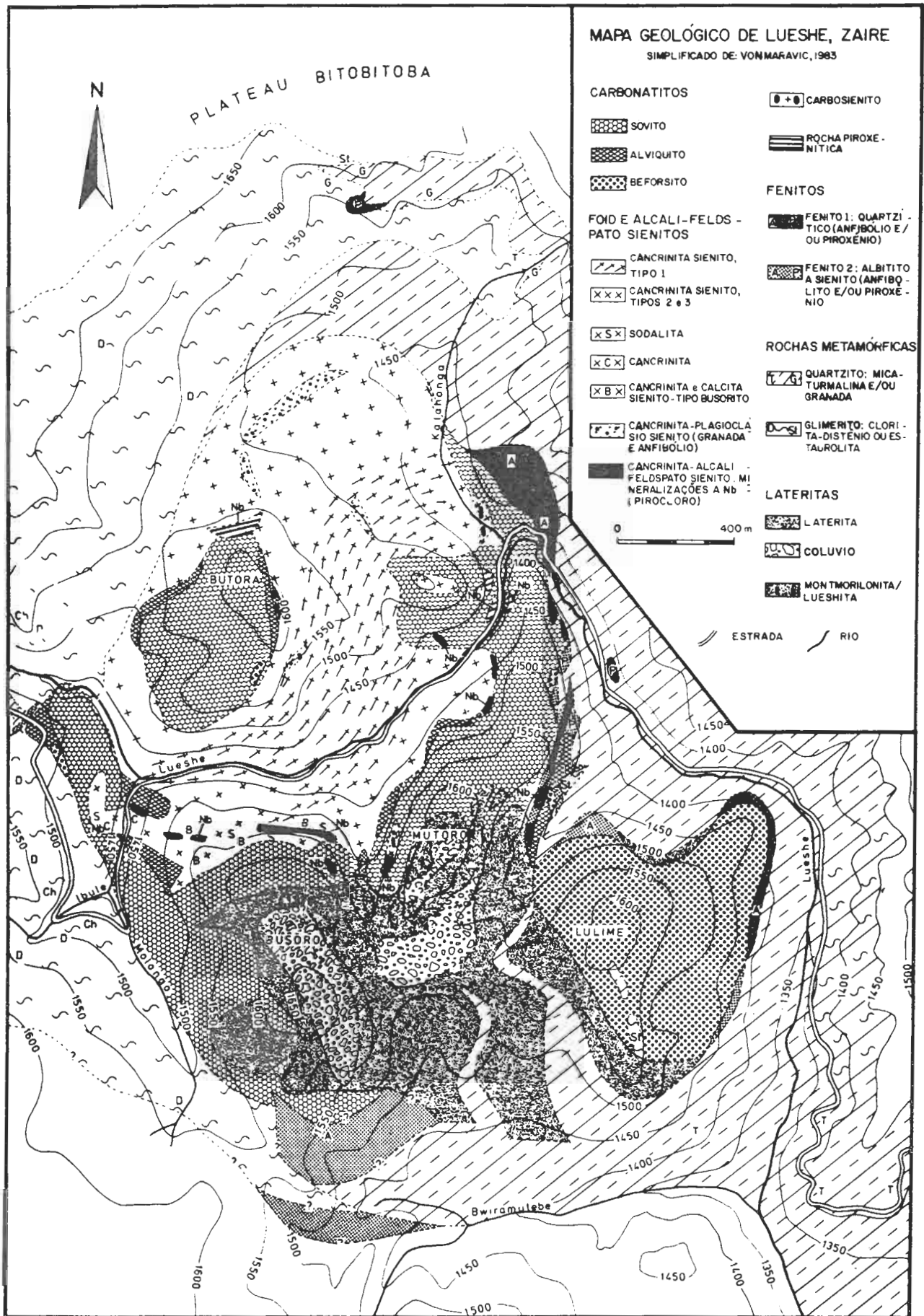
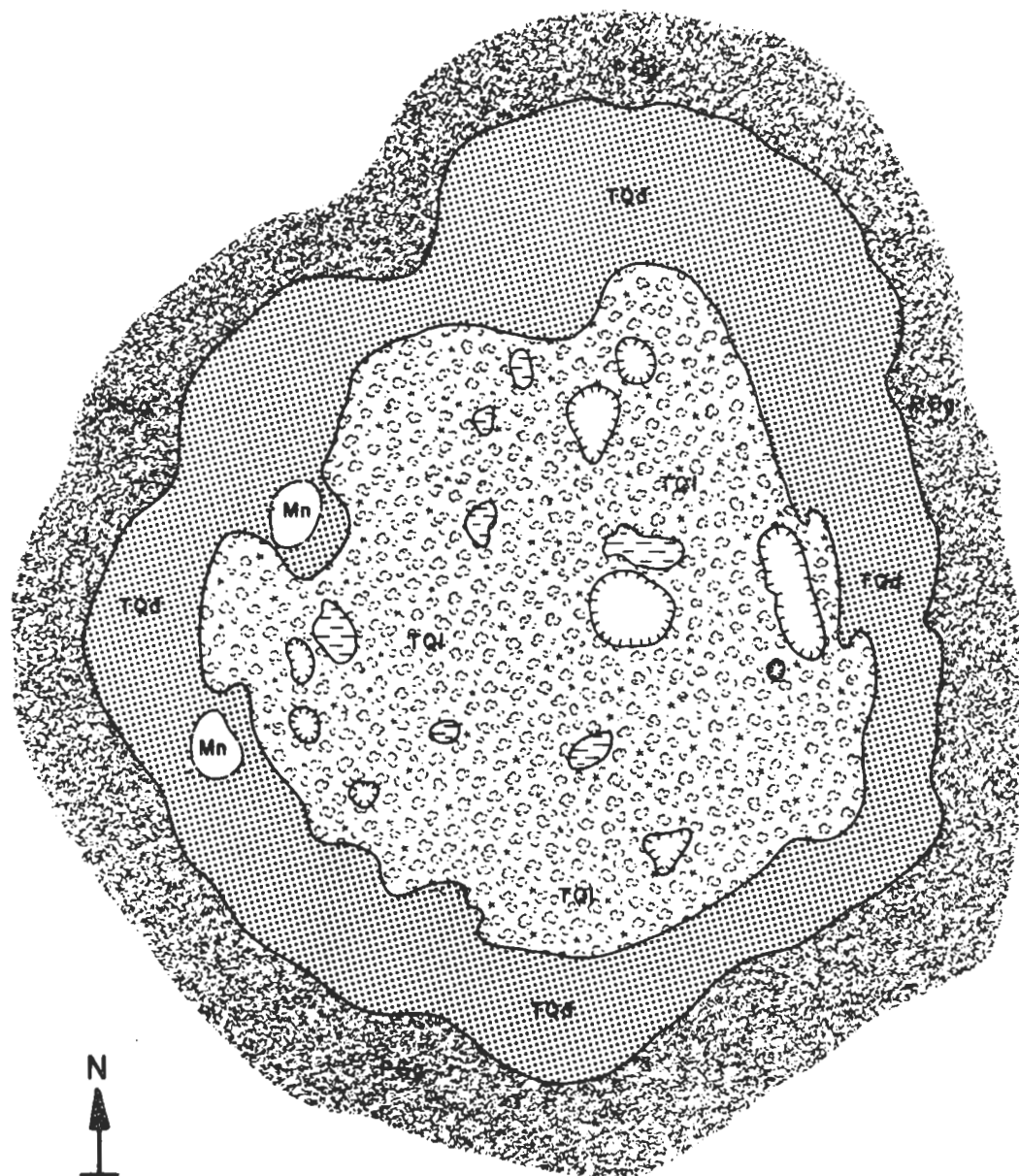


Fig. 7

ESBOÇO GEOLOGICO DO COMPLEXO DE SEIS LAGOS - AM
 REPRODUZIDO DE: CPRM, 1983



L E G E N D A







- | | | |
|---|--|--|
|  TQl | TERCIÁRIO QUATERNÁRIO LATERÍTICO (CANGA) |  DEPRESSÃO |
|  TQd | TERCIÁRIO QUATERNÁRIO DETRÍTICO (TÁLUS) |  LAGO |
|  PCC | PRÉ-CAMBRIANO (COMPLEXO GUAIANENSE) |  MANGANÉS |

Fig. 8

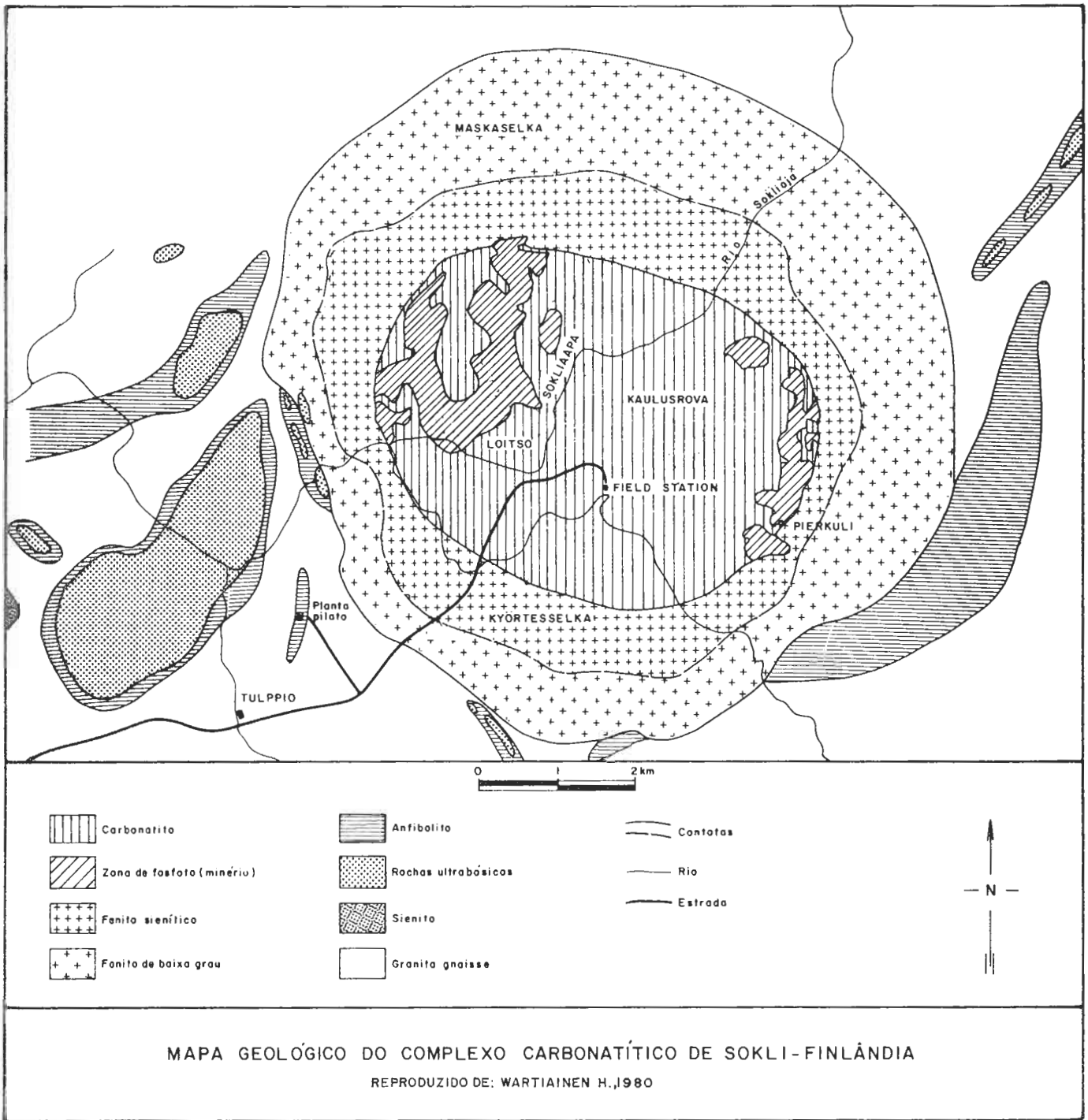


Fig. 9

MAPA GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO DO COMPLEXO DE IGALIKO
 REPRODUZIDO DE: TUKIAINEN, 1986

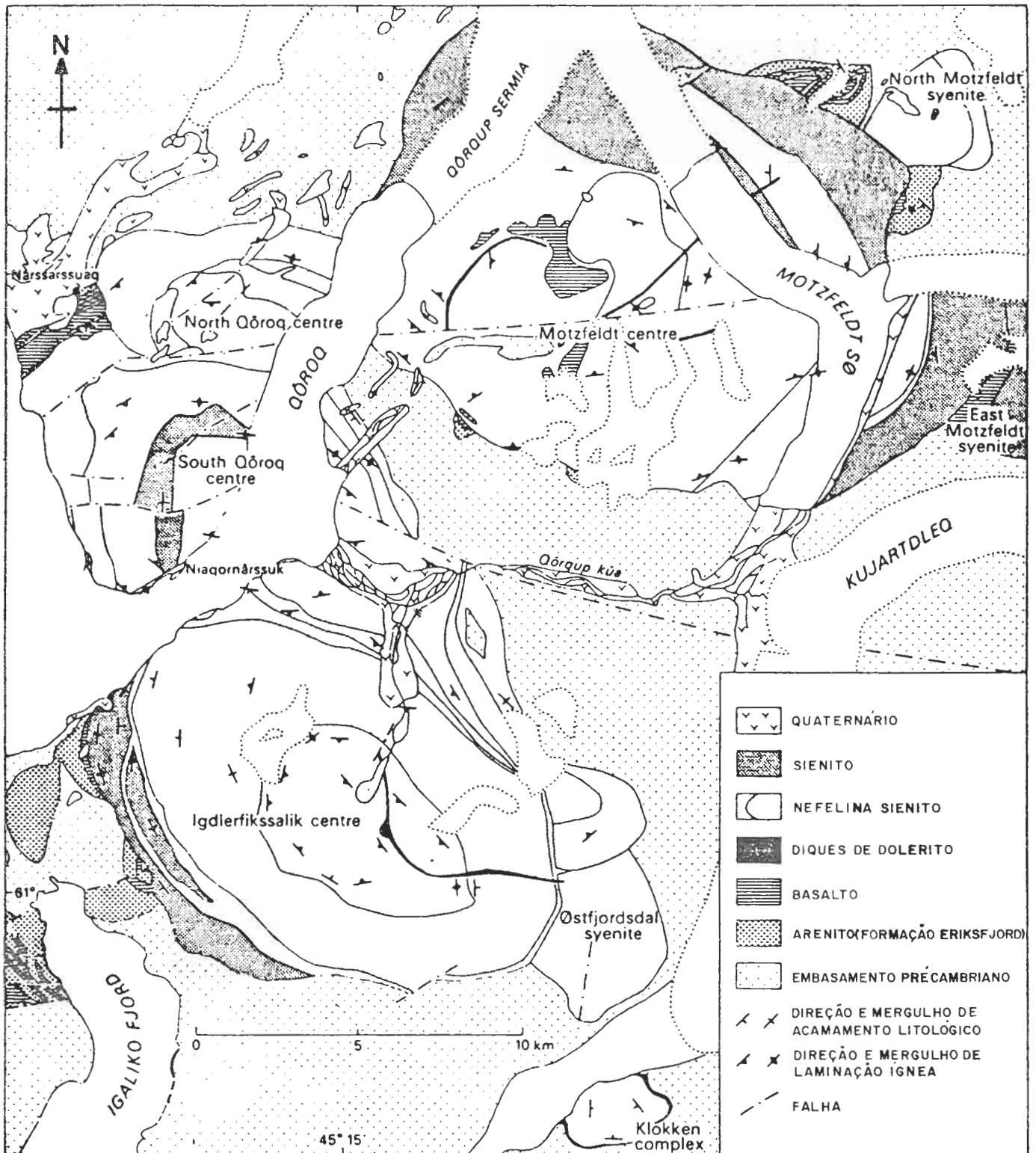
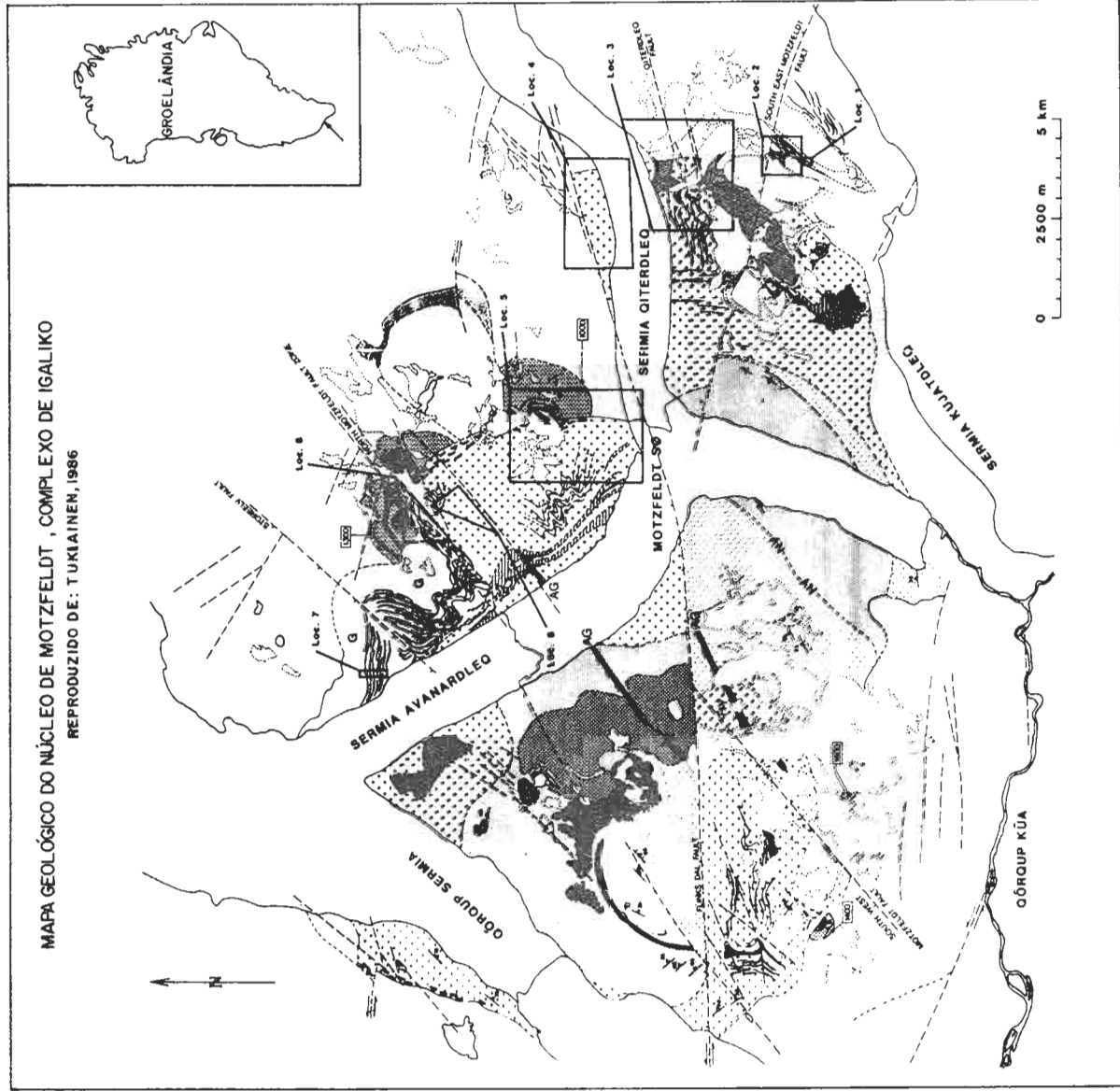


Fig. 10

MAPA GEOLÓGICO DO NÚCLEO DE MOTZFELDT, COMPLEXO DE ÍGALIKO
 REPRODUZIDO DE: TUKIAINEN, 1986



ROCHAS INTRUSIVAS DO NÚCLEO DE MOTZFELDT

INTRUSIVAS DE DIVERSAS IDADES

- L - LARVIQUITO; AG - ALCALI-GABRO
- ALCALI-SIENITO BANDEADO
- SIENITO PORFIRÍTICO BANDEADO

FORMAÇÃO FLINKS DAL

- NEFELINA SIENITO
- FOJAITO
- NEFELINA SIENITO PORFIRÍTICO

FORMAÇÃO "MOTZFELDT SØ"

- NEFELINA SIENITO
- SIENITO "ALTERADO"
- SIENITO MARGINAL
- MICRO-SIENITO PERALCALINO
- "SHEETS" DE MICRO-SIENITO PERALCALINO

FORMAÇÃO "GEOLOGFJELD"

- NEFELINA SIENITO
- ALCALI-SIENITO
- SIENITO "GEOLOGFJELD"

ROCHAS ENCAIXANTES

- FORMAÇÃO "ERIKSFJORD"
- QUARTZITO E ARENITO
- LAVAS MÁFICAS, TUFO E AGLOMERADOS
- LAVAS INTERMEDIARIAS, TUFO E AGLOMERADO

EMBASAMENTO

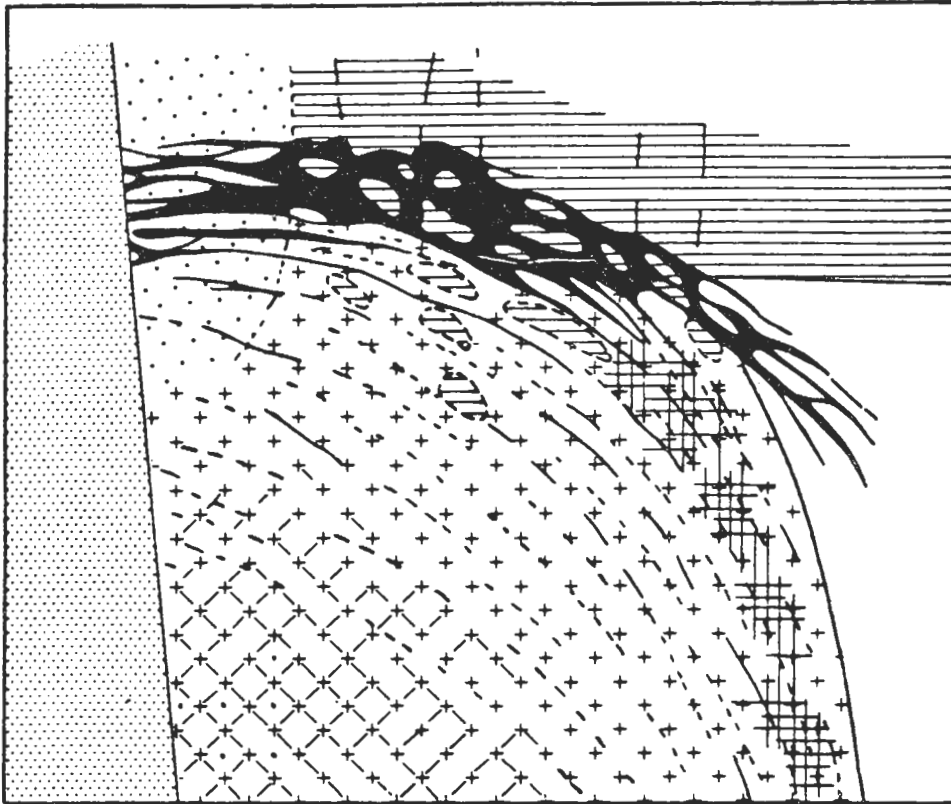
- GRANITO "JULIANEHAB"

SIMBOLOGIA

- CONTATO GEOLÓGICO
- CONTATO GEOLÓGICO INCERTO
- CONTATO GEOLÓGICO GRADACIONAL
- FALHA
- DIREÇÃO E MERGULHO DE SEDIMENTOS
- DIREÇÃO E MERGULHO DE LAMINAÇÃO IÔNEA
- MORAINA
- NM VISITADO
- SIENITO HÍBRIDO
- ALTITUDE DA FORMAÇÃO ERIKSFJORD

Fig. II

SEÇÃO ESQUEMÁTICA DA FORMAÇÃO MOTZFELDT S₀



REPRODUZIDO DE: TUKIAINEN ,1986










- | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------------------------|
| |  | FORMAÇÃO FLINKS DAL |
| FORMAÇÃO MOTZFELDT S ₀ |  | MICROSIENTITO PERALCALINO |
| |  | ZONAS DE ENRIQUECIMENTO DE PIROCLORO |
| |  | PEGMATITO |
| |  | SIENTITO ALTERADO (HIDROTERMALIZADO) |
| |  | NEFELINA SIENTITO |
| |  | FORMAÇÃO GEOLOGFJELD |
| |  | FORMAÇÃO ERIKSFJORD |
| |  | GRANITO JULIANEHAB |

Fig.12

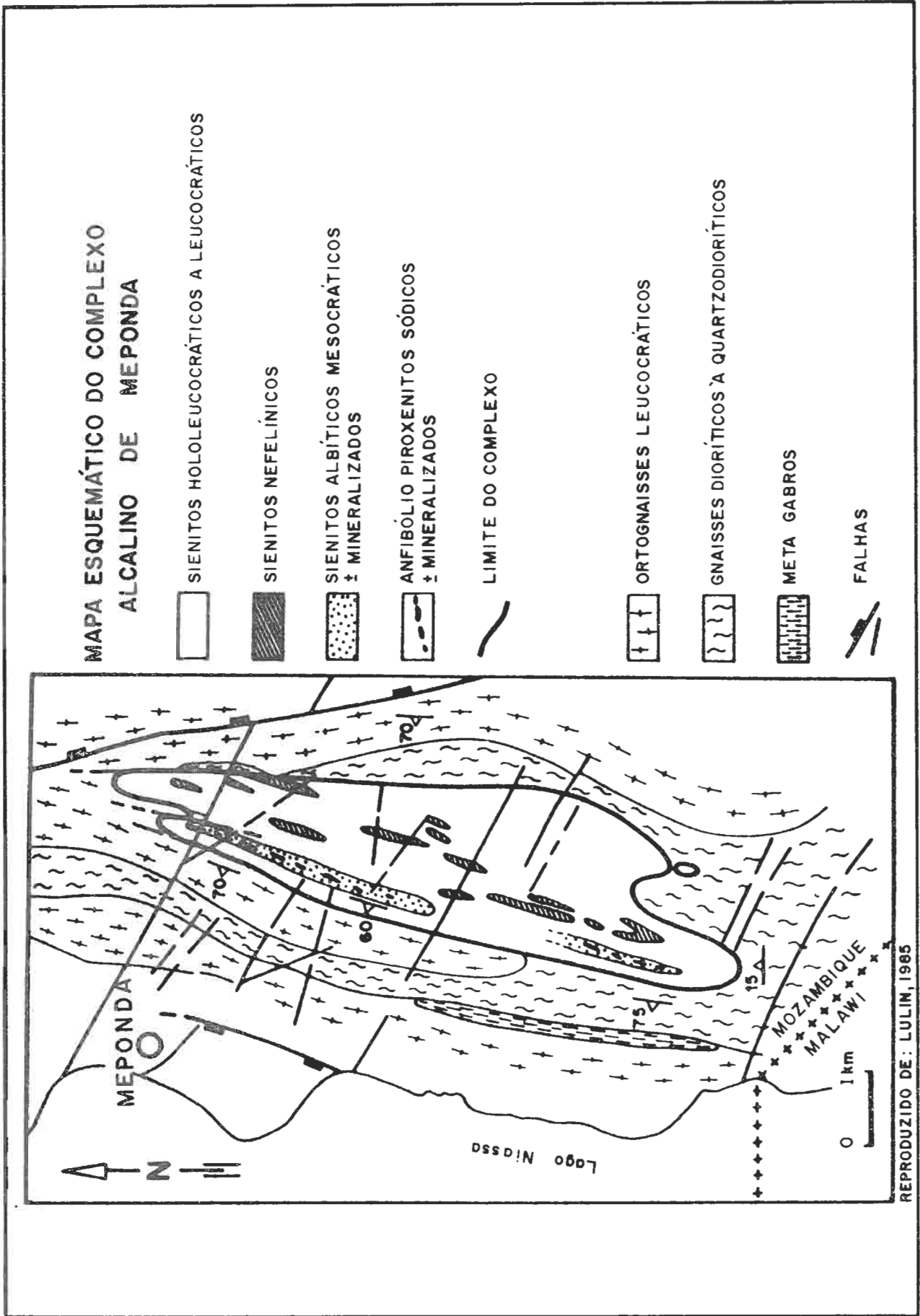


Fig. 13

PRODUTOS DE NIÓBIO PRODUZIDOS NO BRASIL

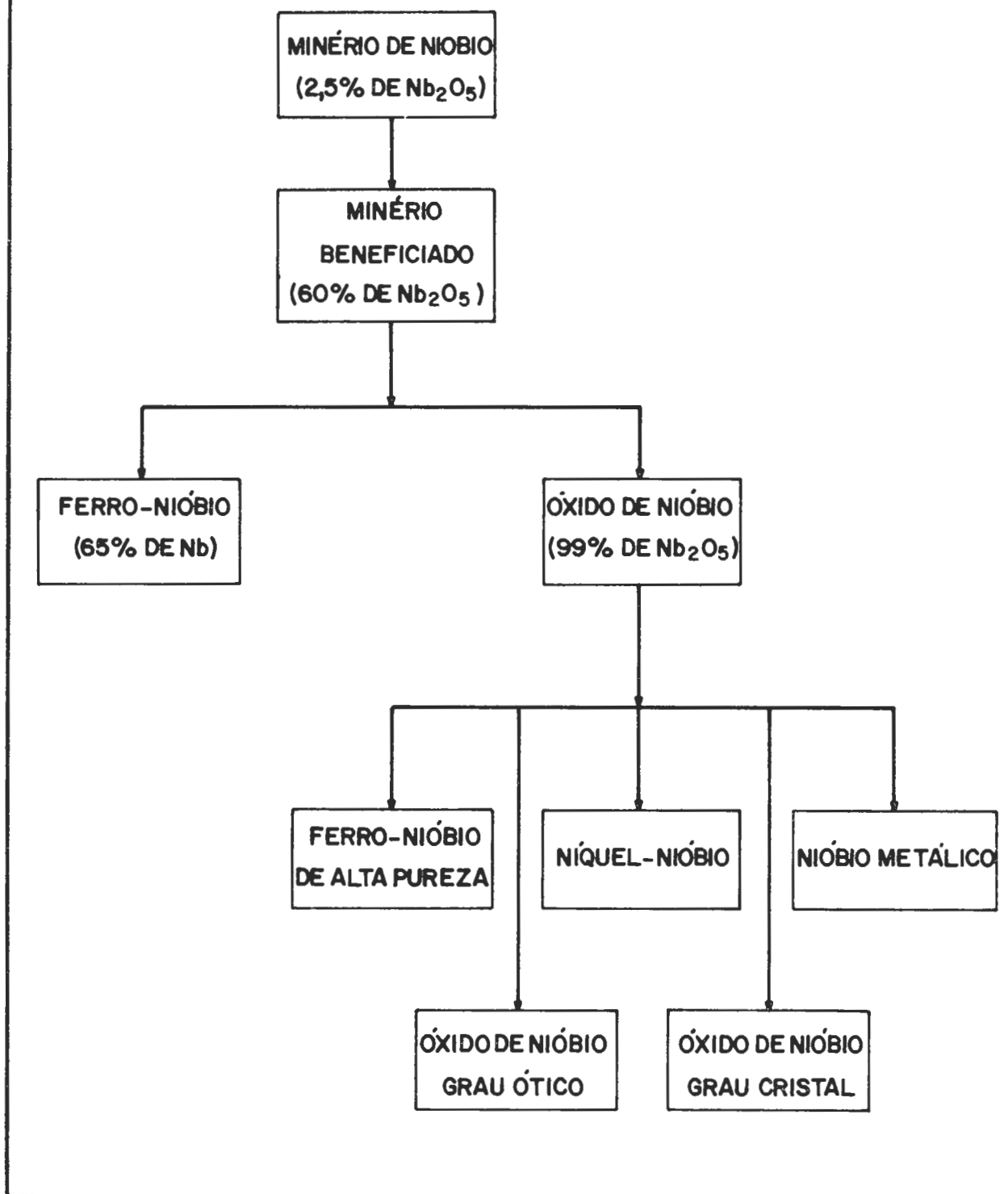


Fig. 14

DEMANDA MUNDIAL DE NIÓBIO

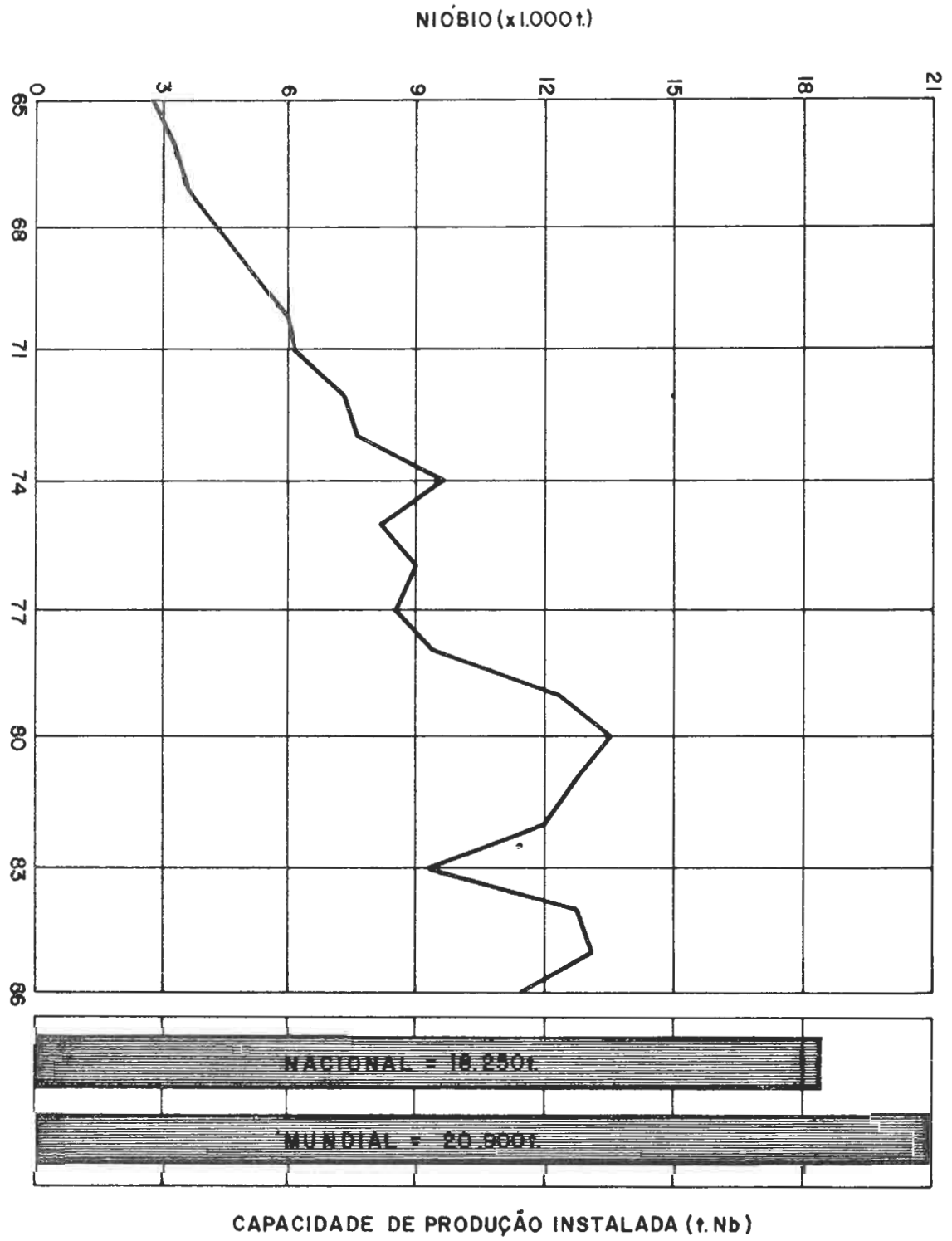


Fig.15

CONSUMO DE NIÓBIO

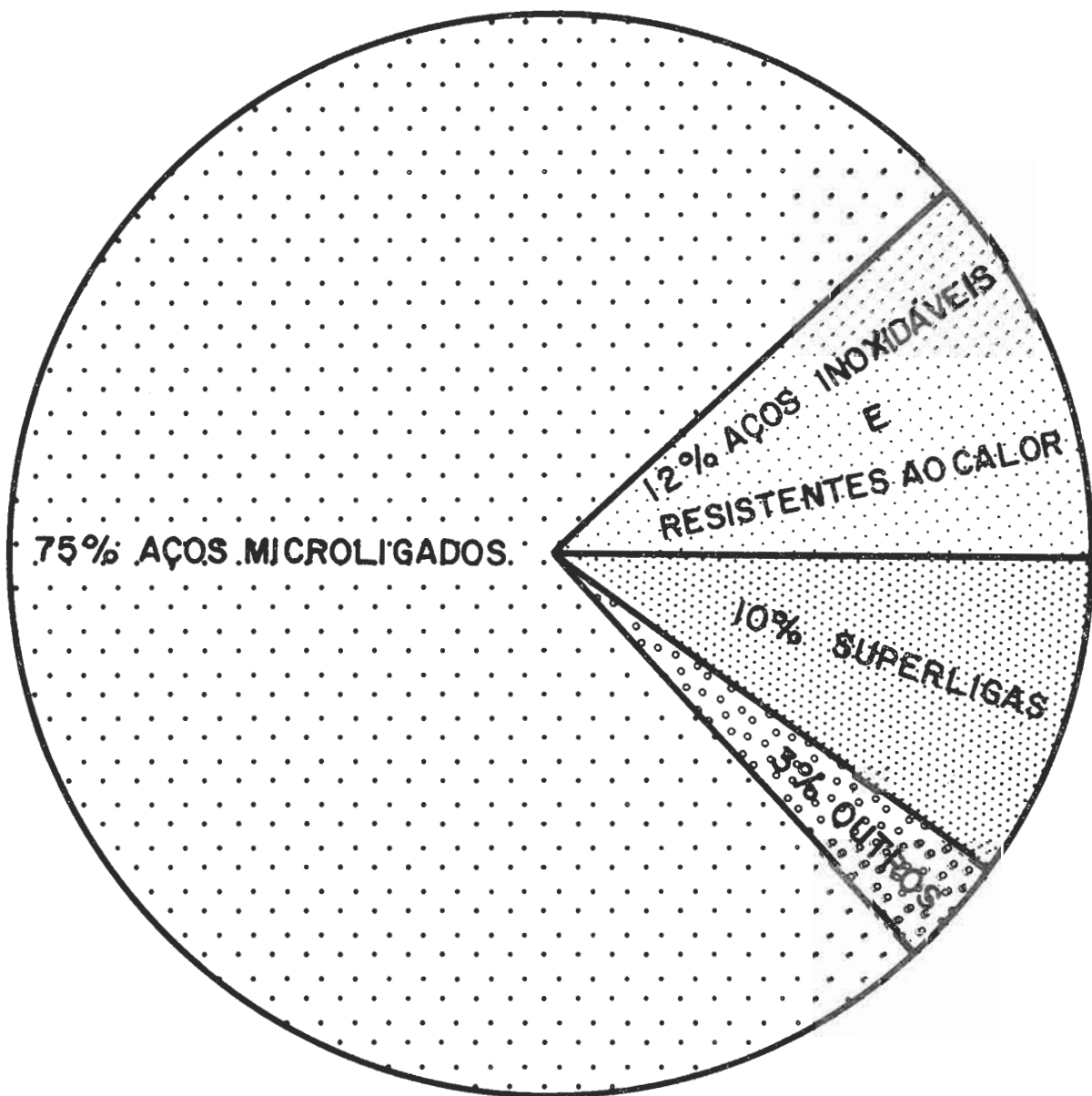


Fig.16

MERCADO DOS PRODUTOS DA CBMM POR ÁREA GEOGRÁFICA
1981-1985

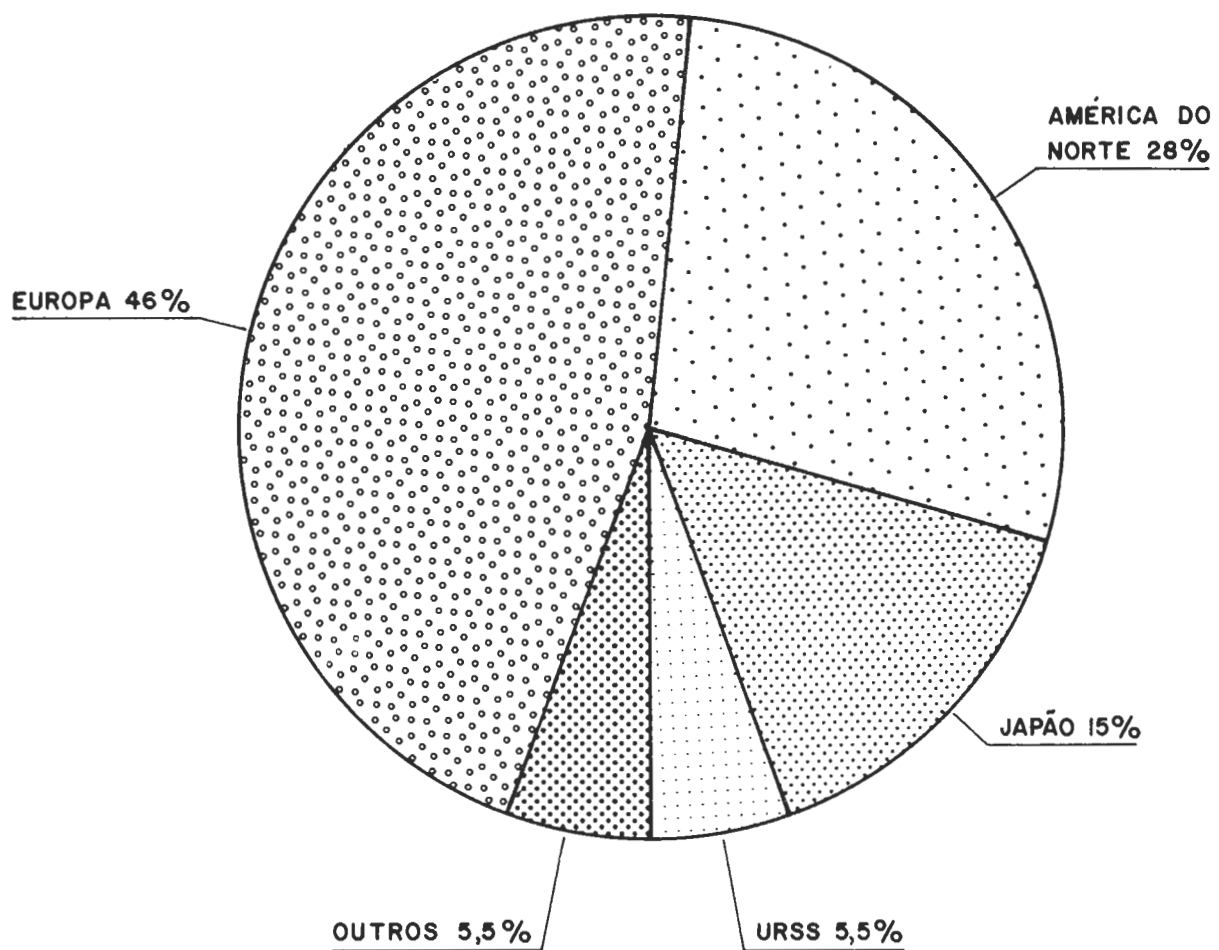


Fig.17

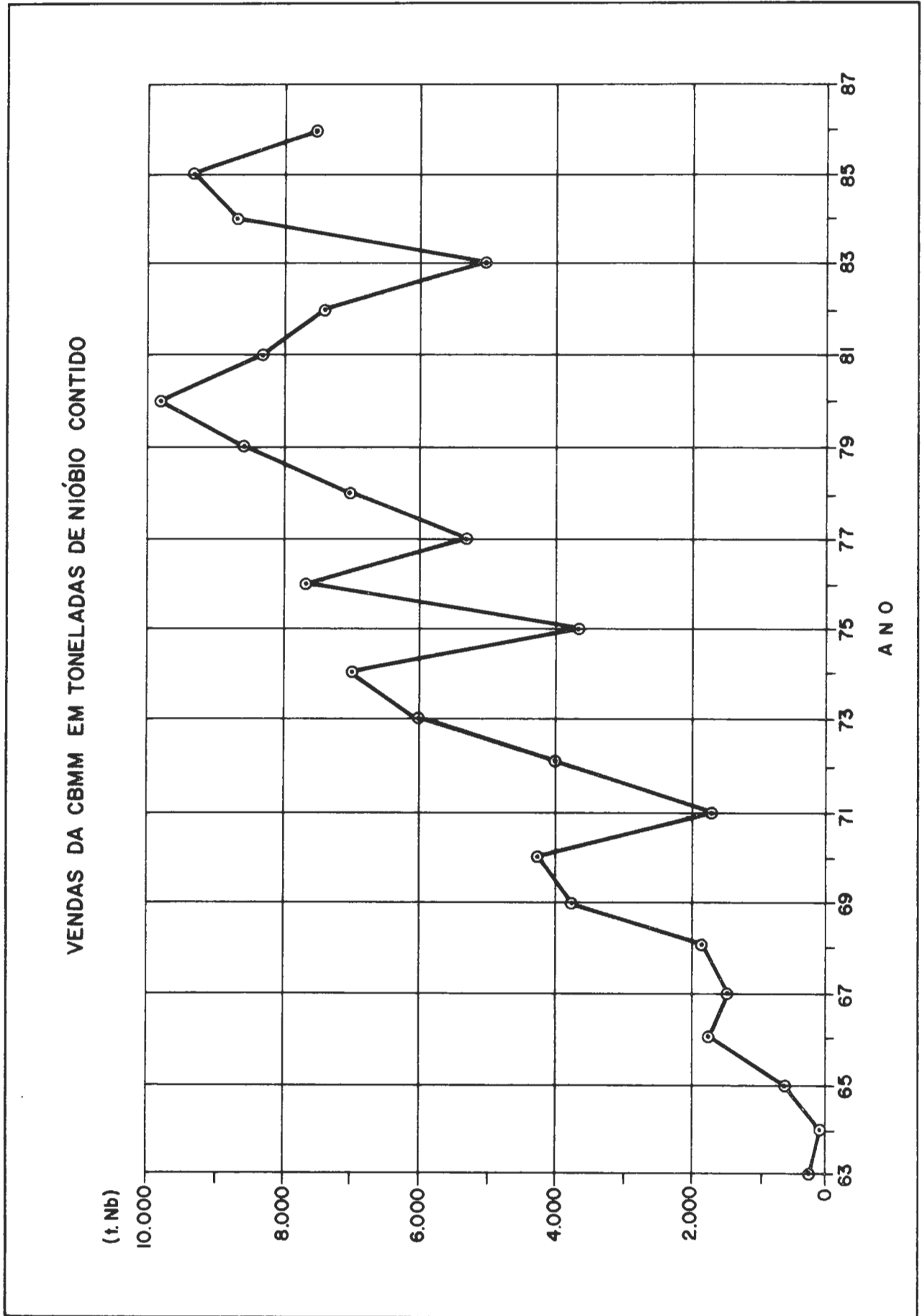


Fig. 18

VARIAÇÃO DE PREÇO DE FERRO - LIGAS ESPECIAIS NO MERCADO EUROPEU - 1980/1985

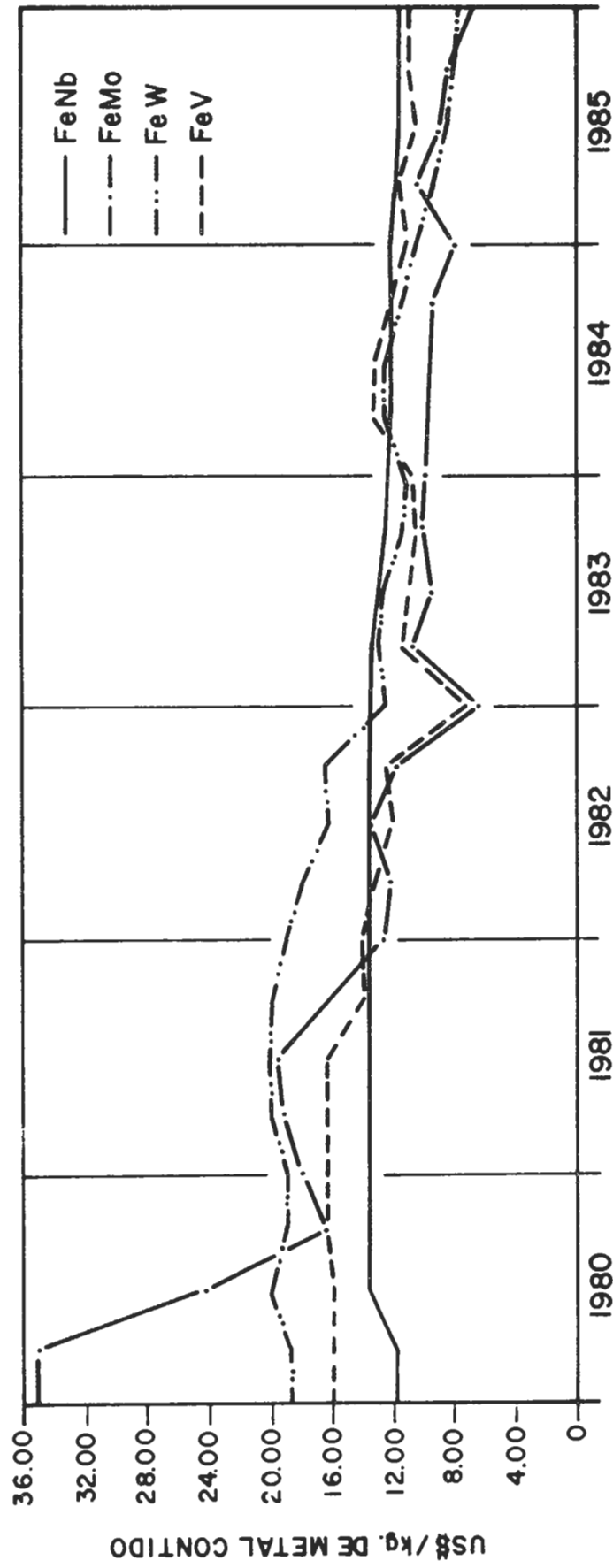


Fig. 19

MINÉRIO DE MANGANÊS - EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E PERSPECTIVA COMERCIAL

Por

Cyro Cunha Melo (Presidente da S.A. Mineração da Trindade - SAMITRI)

RESUMO

As reservas de manganês, nas últimas décadas, têm crescido substancialmente. Novas jazidas vêm sendo descobertas, diversificando as alternativas de suprimento. Por outro lado, as evoluções tecnológicas vêm reduzindo o consumo de manganês na siderurgia. Conseqüentemente, o suprimento de manganês para a siderurgia, sob qualquer perspectiva, pode ser considerado tranquilo, não se justificando qualquer preocupação que possa criar preconceitos restritivos e conservadores. Os empreendimentos que exploraram jazimentos de manganês no Brasil foram oportunos, tirando proveito de ótimos momentos do mercado. Os fatos nos ensinam que o bem mineral deve ser aproveitado sempre que haja condição tecno-econômica para tanto.

ABSTRACT

The manganese ore reserves have grown substantially in the last decades. New deposits of ore have being discovered and the alternatives for supplying became diversified. On the other hand, the technological development reduced the manganese consumption in the iron and steel industry. Consequently, the manganese supply for this industry can be considered, in a whole, under control: there is no dread of restrictive prejudices and conservative strategic politics. The projects to exploit manganese reserves in Minas Gerais and Amapá were favourable, as they have made good use of the best chances of the market. The facts show us that mineral deposits should be exploited whenever the technical-economic conditions are favourable.

Quase todo minério de manganês produzido no mundo (cerca de 95% da produção) se destina ao processo siderúrgico. Os demais 5% atendem segmentos industriais diversos que, entretanto, impõem especificações químicas rígidas, limitadoras da disponibilidade.

Na siderurgia, o manganês é utilizado como insumo deste processo e, também, como elemento liga no produto final.

Como insumo do processo, correspondendo a maior parcela de consumo, o manganês é adicionado na operação de redução e na de refino.

O manganês não é um elemento escasso, mas sua distribuição geográfica nem sempre favorece os países tradicionalmente produtores de aço. Consequentemente, existe um comércio internacional de manganês substancial.

Maiores Reservas de Manganês

África do Sul
URSS
Austrália
Gabão
Brasil
China
India

Maiores Produtores de Aço

URSS
Japão*
Estados Unidos*
CECA *
China
Brasil
Polônia*

* Reserva inexpressiva

Esta dependência fomenta o desenvolvimento processual que requeira menor consumo de manganês, principalmente impondo aos fornecedores de matérias primas (minério de ferro e carvão) rigor nas especificações químicas, restringindo-se a presença de enxofre.

A grande variedade de oferta de matéria prima, principalmente minério de ferro e carvão mineral, ou a possibilidade de tratamentos prévios da mesma, vem permitindo baixar a necessidade processual do manganês. O abandono da técnica de utilização de óleo combustível no processo siderúrgico, sempre introdutora de enxofre, reduziu o consumo de manganês na indústria siderúrgica. Desta forma, o consumo de manganês

por tonelada de aço produzido deve estar, hoje, abaixo de 20 kg de minério por tonelada de aço, sendo que, nos países carentes de minério, este índice é muito baixo.

1.1

Histórico

Seguindo-se ao ouro e às pedras preciosas, o minério de manganês foi um dos primeiros motivadores da mineração brasileira, resultando que, nos fins do Séc. XIX, já se contando com uma rede ferroviária, surgissem as primeiras lavras, cujos produtos se destinavam ao mercado internacional. Durante a primeira grande guerra mundial e, posteriormente na segunda, as exportações brasileiras de minério de manganês ocuparam lugar de destaque no abastecimento da siderurgia norte-americana.

A oportuna implantação do complexo mineiro do Amapá permitiu que o País tirasse bom proveito, num ótimo momento, do mercado internacional.

2

MERCADO PARA MINÉRIOS DE MANGANÊS

Para efeito de mercado, dividem-se os minérios de manganês em dois grandes grupos:

- Minérios de Manganês com baixo teor em Ferro;
- Minérios de Manganês com alto teor em Ferro ou Manganês Ferruginoso.

Os primeiros, dependendo do teor em Mn, das gangas e dos elementos nocivos, cobrem todos os segmentos do mercado. Os segundos atendem faixa específica do mercado que, na verdade, representam o grande volume do consumo, pois são introduzidos diretamente na carga dos alto-fornos. A SAMITRI produz unicamente minérios de ferro-manganês, destinado predominantemente à composição das cargas dos alto-fornos.

MINÉRIOS DE MANGANÊS EM MINAS GERAIS

Em Minas Gerais, o manganês ocorre principalmente no Quadrilátero Ferífero e nas suas proximidades. Aqui se encontram tanto minérios com baixo teor em Ferro, como minérios de Ferro-Manganês.

As jazidas são de médio e pequeno porte, ocorrendo inúmeros bolsões de diminuto porte. Raros são aqueles cujas reservas ultrapassam 1 milhão de toneladas e muitos são bolsões com menos que 100 mil toneladas. Estas reservas possuem especial importância pelas suas localizações, perto dos maiores consumidores nacionais, servidos por razoável infraestrutura básica.

As minas de manganês de Minas Gerais têm sido a grande fonte de abastecimento da indústria nacional e ocuparam, no passado, lugar de destaque no mercado internacional.

A exaustão das reservas excepcionalmente ricas de Morro da Mina (Lafaiete), a entrada em operação do complexo mineiro do Amapá, o aumento da demanda interna restringiram a participação de Minas Gerais no mercado internacional de minério de manganês.

As localizações das jazidas conhecidas de Minas Gerais relativamente aos principais consumidores nacionais, os números que se apresentam como representativos de suas reservas e outros interesses de pouca técnica e muita emoção levantaram, a partir do final da década de 1950, uma polêmica sobre a conveniência de reservar-se todo potencial do estado para único proveito da indústria nacional, proibindo-lhe a exportação. A exaustão do Morro da Mina tem sido usada como prova concreta da necessidade de implantação desta política restritiva.

A mina do Morro da Mina, como qualquer empreendimento mineiro, objetivava, entre outros, a exaustão da jazida. Ter sido explotada, num momento bom do mercado, foi uma decisão, sob todos os aspectos, oportuna. Entretanto, o que se exauriu não foi o jazimento, mas sim as reservas capazes de viabilizar o empreendimento num momento certo. A evolução tecnológica está dando continuidade à operação da mina, sustentando um novo objetivo de abastecimento cativo. Por mais de 50 anos o Morro da Mina tem sido uma fonte confiável de minério de manganês, abastecendo mercados, segundo as tendências dos mesmos.

para medi-la. Além disso, dependendo do maior ou menor custo de avaliar se uma reserva, as informações serão maiores ou menores, mas nunca exaustivas. Se tomarmos um quadro de reservas datado de algumas décadas e compará-los ao mais atualizado possível, de uma forma geral, haverá crescimento das reservas, sendo que, o que é mais surpreendente, a produção no período entre as duas datas é, em muitos casos, superior às reservas conhecidas anteriormente (Quadro II).

A dinâmica do mercado é, então, o grande fomentador de aumento das reservas. Ao contrário, as crises de mercado e/ou quando se volta à motivação de garantia de reserva estratégica resultam sempre na manutenção estática das reservas. A pesquisa mineral requer recursos, cujo retorno se dá no aproveitamento das reservas descobertas. Restrições comerciais inibem a correta formulação do projeto, afetando-lhe a rentabilidade, não se renovando os esforços de pesquisa, desmotivando a dinâmica fomentadora de aumentos de reserva. Explorações geológicas não são feitas para se comporem estatísticas.

Isto posto, seguem-se quadros de reservas de minério de manganês.

A Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, nas primeiras décadas de sua história, abastecia suas usinas com manganês produzido em pequenas minas. A precariedade deste abastecimento motivou a implantação de um plano de prospecção, cujo principal resultado foi a descoberta do jazimento do Conta História, junto aos pés da Serra do Caraça. A lavra do Conta História foi o primeiro instrumento de ação internacional de mercado da S.A. Mineração da Trindade, precursora de sua presença como importante fornecedora de matéria prima para a indústria siderúrgica.

Conquistado seu espaço nesse mercado, a SAMITRI sentiu-se motivada a adquirir a antiga Mina de Miguel Congo (Ouro Preto-MG), então inativa, que, após ser re-estudada, revelou-se, além das melhores expectativas, ser uma reserva razoável de minério de ferro-manganês.

4

RESERVAS DE MINÉRIOS DE MANGANÊS

A primeira preocupação daqueles que se aventuram preparar qualquer tra

QUADRO I - MANGANES NAO E UM ELEMENTO ESCASSO.
SUA DISTRIBUICAO GEOGRAFICA NEM
SEMPRE FAVORECE OS PAISES PRODUTO-
RES DE AÇO

<u>MAIORES RESERVAS DE MANGANES</u>	<u>MAIORES PRODUTORES DE AÇO</u>
AFRICA DO SUL	URSS
URSS	JAPAO*
AUSTRALIA	ESTADOS UNIDOS*
GABAO	CECA*
BRASIL	CHINA
CHINA	BRASIL
INDIA	POLONIA*

* RESERVA INEXPRESSIVA

QUADRO II - "MINERIO NAO DA DUAS SAFRAS"

MINERAL	RESERVA 1950	PRODUCAO 1950/1980	RESERVAS 1988
COBRE	100	156	494
FERRO	19.000	11.040	93.466
ALUMINIO	1.400	1.346	5.200
CHUMBO	40	85	127

FONTE: VOGLEY, WILLIAN A., "RESOURCE ASSESSMENT AND THE THEORY
OF MINERAL SUPPLY", IN MATERIALS AND SOCIETY, VOL.8,
N. 4, 1984.

OBS.: EM MILHOES DE TONELADAS DE METAL CONTIDO

QUADRO III - RESERVAS MUNDIAIS DE MANGANES

PAIS	RESERVA 1.000 T
ESTADOS UNIDOS	-----
AUSTRALIA	480.000
BRASIL	180.000
GABAO	440.000
INDIA	70.000
MEXICO	31.000
AFRICA DO SUL	8.500.000
OUTROS PAISES DE ECONOMIA DE MERCADO	42.000
CHINA	110.000
URSS	2.500.000
OUTROS PAISES DE ECONOMIA DE PLANEJAMENTO CENTRALIZADO	25.000
TOTAL	12.000.000

FONTE: BUREAU OF MINES, U.S. DEPARTMENT OF INTERIOR, COMMODITY DATA SUMMARIES 1987

Obs.: EM MILHOES DE TONELADAS DE METAL CONTIDO

Reserva definida como a partir de uma fonte indentificada com critério que atenda especificações físicas e químicas mínimas, que possa ser aproveitada utilizando-se as práticas correntes de lavra e beneficiamento, considerando-se teor, qualidade, potência, profundidade, reservas marginais, incluindo-se parcialmente, parte sub-econômica da fonte.

QUADRO IV - RESERVAS BRASILEIRAS DE MANGANES

MEDIDA	71,13 (MILHOES DE TONELADAS)
INDICADA	78,96
INFERIDA	97,37
TOTAL	247,46

DISTRIBUIDAS, PRINCIPALMENTE, NAS SEGUINTE UNIDADES DA FEDERACAO (EM MILHOES DE TONELADAS):

UNIDADE	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
M.G.SUL	15,57	54,08	35,07	104,73
PARA	25,64	15,66	43,30	84,60
M. GERAIS	12,44	5,48	14,37	32,29
AMAPA	7,48	3,07	0,08	10,63

SAO TAMBEM IMPORTANTES AS RESERVAS CONHECIDAS LOCALIZADAS NOS ESTADOS DA BAHIA E GOIAS.

balho sobre um determinado metal ou minério é tomar como base as reservas do mesmo, apresentando-as em números que englobem as reservas mundiais, nacionais e localizadas, quando estas possam ser consideradas estrategicamente importantes, como é o caso do manganês.

Entretanto, necessário se faz arguir a consistência desta base, fazendo-o pelo levantamento de sua origem e pelas razões de sua existência.

Reservas, em números confiáveis, advêm da correta definição de jazimentos que dão suporte a projetos, definidos também por investimentos que se possam fazer, objetivando níveis de produção compatíveis. Avaliar reservas não é objetivo de um empreendimento, mas sim base essencial para dimensionamento do mesmo.

É certo que nem todos os números que se apresentam como reservas tenham sido determinados, objetivando suportar empreendimentos. Outras motivações também lhes deram origem e elas são, por princípio, limitadoras de recursos e, conseqüentemente, os resultados apresentados são duvidosos. Na verdade, reservas indicam o potencial para produção num período, relativamente curto, que justificaram o aporte de recursos

4.1

Reservas de Minério de Manganês da SAMITRI

Todas as jazidas das quais a SAMITRI é detentora dos direitos minerais são reservas de minério de ferro-manganês ou manganês ferruginoso.

RESERVAS DE MINÉRIOS Fe-Mn em 31.12.86

Conta História	445.000 t
Miguel Congo	7.342.000 t
TOTAL	7.787.000 t

Estes números se referem a reservas que poderão ser aproveitadas se mantidas as condições técnico-econômicas que sustentem as atuais operações.

As jazidas da SAMITRI se localizam no Quadrilátero Ferrífero, no município de Ouro Preto, distrito de Antonio Pereira (Ver Figura).

Para aproveitamento de suas reservas, a SAMITRI opera duas Minas: Conta História e Miguel Congo, ambas servidas pela EFVM da Cia Vale do Rio Doce.

Conseqüentemente, a produção da SAMITRI pode atender qualquer consumidor servido pela rede ferroviária com bitola de 1,00m.

Por transbordo em Miguel Bournier (PATRAG), a SAMITRI pode atender aos consumidores servidos exclusivamente pela rede ferroviária de bitola de 1,60m. Pelo complexo portuário de Tubarão, a SAMITRI pode atender aos consumidores que recebem matérias primas por via marítima.

Operando com logística privilegiada, a SAMITRI é, então, um dos mais confiáveis fornecedores de minério de manganês para a indústria siderúrgica, oferecendo, entretanto, unicamente manganês ferruginoso, o que lhe afasta o mercado fabricante de ferro liga.

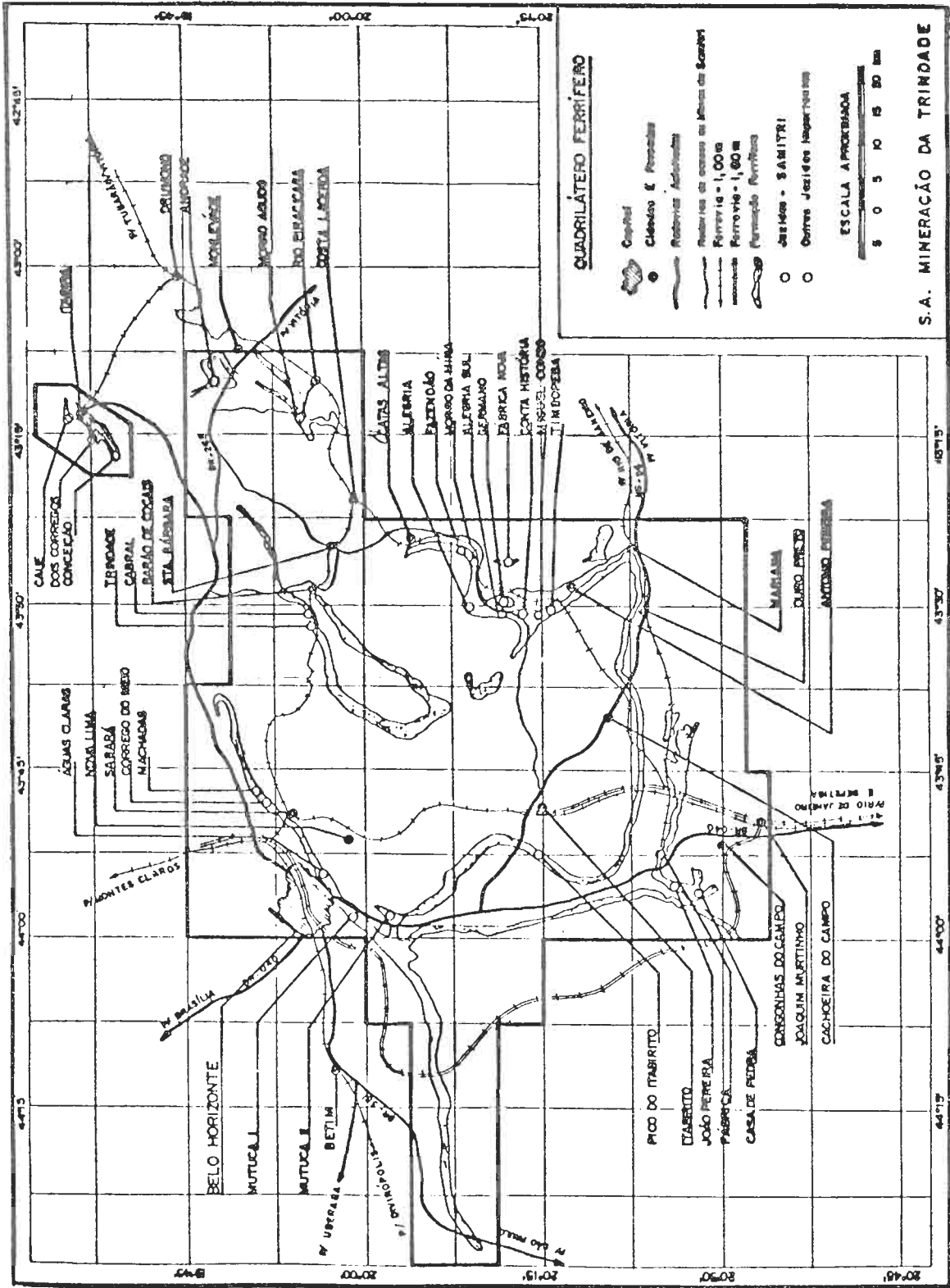
As operações da SAMITRI se concentram sobretudo na Mina de Miguel Congo, onde são produzidos minérios finos a serem utilizados na produção de sinter para carga de alto-fornos. Os consumidores de minério granulado são atendidos pela mina de Conta História.

5

PERSPECTIVAS DE MERCADO

Nas últimas décadas, principalmente na década de 1980, os seguintes fatos têm sido observados no setor do Manganês:

- Aumento de reservas e diversificação de fontes produtoras;
- Evolução tecnológica, baixando o consumo de manganês por tonelada de aço produzida.



Consequentemente, há muito tempo o manganês deixou de ser preocupação estratégica da Indústria Siderúrgica. Aliás, dentre os problemas com os quais a Siderurgia convive, na classe dos menos preocupantes, se é que se possa assim dizer, engloba-se o suprimento de matérias primas e insumos.

Estes fatos evidenciam a conveniência da oportunidade em que foram implantados os empreendimentos brasileiros exportadores de manganês, que tiveram o momento máximo da operação, antes do desgaste do mercado. O complexo mineiro do Amapá dificilmente seria hoje implantado. Felizmente, as motivações emocionais não foram suficientemente poderosas para impedir-lhe a oportuna implantação.

Na verdade, esta conceituação tornou-se cada vez mais ampla e generalizada. A velocidade com que se dão as evoluções tecnológicas não mais permitem extrapolações e projeções alarmantes, fomentadoras de políticas conservadoras de pseudo-estratégia que empobrecem a nação, eternizando um bem mineral que perderá seu valor por não ter sido aproveitado, tempestivamente.

6

CONCLUSÕES

- O manganês não é um metal escasso, ocorrendo em muitos países, sendo que as reservas conhecidas vêm crescendo, diversificando as fontes de suprimento, afastando-lhe o conceito de minério estratégico. A siderurgia conta, hoje, com fontes altamente confiáveis para suprimento de manganês, tão confiáveis como as de minério de ferro e carvão.

- A evolução tecnológica do processual siderúrgico vem desprestigiando a utilização do manganês, diminuindo-lhe a importância.

Longe vão os tempos em que as projeções de grau de dependência de suprimento do manganês fomentavam iniciativas audaciosas como as que viabilizaram o Complexo Mineiro do Amapá e as que resultaram na descoberta da Província Mineral de Carajás.

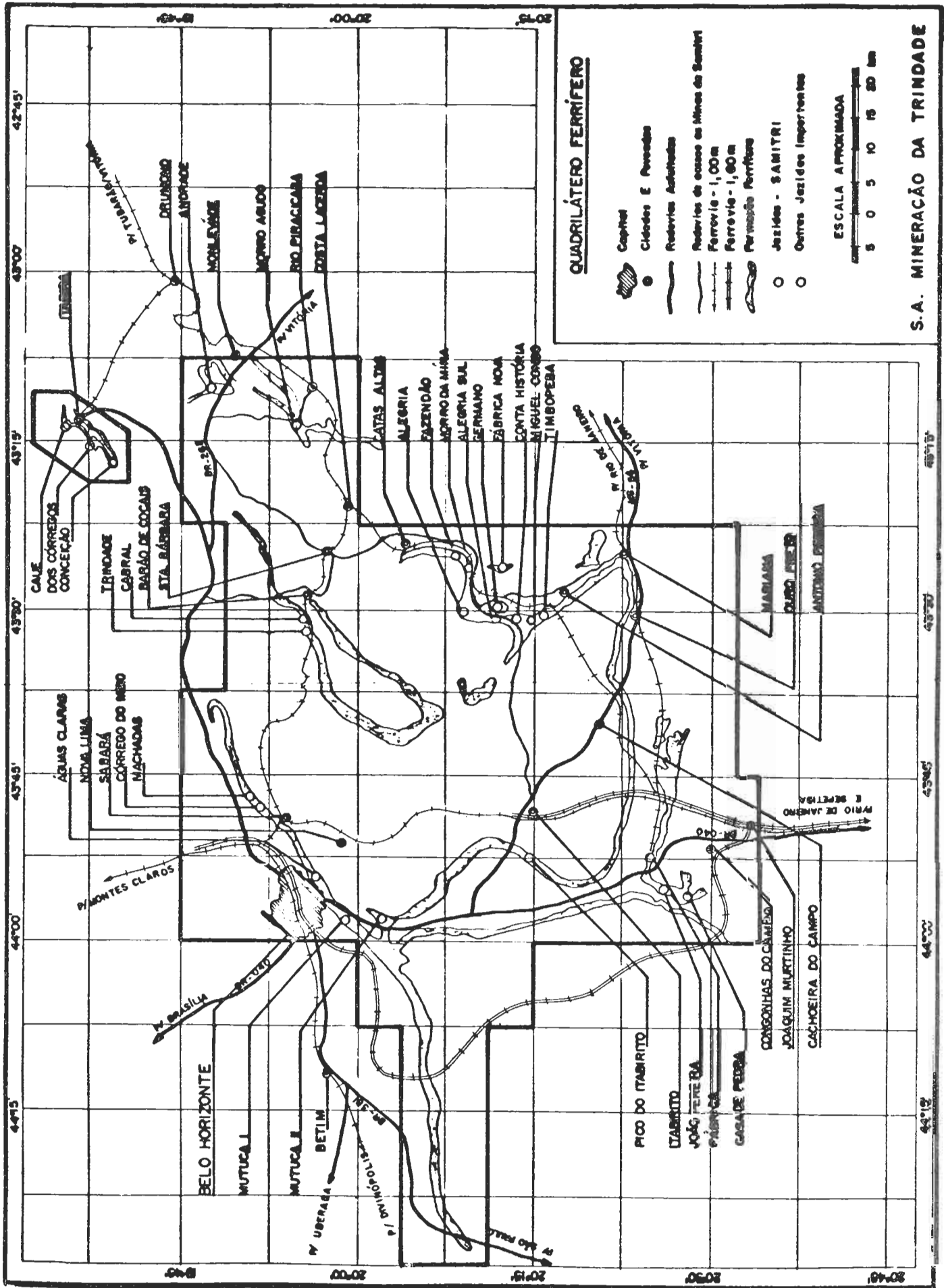
- Em hipótese de largo emprego, o consumo de manganês pelas usinas siderúrgicas brasileiras deve ser da ordem de 400.000 t/ano, equivalentes a cerca de 1.150.000 t/ano de minérios. Se 50% do manganês for adicionado diretamente à carga do alto forno, o consumo de minérios para este fim seria de 650.000 t/ano.

Isoladamente, a SAMITRI poderia, então, garantir o fornecimento de minérios para toda carga de alto-fornos por mais de 10 anos, se mantida a atual produção brasileira de aço, esgotando as suas reservas tecnologicamente lavráveis para os preços atualmente praticados pelo mercado.

- Numa hipótese pessimista, da qual não compartilhamos, o esgotamento das reservas situadas em Minas, Bahia e Goiás não colocaria em risco o abastecimento da siderurgia brasileira, pois esta contaria com as reservas do Pará e Mato Grosso. Os preços teriam, então, padrões internacionais. Consequentemente, haveria um componente de fomento que faria renascer o interesse prospector sobre o grande potencial garantido pela geologia regional.

- Os pregoeiros de políticas restritivas terão de procurar outras "comodities" para dar sustentação às suas campanhas emocionais e conservadoras, promovendo outros metais, pois, em quaisquer que sejam os critérios que queiram examinar, o manganês não é, definitivamente, um metal estratégico.

- Não sendo definitivamente um metal estratégico, não aproveitá-lo racionalmente, ou impedir que o façam, isto sim, é um erro estratégico.



FERRO - PANORAMA ATUAL

Por

Marcos Tadeu Vaz de Melo (Rio Doce Geologia e Mineração S.A. - DOCEGEO)

RESUMO

A indústria extrativa do ferro no Brasil teve seu início realmente no final da década de 40, atingindo seu primeiro milhão de toneladas exportadas em 1950. As décadas de 60 e 70 vieram consolidar a posição do Brasil como maior exportador mundial de ferro. Hoje as reservas brasileiras conhecidas somam 74.000 milhões de toneladas, das quais 54.000 milhões (73,0%) localizam-se em Minas Gerais e 17.700 milhões (24,03%) no estado do Pará. Pequenas reservas ocorrem nos estados do Mato Grosso do Sul (Urucum, Jacadigo), Paraná (Antonina) e Pernambuco (São José do Belmonte). Aquelas reservas compreendem minérios hematíticos ($> 64\% \text{ Fe}$), itabiritos ricos ($60\% < \text{Fe} < 64\%$) e itabiritos concentráveis ($\text{Fe} < 60\%$). As reservas de minérios hematíticos somam 20.600 milhões de toneladas, que representam 9,83% das reservas mundiais de ferro. A CVRD detém as maiores reservas com 17.419 milhões de toneladas (84,55%), sendo 1.581 milhões no Quadrilátero Ferrífero e 15.838 milhões em Carajás. As exportações brasileiras em 1986 foram de 92,288 milhões de toneladas para uma produção comercial de 128,8 milhões de toneladas. O consumo interno foi da ordem de 36,52 milhões de toneladas, sendo 24,14 milhões de toneladas para o fabrico de pelotas. A CVRD é a principal produtora com 73,7 milhões de toneladas (57,22%). Os principais países importadores foram o Japão (29,9%), Alemanha Oriental (17,0%), Itália (6,4%), Bélgica (4,3%), USA (4,2%), França (4,1%), Coréia do Sul (3,4%) e China (3,4%). A produção de aço mundial está estabilizada em 700 milhões de toneladas/ano, o que permite definir que o consumo, em níveis globais, deverá crescer moderadamente nos próximos anos. O consumo interno deverá crescer para o nível de 70 milhões de toneladas/ano, pelo desenvolvimento do II Plano Siderúrgico Nacional. O Brasil deverá defrontar nos próximos anos com o mercado internacional crescendo a taxas moderadas em com o

mercado interno apresentando significativo ritmo de expansão. Novos grandes projetos de mineração de ferro não estão previstos, apenas estão previstos a expansão da capacidade produtora da CVRD, MBR (Mutuca), SAMARCO (Alegria Sul), ITAMINAS (Serra das Farofas). Hoje na mineração do ferro está crescendo de maneira significativa a conscientização da necessidade de preservação do meio ambiente, com a execução de obras no valor de dezenas de milhões de dólares. A mineração do ferro representou 25,6% do produto mineral bruto em 1986, com a CVRD se colocando em 1º lugar com 13,28%. Os preços de minério de ferro para exportação praticados em 1986 foram de US\$ 15,94 FOB. No mercado interno o preço do minério de ferro é controlado pelo CIP, que tem mantido os preços abaixo do nível internacional.

HISTÓRICO

A história do minério de ferro no Brasil é muito recente. Pode-se dizer que ela tem seu início em 1902, quando um grupo de brasileiros organizou a Cia. Estrada de Ferro Vitória a Minas, cujo objetivo era a construção de uma ferrovia ligando Diamantina (MG) ao Porto de Vitória (ES). A organização desta empresa foi a resposta a incentivos oferecidos pelo Governo Provisório da República que, ao recuperar uma lei do Governo Imperial de 1889, baixou uma série de decretos incentivando a construção, uso e exploração de estradas de ferro no Brasil. O início das obras de construção desta ferrovia se deu em 1903.

Em 1907 foram fixadas normas governamentais que definiam as diretrizes para os estudos necessários ao conhecimento de estrutura geológica e mineralógica do Brasil. O recém criado Serviço Geológico e Tecnológico, por decorrência, foi incumbido de proceder aos estudos prospectivos e econômicos na região de Conselheiro Lafaiete, Mariana, Sabará e Itabira, voltados fundamentalmente para o minério de ferro.

Em 1908, de posse de informações restritas, a City Improvements adquiriu a opção de compra de extensas faixas de terras em Itabira, que guardavam em seu subsolo as reservas de minério de ferro. Consciente da importância de deter não só o controle das minas mas também o do transporte e do embarque marítimo para a obtenção de êxito na exportação em larga escala, o grupo inglês organizou o Brazilian Hematite Syndicate, constituído predominantemente por banqueiros e industriais ingleses, que em 1909 adquiriu o controle acionário da Cia. Estrada de Ferro Vitória a Minas.

Para o transporte de minério, o Syndicate solicitou e obteve autorização do Governo Federal para a alteração do traçado da estrada de ferro, com a aprovação do prolongamento da E.F.V.M. até Itabira, em dezembro de 1909.

Em 1911 é criada por Percival Farquhar a empresa Itabira Iron Ore Co., de capitais ingleses, que adquiriu os direitos das minas do Brazilian Hematite Syndicate e a sua participação na E.F.V.M. A Itabira Iron Company pretendia implantar um complexo siderúrgico e manter um sistema integrado mina-ferrovia-porto. A recessão mundial de 1929 inviabilizou o projeto e em 1932 o governo brasileiro decretava a caducidade do contrato com a Itabira Iron Company, sendo criada em 1939 a Companhia Brasileira de Mineração e Siderurgia.

Em 1917, com a 1ª Grande Guerra, foram criadas condições para o aproveitamento das reservas de minério de ferro estudadas em Minas Gerais. Foi criada nesta época a Companhia Siderúrgica Mineira, que foi a primeira siderúrgica da América Latina a utilizar um alto-forno abóbada cilíndrica. Em 1921 associou-se à ARBED, mudando sua razão social para Cia. Siderúrgica Belgo Mineira. Em 1920 adquire a Mina do Andrade em João Monlevade, MG.

A eclosão da 2ª Grande Guerra Mundial em 1939 fez com que o suprimento de certos minérios adquirissem caráter estratégico. Conseqüentemente, foi rompido o controle que os compradores estrangeiros vinham mantendo no mercado internacional sobre os preços dos minérios, inclusive sobre o minério de ferro. Desta forma, as grandes potências tentaram estabelecer laços mais fortes com as nações detentoras dos recursos naturais necessários ao esforço de guerra. Como decorrência, foram assinados com o Brasil em março de 1942 os "Acordos de Washington", em que o Brasil, a Grã-Bretanha e os Estados Unidos da América acordaram a transferência das minas de Itabira e da EFVM ao Governo Brasileiro, com o compromisso de fornecimento de todo o minério produzido aos governos americano e britânico.

Baseado neste acordo o Governo Getúlio Vargas definiu as bases em que seria criada a Cia. Vale do Rio Doce, através do Decreto Lei nº 4.352, de 1º de junho de 1942, e implantada a Companhia Siderúrgica Nacional em Volta Redonda, inaugurada em 1946.

A CVRD, com participação majoritária do Governo Brasileiro, sucedia a Companhia Brasileira de Mineração e Siderurgia, detentora das concessões

sões para lavrar minério de ferro em Itabira, Minas Gerais, e da Estrada de Ferro Vitória a Minas.

O início efetivo da produção de minério de ferro brasileira realmente ocorreu no fim da década de 1940. O primeiro navio que transportou minério de ferro para o exterior saiu do Rio de Janeiro, em 1948, com minério transportado pela Estrada de Ferro Central do Brasil, de minas situadas no Quadrilátero Ferrífero.

Em 1949 já exportava-se 722.546 t, sendo 167.559 t pelo porto do Rio de Janeiro e o restante através do porto de Vitória e em 1950 alcançava-se a cifra de um milhão de toneladas.

A década de 50 foi caracterizada por um grande aumento na produção de minério de ferro brasileira. Em 1952 a CVRD atingia o objetivo estabelecido quando de sua criação: 1.500 mil toneladas/ano exportadas. Em 1959 as exportações alcançaram cerca de 5.300.000 ton, sendo 4.200.000 toneladas através do porto de Vitória, após a fundação da Ferteco em 1958 (ex Mineração da Fábrica).

Na década de 60, com a crescente demanda mundial de minério de ferro, Brasil ampliou de forma considerável sua participação no mercado internacional. As perspectivas e projeções indicavam a pujança do mercado externo e a CVRD julgou indispensável implantar uma infra-estrutura portuária adequada, dando início em 1962 à construção do porto de Tubarão. Sua conclusão em 1966 foi o ponto marcante no desenvolvimento da CVRD e balizou o salto na exportação de minério de ferro do Brasil. A possibilidade do atracamento de navios de maior capacidade de carga permitia a redução do custo unitário de transporte, permitindo contrabalançar a proximidade da Austrália e África aos portos do Japão, já com uma pujante produção de aço na década de 60.

Em meados de 1967, uma equipe de geólogos da Cia. Meridional de Mineração, subsidiária da United States Steel Corporation, descobriu as imensas reservas de minério de ferro da região de Carajás, avaliadas em mais de 17 bilhões de toneladas de minério acima de 60% Fe.

Em 1970 foi assinado acordo entre os grupos U.S.Steel e CVRD para a criação da Amza Amazônia Mineração para implantar e operar o Projeto Minério de Ferro de Carajás.

A década de 70 pode ser considerada a "década de ouro" da mineração de ferro no Brasil, quando a produção pulou de 37 milhões em 1970 para 113 milhões de toneladas em 1980, crescendo a uma taxa anual média de 14%.

Em 1970 a produção da CVRD já ultrapassava o limite de 20 milhões de toneladas, marco que determinou a necessidade de duplicação de sua ferrovia. Nesta época a CVRD concluiu o ramal de Costa Lacerda-Fábrica, permitindo a viabilização de uma saída para o mar para as minas da Ferteco e da Samitri. Em 1970 a CVRD assinava o contrato de transporte de minério de ferro da Ferteco pela EFVM. A crescente presença de itabiritos e finos nos minérios de Itabira levaram a CVRD a implantar um projeto pioneiro de concentração de itabiritos em 1972, aumentando as suas reservas de minério aproveitáveis. Em 1973 a CVRD inaugurava a sua II usina de pelotização em Tubarão. Em 1973 a MBR - Minerações Brasileiras Reunidas começou a produzir minério em seu projeto Águas Claras, na Grande Belo Horizonte, após sua constituição em 1969.

Em 1977 o complexo de pelotização brasileiro ampliava-se com a inauguração das usinas da Ferteco em Minas Gerais, Itabrasco em Tubarão e da Samarco em Ubú no Espírito Santo, para onde o minério de ferro é transportado por mineroduto. Em 1978 e 1979 eram inauguradas respectivamente as usinas de pelotização da Nibrasco e da Hispanobrás, acrescentando mais cerca de 8 milhões de toneladas de capacidade instalada.

A década de 1980 começa com a decisão da CVRD de desenvolver seu Projeto de Ferro Carajás, após ter comprado a participação acionária da Cia. Meridional de Mienração por US\$ 50 milhões em 15 de junho de 1977. A produção de Carajás, originada de minério de ferro de alto teor, gerando cerca de 83% a 85% de "sinter feed", teria condições de ocupar, com melhor rentabilidade, os mercados já obtidos pelo sistema CVRD, como também conquistar novos mercados, preservando as reservas de Minas Gerais para o abastecimento do parque siderúrgico do Centro Sul do Brasil.

Em 1983 a CVRD, em associação com um consórcio de firmas produtoras de aço japonesas lideradas pela Kawasaki Steel, inicia a operação da mina de Capanema, com capacidade instalada de 11,5 milhões de toneladas, integrada ao sistema da mina de Timbopeba, implantada em 1984.

Em 1985 a CVRD inaugura seu Projeto Carajás, com a efetiva entrada em operação no ano de 1986.

Durante os últimos 25 anos a indústria do ferro teve um desempenho espetacular. A produção de aço cresceu 108%, o mercado interoceânico cresceu 361% e as exportações brasileiras cresceram 1840%. Este crescimento se deve à eficiência e dedicação de todos aqueles que trabalham nas empresas de mineração de ferro instaladas no Brasil, que souberam garantir mercados duramente conquistados e serem agressivos na procura de novos mercados.

O gráfico da folha seguinte mostra os principais eventos da história da mineração do ferro no Brasil em relação à produção, exportação e consumo interno de 1900 a 1986 (A indústria do minério de ferro em Minas Gerais, Luiz Felipe Quaresma, Mineração Metalurgia, nº 479-1986, adaptado).

AS RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIO DE FERRO

O ferro como o alumínio são elementos abundantes na crosta terrestre. São encontradas concentrações minerais economicamente exploráveis em todos os continentes, com teores variando de 28% a 69%.

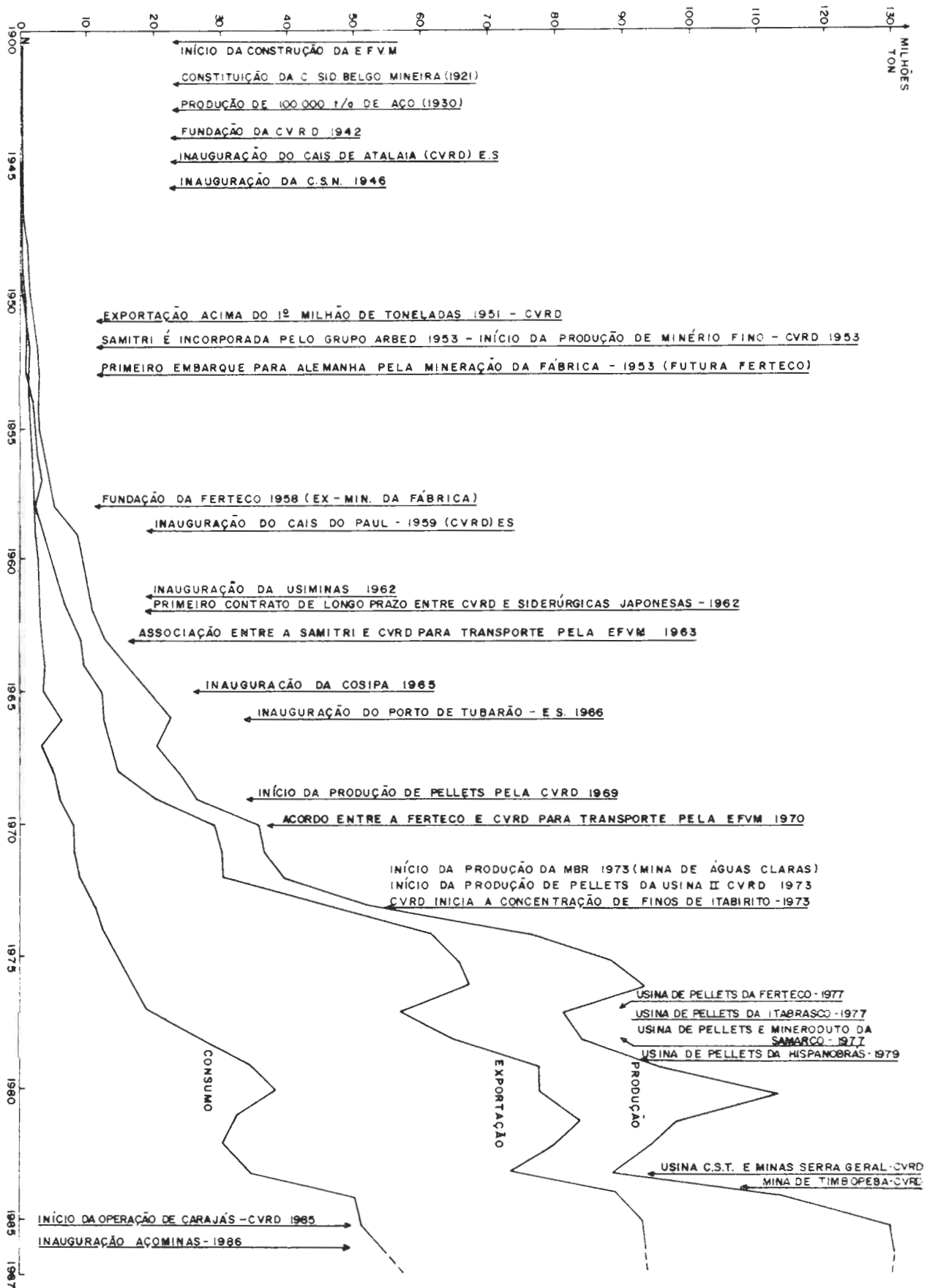
As reservas mundiais de minério de ferro conhecidas somam 210 bilhões de toneladas, sendo que 77% do total acima distribuiu-se por cinco países: URSS, Austrália, Canadá, Estados Unidos e Brasil (Mineral Commodity Summaries - 1987).

O desconhecimento geológico de algumas regiões do globo, aliada a pesquisa incompleta de algumas jazidas conhecidas, fazem com que o número acima possa ser considerado conservador.

As reservas brasileiras, por causa de suas qualidades químicas, físicas e metalúrgicas, ocupam lugar de destaque no cenário mundial da indústria extrativa de ferro.

O Brasil, no contexto destas reservas, coloca-se em 5º lugar, embora tenha participado com 15% da produção mundial do ano de 1986, abaixo apenas da União Soviética, com uma participação correspondente a 29,3%.

Em 31 de dezembro de 1986 as reservas mundiais conhecidas se distribuíam segundo a tabela a seguir (Quaresma, 1987).



Fonte: Mineração Metalurgia, Ano 50, Nº 479 - adaptado

GRÁFICO I

PAÍSES	RESERVAS (1)		PRODUÇÃO (e)	
	(10 ⁶ t)	%	(10 ⁶ t)	%
Brasil	17.600	8,4	128,8	15,0
União Soviética	59.900	28,6	252,0	29,3
Austrália	33.500	16,0	99,6	11,6
Canadá	25.500	12,1	40,7	4,7
Estados Unidos	25.100	11,9	41,4	4,8
África do Sul	9.400	4,4	23,4	2,7
China	9.100	4,3	82,3	9,6
Índia	7.200	3,4	51,9	6,1
Suécia	4.600	2,1	18,3	2,2
França	2.200	1,0	14,3	1,7
Venezuela	2.000	0,9	17,3	2,1
Outros Países de Economia de Mercado	12.200	5,8	71,1	8,3
Outros Países de Economia Centralizada	900	0,4	16,3	1,9
T O T A L	209.200	100,0	857,5	100,0

Fontes: Brasil - DNPM, AMB - 1986
Outros Países - Mineral Commodity Summaries - 1987

Notas: (1) Reservas medidas + indicadas
(e) Estimada

As reservas brasileiras são constituídas por minério hematítico com teores acima de 64% Fe, de minério itabirítico rico com teores de Fe entre 60 e 64% e por minério itabirítico concentrável com teores abaixo de 60% Fe. Elas podem ser consideradas muito conservadoras. Muitas empresas não pesquisaram em detalhe suas concessões de lavra e/ou alvarás de pesquisa. Para as reservas da região de Carajás só foram definidas aquelas correspondentes a minério de teores acima de 60% Fe.

O quadro I mostra estas reservas por estado, região e empresa, separadas em 3 classes: hematita (Fe > 64%), itabirito rico (60% < Fe < 64%) e itabirito (Fe < 60%).

Considerando as três classes, vê-se que as reservas brasileiras somam um total de 74.023 milhões de toneladas, das quais 54.033 milhões localizam-se em Minas Gerais (73,0%), 17.785 milhões no Estado do Pará (24,03%), 2.150 milhões no estado do Mato Grosso do Sul (2,91%), sendo que as demais reservas (0,06%) se localizam nos estados do Amazonas, Pernambuco (São José do Belmonte) e Paraná (Antonina).

**RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIO DE FERRO (x 10³)
JULHO/1987**

ESTADO	ÁREA	EMPRESA	HEMATITA Fe > 64 %			ITABIRITO RICO 60% < Fe < 64 %			ITABIRITO Fe < 60 %			TOTAL GERAL				
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL	MEDIDA		INDICADA	INFERIDA	TOTAL	
MINAS GERAIS	QUADRILÁTERO FERRIFERO	CSBM	-	83.149	-	83.149	-	5.577	-	5.577	-	28.204	-	28.204	116.930	
		CSN	200.000	100.000	-	300.000	-	-	-	-	27.800	-	1000.000	-	1027.800	1.327.800
		CVRD	1.581.000	-	-	1.581.000	-	1.670.000	-	1.670.000	(1) 2.855.000	-	-	-	2.855.000	6.106.000
		S.MÔNICA	120.000	-	-	120.000	-	-	360.000	360.000	-	-	-	-	-	480.000
		FERTECO	250.000	-	-	250.000	-	58.000	50.000	108.000	152.000	-	1000.000	-	1152.000	1.510.000
		MSG	(2) 50.000	120.000	180.000	350.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350.000
		MBR	850.000	-	650.000	1.500.000	-	-	-	-	-	4.100.000	-	-	4.100.000	5.600.000
		ITAMINAS/ MULLER	34.000	40.000	-	74.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	374.000
		SAMARCO	27.207	-	-	27.207	17.227	-	-	17.227	328.804	-	763.500	-	1092.304	1.136.738
		SAMITRI	113.791	10.526	113.755	238.072	80.296	14.872	22.939	118.107	15.323	165.237	16.646.853	-	17.201.592	
		OUTROS	-	-	-	-	1.300.000	740.000	1.050.000	3.090.000	-	-	5.000.000	-	5.000.000	8.090.000
		SUB TOTAL	3.225.998	353.675	943.755	4.523.428	1.397.523	2.488.449	1.482.939	5.368.911	3.378.927	4.293.441	24.728.353	-	32.400.721	42.293.060
		ESP- MILHÃO	CVRD (3)	20.000	28.896	8.948	57.844	16.534	30.300	-	46.834	1.381.697	2.478.127	7.750.498	11.610.322	11.715.000
OUTROS	(4) 7.587	-	13.717	21.304	-	-	-	-	-	1.615	-	2.190	3.805	25.109		
MINAS GERAIS-TOTAL	3.253.585	382.571	966.420	4.602.576	1.414.057	2.518.749	1.482.939	5.415.745	4.762.239	6.771.568	32.481.041	-	44.014.848	54.033.169		

OBSERVAÇÕES: O MINÉRIO TIPO CANGA ESTÁ INCLUÍDO SEGUNDO SEU TEOR EM FERRO, NOS TIPOS CITADOS ACIMA.
CVRD CONSIDERA MINÉRIO DE ALTO TEOR COM Fe > 63%
MINÉRIO DE BAIXO TEOR COM Fe ENTRE 35% e 63%.

OS ITABIRITOS INFERIDOS SÃO RESERVAS GEOLÓGICAS CALCULADAS A PARTIR DE PERFS GEOLÓGICOS.

(1) INCLUÍDAS 996113 TON DE ITABIRITO DURO

(2) RESERVA MEDIDA + INDICADA

(3) RESERVAS DEFINIDAS EM PORTEIRINHA, GUANHAES, CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO E MORRO DO PILAR

(4) RESERVA DO DEPÓSITO DE CÉU ABEERTO, SERRA, M.G.

FONTES: IBRAM - MAIO/87 / CVRV - SUMIN - DEZ/86 / CVRD - SUPES - FEV/87

QUADRO I

RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIO DE FERRO (x 10³)
JULHO/ 1987

ESTADO	ÁREA	EMPRESA	HEMATITA Fe > 64 %				(1) ITABIRITO RICO 60% < Fe < 64%				ITABIRITO Fe < 60 %				TOTAL GERAL
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL	
PARÁ	N1	CVRD	258.403	110.397	425.757	794.557	23.972	6.111	28.934	59.017	-	-	-	-	853.574
	N2	CVRD	32.081	29.420	40.010	101.541	3.019	2.950	3.134	9.103	-	-	-	-	110.644
	N3	CVRD	-	-	242.946	242.946	-	-	54.617	54.617	-	-	-	-	297.563
	N4E	CVRD	1280.400	60.400	24.300	1.365.100	-	-	-	-	-	-	-	-	1.365.100
	N4W	CVRD	-	460.150	884.923	1.345.073	-	167.345	201.324	368.669	-	-	-	-	1.713.742
	N5	CVRD	312.631	119.521	938.509	1.370.661	23.564	5.257	179.279	208.100	-	-	-	-	1.578.761
	N8	CVRD	2.529	2.528	118.965	124.022	921	922	26.334	28.177	-	-	-	-	152.199
	S11	CVRD	284.267	1124.455	8066.488	9475.210	18.725	146.041	695.599	860.365	-	-	-	-	10.335.575
	SL1	CVRD	69.923	62.040	69.197	201.160	30.689	29.940	15.211	75.840	-	-	-	-	277.000
	SL2	CVRD	83.643	28.148	8.107	119.898	12.481	2.450	2.142	17.073	-	-	-	-	136.971
	SF1	CVRD	36.646	28.549	109.943	175.138	41.848	36.941	115.153	193.942	-	-	-	-	369.080
	PEQ JAZIDAS	CVRD	-	-	523.644	523.644	-	-	71.406	71.406	-	-	-	-	595.050
	PARÁ - TOTAL			2.360.523	2.025.638	11.452.789	15.838.950	155.219	397.957	1.393.133	1.946.309	-	-	-	17.785.259
	MS	CVRD+OUTROS		99.853	87.850	-	187.703	-	-	-	-	-	1.962.600	1.962.600	2.150.303
PR			-	-	-	-	-	-	-	-	40.000	-	40.000	40.000	
PE			-	-	-	-	-	-	-	-	14.500	-	14.500	14.500	
BRASIL - TOTAL			5.713.961	2.496.059	12.419.209	20.629.229	1.569.276	2.916.706	2.876.072	7.362.054	4.762.239	6.826.068	34.443.641	74.023.231	

OBSERVAÇÕES: PARA O MINÉRIO DE FERRO DA REGIÃO DE CARAJAS NÃO FORAM CONSIDERADOS MINÉRIOS COM TEORES ABAIXO DE 60% Fe

(1) MINÉRIO DO TIPO JASPILOITO

QUADRO I
(CONTINUAÇÃO)

FONTE: CVRD/DOCEGEO

Os dados mais recentes mostram que as reservas de minério de ferro brasileiras de alto teor (acima de 64% Fe) somam 20.629 milhões de toneladas, ou seja, 9,83% das reservas mundiais, um pouco acima dos 8,0% consideradas pela revista Mineral Commodities Summaries - 1987. Eles se distribuem em:

Tipo de reserva	tonelagem x 10 ³	%
medida	5.713.961	27,69
indicada	2.496.059	12,09
inferida	12.419.209	60,22
T O T A L	20.629.229	100,00

As reservas brasileiras inferidas poderão ser transformadas em reservas medidas com a execução de trabalhos complementares de pesquisa por parte das empresas de mineração.

Pode-se considerar que as reservas totais de minério de ferro avaliadas no Quadrilátero Ferrífero como sendo de 42.292 milhões de toneladas na realidade devem ser maiores. Avaliação feita através da execução de perfis geológicos executados em toda a extensão da faixa de exposição do itabirito Cauê, permitem avaliar estas reservas como superiores a 60 milhões de toneladas, não sendo considerados os itabiritos carbonáticos e anfíbolíticos, ainda não passíveis de concentração.

Os itabiritos aproveitáveis do Quadrilátero são susceptíveis de gerar produtos na proporção 8% de granulados, 22% de minério do tipo "sinter feed" (finos) e 70% de "pellet feed" (ultra finos usados para o fabrico de pelotas). As reservas de Minas Gerais geram um percentual mais elevado de ultrafinos (pellet feed) que as reservas de minério de ferro de Carajás, que são predominantemente geradoras de sinter feed.

Hoje a CVRD detém as maiores reservas de minério de ferro de alto teor brasileiras, com cerca de 17.400 milhões de toneladas, ou seja, 84,55% do total, seguindo-se as Minerações Brasileiras Reunidas-MBR com 1.500 milhões de toneladas (7,28%), a CSN - Cia. Siderúrgica Nacional com 300 milhões de toneladas (1,46%), a Ferteco com 250 milhões de toneladas (1,22%), a Samitri com 238 milhões (1,16%), a MSG - Minas da Serra Geral, com 350 milhões de toneladas (1,70%) e outros (2,63%).

As reservas da CVRD de minério de alto teor (Fe 64%) se distribuem em Minas Gerais, principalmente no Quadrilátero Ferrífero (1.601 milhões

de toneladas) e em Carajás, no Pará (15.838 milhões de toneladas).

No que diz respeito às reservas da CVRD em Minas Gerais, elas estão discriminadas, por minas e jazidas, no Quadro II (Superintendência de Minas - SUMIN/CVRD - 1987 - adaptado).

Consideradas apenas as reservas de minério de ferro de alto teor conhecidas em Minas Gerais, elas se distribuem por empresa como se vê na tabela abaixo:

Empresa	tonelagem x 10 ³	%
CVRD	1.601.000	34,79
MBR	1.500.000	32,60
MSG (CVRD + japoneses)	350.000	7,61
CSN	300.000	6,52
Ferteco	250.000	5,44
Samitri	238.000	5,18
Santa Mônica	120.000	2,60
CSBM	83.149	1,80
Itaminas/Muller	74.000	1,60
Outros	86.000	1,86
T O T A L	4.602.149	100,00

Consideradas todas as reservas do Quadrilátero Ferrífero, inclusive os itabiritos concentráveis, elas se distribuem por empresas segundo a tabela abaixo:

Empresa	tonelagem x 10 ³	%
Samitri	17.201.592	40,67
CVRD	6.106.000	14,43
MBR	5.600.000	13,24
Ferteco	1.510.000	3,57
CSN	1.327.800	3,13
Samarco	1.136.738	2,68
Santa Mônica	480.000	1,13
Itaminas/Muller	374.000	0,88
MSG	350.000	0,82
CSBM	116.930	0,27
Outros	8.089.940	19,18
T O T A L	42.293.060	100,00

RESERVAS DA CVRD - MINAS E JAZIDAS (x10³) - MINAS GERAIS

LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO		MINA/ JAZIDA	RESERVAS MEDIDAS				RESERVAS INDICADAS E INFERIDAS (HE + IT)	TOTAL DAS RESERVAS (MED+IND+INF)	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO	INÍCIO DE OPERAÇÃO
				HEMATITA	ITABIRITO		MOLE				
					DURO	MOLE					
QUADRILÁTERO FERRIFERO	ITABIRA		CAVE/CHACRINHA	333.171	44.911	444.814	110.936	933.832	22.600	1.942	
			CONCEIÇÃO/DOIS CÔRREGOS	481.510	796.429	820.907	--	2.098.846	21.000	1.951	
			PERIQUITO/ONÇA/ESMERIL	341.273	72.160	368.113	149.175	930.721	7.000	1.976	
QUADRILÁTERO FERRIFERO	OURO PRETO		TIMBOPEBA	153.212	35.828	120.893	1.408.500	1.718.433	7.500	1.984	
			ANTÔNIO PEREIRA	--	--	--	300.000	300.000	--	EM PESQUISA	
QUADRILÁTERO FERRIFERO	SANTA BÁRBARA		CARAÇA	21.253	--	19.614	--	40.867	3.000	1.976	
			CAPANEMA	250.604	--	69.431	--	320.035	7.500	1.983	
			DEL REY	--	--	--	360.000	360.000	--	EM PESQUISA	
QUADRILÁTERO FERRIFERO	CAETÉ		PIACÓ	--	815	14.579	111.222	126.616	--	EM PESQUISA	
			BRUCUTU	--	--	1.800	77.100	78.900	--	EM PESQUISA	
			SUB TOTAL	1.581.023	950.143	1.860.151	2.516.933	6.908.250	--	--	
NORTE/NORDESTE	CONC.MATO DENTRO			20.000	46.470	206.124	4.305.220	4.577.814	--	--	
			MORRO DO PILAR	--	--	226.515	544.422	770.937	--	--	
			GUANHÃES	--	--	349.000	151.000	500.000	--	--	
NORTE/NORDESTE	PORTEIRINHA			--	--	652.000	4.412.000	5.064.000	--	--	
			SUB TOTAL	20.000	46.470	1.433.639	9.412.642	10.912.751	--	--	
			TOTAL MINAS GERAIS	1.601.023	996.613	3.293.790	11.929.575	17.821.001	--	--	

QUADRO II

A MINERAÇÃO, PRODUÇÃO E CONSUMO DE MINÉRIO DE FERRO NO BRASIL

MINERAÇÃO

A mineração de ferro no Brasil até o ano de 1985 praticamente estava concentrada em Minas Gerais. A inauguração do Projeto Carajás marca uma nova fase na indústria extrativa do ferro nacional.

Segundo o DNPM, em 31 de dezembro de 1986 existiam 245 áreas concedidas para exploração de minério de ferro no Brasil, das quais cerca de 2/3 estavam paralizadas por motivos diversos.

O minério bruto foi produzido em 112 minas, sendo que destas, 74 minas produziam mais que 20.000 t/ano, sendo operadas por 37 companhias. Destas, 32 companhias operavam 42 plantas de beneficiamento, sendo que a concentração de minério de ferro era executada pela CVRD, Ferteco e Samarco em Minas Gerais. O minério de Carajás sofre apenas operação de lavagem.

Por unidade da federação, a indústria está distribuída como se segue, com suas respectivas capacidades de produção:

Estado	Número de Minas	Número de Empresas	Capacidade Produção 10 ³ t (1985)
Minas Gerais	221	92	145.000
Mato Grosso do Sul	8	5	1.300
São Paulo	4	2	500
Paraná	4	2	50
Ceará	1	1	50
Amazonas	1	1	50
Pará	2	2	25.000
Pernambuco	2	2	-
BRASIL	245	111	171.950

A mineração brasileira se desenvolve em lavra a céu aberto, com bancadas, desmonte, carregamento por pás carregadeiras e/ou escavadeiras de grande porte, transporte em caminhões fora de estrada de até 170 t, britagem, peneiramento, lavagem, secagem, classificação, com algumas minas (CVRD em Itabira, Ferteco e Samarco) operando unidades de concentração e pelotização.

PRODUÇÃO

A produção brasileira de minério de ferro iniciada efetivamente na década de 40 consolida-se definitivamente na década de 60. Em 1960, produzindo 9,8 milhões de toneladas, o Brasil ocupava o 11º (décimo primeiro) lugar entre os produtores mundiais. Em 1969, no final da década, já ocupava o 7º (sétimo) lugar, superando a Suécia, Venezuela e Índia, tradicionais fornecedores mundiais dos anos 60.

A produção bruta de minério de ferro no Brasil evoluiu de 46 milhões de toneladas em 1972 para 120 milhões em 1982. Este fato significou um crescimento da produção comercial (granulados + finos) da ordem de 40 milhões para 94 milhões de toneladas no período, com crescimento a uma taxa anual de 8,8%.

O choque do petróleo de 1979 refletiu na indústria mundial do aço, cujos efeitos no mercado de minério de ferro apareceram a partir de 1981, recuperando os níveis de 1980 no ano de 1984. Em 1986 o Brasil, com uma produção bruta estimada de 165 milhões de toneladas, gerando uma produção comercial de 128,8 milhões de toneladas, ocupa o 2º (segundo) lugar no "ranking" mundial dos países produtores de ferro, apenas abaixo da União Soviética (Quaresma, 1987).

A produção de 1986 manteve-se ao mesmo ritmo de 1985, ou seja, em torno de 128 milhões de toneladas, distribuídas por empresa conforme tabela abaixo:

Companhia	Produto	Tonelagem(10 ⁶ t)	%
CVRD	minério, concentrado, pelotas	73,7	57,22
MBR	minério, concentrado	16,3	12,66
Samitri	minério	9,7	7,53
Ferteco	minério, concentrado, pelotas	10,3	8,00
CSN	minério	4,8	3,73
Samarco	minério, pelotas, concentrado	7,0	5,43
Outras	minério	7,0	5,43
T O T A L		128,8	100,00

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 1987

A tabela abaixo mostra a produção de minério de ferro por classe no Brasil no período 1973-1986.

ANOS	BRUTA	BENEFICIADA	COMERCIAL (1)	PELOTAS
1973	55.019	50.506	52.340	3.700
1974	91.488	73.955	77.380	4.200
1975	108.162	89.000	89.893	4.400
1976	107.393	92.611	94.086	4.600
1977	100.817	80.930	82.000	6.400
1978	103.740	84.372	84.984	13.400
1979	117.430	95.457	96.832	19.700
1980	139.696	113.024	114.731	21.600
1981	122.709	97.850	99.466	17.800
1982	120.000	93.147	94.609	15.530
1983	114.200	88.700	88.813	15.300
1984	143.841	111.311	112.133	22.500
1985	167.232	127.729	128.251	22.567
1986 ^(e)			128.800	24.146

(1) - Produção comercial - igual a produção beneficiada mais a quantidade de minério bruto consumido sem beneficiamento. Inclusive minérios para pelotização.

Fontes : DNPM - Relatórios Anuais de Lavra (Quaresma, 1987)
Empresas Produtoras de Pelotas

A CVRD permaneceu como a principal produtora de minério de ferro no ano de 1986, sendo responsável por 57,2% da produção nacional. Suas usinas de pelotização produziram 4,9 milhões de toneladas de pelotas. As associadas em pelotização: Itabrasco (Finsider International), Nibrasco (usinas siderúrgicas japonesas) e Hispanobrás (Ensidesa) produziram 8,3 milhões de toneladas em 1986. A estrutura de produção de minério da CVRD variou ao longo do tempo, hoje quase toda ela dirigida para a produção de minérios finos - sinter feed e pellet feed, que predomina fortemente sobre a produção de bitolados.

Hoje todas as grandes empresas de mineração brasileiras possuem instalações de beneficiamento junto às suas minas. O escoamento dos produtos cujo destino é a exportação é feito por ferrovias até os portos de embarque, a exceção para o minério da Samarco que é transportado por mi

neroduto (Mariana, MG a Ponta de Ubú, ES), com cerca de 400 km de extensão. O mercado interno, representado principalmente pelas indústrias siderúrgicas e produtores independentes de gusa, é abastecido por ferrovias e parte por transporte rodoviário.

A produção brasileira de sinter atualmente gira em torno de 15 milhões de toneladas, distribuídas por 9 (nove) usinas siderúrgicas.

A indústria de pelotização está distribuída por 7 (sete) usinas: 2 da CVRD, uma da Samarco, Hispanobrás, Itabrasco, Nibrasco, localizadas no litoral do estado do Espírito Santo e a da Ferteco, em Minas Gerais. A participação das empresas na capacidade instalada de produção, da ordem de 24,5 milhões de toneladas em 1986, foi de: Ferteco 10%, Samarco 20%, CVRD 20%, Hispanobrás 12%, Nibrasco 25%, Itabrasco 12% (Quaresma, 1987).

O Brasil é um dos principais países produtores de minério de ferro. Excluídos os países de economia centralizada, esta participação cresce sobremaneira, atingindo 1/5 da produção total.

Hoje a mineração no Brasil tem usado tecnologias mais avançadas para a melhoria da qualidade do minério de ferro, devido ao crescente aumento de demanda do mercado para o consumo de finos com especificações físicas e químicas mais rígidas.

CONSUMO

No Brasil, o consumo de minério de ferro se faz quase que exclusivamente (98%) para a produção de gusa e ferro esponja para sua transformação em aço, assim distribuído: alto forno para gusa - 97%, fornos elétricos para ferro esponja - 2% e outros fins - 1% (Quaresma, 1987).

Como em todo o mundo, a indústria siderúrgica brasileira utiliza minérios bitolados e minérios finos aglomerados (sinter e pellet feed), com uma crescente participação do uso de finos para a sinterização em detrimento do uso de minérios bitolados, com os fabricantes independentes de gusa utilizando somente o minério bitolado.

Entre 1972 e 1982 o consumo na siderurgia cresceu a uma taxa de 8% ao ano, enquanto o consumo de pelotas cresceu 22% ao ano. Com a crise

QUADRO III
EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE MINÉRIO DE FERRO — BRASIL

PERÍODO: 1973/1986

Unid. 10³ t

ANO	CONSUMO INTERNO			TOTAL
	PRODUTORES DE AÇO (1)	PRODUTORES INDEPENDENTES DE GUSA (2)	PRODUTORES DE PELOTAS (3)	
1973	6.326	1.643	3.700	11.669
1974	6.757	2.246	4.200	13.203
1975	8.618	2.759	4.400	15.777
1976	9.421	3.438	4.600	17.459
1977	10.553	3.009	6.400	19.962
1978	11.060	3.142	13.400	27.602
1979	12.356	3.550	19.800	35.706
1980	13.470	4.111	21.600	39.181
1981	12.180	3.342	17.800	33.322
1982	13.129	2.965	15.500	31.594
1983	14.962	4.144	15.300	34.406
1984	20.485	5.837	22.500	48.822
1985	21.123	6.433	22.567	50.123
1986 (e)	21.706	7.428	24.146	53.280

(1) - Empresas integradas produtoras de aço e/ou tubo de ferro, excluído pellets.

(2) - Consumo estimado empresas produtoras exclusivamente gusa, coeficiente 1,68 t/t gusa.

(3) - Minérios destinados à produção de pellets (2 Usinas da CVRD, ITABRASCO, HISPANOBRÁS, FERTERCO, SAMARCO).

Fontes: BRASIL - IBS, 1970/1985/1987.
Produtores de Pelotas.

QUADRO IV
CONSUMO DE MINÉRIO DE FERRO POR TIPO DE UTILIZAÇÃO — BRASIL

PERÍODO: 1940, 1950, 1960, 1965, 1970-1986

ANO	AGLOMERAÇÃO		GRANULADOS	TOTAL
	SINTERIZAÇÃO	PELOTIZAÇÃO		
1940	-	-	310	310
1950	NA	-	1.200	1.200
1960	NA	-	2.950	2.950
1965	1.800	-	2.100	3.900
1970	2.900	-	5.400	8.300
1971	3.100	2.000	3.700	8.800
1972	3.500	2.100	3.900	9.500
1973	3.700	3.700	4.269	11.669
1974	3.700	4.200	5.303	13.203
1975	6.000	4.400	5.377	15.777
1976	6.900	4.600	5.959	17.459
1977	8.700	6.400	4.862	19.962
1978	9.400	13.400	4.802	27.602
1979	11.400	19.800	4.506	35.706
1980	12.000	21.600	5.581	39.181
1981	10.600	17.800	4.922	33.322
1982	12.300	15.500	3.794	31.594
1983	14.700	15.300	4.406	34.406
1984	18.900	22.500	7.422	48.822
1985	20.818	22.567	6.738	50.123
1986	21.471	24.146	7.663	53.280

(-) - Não existente

NA - Não avaliado

Fontes: BRASIL - IBS, 1970/1985/1987 - Sinterização. Produção.
Empresas Produtoras de Pelotas

CONSUMO DE MINÉRIO DE FERRO PELA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA – BRASIL

PERÍODO: 1970/1986

ANO	SINTER	GRANULADOS	PELOTAS	TOTAL
1970	2.900	5.400	—	8.300
1971	3.100	3.700	—	6.800
1972	3.500	3.900	592	7.992
1973	3.700	4.269	725	8.694
1974	3.700	5.503	870	9.873
1975	6.000	5.377	455	11.832
1976	6.900	5.959	980	13.839
1977	9.700	4.862	1.380	14.942
1978	9.400	4.802	1.770	15.972
1979	11.400	4.506	2.150	18.056
1980	12.000	5.581	2.400	19.981
1981	10.600	4.922	1.300	16.822
1982	12.300	3.794	642	16.736
1983	14.700	4.406	589	19.695
1984	18.900	7.422	906	27.228
1985	20.100	7.423	1.583	29.106
1986	21.200	7.934	1.802	30.936

(—) – Não houve consumo.

QUADRO V

Fontes: BRASIL - IBS, 1970/1985/1987

Sinter - Consumo de sinter na siderurgia - 1985/1986.

QUADRO VI MINÉRIO DE FERRO: PAÍSES IMPORTADORES (x10³)

PAÍS	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
ARGENTINA	2.478	1.841	2.258	2.002	1.647	2.172	2.247	2.794
BÉLGICA	3.278	2.597	2.716	2.432	2.767	3.648	4.216	3.963
CHINA	708	464	305	1.581	94	617	2.210	3.107
TCHECOSLOVÁQUIA	1.123	1.237	1.729	1.126	1.230	1.354	1.178	1.217
FRANÇA	4.685	4.372	4.125	4.040	3.280	3.898	4.249	3.875
ALEMANHA	12.735	14.181	15.125	14.159	12.490	15.440	16.050	15.713
ITÁLIA	4.204	4.874	5.457	5.341	4.347	5.793	5.705	5.849
JAPÃO	26.712	29.247	27.920	26.486	23.798	29.133	27.786	26.798
KOREA	769	1.121	2.209	2.229	2.421	2.980	2.794	3.102
PAÍSES BAIXOS	1.652	1.253	1.061	626	1.179	2.070	2.051	2.302
FILIPINAS	1.585	1.868	1.599	1.245	1.133	1.554	1.230	1.488
POLÓNIA	2.557	2.904	1.771	1.695	1.900	2.517	2.485	1.938
RUMÉNIA	1.596	2.199	2.402	1.609	3.893	2.287	3.721	2.193
ARÁBIA SAUDITA	0	0	0	178	522	965	1.071	1.592
ESPAÑA	1.491	2.274	2.172	2.414	1.601	2.830	2.907	2.283
TAILÂNDIA	280	219	859	100	1.752	1.816	1.131	1.064
U.K.	4.152	1.592	2.735	1.430	1.774	2.241	2.364	2.109
ESTADOS UNIDOS	3.175	1.971	1.781	951	1.447	3.507	2.465	3.841
OUTROS	5.406	4.643	4.760	3.068	2.686	3.749	6.419	7.060
TOTAL EXP. – BRASIL	78.586	78.857	80.984	72.712	69.961	88.571	92.279	92.288

Fonte: Association of Iron Ore Exporting Countries - APEF/1987

EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE MINÉRIO DE FERRO

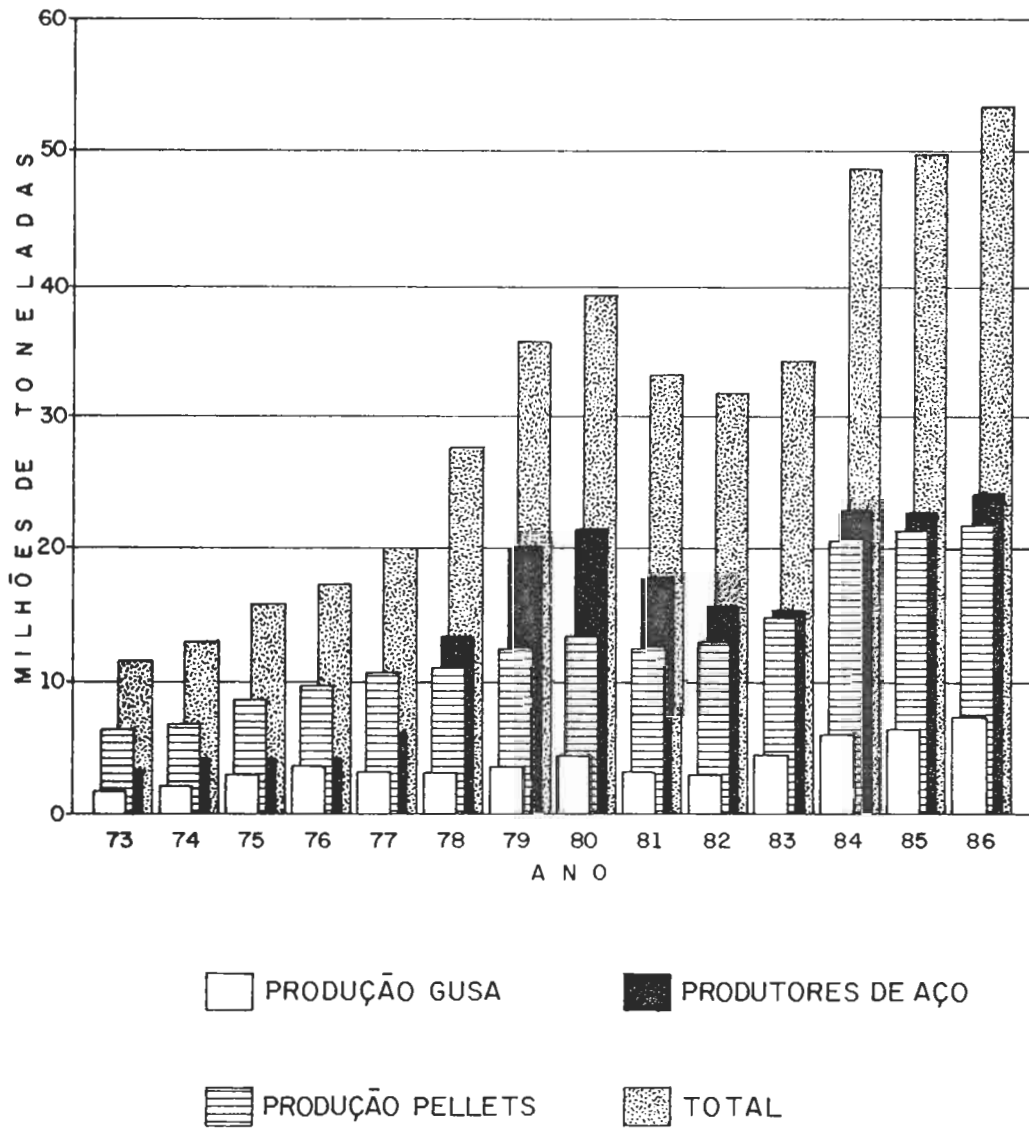


GRÁFICO II

CONSUMO DE MINÉRIO DE FERRO POR TIPO DE UTILIZAÇÃO

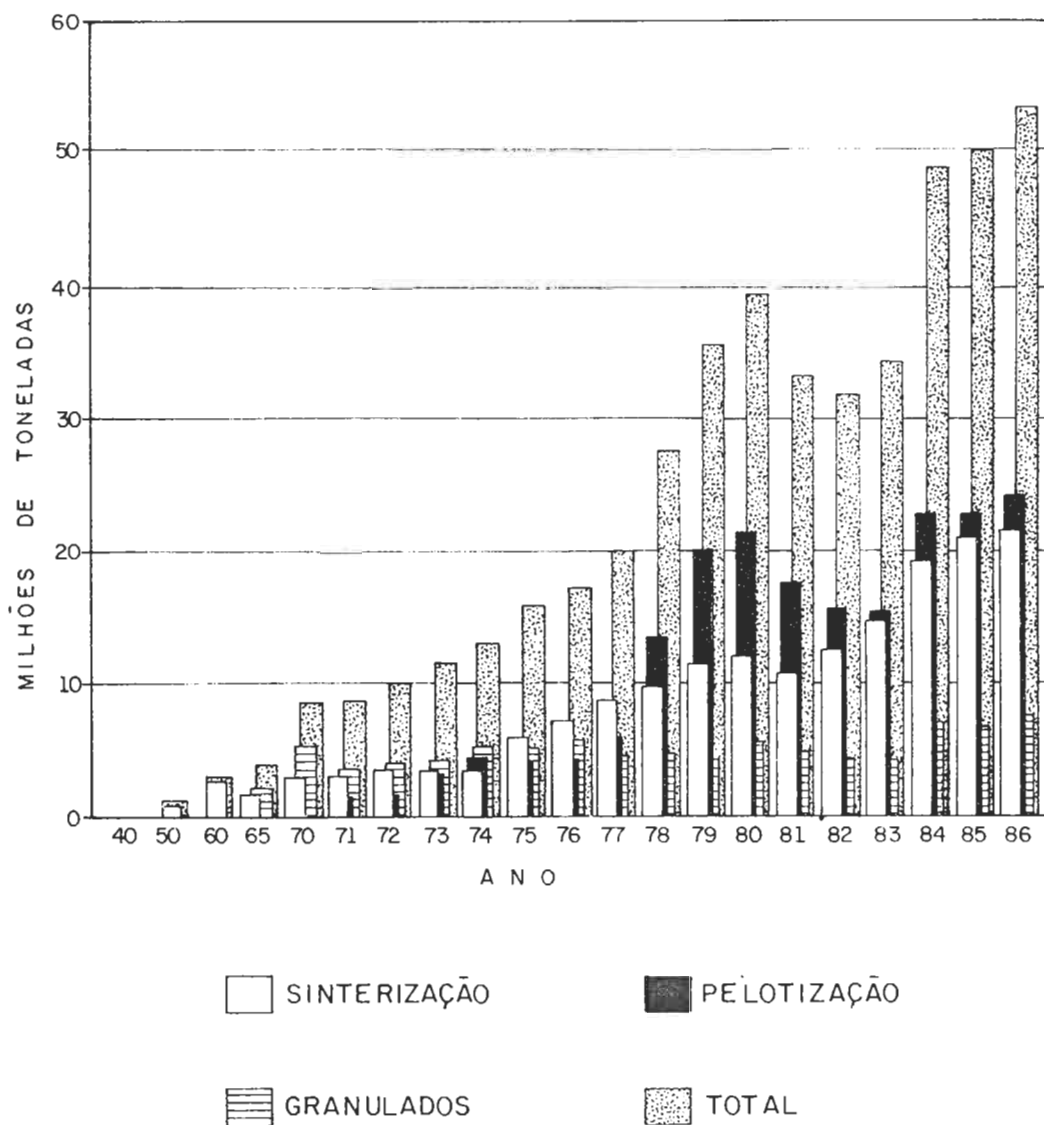


GRÁFICO III

CONSUMO DE MINÉRIO DE FERRO PELA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

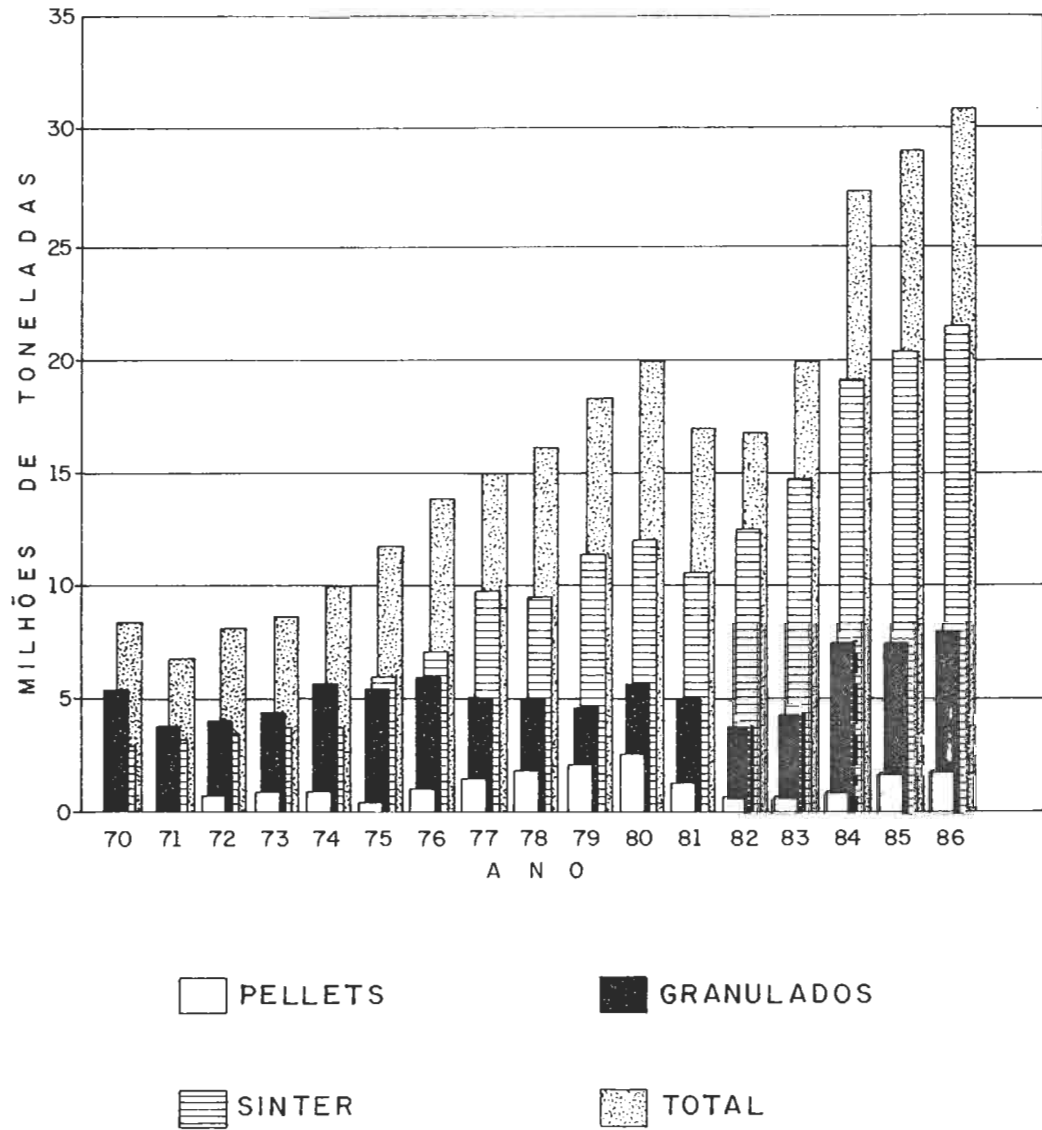


GRÁFICO IV

de 1982 este consumo decaiu, iniciando uma recuperação em 1985.

O minério de ferro produzido no Brasil é exportado e consumido no mercado interno brasileiro. Para uma produção de 128,8 milhões de toneladas em 1986, o mercado interno consumiu 52,9 milhões de toneladas (exclusive minério usado na indústria de ferro-liga, cimento e construção civil), sendo 28,7 milhões pelo setor siderúrgico integrado e independente para a produção de 20,4 milhões de toneladas de gusa, enquanto as usinas de pelotização consumiram 24,2 milhões de toneladas. O consumo interno em 1986 cresceu 4,8% em relação ao consumo do ano de 1985.

Os quadros III, IV e V mostram a evolução do consumo de minério de ferro no Brasil, considerado o período 1973 a 1986, o consumo por tipo de utilização no Brasil, período 1940, 1950, 1960, 1965, 1970 a 1986, e o consumo pela indústria siderúrgica, no período 1970 a 1986. Os gráficos II, III e IV representam dados numéricos dos quadros anteriormente citados. O quadro VI mostra a quantidade de minério de ferro exportado pelo Brasil no período 1979 a 1986, por países importadores.

A EXPORTAÇÃO BRASILEIRA DE MINÉRIO DE FERRO

A siderurgia mundial, após um bom desempenho nos anos de 1984 e 1985, apresentou em 1986 queda de 2,4% na sua produção, atingindo o nível de 700 milhões de toneladas de aço. Esta queda se verificou pelo declínio do consumo de aço nos países desenvolvidos, pelo desempenho negativo da economia americana e pelos problemas decorrentes da desvalorização do dólar frente às outras moedas fortes.

Resultados preliminares indicam para os países industrializados uma produção de aço de aproximadamente 352 milhões de toneladas em 1986, com uma diminuição de 5,9% em relação ao ano de 1985. A tabela a seguir mostra a evolução da produção mundial de aço (I.I.S.I. - International Iron and Steel Institute).

Como se pode ver, para países em desenvolvimento estima-se que a produção de aço em 1986 tenha ficado em 78 milhões de toneladas, com um crescimento de 4% em relação a 1985, destacando-se os aumentos verificados no Brasil e na Coréia do Sul.

PRODUÇÃO MUNDIAL DE AÇO

PAÍSES/REGIÕES	1985	1986	1987 (e)
<u>Desenvolvidos</u>	<u>374</u>	<u>352</u>	<u>347</u>
CEE (9)	120	113	112
EUA	79	73	72
Japão	105	98	95
Outros	70	68	68
<u>Em desenvolvimento</u>	<u>75</u>	<u>78</u>	<u>81</u>
Brasil	20	21	22
Coréia do Sul	13	14	15
Taiwan	5	5	5
Outros	37	38	39
<u>Economia Planificada</u>	<u>268</u>	<u>270</u>	<u>272</u>
TOTAL MUNDIAL	717	700	700

Fonte: IISI

Para os países de economia centralizada, pode-se destacar a performance da China e para 1986 estima-se que a produção de aço alcançou 272 milhões de toneladas em 1986, com um acréscimo de 0,8% em relação a 1985.

A exportação brasileira está, como se vê, muito ligada à evolução do mercado mundial do aço.

Até o momento, não se conhecem dados relativos à exportação de minério de ferro no ano de 1986, fornecidos pela CACEX. Segundo o Sinferbase (Sindicato Nacional da Indústria de Extração de Ferro e Metais Básicos), elas totalizaram cerca de 92.288.469 toneladas, com a geração de divisas de US\$ 1.623.608.853, mostrando uma queda de 0,25% no valor em dólares em relação a 1985.

Os principais países importadores em 1986, por ordem de importância, foram: Japão (29,2%), Alemanha Ocidental (17,0%), Itália (6,4%), Bélgica (4,3%), USA (4,2%), França (4,1%), Coréia do Sul (3,4%), China Continental (3,4%), Outros (mais 20 países com 28%).

Como se pode ver no quadro VI, o acréscimo de exportação de minério de

ferro do Brasil cresceu 3,04% entre 1979 e 1981, com uma queda de 13,61% entre os anos de 1982 e 1983, com recuperação entre 1984 e 1985 de 31,90%, com a exportação em 1986 mantida nos mesmos níveis de 1985. A expectativa para 1987 é de que o mesmo nível de 1986 seja alcançado, mesmo com as condições adversas do mercado.

O gráfico nº V mostra a evolução do mercado transoceânico de minério de ferro entre 1980 e 1986. O gráfico IV mostra como evoluíram a produção e a exportação de ferro no Brasil e o gráfico VII indica a relação percentual entre os principais países importadores de minério de ferro do Brasil em 1986.

PANORAMA DOS MERCADOS MUNDIAL E NACIONAL DE MINÉRIO DE FERRO

A siderurgia nacional, que vinha crescendo em torno de 6% aa. nas décadas de 50 e 60, ainda apresentou altas taxas de incremento até 1974. Nos anos seguintes, os efeitos da 1ª crise do petróleo (1973/1974) fizeram-se sentir e a produção mundial de aço declinou. A partir de 1978 iniciou-se uma fase de recuperação, logo interrompida pelo 2º choque do petróleo (1979/1980) e desde então a produção mundial de aço estabilizou-se em torno de 700 milhões de toneladas anuais.

Vários fatores, inerentes aos países desenvolvidos, podem ser apontados para explicar a referida estabilização na produção de aço e, consequentemente, no consumo mundial de minério de ferro:

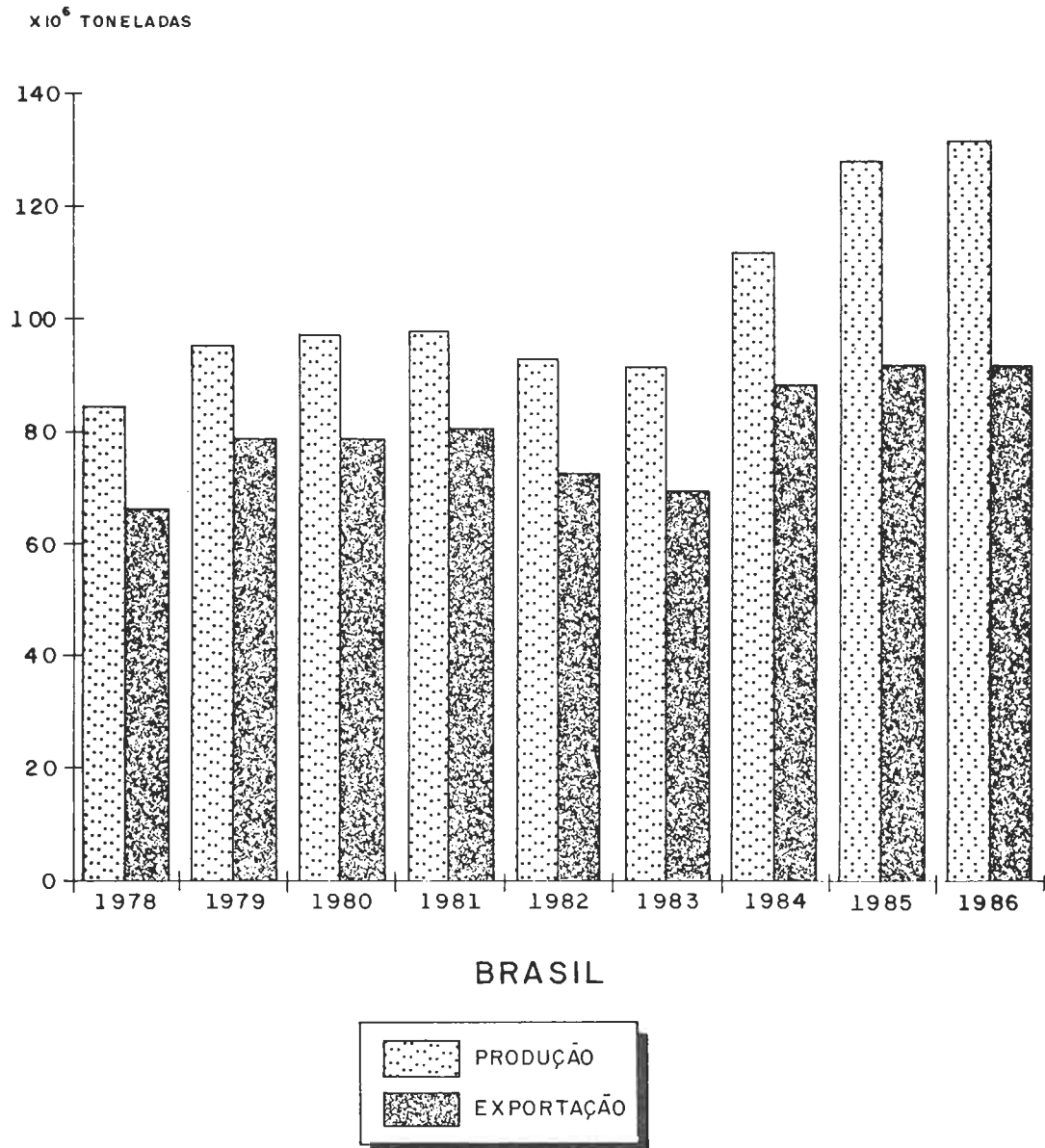
- redução das taxas de crescimento econômico;
- alteração no perfil da produção industrial e saturação no consumo e na construção de infra-estrutura;
- melhoria tecnológica com aços mais leves e mais resistentes;
- alguma substituição por outros materiais (plásticos, cerâmica);
- melhoria dos processos siderúrgicos (lingotamento contínuo, etc.);
- aumento na reciclagem de sucata.

As perspectivas são de que a produção de aço e o consumo de minério de ferro, em níveis globais, cresçam moderadamente, tendo em vista que alguns dos fatores limitativos apontados são transitórios e que o panorama dos países em desenvolvimento é bem diferente do relativo aos desenvolvidos.

De fato, podemos ressaltar que países em desenvolvimento que têm apresentado altas taxas de crescimento na produção de aço, tais como Bra

PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO

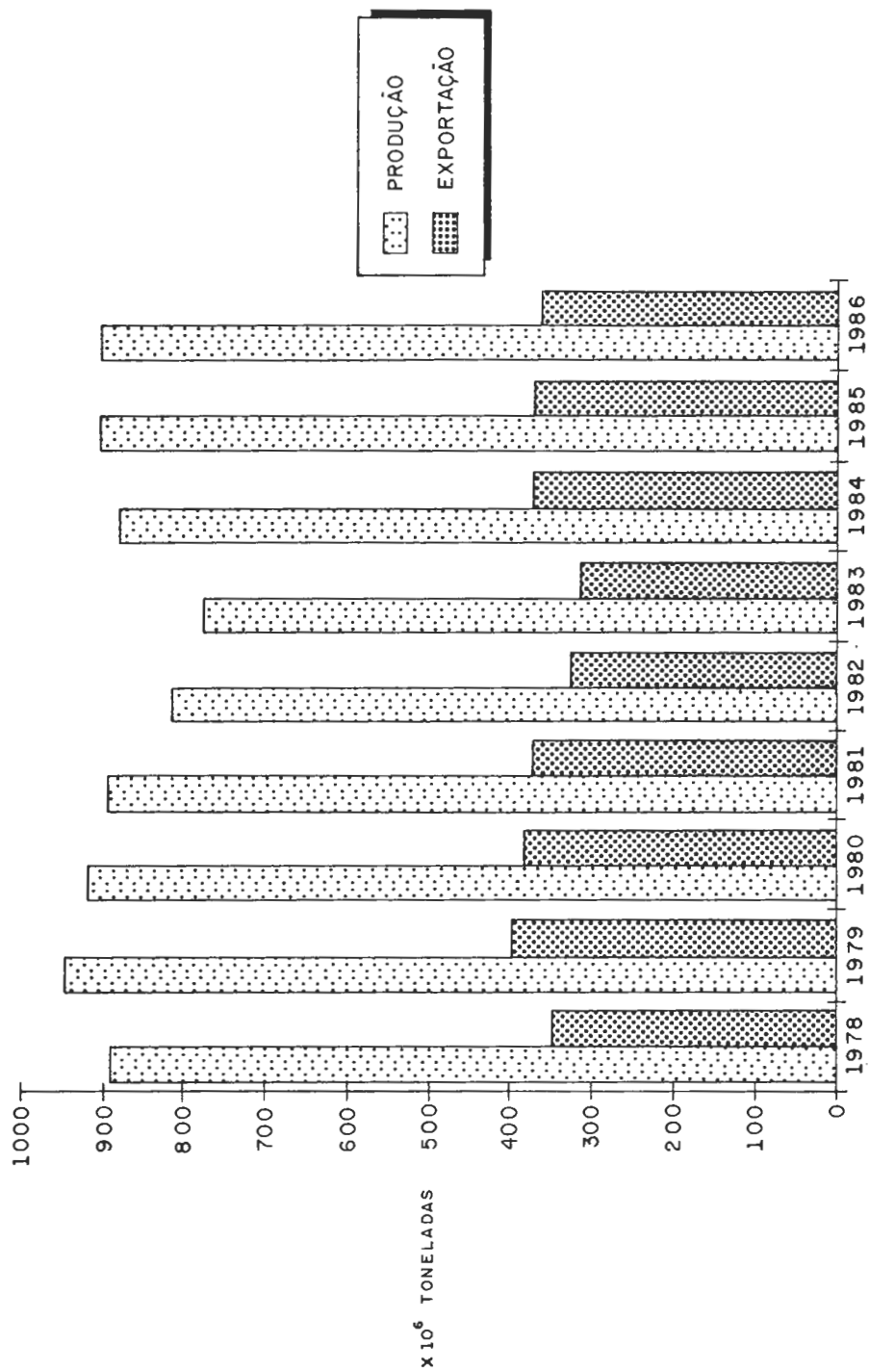
1978 - 1986



Fonte: Iron Ore Statistics - 1987

APEF - Association of Iron Ore Exporting Countries

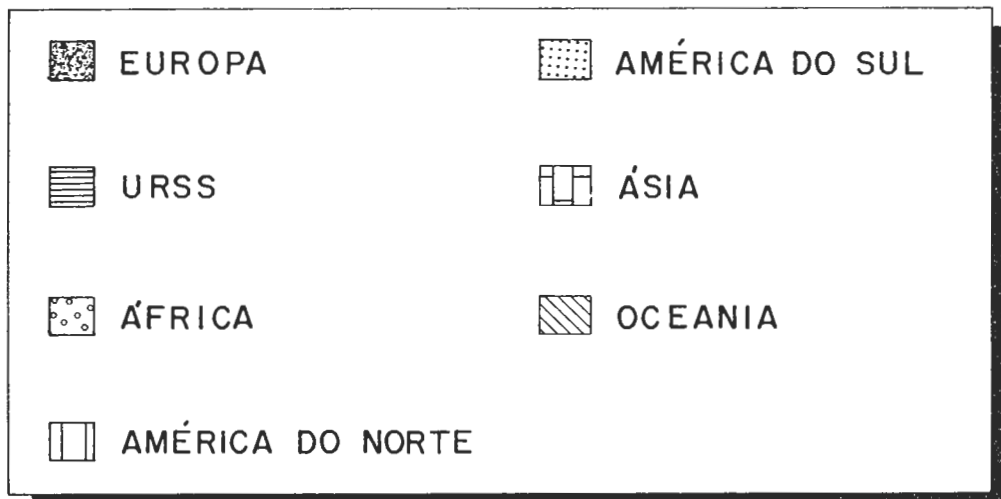
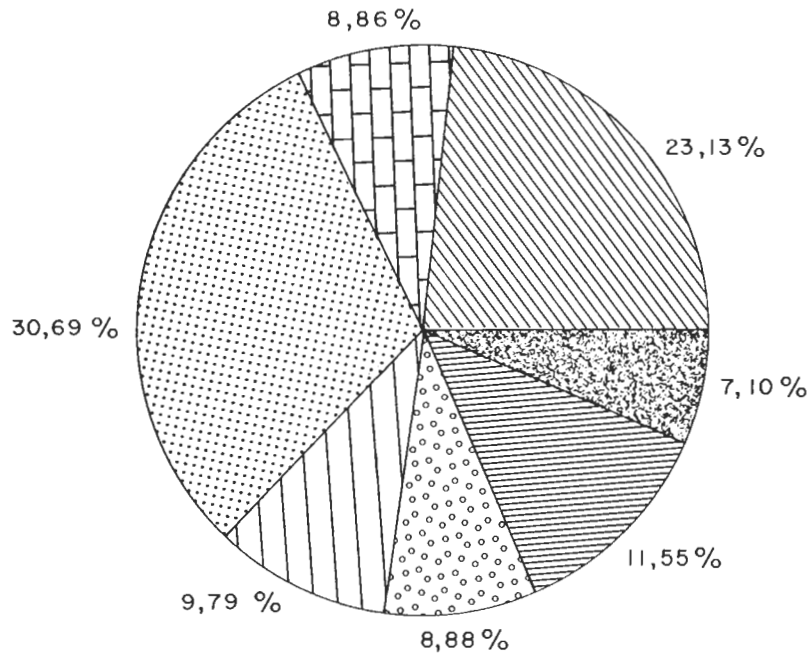
GRÁFICO V



**PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO
MINÉRIO DE FERRO
NO MUNDO**

Fonte: Iron Ore Statistics - 1987
APEF - Association of Iron Ore Exporting Countries

EXPORTAÇÃO MUNDIAL DE MINÉRIO DE FERRO 1986



Fonte: Iron Ore Statistics - 1987
APEF - Association of Iron Ore Exporting Countries

GRÁFICO VII

sil, Coréia do Sul, Taiwan, México e China, ainda estão com consumos "per capita" do produto bastante baixos, se comparados às economias mais desenvolvidas.

Os dados relativos a 1985 do I.I.S.I. - International Iron and Steel Institute, a seguir tabelados, confirmam o exposto:

CONSUMO PER CAPITA DE AÇO
(em kg/habitante)

PAÍS	CONSUMO
Brasil	88
China	65
México	113
Coréia do Sul	243
Alemanha Ocidental	400
Estados Unidos	450
Japão	606

Neste contexto, é importante observar as perspectivas de crescimento do setor siderúrgico nacional. A produção brasileira de aço bruto evoluiu 5,4 milhões de toneladas em 1970, para 15,3 e 21,2 milhões de toneladas em 1980 e 1986, respectivamente. Por sua vez, a produção de gusa dos guseiros independentes que exportam parte significativa do que produzem cresceu de 1,7 milhões de toneladas em 1980 para 4,4 milhões de toneladas em 1986. Se levarmos em conta que as metas do II Plano Siderúrgico Nacional prevêem o aumento paulatino da produção brasileira de aço para 42 milhões de toneladas no ano 2000, pode-se compreender mais facilmente as perspectivas deste mercado e a importância do Sistema Norte da CVRD, no sentido de preservar as exportações brasileiras de minério de ferro, assegurando, ao mesmo tempo, através do Sistema Sul, o suprimento necessário ao desenvolvimento do Setor Siderúrgico Nacional.

Diante do exposto, o Brasil deverá se defrontar, nos próximos anos, com o mercado internacional crescendo a taxas moderadas e com o mercado interno apresentando significativo ritmo de expansão.

PROJETOS DE MINÉRIO DE FERRO EM EXPANSÃO E/OU IMPLANTAÇÃO NO BRASIL

Com o término da implantação do Projeto Mineração de Ferro em Carajás, encerra-se a fase de grandes projetos na área do minério de ferro baseado nas grandes reservas conhecidas no Brasil.

A longo prazo a tendência de todas as empresas de mineração de ferro será a de cada vez mais agregar novas tecnologias à produção de seus minérios, de modo a melhorar as suas qualidades química e física, afim de poder concorrer num mercado externo cada vez mais complexo.

Encontram-se em fase de conclusão alguns projetos de mineração, concentrados principalmente na expansão da capacidade instalada de minas já em operação.

A CVRD planeja investir na ampliação da capacidade de transporte nas minas de Itabira, com a instalação de correias transportadoras nas minas do Cauê e Conceição, modificação de jigagem na mina de Conceição, implantação do sistema de controle de processo na mina do Cauê, concentração de minérios na mina de Timbopeba, e reposição normal de equipamentos de mineração, visando a perenização de suas atividades em Minas Gerais.

A MBR - Minerações Brasileiras Reunidas pretende, como parte do seu plano de expansão, colocar em produção em 1988 a instalação de beneficiamento da mina da Mutuca, com capacidade instalada de 6,5 milhões de toneladas, onde o minério será britado, peneirado, sofrerá hidroclassificação, ciclonação e filtração, com investimentos previstos de US\$ 60 milhões. Este projeto inclui a construção de terminal ferroviário e do pátio de estocagem e sistema de carregamento de trens e a construção de sistema de transporte do minério da mina ao pátio, ainda não decidido se por correia ou teleférico.

A Samarco planeja abrir a mina de Alegria Sul, com capacidade prevista para a produção de 10 milhões de toneladas/ano, com um sistema de transporte de minério contínuo, por meio de correias, com investimentos previstos de US\$ 50 milhões. A mina deverá estar operando em 1991. Pretende também investir em 1987 cerca de US\$ 6,9 milhões em pesquisas geológicas e tecnológicas para ampliação de reservas de minério.

A Itaminas Comércio de Minérios S/A pretende implantar a mineração em sua jazida da Serra das Farofas, localizada em Igarapé, com capacidade

instalada de 600.000 t/ano de minério beneficiado, com início de produção previsto para 1988 e investimentos de US\$ 2 milhões.

A MINERAÇÃO DO FERRO E O MEIO AMBIENTE

A preocupação com a qualidade do meio ambiente na mineração de ferro, como na realidade em toda a atividade industrial brasileira, é recente. No passado inexistia qualquer forma de controle ambiental. Em decorrência desta omissão deu-se uma rápida exaustão de bens naturais, principalmente florestas, com as consequências já conhecidas por todos nós brasileiros.

Hoje, a partir de modernas tecnologias e do uso racional dos recursos naturais, pode-se planejar uma política racional e equilibrada de gerenciamento destes recursos sem exaurir as fontes a um nível insuportável e irreversível. Pode-se minerar sem exaurir, obter lucros dos recursos naturais e controlar a poluição, desde que se adote uma estratégia que leve em consideração o caráter finito destas reservas naturais.

Esta consciência ambiental está crescendo de maneira significativa na indústria extrativa do ferro, principalmente nos últimos cinco anos.

Diariamente no Terceiro Mundo, cerca de 500 milhões de pessoas passam fome. Apesar de que "o mundo é um só e está em nós querer mudá-lo" (Oxfam 2000), o quadro é sobrio e nos últimos cinco anos (G.P.Herstra):

- perdeu-se mais terra destinada à agricultura do que se ganhou;
- quase 50% dos países exportadores de bens agrícolas se transformaram em importadores de alimentos;
- consequências de erosão se fazem sentir cada vez mais nas partes altas e baixas das bacias hidrográficas;
- a disponibilidade de água em poços, lençóis freáticos, rios e lagos está diminuindo gradualmente;
- a vegetação desaparece, dando lugar a uma cobertura vegetal inexpressiva;
- diminuem a cada ano as reservas genéticas dos animais silvestres, com muitas espécies ameaçadas de extinção;
- a cada ano os produtos químicos tóxicos dispersados em grandes quantidades aumentam a resistência das ervas daninhas.

Todas estas alterações decorrem do modo errado de uso do solo. Enfim, causam um aumento de desertificação a cada ano.

Na mineração do ferro, a conscientização chega e hoje empresas como a MBR, CVRD, Samitri, etc., dedicam parte de seus investimentos não só na pesquisa como também na realização de obras especiais para melhoria da poluição visual, sonora e mineira.

A CVRD tem neste sentido desenvolvido extenso programa de conscientização da necessidade de serem preservados os recursos naturais brasileiros, iniciado em 1981, quando reuniu um grupo multidisciplinar, formado pelos mais representativos cientistas brasileiros, denominado GEAMAM-Grupo de Estudos e Assessoramento sobre o Meio Ambiente. O objetivo era estudar, discutir e propor medidas para a conservação e uso racional dos recursos naturais em sua área de atuação, corrigindo e/ou prevenindo danos ao meio ambiente, evitando a repetição de possíveis erros cometidos no passado. A CVRD, no ano de 1987, criou a Superintendência do Meio Ambiente, que coordenará todas as providências no sentido de se fazer cumprir as determinações da alta direção da Empresa.

Hoje diversos projetos estão sendo desenvolvidos pela CVRD em todas as suas áreas de atuação. Passaremos a relacionar aquelas diretamente ligadas à mineração do ferro em Minas Gerais. São elas:

- plano diretor ambiental para a cidade de Itabira;
- projeto piloto de demonstração de como recuperar os solos na área de influência do Rio Doce;
- construção de 13 barragens de contenção de rejeitos em Itabira;
- recomposição das áreas de rejeitos;
- paisagismo das áreas das minas e arredores;
- sementeira em áreas já mineradas;
- educação ambiental, com o fornecimento de árvores frutíferas;
- hidrossemeadura dos taludes finais de lavra;
- plantio de hortas comunitárias para os empregados;
- instalação do Parque Ecológico do Itabiruçu, em cooperação com a Florestas Rio Doce S/A;
- restauração do Colégio Caraça, no parque natural de Serra do Caraça.

A CVRD procura controlar a poluição desde a mineração de ferro até o seu transporte ao longo da E.F.V.M. - Estrada de Ferro Vitória a Minas. Assim, são executados controles das poeiras em suspensão na área da mi

na e de beneficiamento, irrigação das pilhas de minério, correias transportadoras, pistas de acesso e carregamento de vagões, para evitar-se a poluição eólica; controle da qualidade da água nas barragens e outros mananciais a fim de proteger o sistema hídrico do local de suas operações de mina e permitir a vida subaquática; aspersão de água em toda a área de tráfego dos locais de mineração; criação de brigada especializada em combate à queimada, comum em época de seca.

A CVRD tem notado que investimentos em controle de poluição, considerados sem retorno, podem gerar recursos adicionais capazes de cobrir, a médio e longo prazo, o custo do investimento feito. Dois exemplos podem ser citados entre muitos: sistema de contenção da erosão eólica dos minérios finos nos vagões, onde em cada composição de 150 vagões recupera-se um vagão (70 toneladas) de minério antes perdido ao longo da linha; e a recuperação de minério de ferro das bacias de sedimentação das usinas de pelotização em Tubarão, onde já se pode prever a recuperação de oito a dez toneladas de minério por hora que retornam ao processo de pelotização.

Outro plano em execução é o de reflorestar toda a faixa da E.F.V.M. de Itabira à Vitória, no Espírito Santo.

A CVRD mantém convênios para estudos de meio ambiente em suas minas com o CETEC - Centro de Tecnologia do Estado de Minas Gerais, para o controle de qualidade das águas das barragens e com a Universidade de Viçosa.

A MBR, em sua mina de Águas Claras, cujo corpo de minério situa-se em uma faixa de 1.400 m de extensão ao longo da Serra do Curral, divisor natural de águas dos municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, tem realizado um grande esforço para minimizar ou mesmo evitar a poluição hídrica, atmosférica e edáfica. Através de um programa de cuidado e monitoramento ambiental, tem conseguido compatibilizar as atividades de mineração com o eco-sistema da cidade de Belo Horizonte.

A MBR construiu entre outras a barragem do Córrego Águas Claras, tributário do Rio das Velhas, com capacidade de 10 milhões de m³, destinada à retenção de sólidos. Dela flui água cristalina que retorna à reserva ecológica da mata do Jambreiro, sendo em parte usada pela população da cidade de Nova Lima. Os projetos de drenagem de águas pluviais e de surgência levam a 7 (sete) bacias de retenção que acumulam os sólidos carreados.

Os esgotos dos escritórios e instalações vão a estações de lodo ativo.

A erosão eólica foi solucionada com a aspersão de solução de cal, que cria uma película protetora sobre as pilhas de minério. Este sistema é também utilizado pela CVRD em Tubarão. Sobre os taludes dos maciços formados com o material estéril planta-se, por hidrossemeadura e florestamento, uma cobertura vegetal. Estes maciços são formados através de um sistema controlado de deposição.

A MBR - Minerações Brasileiras Reunidas, a SAMITRI - Mineração Trindade S/A, a SAMARCO - Samarco Mineração S/A e a ITAMINAS - Itaminas Comércio de Minérios S/A possuem equipes de proteção ambiental, com controle da qualidade das águas provenientes de suas áreas de mineração.

O quadro da página seguinte mostra, por empresa, as obras já realizadas e em execução para a contenção de rejeitos nas áreas mineradas para ferro em Minas Gerais.

Hoje, obras no valor de dezenas de milhões de dólares foram e estão sendo construídas na implantação de sistemas de proteção ao meio ambiente na mineração de ferro. Já foram construídas no Vale do Rio Piracicaba um total de 25 (vinte e cinco) barragens, sendo que a maioria delas são consideradas de grande porte, com altura do maciço acima de 25 metros. Cuidados especiais vêm sendo tomados com a formação das pilhas de rejeitos controladas e revegetadas por hidrossemeadura.

ESTRUTURA DE PREÇOS DO MINÉRIO DE FERRO

Durante as décadas de 60 e 70 os preços reais do minério de ferro declinaram substancialmente. Este declínio, até meados de 1970, foi atribuído à abertura de novas minas no mundo em desenvolvimento, principalmente Brasil e Austrália. A partir das duas crises do petróleo, com a produção mundial de aço em declínio, as oscilações no preço do minério de ferro a nível internacional podem ser atribuídas a diversos fatores. Um deles foi o descompasso entre a produção de minério de ferro que cresceu a um ritmo de 4,5% ao ano entre 1961 a 1980 em relação à produção de aço que no mesmo período cresceu a taxas de 1,7% ao ano.

A MINERAÇÃO DE FERRO E O CONTROLE DO MEIO AMBIENTE

EMPRESA	MINAS	OBRAS EXISTENTES E EM IMPLANTAÇÃO
CVRD - ITABIRA	Cauê, Conceição, Dois Córregos e Periquito	Existem 5 barragens de grande porte terminais: Santana, Conceição, Rio do Peixe, Pontal e Itabiruçu. Os rejeitos são cicloneados nas cabeceiras das drenagens. 230 ha já sofreram hidrossemeadura. Mantém e conserva o Parque Ecológico de Itabiruçu.
SOCOIMEX	Brucutu	Depósito controlado de estéril, barragens de contenção de finos e rejeitos. Geólogo consultor para problemas ambientais.
CVRD	São Luiz e Tamabduá	Barragem de rejeito já construída. Duas barragens secundárias e uma barragem terminal.
SAMITRI	Alegria	Reaproveita água da barragem de sedimentação de finos. Barragem terminal. Depósito controlado para a deposição de estéril, com taludes gramados e revegetados. Possui equipe permanente de monitoramento de qualidade da água.
SAMARCO		Deposição de rejeitos em aterros controlados, com barragem a jusante para decantação das águas provenientes destes depósitos. Toda a frente de lava já está hidrossemeada. Equipe para controle de qualidade da água e execução de projeto para recuperação de áreas já mineradas.
FERTECO		Barragens da Forquilha e do Grupo em boas condições de uso, sendo que a de Forquilha está sendo alteada. Condições de águas boas na região de Forquilha.
ITAMINAS		Após o acidente do meio de 1986 a empresa vem investindo no controle ambiental, com a construção de sistema de diques filtrantes, barragem terminal do Córrego Fazenda Velha, barragem intermediária para retenção de rejeitos do beneficiamento, início de revegetação de área atingida pelo deslizamento, com construção de barragem a jusante.
MBR	Águas Claras, Mutuca, Alto Tamabduá, Ouro Podre	Barragens de decantação de rejeito, reflorestamento de áreas de mineração, conservação de florestas naturais, reaproveitamento das águas de boa qualidade, construção das barragens B5 (Córrego das Gorduras), filtrante da Lagoa das Codornas, desassoreamento de 5 barragens no Vale do Ribeirão Grota Fria.

Outro fator que pode ser considerado para a queda de preços é a redução do mercado transoceânico, devido a uma mudança na direção da indústria do aço, que muda do hemisfério norte, industrializado, para os países em desenvolvimento como o Brasil, alguns deles produtores de minério de ferro.

Outra consideração que pode ser feita é o fortalecimento das moedas europeias e japonesa em relação ao dólar, o que reduz a competitividade dos países exportadores.

A maioria do minério de ferro brasileiro é comercializado através de contratos de médio a longo prazo. Alguns mineradores nacionais comercializam minérios diretamente para siderúrgicas integradas localizadas na Europa e no Japão. Estes contratos de venda permitiram às mineradoras brasileiras definirem e executarem seus projetos de mineração.

Nestes contratos, os preços dos minérios são fixados de acordo com o conteúdo metálico, ou seja, um preço base por unidade metálica. Dentro dos entendimentos entre exportadores e importadores, mesmo nos contratos a longo prazo, a fixação dos preços a cada ano está se tornando uma guerra.

O preço médio do minério de ferro no Brasil, em relação à média mundial entre 1975 e 1986, pode ser visto na tabela abaixo:

ANO	BRASIL	MÉDIA MUNDIA (FOB US\$/t)
1975	12,6	13,9
1976	14,8	14,8
1977	15,4	15,1
1978	15,4	14,8
1979	17,0	16,3
1980	19,8	18,7
1981	20,6	20,4
1982	21,8	21,7
1983	20,3	21,4
1984	15,9	18,6
1985	16,01	17,6
1986	15,94 (preliminar)	não conhecida

Fonte: Manufacturing Unit Value

No mercado interno o preço do minério de ferro é controlado pelo CIP (Conselho Interministerial de Preços), que tem mantido os preços de minério abaixo do nível de preços internacional. Este mesmo controle é efetivado sobre os preços dos produtos finais: gusa e aço. Por este motivo a liberação do insumo minério está inserido no contexto maior do controle de inflação.

Mesmo assim, os preços dos produtos siderúrgicos têm crescido mais favoravelmente que os preços do minério. Como exemplo pode-se mencionar que o preço das bobinas de aço laminadas a quente, entre maio de 1979 e janeiro de 1987, cresceu 43,4 vezes no mercado interno, enquanto o preço dos minérios finos cresceram apenas 31,8 vezes (CVRD - 1987 - Documento Interno).

Pode-se ver que a tendência mundial de preços para os próximos anos será de estabilização, esperando-se uma recuperação gradativa e lenta da indústria mundial de aço a médio e longo prazo.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja externar seus agradecimentos a toda a equipe técnica da CVRD e DOCEGEO pela cooperação e auxílio na redação. Estende os seus agradecimentos ao economista Luiz Felipe Quaresma e ao engº Geraldo R. Vasconcelos, do 3º Distrito do DNPM, pelas informações gentilmente prestadas. Em particular, expressa seus agradecimentos aos desenhistas Antonio Rodrigues de Faria, Heloisa Godoy Russef e Arlete da Silva Cury, aos operadores de computador que prepararam tabelas e gráficos João Henrique Tótaro Retore e Clésio Barbosa Alves e a Nelma França Ramos pelos trabalhos de datilografia.

BIBLIOGRAFIA

Barsotti, T.M. - 1976 - "Minério de Ferro - Jazida de São José do Belmonte/PE" - Relatório Interno - CVRD - Divisão de Pesquisas Mineraias - Departamento de Pesquisas Geológicas.

Beisiegel, V.R. - 1967 - "Relatório Final - Jazida Céu Aberto - Serro/MG" - Relatório Interno - CVRD - Divisão de Desenvolvimento - Departamento de Geologia e Engenharia de Minas.

- Dorr, J.V. - 1946 - "Depósitos de Manganês e Ferro do Morro do Urucum-Mato Grosso, Brasil" - DNPM/DFPM - Boletim nº 76.
- Fernandes, F.R.C. e outros - 1981 - "Os maiores mineradores do Brasil"- 3º v. - CNPq - Revista Minérios.
- Laguna, A.M.G. e outros - 1979 - "Relatório Final de Pesquisa - Região de Morro do Pilar/MG" - Relatório Interno - CVRD - SUPEM - Departamento de Pesquisas Geológicas - 4 volumes.
- Mascarenhas, G.R.; Côrtes, I.M.A. e Câmara. G. - março de 1987 - "Investigação e Estudo da Poluição Mineral no Vale do Piracicaba/MG"- MME, DNPM, COPAM.
- Melo, M.T.V. - 1985 - "The CVRD Iron Deposits - Brasil - A General View" Relatório Interno - CVRD/DOCEGEO - Distrito Sul
- Melo, M.T.V. - 1981 - Geology and Mineral Resources of the Carajás District - Pará State, Brazil" - Berlin/Clausthal - Seminar on "Mineral Research in Precambrian Areas".
- Paula, J.R.S. e Ribeiro, G.M. - 1979 - "Resultados de Enfornamento de Sinter em Alto Forno a Carvão Vegetal de Pequeno Porte" - Apostila ABM-Preparação de Cargas para Alto Forno.
- Quaresma, L.F. - 1987 - "Ferro" - Sumário Mineral Brasileiro - DNPM
- Quaresma, L.F. e Guimarães, M.A. - "A indústria do minério de ferro em Minas Gerais" - Revista Mineração e Metalurgia, volume 50, nº 479, pgs. 44 a 52.
- Quaresma, L.F. - 1987 - "Minério de Ferro" - DNPM 3º Distrito, inédito.
- Ramos, J.M. - 1986 - "Meio Ambiente: novos tempos na mineração" - Revista Mineração e Metalurgia, volume 50, nº 479, pgs. 27 a 32.
- Rezende, N.P. e Barbosa, A.L.M. - 1972 - "Relatório de Pesquisa de Minério de Ferro - Distrito Ferrífero da Serra dos Carajás/PA - Brasil"- Relatório Interno - CVRD/Cia. Meridional de Mineração.
- Santos, B.A. - 1980 - "Geologia e Potencial Mineral da Região de Carajás - Clube de Engenharia - Rio de Janeiro.

Sobrinho, E.G. e outros - 1975 - "Relatório Final de Pesquisa - Projeto Guanhões" - CVRD - Divisão de Pesquisas Mienrais - Departamento de Pesquisas Geológicas - 7 volumes.

Sobrinho, E.G. e Oliveira, F.A.C. - 1976 - "Projeto Góis da Bolívia - Minério de Ferro Corumbá" - Relatório Interno - CVRD - Divisão de Pesquisas Minerais - Departamento de Pesquisas Geológicas.

Torres, D.D. - 1975 - "Relatório de Pesquisa - Jazida de Candonha - Guanhões/MG" - Relatório Interno - CVRD - Departamento de Pesquisas Geológicas.

Vilela, O.V. - 1986 - "Relatório Final de Pesquisa - Projeto Espinhalço - Área Serra da Serpentina - Conceição do Mato Dentro/MG". Relatório Interno - CVRD/DOCEGEO Distrito Sul - 5 volumes.

Vilela, O.V. - 1986 - "Relatório Final de Pesquisa - Projeto Porteirinha" - Relatório Interno - CVRD/DOCEGEO Distrito Sul - 10 volumes.

Viveiros, J.F.M. - 1978 - "Relatório de Viagem à Região de Antonina - Morretes/PE" - Relatório Interno - CVRD - Departamento de Pesquisas Geológicas.

APEF - Association of Iron Ore Exporting Commitives - 1987 - "Iron Ore Statistics".

Revista Brasil Mineral - "Os novos caminhos da Vale" - ano V - vol. 43, Junho 1987.