

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
SECRETARIA DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO RIO GRANDE DO NORTE

CONVÊNIO GOVERNO DO ESTADO/CPRM


PROJETO CADASTRAMENTO DOS
RECURSOS MINERAIS DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE

RELATÓRIO FINAL

T E X T O

VOLUME I

J96

	SUREMI SEDATE
CPRM	ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º	<i>809</i>
N.º de Volumes:	<i>5</i> v.: <i>1-5</i>
	<i>27</i>

Cícero A. Ferreira ✓
Sebastião Milton P. da Silva ✓
Yoshitada Horikawa ✓

PHL 14464



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

OUTUBRO - 1977

PROJETO CADASTRAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS
DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Equipe executora

CÍCERO ALVES FERREIRA (Chefe do projeto) ✓

SEBASTIÃO MILTON PINHEIRO DA SILVA ✓

YOSHITADA HORIKAWA ✓

**PROJETO CADASTRAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS
DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

Vol. I — TEXTO

Sinopse
Introdução
Histórico
Objetivos
Metodologia de trabalho
Dados físicos de produção
Cadastro mineral: ametista, amianto, argila, barita, berilo, calcários/
marmores, cassiterita, caulim, celestita, cobre, columbo/tantalita,
corindon, diatomito, enxofre, espodumênio/amblygonita, gipsita, mica,
monazita, ouro, schelita/ferberita.

Vol. II — TEXTO E ANEXOS

Cadastro mineral: talco
Panorama da situação legal dos jazimentos minerais do Estado
Considerações finais e recomendações
Referências bibliográficas
Boletins de análises
Anexos I, II, III, IV e V

Vol. III — ANEXO-CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

Fichas números 001 a 096
Mapa fotogeológico I incorporado a ficha nº 045
Mapa fotogeológico II incorporado a ficha nº 055

Vol. IV — ANEXO-CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

Fichas números 097 a 206
Mapa fotogeológico III incorporado a ficha nº 100

Vol. V — ANEXO-CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

Fichas números 207 a 297

A P R E S E N T A Ç Ã O

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, Relatório Final do Projeto Cadastro dos Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte, descreve 298 ocorrências minerais estudadas, distribuídas numa superfície de 53.015 km² que corresponde a área do Estado.

Este relatório é apresentado em cinco volumes sendo dois de texto, acompanhado de laudos analíticos, tabelas e mapas, e três de anexos, contendo o cadastro das ocorrências minerais.

As substâncias minerais cadastradas, em número de 18, são: ametista, amianto, argila, barita, calcário, caulim, celestita, cobre, coríndon, diatomito, enxofre, ferro, fluorita, gipsita, mármore, monazita, ouro e talco. Para cada bem mineral foi elaborado um texto orientado basicamente em critérios de Geologia Econômica e Economia Mineral, procurando fornecer uma visão abrangente das ocorrências cadastradas e possibilidades de futuro aproveitamento. São também comentadas ocorrências semelhantes existentes no Brasil e a situação do mercado internacional, ilustrada por gráficos e tabelas.

Estes estudos geo-econômicos foram estendidos a alguns minerais de pegmatitos (tantalita-columbita, cassiterita, espodumênio, ambligonita, mica e berilo) e minerais de tungstênio, num total de 663 ocorrências, que foram cadastradas durante a fase de pesquisa bibliográfica.

Contém também uma visão panorâmica da situação legal dos jazimentos minerais do Estado, um mapa índice de ocorrências minerais, um mapa de pontos de afloramento da Formação Jandaíra e um mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte todos na escala de 1:500.000, representam a documentação cartográfica do relatório e são complementadas por 2 mapas auxiliares, de interesse específico.

S U M Á R I O

S U M Á R I O

1 - SINOPSE	
2 - INTRODUÇÃO	
2.1 - Histórico	4
2.2 - Objetivos	5
2.3 - Metodologia de trabalho	6
2.4 - Dados físicos de produção	8
3 - CADASTRAMENTO MINERAL	
3.1 - Ametista	12
3.1.1 - Generalidades	12
3.1.2 - Usos e aplicações	12
3.1.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	13
3.1.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	14
3.1.5 - Ocorrência cadastrada	15
3.1.6 - Conclusões e recomendações	17
3.2 - Amianto	18
3.2.1 - Generalidades	18
3.2.2 - Usos e aplicações	20
3.2.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	22
3.2.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	24
3.2.5 - Ocorrências cadastradas	27
3.2.6 - Conclusões e recomendações	30
3.3 - Argila	31
3.3.1 - Generalidades	31

3.3.2 - Usos e aplicações	33
3.3.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	34
3.3.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	35
3.3.5 - Ocorrências cadastradas	36
3.3.6 - Conclusões e recomendações	40
3.4 - Barita	42
3.4.1 - Generalidades	42
3.4.2 - Usos e aplicações	42
3.4.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	44
3.4.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	46
3.4.5 - Ocorrências cadastradas	50
3.4.6 - Conclusões e recomendações	60
3.5 - Berilo	62
3.5.1 - Generalidades	62
3.5.2 - Usos e aplicações	63
3.5.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	65
3.5.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	66
3.5.5 - Ocorrências cadastradas	67
3.5.6 - Conclusões e recomendações	67
3.6 - Calcários/mármorees.....	69
3.6.1 - Generalidades	69
3.6.2 - Usos e aplicações	72
3.6.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	74
3.6.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	76

3.6.5 - Ocorrências cadastradas.....	84
3.6.6 - Conclusões e recomendações	89
3.7 - Cassiterita	91
3.7.1 - Generalidades	91
3.7.2 - Usos e aplicações	92
3.7.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	93
3.7.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	95
3.7.5 - Ocorrências cadastradas	96
3.7.6 - Conclusões e recomendações	97
3.8 - Caulim	98
3.8.1 - Generalidades	98
3.8.2 - Usos e aplicações	99
3.8.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	101
3.8.4 - Produção, preços e consumo no Brasil.....	104
3.8.5 - Ocorrências cadastradas	107
3.8.6 - Conclusões e recomendações	112
3.9 - Celestita	114
3.9.1 - Generalidades	114
3.9.2 - Usos e aplicações	114
3.9.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	115
3.9.4 - Ocorrência cadastrada	116
3.9.5 - Conclusões e recomendações	116
3.10 - Cobre	118
3.10.1 - Generalidades	118
3.10.2 - Usos e aplicações	119

3.10.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.....	120
3.10.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	123
3.10.5 - Ocorrência cadastrada	124
3.10.6 - Conclusões e recomendações	125
3.11 - Columbo/Tantalita	127
3.11.1 - Generalidades	127
3.11.2 - Usos e aplicações	128
3.11.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	130
3.11.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	132
3.11.5 - Ocorrências cadastradas	133
3.11.6 - Conclusões e recomendações	134
3.12 - Coríndon	135
3.12.1 - Generalidades	135
3.12.2 - Ocorrências cadastradas	136
3.12.3 - Conclusões e recomendações	136
3.13 - Diatomito	137
3.13.1 - Generalidades	137
3.13.2 - Usos e aplicações	140
3.13.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	141
3.13.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	143
3.13.5 - Ocorrências cadastradas	144
3.13.6 - Conclusões e recomendações	147
3.14 - Enxofre	150
3.14.1 - Generalidades	150
3.14.2 - Usos e aplicações	151

3.14.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.....	154
3.14.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	156
3.14.5 - Ocorrência cadastrada	157
3.14.6 - Conclusões e recomendações	158
3.15 - Espodumênio/Amblygonita	159
3.15.1 - Generalidades	159
3.15.2 - Usos e aplicações	160
3.15.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	161
3.15.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	164
3.15.5 - Ocorrências cadastradas	165
3.15.6 - Conclusões e recomendações	165
3.16 - Ferro	166
3.16.1 - Generalidades	166
3.16.2 - Usos e aplicações	167
3.16.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	168
3.16.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	170
3.16.5 - Ocorrências cadastradas	171
3.16.6 - Conclusões e recomendações	173
3.17 - Fluorita	175
3.17.1 - Generalidades	175
3.17.2 - Usos e aplicações	176
3.17.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	178
3.17.4 - Produção, preços e consumo no Brasil ...	180
3.17.5 - Ocorrências cadastradas	183
3.17.6 - Conclusões e recomendações	185



3.18 - Gipsita	188
3.18.1 - Generalidades	188
3.18.2 - Usos e aplicações	189
3.18.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	191
3.18.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	193
3.18.5 - Ocorrências cadastradas	196
3.18.6 - Conclusões e recomendações	199
3.19 - Mica	201
3.19.1 - Generalidades	201
3.19.2 - Usos e aplicações	203
3.19.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	205
3.19.4 - Produção, preços e consumo no Brasil ...	208
3.19.5 - Ocorrências cadastradas	209
3.19.6 - Conclusões e recomendações	210
3.20 - Monazita	211
3.20.1 - Generalidades	211
3.20.2 - Usos e aplicações	212
3.20.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	213
3.20.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	214
3.20.5 - Ocorrências cadastradas	216
3.20.6 - Conclusões e recomendações	217
3.21 - Ouro	218
3.21.1 - Generalidades	218
3.21.2 - Usos e aplicações	219
3.21.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	220

3.21.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	222
3.21.5 - Ocorrências cadastradas	224
3.21.6 - Conclusões e recomendações	227
3.22 - Scheelita/Ferberita	228
3.22.1 - Generalidades	228
3.22.2 - Usos e aplicações	230
3.22.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	231
3.22.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	232
3.22.5 - Ocorrências cadastradas	234
3.22.6 - Conclusões e recomendações	235
3.23 - Talco	236
3.23.1 - Generalidades	236
3.23.2 - Usos e aplicações	238
3.23.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional	240
3.23.4 - Produção, preços e consumo no Brasil....	242
3.23.5 - Ocorrências cadastradas	245
3.23.6 - Conclusões e recomendações	247
4 - PANORAMA DA SITUAÇÃO LEGAL DOS JAZIMENTOS MINERAIS DO ESTADO	250
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	259
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	267
7 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	
8 - BOLETINS DE ANÁLISES	

9 - ANEXOS

- I - Mapa índice das ocorrências minerais
- II - Mapa de pontos de afloramento da Formação Jandaíra.
- III - Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte.
- IV - Mapa fotogeológico da região N de Caicó.
- V - Mapa fotogeológico da região a SW de Caicó.

1 - S I N O P S E

1 - SINOPSE

Cadastramento e estudo geo-econômico de 298 ocorrências minerais localizadas em diversos municípios do Estado do Rio Grande do Norte. Análises quantitativa, qualitativa de substância minerais: calcário, ferro, gipsita, barita, talco, celestita; ensaios tecnológicos preliminares em argilas; ensaios granulométricos, alvura e análises micropaleontológicas em diatomito. Locação das ocorrências em mapa geográfico do Estado na escala de 1:500.000 e em fotografias aéreas na escala 1:70.000. Aspectos geo-econômicos dos diversos bens minerais analisados individualmente. Apresentação de mapa geológico do Estado na escala 1:500.000 e de outros mapas específicos, sob a forma de anexos. Sugestões de áreas e ocorrências promissoras para futuras pesquisas. Panorama da situação legal dos jazimentos minerais do Estado.

2 - INTRODUÇÃO

2 - INTRODUÇÃO

2.1 - Histórico

O Projeto Cadastramento dos Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte originou-se a partir do convênio entre o Governo do Estado e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, firmado em setembro de 1975, tendo seu início operacional efetivo em agosto de 1976, com o recebimento da solicitação de serviços através do ofício número 294/76 da Secretaria da Indústria e Comércio.

A fase operacional foi iniciada com a etapa de compilação bibliográfica a cargo dos geólogos Cícero Alves Ferreira, Pedro de Alcantara Britto R. do Vale e Sebastião Milton Pinheiro da Silva, que foram responsáveis pela confecção do Relatório de Compilação Bibliográfica, concluído em dezembro de 1976. A etapa de campo foi desenvolvida de janeiro a abril de 1977.

Do mês de maio a outubro de 1977 os três geólogos com exceção de Pedro de Alcantara Britto R. do Vale, que foi substituído pelo geólogo Yoshitada Horikawa dedicaram-se a tarefa de elaborar o Relatório Final. O projeto foi coordenado pelo geólogo Alfeu Levy da Silva Caldasso da DIVPEM e acompanhado pelo Eng^o de Minas Jayme B. de Gusmão do DEPEM. Os serviços de laboratórios foram efetuados pelo LAMIN/CPRM, SECLAB/SUREG-RE e pelo Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco.

As análises petrográficas solicitadas a SECLAB/SUREG-RE foram executadas pelo geólogo Carlos Benício Montenegro Melo, e as realizadas no LAMIN/CPRM foram efetuadas pelos seguintes técnicos: químicos Cecy Schmidt, Maria Helena



Falabella, Ewerton M. Gouvêa, Jane Maria C. Palma, Nelson Silva Gondin, Maria Aparecida Lisbôa, Maria L. M. Lastres.

Os ensaios tecnológicos preliminares de argilas, granulométricos, alvura e perda ao fogo dos diatomitos ficaram sob a responsabilidade dos técnicos Antonio de Pádua R. de Araújo e Eliane Maria P. de Melo do ITEP.

2.2 - Objetivos

O projeto tem como principais objetivos fornecer uma visão preliminar dos depósitos minerais do Estado do Rio Grande do Norte, através do cadastramento de campo a nível de reconhecimento, amparado por fotografias aéreas na escala de 1:70.000, análises químicas, petrográficas, Raios X, micro-paleontológicas e tecnológicas. Nos trabalhos de campo todos os bens minerais foram focalizados, com exceção dos minerais de pegmatitos e de tungstênio.

A principal motivação do projeto é a de estimular o descobrimento, intensificar o aproveitamento dos recursos minerais já conhecidos e elaborar conclusões e recomendações, tendo por finalidade atividades futuras de caráter específico e mais aprofundado.

Para o Governo do Estado este trabalho oferece um conjunto de informações geológicas e econômicas acerca de 298 ocorrências cadastradas, que poderão servir de base para a seleção de áreas promissoras, visando um estudo geo-econômico complementar.

Com o incentivo dos Governos Federal e Estadual as atividades de exploração mineral e considerando a corrida que se processa atualmente no país para o setor mineral, este acervo de dados agora disponível será de grande utilidade

para informar e atrair grupos empresariais e entidades inte_{re}ressadas no desenvolvimento mineral do Estado.

2.3 - Metodologia de trabalho

Os trabalhos tiveram início com a compilação bibliográfica de trabalhos referentes a geologia do Estado do Rio Grande do Norte, especificamente aqueles que diziam respeito a geologia econômica. Das publicações resumidas e analisadas, em número de 163, foram obtidas 776 ocorrências minerais, incluindo as de minerais de pegmatitos e de tungstênio apresentadas no Relatório de Compilação Bibliográfica.

Os trabalhos de campo consistiram no cadastramento das ocorrências anteriormente referidas, com exceção das de minerais de pegmatitos e de tungstênio, e muitas outras que surgiram no desenvolvimento da etapa de campo.

A maioria das ocorrências cadastradas na etapa de compilação bibliográfica foram confirmadas e precisamente locadas outras foram eliminadas por não terem sido encontradas ou que ocorrem em subsuperfície, como é o caso dos caulins sedimentares e os depósitos de placers marinhos. Procedeu-se um estudo geo-econômico preliminar em cada depósito, incluindo uma coleta de amostra do minério e das rochas encaixantes quando possível.

O cadastro mineral é composto pelas fichas modelo "A", que estão apresentadas segundo a ordem alfabética do mineral, e seus anexos, as fichas modelo "B" contendo as análises químicas e as de modelo "C" apresentando dados relativos a pesquisa e/ou exploração do minério. Os depósitos minerais quando não citados em trabalhos anteriores são considerados como descobertos neste projeto. A denominação garimpo parali

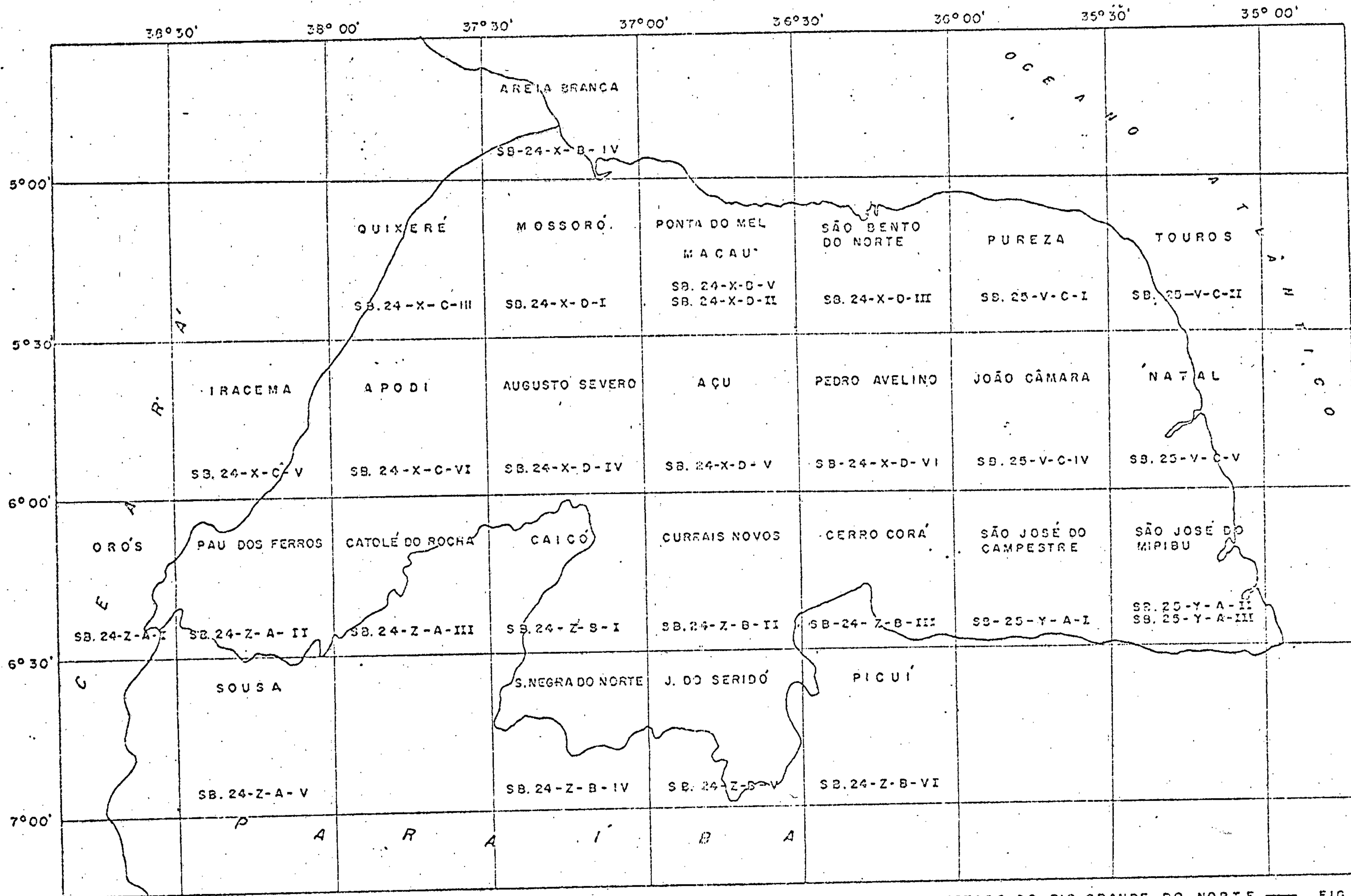
sado e abandonado é dada pela continuidade da exploração periódica ou paralisação definitiva respectivamente.

As ocorrências foram locadas em fotos aéreas na escala 1:70.000 e posteriormente em cartas topográficas na escala de 1:100.000 editadas pela SUDENE (Fig. 1) nas quais foram feitos os cálculos das coordenadas geográficas com precisão de segundos, e em seguida foram plotadas em mapa na escala de 1:500.000 editado pela Fundação I.B.G.E. (1968).

Os estudos de laboratório constaram de 13 análises petrográficas, 231 análises químicas, 36 de Raios X, 5 micropaleontológicas, 19 ensaios tecnológicos preliminares para argilas e 19 análises granulométricas, perda ao fogo e alvura para diatomitos. Originalmente as análises tecnológicas de argilas e diatomitos não estavam prevista, porém foram realizadas por motivos técnicos em substituição de algumas análises petrográficas, químicas e de Raios X que estavam previstas inicialmente.

As análises químicas e petrográficas aparecem transcritas nas fichas modelo "B", estando anexas as respectivas fichas modelo "A", o mesmo acontecendo com os ensaios tecnológicos de argila e diatomito.

Com exceção dos minerais de pegmatitos e de tungstênio previa-se o estudo dos demais minerais. Entretanto foi feito o estudo das principais ocorrências de caulim de pegmatito no município de Equador por constituírem um bem mineral interessante para a economia do Estado. Para o estudo das ocorrências de argilas procurou-se sempre que possível, as ocorrências localizadas nas proximidades dos grandes centros consumidores e que estivessem sendo explotadas por indústrias cerâmicas ou olarias. Para os calcários sedimentares o estudo foi realizado de maneira que a formação calcária da



ARTICULAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS DA SUDENE - ESCALA 1:100.000 - ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - FIG. 1

chapada do Apodi fosse considerada uma única ocorrência com pontos de afloramentos visitados e amostrados, principalmente onde estavam sendo explorados. Deste modo a partir de 113 ocorrências cadastradas no Relatório de Compilação Bibliográfica atingiu-se o total de 298 ocorrências minerais cadastradas na etapa de campo e que são apresentadas neste relatório.

O mapa geológico na escala de 1:500.000 foi elaborado a partir da compilação dos trabalhos executados pela CPRM, SUDENE e outras entidades. As ocorrências cadastradas no decorrer das etapas de campo se encontram plotadas em mapa na mesma escala. No caso dos depósitos de scheelita e pegmatitos em virtude da alta densidade que as mesmas apresentam em certas áreas foram demarcadas regiões de concentração com a marcação de seus principais depósitos.

No estudo da panorâmica dos processos em andamento no DNPM no que diz respeito a pedido de pesquisas, alvarás de pesquisa e decreto de lavra, utilizou-se a listagem do PROSIG (DNPM) mais recente na época, não se fazendo entretanto nenhuma referência aos pedidos de pesquisa indeferidos que constam na mesma.

Para uma melhor avaliação da situação dos processos este estudo foi feito por bens minerais requeridos, juntamente com a sua produção e reservas quando já publicadas. Alguns minerais por não possuírem uma posição definida junto ao DNPM terão sua produção avaliada em função do IUM junto as coletorias.

2.4 - Dados físicos de produção

A etapa de campo teve a duração de 4 meses, durante os quais trabalharam 3 geólogos e três motoristas formam



do 3 equipes, empregando 3 Brasília's VW, localizaram 298 ocorrências minerais. Resumidamente, os dados físicos de produção do projeto são:

Nº de ocorrências cadastradas: 298
Pontos de afloramento de calcário: 83
Nº de dias campo por equipe: 82
Km percorridos por 3 viaturas em trabalhos de campo : 46.931
Km percorridos por 3 viaturas em deslocamento : 5.216
Total dos Km percorridos : 52.147

Ocorrências cadastradas no campo:

Ametista	01
Amianto	08
Argila	27
Barita	47
Calcário/mármore	118
Caulim	13
Celestita	01
Cobre	01
Coríndon	02
Diatomito	51
Enxofre	01
Ferro	06
Fluorita	03
Gipsita	05
Monazita	02)
Ouro	07
Talco	05
T o t a l	298



Amostras analisadas nos laboratórios da CPRM

Análise petrográfica de composição e classificação	13
Análise de difração de Raios X	36
Análise micropaleontológicas de diatomito	05
Análise de calcário	199
Análise de gipsita	02
Análise de barita	26
Análise de ferro	04
T o t a l	285

Amostras analisadas no Instituto Tecnológico do Es
tado de Pernambuco:

Ensaio tecnológico preliminar de argila	17
Análises granulométricas, alvura e perda ao fogo de diatomito....	19
T o t a l	36
Total de amostras analisadas	323

3 - CADASTRAMENTO MINERAL

3.1 - AMETISTA

3.1.1 - Generalidades

A ametista é uma variedade de quartzo de fórmula química SiO_2 apresentando coloração roxa, que é atribuída ao manganês. Grada para a cor amarela quando aquecida. Cristaliza no sistema trigonal, tem dureza 7 na escala de Mohs, densidade 2,5 e fratura conchoidal.

O quartzo é conhecido pela humanidade desde épocas que remontam a Idade da Pedra, quando o homem o utilizava para confeccionar objetos cortantes e perfurantes como pontas de flechas, lanças e facas. No Antigo Testamento há várias referências ao quartzo, demonstrando que naquela época já eram conhecidas praticamente todas as variedades do mineral.

Algumas variedades manifestam propriedades piezoelétricas que consistem no fenômeno de desprendimento de faúlhas quando duas peças são batidas uma na outra. Esta característica tornou o quartzo um dos minerais mais importantes para o homem primitivo.

3.1.2 - Usos e aplicações

A ametista tem seu valor regulado principalmente pela intensidade de coloração, na indústria de gemas e joalheria, sendo considerada pedra semi-preciosa. A uniformidade da coloração também é um importante fator a considerar, em virtude de algumas ametistas apresentarem zonas claras e escuras que desvalorizam a gema. As variedades claras tem va

lor equivalente ao dos citrinos (variedade de quartzo de coloração amarela alaranjada).

Com exceção das gemas de Madagascar, as ametistas quando aquecidas a 250^oC sofrem uma alteração na coloração, adquirindo tonalidades amarelo-avermelhadas ou castanho-escuras, formando a pedra conhecida como "topázio queimado" ou "topázio Rio Grande". As ametistas da região de Montezuma (MG) quando aquecidas, passam a possuir uma coloração verde-oliva clara, sendo então negociadas, com o nome de "brasilanita". As ametistas cujo aspecto ou coloração tendem para o alaranjado são as que melhor se prestam a essa operação de queima, apresentando entretanto matizes bastante variados.

A provável procedência de uma ametista pode ser determinada por uma pessoa habituada a lidar com pedras preciosas, pela observação da nuance e disposição de cor da mesma. As ametistas provenientes do Estado do Rio Grande do Sul diferem das da Bahia, as quais geralmente são mais claras, e com distribuição de cor bastante variável.

3.1.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

As ametistas brasileiras, em termos de comércio internacional, têm maior importância que as encontradas em Madagascar. As primeiras apresentam nuances puramente roxas, enquanto as últimas tendem para um roxo-avermelhado pouco apreciado. As pedras russas, principalmente as da Sibéria, não têm tido muita procura, apesar de os matizes de cor serem atraentes e possuírem nuances peculiares à luz artificial.

Algumas jazidas encontradas em países europeus apresentam atualmente interesse histórico, como as de Auverne (França) e da Saxônia. Um dos maiores importadores de ametista é a Alemanha, onde existem centros de lapidação bastante desenvolvidos.

Fato interessante relacionado a queima da ametista visando a obtenção de citrinos artificiais é que em determinados garimpos da Rússia esta "queimação" é feita juntamente com a assadura do pão. Os garimpeiros misturam a ametista a massa de pão, obtendo temperaturas e condições ideais com ótimos resultados.

Os preços no mercado internacional são muito variáveis, sendo difícil a obtenção de um valor médio, tendo em vista que o comércio é realizado diretamente entre compradores e vendedores.

3.1.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

No Brasil são vários os estados que exploram ametista. Porém as atividades concentram-se principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, onde ela ocorre em geodos por vezes gigantescos, associados ao derrame basáltico da Bacia do Paraná. Isto deveu-se principalmente a imigrantes alemães provenientes da tradicional vila de lapidadores Idar-Oberstein, no final do século XIX, os quais tinham abandonado suas terras devido a exaustão das minas de calcedônia. Em andanças as margens do rio Guaíba verificaram que o rio corria sobre seixos de ágata de diversas tonalidades, trazidos pelos afluentes do rio a partir dos terrenos basálticos interiores. As variedades de quartzo então descobertas foram en

caminhadas a aldeia alemã, que se tornou grande centro de importação e lapidação das pedras ornamentais brasileiras. Com o desenvolvimento do comércio expandiram-se também as áreas de pesquisas. Expedições atingiram os Estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais, além do próprio Estado do Rio Grande do Sul. Em Minas Gerais as ametistas são encontradas em Turvo, Diamantina, Teófilo Otoni, Patrocínio e Montezuma. No Rio Grande do Sul os principais produtores são os municípios de Livramento, Quaraí, Lajedo, Encantado e Soledade.

Outros Estados brasileiros também são produtores de ametistas, entre eles pode-se citar: Ceará, nos municípios de Barbalha e Canindé; na Bahia em Brumado, Itaberaba, Conquista, Rio das Contas, Brejinho das Ametistas e Ituassu; em Mato Grosso nos leitos dos rios Cuiabá e Coxipó; e ocorrências nos Estados do Espírito Santo e Piauí.

As exportações de ametista bruta têm apresentado um acréscimo em anos recentes, como mostra a tabela 1.

Em virtude da evolução na exportação de pedras brutas, procura-se incentivar a indústria de lapidação nacional de ametistas próximo as zonas produtoras. Com isso obtém-se preços extremamente vantajosos na exportação da pedra trabalhada, além de consumir mão de obra local, favorecendo maior distribuição de renda e incentivando o desenvolvimento de técnicos e processos sofisticados de lapidação.

3.1.5 - Ocorrência cadastrada

A única ocorrência de ametista de nº 001, cadastrada durante a etapa de campo, está situada na fazenda Santa Rita que dista 5 km da sede do município de São Paulo do

AMETISTA - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR
PERÍODO 1966/1975 - PEDRAS EM BRUTO

ANO	EXPORTAÇÃO		IMPORTAÇÃO	
	Quantidade (Kg)	Valor FOB (US\$)	Quantidade (Kg)	Valor CIF (US\$)
1966	16.741	260.015	—	—
1967	19.191	218.774	—	—
1968	28.785	275.126	—	—
1969	87.099	615.258	—	—
1970	88.254	639.764	—	—
1971	250.438	1.020.201	—	—
1972	242.620	1.580.396	1	40
1973	314.211	2.029.694	18	823
1974	315.591	1.321.994	1	467
1975	248.681	1.275.948	—	—

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (Edições de 1975-1976)

AMETISTA - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR
PERÍODO 1966 / 1975 - PEDRAS LAPIDADAS

ANO	EXPORTAÇÃO		IMPORTAÇÃO	
	Quantidade (Kg)	Valor FOB (US\$)	Quantidade (Kg)	Valor CIF (US\$)
1966	18	23.045	—	—
1967	57	38.901	—	—
1968	16	48.469	—	—
1969	70	106.690	—	—
1970	87	285.568	—	—
1971	189	338.645	4	3.633
1972	348	917.431	5	4.817
1973	520	1.836.136	2	7.125
1974	265	1.103.585	3	14.632
1975	134	560.086	1	3.747

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (Edições de 1975-1976)

Potengi e tem acesso por via secundária de direção geral sul (vide ficha modelo "A").

A ametista ocorre em veios, por vezes formando drusas, geodos e bolsões (localizados) indicando manifestações de origem hidrotermal. Os contatos com a encaixante (gnaisse) são bruscos e evidenciam fenômenos de silicificação da mesma. De um modo geral os cristais de ametista são pequenos descoloridos e corroídos. Nos cristais maiores observa-se o truncamento das faces e arestas além de serem fraturados e possuírem tonalidades claras. Associada a ametista ocorre barita branca a rósea em forma de pequenos cristais ou/emasas irregulares.

Nesta ocorrência é comum a presença de sílica amorfa branca, amarelada a rósea preenchendo cavidades ou envolvendo os cristais de ametista dificultando a exploração tendo em vista que este envoltório silicoso é retirado de maneira rudimentar. Segundo informações locais já foram retiradas desta ocorrência, ametista de melhor qualidade e foram negociadas no sul do país.

Os trabalhos de garimpagem atualmente se encontram paralisados e as escavações entulhadas o que impediu uma melhor apreciação nesta ocorrência.

Durante o ano de 1969 deu entrada no DNPM a um pedido de pesquisa para esse bem mineral no município de João Câmara, e teve seu relatório de pesquisa aprovado por este departamento em novembro de 1970 e no ano de 1974 deram entrada a quatro pedidos de pesquisa em terras do município de Tabuleiro Grande os quais foram indeferidos em agosto de 1976.

3.1.6 - Conclusões e recomendações

Pelo que foi observado "in loco" esta ocorrência tem valor restrito em virtude da má qualidade apresentada pela ametista, associada a dificuldade existente para a retirada da capa silicosa que recobrem os cristais e que ocasionam geralmente o fraturamento e/ou quebramento da "pedra". Entretanto ainda é válido um estudo mais rigoroso, no que tange a observação de diversos veios ácidos que ocorrem nesta região que poderiam vir a ser mineralizadas em ametista ou em barita quando ocorreria então uma inversão de minério principal.

3.2 - AMIANTO

3.2.1 - Generalidades

Comercialmente são aplicados os termos amianto e asbesto a diversos minerais silicatados fibrosos que diferem entre si não somente do ponto de vista mineralógico e químico, como também por suas propriedades mecânicas, as quais determinam diferentes tipos de emprego industrial. Ambos os vocábulos são derivados de palavras gregas que significam, respectivamente, "incorruptível" e "incombustível", demonstrando dois notáveis predicados físicos destas fibras minerais. O uso data de épocas remotas, tendo os gregos, egípcios e chineses se utilizado deste material na confecção de tapetes e tecidos.

Existem diversas variedades de amianto, distinguindo-se umas das outras quer pelas propriedades apresentadas, quer por suas composições químicas e mineralógicas (tab. 2).

Uma das variedades de asbesto mais importante comercialmente é a crisotila, do grupo das serpentinas, e que corresponde a 96% do total da produção mundial. Outras variedades comerciais são: antofilita, amosita, crocidolita, tremolita e actinolita, pertencentes ao grupo dos anfibólios.

A crisotila é a variedade mais procurada e de maior valor comercial, sendo quimicamente um silicato hidratado de magnésio, constituindo a forma fibrosa da serpentina. Apresenta cores esverdeadas, amareladas ou tonalidades de marrom. Cristaliza no sistema monoclinico, tem dureza 2,5 a 4,0 e peso específico 2,2. Existe uma outra variedade de serpentina fibrosa que ocorre com a crisotila, denominada picro

AMIANTO—PRINCIPAIS PROPRIEDADES DAS FIBRAS

Mineral Propriedade	Actinolita	Amosita	Antofilita	Crisotila	Crocidolita	Tremolita
estrutura	reticulados de cristais prismáticos longos e fibras	lamelar-fibrosa e asbestiforme	lamelar-fibrosa e asbestiforme	geralmente bastante fibrosa com fibras finas e facilmente separáveis	fibrosa e associada a rochas ferruginosas	longa. Prismática e agregados fibrosos
associação mineralógica	calcários e xistos	xistos	xistos e gnaisses	serpentinitas e calcários em contacto com rochas básicas	xistos e metamorfitos ferruginosos	dolomitos e rochas magnesianas
origem	metamorfismo de contacto	metamorfismo	metamorfismo normalmente sobre olivina	serpentinização	metamorfismo regional	metamorfismo
hábito da fibra	longas e paralelas "slip" ou caóticas "mass"	perpendiculares à encaixante "cross"	"slip" ou "mass" entrelaçadas e orientadas	"cross" e "slip"	"cross"	"slip" e "mass"
fórmula teórica	$Ca(Mg,Fe)_3(SiO_3)_4H_2O$	$(Fe,Mg)SiO_3 \cdot 0,5H_2O$	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	$NaFe(SiO_3)_2FeSiO_3 \cdot 2H_2O$	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$
estrutura cristalina	longa, fina-colunar, a fibrosa	prismática lamelar a fibrosa	prismática (Lamelar a fibrosa)	fibrosa e asbestiforme	fibrosa	longa e fina, colunar a fibrosa
sistema cristalino	monoclínico	monoclínico	ortorrômbico	monoclínico pseudo-ortorrômbico (?)	monoclínico	monoclínico
cor	esverdeada	cinza a marrom	cinza, marrom, esverdeada	branca, cinza, verde e amarelada	azul	cinza claro, esverdeado amarelado, azulado
brilho	sedoso	vítreo a peralceco	vítreo a peralceco	sedoso	sedoso a pálido	sedoso
dureza	± 6	5,5—6,0	5,5—6,0	2,5—4,0	4	5,5
peso específico	3,0—3,2	3,1—3,25	2,85—3,1	2,4—2,6	3,2—3,3	2,9—3,2
comprimento das fibras	curta a longa	variável: 2 pol. a 11 pol.	curta	curta a longa	curta a longa	curta a longa
filtrabilidade	média	rápida	média	vagarosa	rápida	média
ponto de fusão (°C)	1393	1399	1468	1521	1193	1316
fiabilidade	pobre	regular	pobre	muito boa	regular	pobre
resistência a ácidos e álcalis	regular	boa	muito boa	pobre	boa	boa
impurezas minerais presentes	cálcio, ferro	ferro	ferro	ferro, cromo, níquel, cálcio	ferro	cálcio
flexibilidade	pobre	boa	pobre	alta	boa	pobre
resistência ao calor	—	boa, quebradiça a altas temperaturas	muito boa	boa, quebradiça a altas temperaturas.	pobre, funde	regular a boa

lita, com fibras duras e quebradiças, possuindo pouco valor econômico.

A crocidolita é uma forma fibrosa de hornblenda riebeckita, constituindo-se de silicato hidratado de sódio e ferro. Facilmente reconhecida por causa da cor azulada, é chamada também de "blue asbestos" ou "cape blue". É inferior a crisotila no que diz respeito as qualidades das fibras quanto ao calor, resistência ou flexibilidade. Contudo, o seu maior emprego industrial é devido a elevada resistência aos ácidos e álcalis, fator que constitui a principal propriedade.

A antofilita é um silicato de ferro e magnésio que cristaliza no sistema ortorrômbico e de cores amarelada, esverdeada ou cinza. Tem peso específico oscilando de 2,85 a 3,2 que pode aumentar com a percentagem em ferro; brilho vítreo e dureza 5,5 a 6. Suas fibras são geralmente curtas e fracas; possui elevada resistência ao calor, aos ácidos e às substâncias químicas em geral.

A amosita é uma variedade de antofilita rica em ferro, de fibras longas, atingindo até 30 cm de comprimento e apresentando excelentes qualidades térmicas, além de resistência mecânica e elástica.

A tremolita é um silicato de cálcio e magnésio que cristaliza no sistema monoclinico, com cores branca, cinza e amarelada. Tem brilho sedoso, peso específico 2,9 a 3,2 e dureza 5,5. As fibras, em função de diversos fatores principalmente do tipo e percentagem de impurezas, podem ser flexíveis ou quebradiças, fortes ou fracas, longas ou curtas.

A actinolita é um anfibólio que sob a forma fibro

sa tem características semelhantes à tremolita. Quimicamente é representada por um silicato hidratado de cálcio, magnésio e ferro. Tem tonalidades esverdeadas, sendo pouco conhecida comercialmente tendo em vista a escassez de ocorrências na forma fibrosa.

Nas rochas as fibras de amianto encontram-se sob três formas, denominadas fibra-cross, fibra-slip e fibra-mass. A fibra-cross é a mais comum e consiste no arranjo das fibras dispostas perpendicularmente às paredes do veio. A fibra-slip é de ocorrência localizada, e acompanha a direção das fraturas onde se forma. A fibra-mass apresenta total ausência de orientação.

3.2.2 - Usos e aplicações

O amianto tem um amplo campo de aplicação nas indústrias, principalmente de construção civil, têxtil, de transportes e de plásticos. O emprego nas indústrias e a classificação são feitos com base nas características das fibras, podendo ser divididas em duas classes: têxteis e não têxteis.

As fibras classificadas como têxteis devem ser longas e flexíveis, características encontradas geralmente nas variedades crisotila ou crocidolita. São utilizadas na fabricação de tecidos não inflamáveis, confecção de vestimentas de segurança, lonas de freios, discos de fricção para embreagens, correias transportadoras resistentes ao calor, etc.

As fibras não-têxteis, e de uso menos nobre que o tipo anterior, são mais curtas e pouco flexíveis, sendo empregadas em produtos de cimento-amianto. Este material é for

mado por 80% a 85% de cimento portland e de 15% a 20% de amianto, podendo ser alteradas tais proporções em casos especiais. O cimento-amianto é utilizado no fabrico de caixas d'água, filtros, papéis, papelão, chapas planas e onduladas, tubos d'água e esgotos, produtos moldados, etc. Como isolante térmico a variedade empregada é a amosita, que serve de revestimento de turbinas de aviões a jato.

A classificação adotada na maioria dos países, inclusive o Brasil, é a canadense, não decimal, baseada no comprimento da fibra, e que é aplicada para o tipo de amianto crisotila. Denomina-se "Quebec Screen Test", e o teste inicia com o peneiramento de uma quantidade padrão de 453,6 g (16 onças). Nesta classificação existem pelo menos 9 grupos divididos em vários subgrupos, de acordo com peneiramentos padronizados, quanto ao reticulado da malha. As peneiras em número de 3 (0,5 polegadas, 4 mesh e 10 mesh) vibram horizontalmente durante 2 minutos à razão de 300 oscilações/minuto. As 3 frações recolhidas nas peneiras e uma quarta da caixa coletora são pesadas e os resultados expressos em onças. A seguir os dados são comparados com a tabela-padrão para classificação.

Os 9 grupos desta classificação estão assim constituídos: grupos 1 e 2, formados por fibras longas, têxteis, separadas manualmente, sem necessidade de peneiramento e comprimento variável de 3/4 a 3/8 de polegadas; os grupos de 3 a 7 apresentam fibras gradativamente mais curtas; o grupo 8 contém impurezas de areia, e o grupo 9, de saibro e pedra. São classificados na base do peso do material em libras e pelo volume ocupado em pés cúbicos.

Com a evolução tecnológica a utilização de fibras

curtas que são mais abundantes, tem sido incrementada, e efetivaram-se tentativas visando sintetizar o amianto, mas até o presente tais experiências não tem tido sucesso. Da mesma maneira a substituição de amianto por fibras de vidro não tem sido compensadora, em virtude do preço nem sempre competitivo. O aumento do campo de utilização dos plásticos também tem influído no emprego de amianto em determinadas aplicações. O plástico pode ser reforçado com fibras de amianto originando produtos mais resistentes, desenvolvidos para atividades aeroespaciais. Em alguns casos o consumo do amianto é diminuído por adição de silicato de cálcio, diatomito, magnésita, etc.

Países tais como a Suécia, Austrália, Canadá e Estados Unidos têm procurado limitar a utilização do amianto em virtude de problemas relacionados a poluição ambiental e a suspeita de que ele seja agente cancerígeno.

3.2.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

As maiores reservas conhecidas estão localizadas no Canadá, principalmente na província de Quebec. Outras jazidas também importantes são encontradas na província de Ontário e na Columbia Britânica. Esses depósitos formam o denominado "Cinturão Thetford" que se estende na direção NE-SW por uma área aproximada de 100 km x 9 km, de geologia bastante complexa.

Na União Soviética existem também importantes depósitos principalmente no distrito de Bazhenovo, parte sul dos Montes Urais, além das jazidas no Khazaquistão e Sibéria.

Na África são encontradas as reservas da Rodésia, África do Sul e Suazilândia, onde ocorrem as variedades crocidolita e amosita, além de crisotila.

Nos Estados Unidos destacam-se as minas de Vermont, continuação do cinturão canadense; no Arizona (são derivadas da serpentinização do calcário).

A União Soviética mantém a liderança da produção mundial que pertencia ao Canadá até o ano de 1974. A tabela 3 mostra a situação dos principais produtores de amianto desde 1947 a 1970. De 1947 a 1951 o Canadá foi responsável por 61% da produção mundial. Em 1970 esta participação caiu para 40%, enquanto a União Soviética, nestes mesmos períodos ampliou sua contribuição de 16% para 30% respectivamente.

A produção mundial para 1976 foi estimada em 5.708.000 toneladas curtas, sendo os principais produtores a União Soviética (44,3%) e o Canadá com 29,6%. A produção da União Soviética para o ano de 1976 foi de 2.528.000 toneladas curtas, deste total 1/4 é exportado, principalmente para os países do bloco socialista e também para Alemanha Ocidental, Japão e França. A Rússia transformou-se também em grande país consumidor de amianto. A maior parcela da produção russa é extraída das minas de Bazhenovo.

Os maiores produtores africanos são a África do Sul e a Rodésia. Durante o ano de 1976 produziram juntas 720.000 toneladas curtas principalmente de crocidolita, amosita e crisotila.

Durante o ano de 1976 os Estados Unidos extraíram 135.000 toneladas curtas de amianto nos Estados da Califórnia, Vermont e Arizona. O país configura-se entre os princi-

AMIANTO — PRODUÇÃO MUNDIAL — PERÍODO 1947/1970

(Unidade: t curtas)

Países / Período	1947 — 1951 (média)	1952 — 1956 (média)	1957 — 1961 (média)	1962 — 1965 (média)	1966	1967	1968	1969	1970
Canadá	760.408	963.146	1.062.799	1.324.852	1.489.055	1.452.104	1.509.699	1.576.876	1.663.355
U.R.S.S.	205.000	373.000	618.000	785.000	832.244	847.676	900.000	1.100.000	1.150.000
África do Sul	68.315	118.915	177.245	220.855	276.597	268.482	260.531	284.588	316.822
China	—	26.000	75.600	120.000	150.000	165.000	170.000	180.000	190.000
Itália	18.687	29.508	51.747	69.666	90.748	111.402	114.020	124.039	130.747
Estados Unidos	39.719	48.364	46.226	84.738	125.928	123.189	120.690	125.936	125.314
Rodésia	70.328	95.354	134.902	153.512	176.370	107.255	95.000	88.000	88.000
Suazilândia	32.397	31.500	28.723	36.731	36.142	40.154	42.946	43.086	43.100
Chipre	13.145	16.024	17.094	18.437	24.449	19.447	21.293	23.927	28.253
Japão	5.744	6.325	14.771	17.012	21.428	27.037	24.251	23.148	23.576
Finlândia	11.123	11.664	9.873	11.497	13.250	11.601	14.484	15.487	15.019
Brasil	1.700	2.495	3.143	2.495	1.820	1.393	4.806	9.981	14.330
Iugoslávia	1.025	3.790	5.903	9.085	8.411	9.944	11.456	12.634	13.342
Índia	249	1.030	1.640	3.469	7.646	8.095	9.992	10.734	10.840
Bulgária	—	1.157	1.143	1.378	1.430	1.984	2.300	3.100	3.900
Formosa	290	177	199	635	721	631	1.323	3.396	3.133
Outros	16.870	40.551	51.992	45.138	19.023	6.645	12.512	15.085	6.507
TOTAL	1.245.000	1.742.000	2.301.000	2.904.500	3.275.262	3.202.039	3.315.303	3.640.017	3.826.238

OBS: Na coluna 1952-1956 os dados relativos à China referem-se ao ano de 1956; à Bulgária não incluem o ano de 1952; à Formosa não incluem o ano de 1953.

FONTE: Minerals Yearbook (1951 a 1970)

pais consumidores, importando parte da produção canadense, além de tipos especiais de crocidolita e amosita da África do Sul, contando também com outras fontes supridoras. Outro grande consumidor é o Japão, que importa o mineral principalmente do Canadá e União Soviética.

O maior produtor europeu é a Itália com uma produção de 130.000 toneladas curtas no ano de 1975.

Os países industrializados, com desenvolvido parque automobilístico e crescente atividade de construção civil são geralmente os maiores consumidores, destacando-se os seguintes: Japão; Alemanha (produziu 100.000 toneladas curtas em 1975); Inglaterra; França; Bélgica e Austrália (produziu em torno de 70.000 toneladas curtas em 1976).

O preço no mercado internacional é variável, encontrando-se em ascensão na década de 1970. Entretanto, depende basicamente do tipo e qualidade da fibra. A tabela 4 apresenta 7 tipos de minérios canadenses da região de Quebec e 7 da região de Morrisville (EUA), com os respectivos preços em dólares canadenses e americanos por tonelada curta, válidos para janeiro de 1977.

Para os próximos anos existe a perspectiva de retorno a índices mais constantes de produção de amianto. O gradual restabelecimento da economia dos países consumidores tende para o crescimento médio tradicional de 5% ao ano.

3.2.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

A primeira lavra de amianto no Brasil, possivelmente, teria sido executada no início do século XX no município

AMIANTO-PRODUÇÃO ESTIMADA POR CONTINENTES-PERÍODO 1973-1976

(Unidades t curtas)

Região \ Ano	1973	1974	1975	1976(estimada)
América do Norte	2.120.000	1.937.000	1.264.000	1.825.000
América do Sul	38.000	50.000	70.000	75.000
Europa	1.520.000	1.687.000	2.772.000	2.848.000
Ásia	290.000	306.000	170.000	170.000
África	489.000	494.000	694.000	720.000
Oceânia	15.000	62.000	55.000	70.000
TOTAL	4.472.000	4.536.000	5.025.000	5.708.000

Fonte: Engineering and Mining Journal (Edições de março 1974 e março 1977)

AMIANTO-PREÇOS FOB CANADÁ E ESTADOS UNIDOS

QUEBEC		MORRISVILLE - VERMONT	
Especificação	Preço dolar canadense /t curta	Especificação	Preço dolar Americano /t curta
3R	\$ 1204	4T	\$ 477
3T	1093	4D	369
5R	363 - 376	5R	314
6D	269 - 274	6D	228
7D	196	7D	182
7M	112	7M	105
7R	104	7R	97

Fonte: Engineering and Mining Journal (Março 1977)

de Itaberaba, Estado da Bahia. Teve caráter intermitente e poucos anos de duração. Em 1962 foi descoberta a jazida de Cana Brava, em Uruaçu (GO), atualmente com reserva medida de 41.734.044 t, como apresentado à tabela 5. Cerca de 90% das reservas medidas do Brasil estão localizadas no Estado de Goiás, principalmente no município de Uruaçu. A mina teve iniciada a lavra no ano de 1967, pela S.A. Mineração de Amianto (SAMA) e constituiu-se na maior produtora nacional de amianto. A jazida está associada ao maciço de Cana Brava (rochas básicas-ultrabásicas) de provável idade precambriana inferior, apresentando a forma de lopólito. As rochas mais abundantes do maciço são serpentinitos, gabros, anfibolitos e metabasitos. O amianto extraído é do tipo crisotila, ocorrendo associado a serpentinitos na forma de veios com espessura de até 0,5 m e aspecto de "stockwork". A lavra é a céu aberto por meio de bancadas e nos processos de desmonte são realizadas perfurações com malhas variáveis, de acordo com o tipo de rocha, cronograma de produção, etc.

No período compreendido entre 1960 até 1967, quando iniciou-se a lavra em Cana Brava, o Estado de Alagoas deteve a primazia na produção nacional, com média anual de 80.000 t de minério bruto extraído da mina Campestre, município de Batalha. O tipo explotado era o antofilítico e o minério está geneticamente associado a uma sequência magnésiana carbonatada e a uma sequência magnésiana silicatada, localizando-se principalmente nas zonas de eixos de dobras.

Em 1975 o Brasil produziu 1.079.289 t (tabela 6). A quase totalidade (1.065.656 t) proveio de Goiás, 13.381 t de Alagoas, 252 t de São Paulo e 50 t de Minas Gerais. Esta tabela nos informa que tanto a produção de minério como da

AMIANTO - BRASIL - RESERVAS EM 1975

ESTADO	Município ou Zona específica	QUANTIDADES (t)		
		MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
ALAGOAS	Girau Ponciano	2.735.552	—	5000
	Jaramatario	—	—	—
		2.735.552	—	5000
BAHIA	Itaberaba	748.653	224.600	440.000
		748.653	224.600	440.000
GOIÁS	Barro Alto	48.915	—	—
	Pilar de Goiás	13.500	18.000	30.785
	Pontalina	650.300	200.000	650.000
	Uruaçu	41.734.044	7.574.151	20.980.733
		42.446.759	7.792.151	21.661.518
MINAS GERAIS	Nova Lima	256.133	86.238	2.441.777
	Rio Pomba	78.529	45.000	—
	Virgolândia	8.978	—	—
		343.640	131.238	2.441.777
SÃO PAULO	Itapira	718	2.035	—
		718	2.035	—
TOTAL GERAL		46.275.322	6.150.024	24.548.295

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

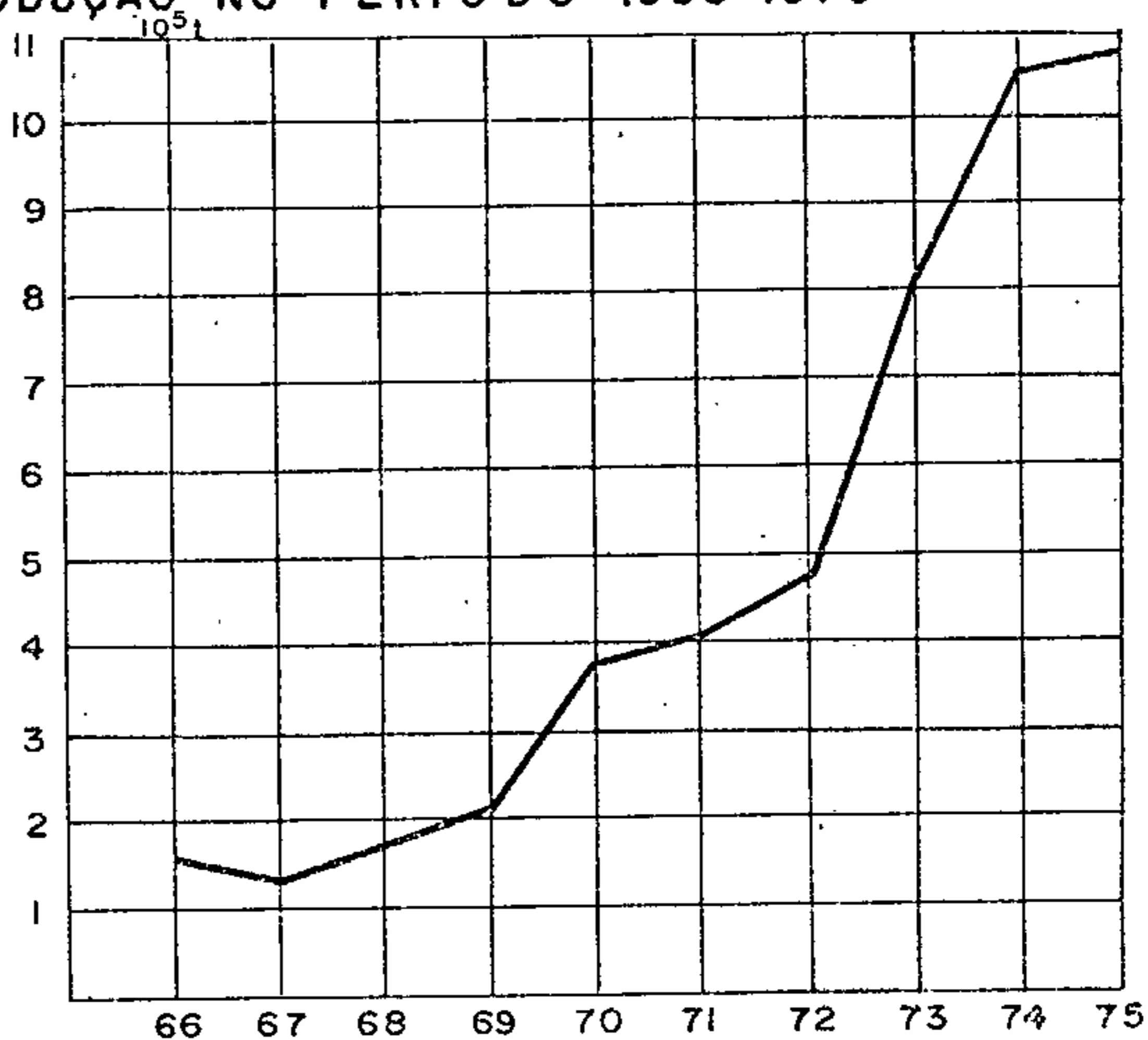
AMIANTO - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - PERÍODO 1966-1975

ANO	EXPORTAÇÃO		IMPORTAÇÃO	
	Quantidade(t)	Valor FOB(US\$)	Quantidade	Valor CIF (US\$)
1966	—	—	18.948	4.203.137
1967	15	1.111	17.504	3.938.130
1968	20	437	27.587	6.430.103
1969	—	—	20.703	4.698.404
1970	—	—	23.413	5.745.060
1971	400	91.400	23.614	5.972.438
1972	200	49.212	19.689	5.076.449
1973	102	17.583	21.881	5.257.455
1974	—	—	38.621	13.698.091
1975	1	293	29.639	13.341.562

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

AMIANTO-BRASIL-PRODUÇÃO NO PERÍODO 1966-1975

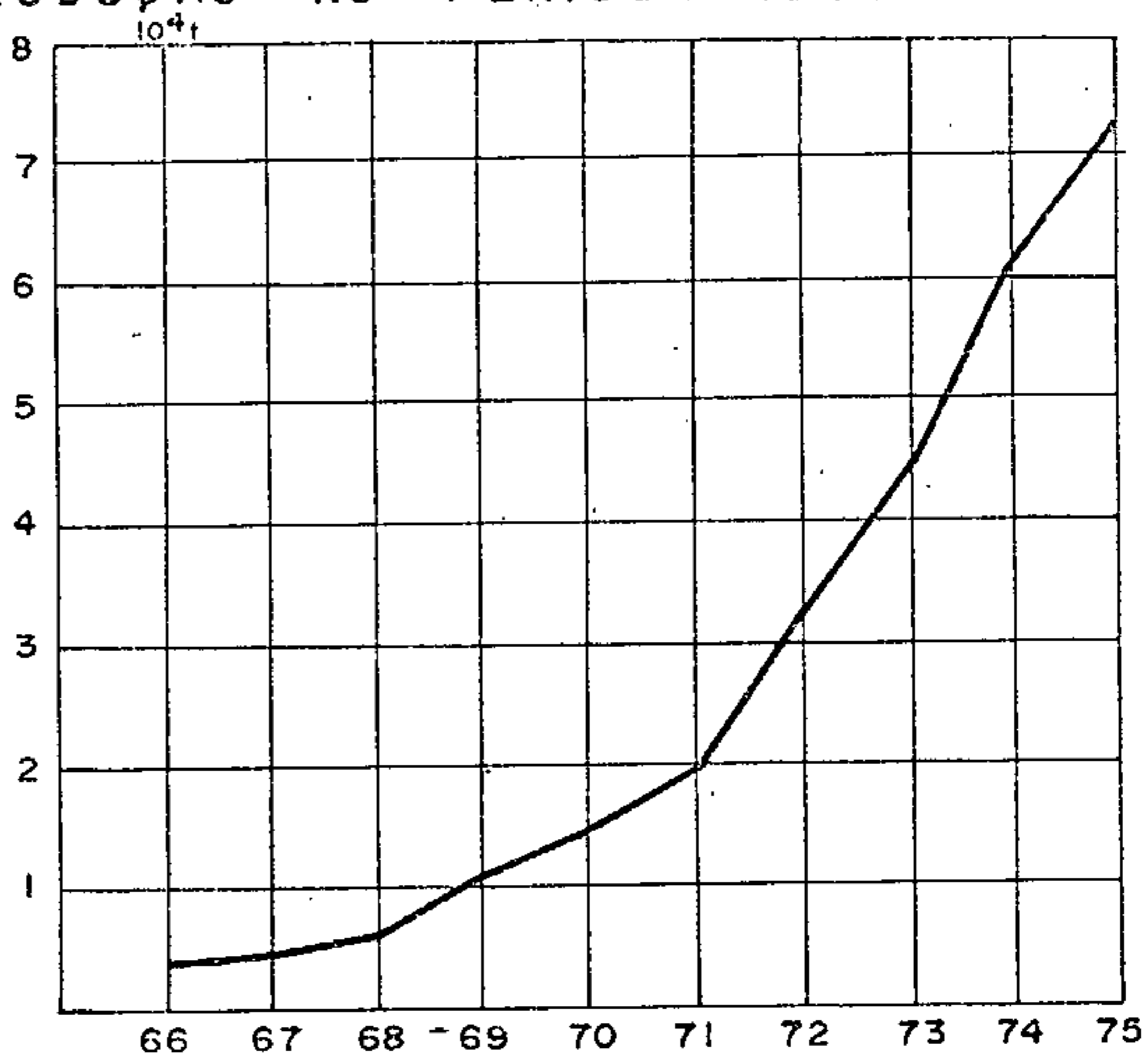
ANOS	MINÉRIO (t)
1966	154.127
1967	133.927
1968	171.487
1969	211.191
1970	376.063
1971	403.000
1972	473.655
1973	818.768
1974	1.051.309
1975	1.079.289



Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

AMIANTO-BRASIL - PRODUÇÃO NO PERÍODO 1966-1975

ANOS	FIBRA (t)
1966	3.053
1967	3.911
1968	5.454
1969	10.423
1970	14.908
1971	19.262
1972	32.883
1973	44.868
1974	61.871
1975	73.978



Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

fibra tem aumentado constantemente, mas não conseguiu acompanhar o consumo interno, fazendo com que o país esteja na dependência de importações.

O quadro de comércio exterior do amianto brasileiro (tabela 5) no período 1966-1975 constata que as exportações têm sido esporádicas, intermitentes e de pequena monta, enquanto as importações mostram uma situação relativamente estável até o ano de 1973. No ano de 1974 as importações cresceram significativamente, alcançando 38.621 t a um custo de 13.698.091 dólares. Os principais países de procedência são a República Sul Africana, seguido do Canadá e de Moçambique.

O tipo de amianto mais caro no Brasil é o designado de 4 k, atinge o preço f.o.b. de Cr\$ 7.092,00/t em Minaçu (GO) e o preço c.i.f. de Cr\$ 7.596,00/t em São Paulo (SP) e tem a especificação 0-4-9-3. Pela classificação canadense este material apresenta a característica de passar integralmente pela primeira peneira, 4 onças permanecem na segunda, 9 onças na terceira e 3 onças na caixa coletora. O produto mais barato é o 6D, com especificação 0-0-7-9, significando material fino, ao preço f.o.b. de Cr\$ 2.500,00/t em Barro Alto (GO).

Também são encontrados tipos de minério impuro e fornecidos sem ensaio como o 8S, procedente de Minaçu (GO), que custa Cr\$ 467,00 por tonelada, preço f.o.b., e o 7F, também em Minaçu, ao preço de Cr\$ 989,00/t. O frete encarece significativamente o produto pois enquanto o tipo 8S atinge São Paulo (SP) ao preço c.i.f. de Cr\$ 1.034,00, o tipo 7F alcança Cr\$ 1.556,00/t, também em São Paulo (c.i.f.). Estes dados foram coletados no Boletim de Preços nº 17 do DNPM, e são válidos para o período março/abril de 1977.

3.2.5 - Ocorrências cadastradas

Durante os trabalhos de campo foram cadastradas 9 ocorrências de amianto distribuídas em diversos municípios.

A ocorrência de nº 006 situa-se no município de São Tomé, na localidade denominada Palangana. O acesso a esta região é efetuado a partir da cidade de Cerro Corá rumo São Tomé pela rodovia estadual RN-2 por 23 km até a ocorrência.

O amianto é da variedade antofilita, apresentando fibras curtas, com pouca elasticidade, fatores que limitam sua utilização. As encaixantes mostram intenso cataclasmamento, observando-se gnaisses, quartzitos ferruginosos e anfibolitos deformados.

A ocorrência tem forma lenticular e é concordante com a encaixante, segundo a direção NE-SW e com fortes mergulhos.

Sob o número 003 é encontrada a ocorrência da fazenda Pedra Branca, município de Lages. O acesso encontra-se descrito na ficha modelo "A".

A ocorrência foi descoberta em 1965 e garimpada, entretanto em virtude da fraca possança do corpo mineralizado os trabalhos foram paralisados. Muito embora, em épocas recentes, algumas pesquisas realizadas por garimpeiros, próximo a ocorrência e grosseiramente alinhadas segundo a direção NE-SW, revelaram a existência de amianto. Este setor poderá mostrar algum interesse a partir do momento em que outras lentes de maior porte forem encontradas.

O amianto é do tipo antofilítico de fibras curtas e pouco flexível e a lente encontra-se encaixada concordantemente em xistos e quartzitos.

Nas margens do rio Apodi, na localidade de Areia, município de Tabuleiro Grande está localizada a ocorrência de número 010, distando 3 km da cidade de Tabuleiro Grande e 39 km de Pau dos Ferros.

O amianto aflora na margem esquerda do rio Apodi com aproximadamente 2 m de largura e sob espessa camada de material argiloso e argilo-arenoso aluvionar. Sua extensão foi avaliada em 150 a 200 m. Nas proximidades das ocorrências afloram anfibolitos e gnaisses cortados por veios pegmatíticos. O amianto tem cor branca, por vezes esverdeada, antofilítico de fibras longas.

Nesta ocorrência não foi verificado nenhum trabalho de pesquisa ou garimpagem.

No município de Sítio Novo foram visitadas as ocorrências de número 008 e 009 na fazenda São Pedro e Sítio Oiticica, distando respectivamente, 9 km na direção geral SW e 6,5 km na direção geral NE, por via secundária, da sede municipal.

Em São Pedro o amianto é branco, tem fibras longas, localmente ferruginoso. Várias escavações foram feitas no local, algumas bem profundas, onde afloram rochas esverdeadas, maciças, de granulação fina, fraturadas cuja amostra submetida a análise petrográfica revelou estar constituída essencialmente de serpentina quase totalmente alterada para material opaco, cortada por sílica criptocristalina e quantidades subordinadas de talco e antofilita.

O serpentinito também aflora na estrada Sítio Novo-Tangará, distando em linha reta aproximadamente 3 km da ocorrência.

No Sítio Oiticica o amianto é de cor branca a esverdeada e ferruginoso; encaixado nos gnaisses regionais, tratando-se de um pequeno "show".

Sob o número 007 está cadastrada a ocorrência da fazenda Saco da Lajinha, no município de São Vicente. O acesso encontra-se descrito na ficha modelo "A".

O amianto é do tipo antofilita e está associado a talco, clorita e vermiculita e ocorre em finos veios em um ultrabásito muito alterado encaixado em migmatitos heterogêneos.

Anteriormente este depósito foi garimpado, contudo em virtude da não economicidade os trabalhos foram paralisados e as escavações atualmente encontram-se entulhadas não permitindo uma melhor observação.

A ocorrência de número 002 localizada em Quixodé, no município de Florânia, tem seu acesso por via secundária e dista 3 km na direção NNE.

O amianto é da variedade antofilita, esbranquiçado e esverdeado, apresentando fibras curtas e ásperas. A rocha hospedeira é um ultrabásito muito alterado encaixado em migmatitos regionais.

As ocorrências de números 004 e 005, estão localizadas nas fazendas Poço do Mofumbo e Mutamba, nos municípios de Santana do Matos e São Rafael respectivamente. Seus acessos são descritos na ficha modelo "A".

A ocorrência da fazenda Mutamba é representada por um corpo anfíbolítico com um diâmetro superior a 100 m, onde ocorrem finos veios de amianto antofilítico de cor esbranquiçada, com até 5 cm de espessura. Associado a essa mineralização aparece ainda pequenas concentrações de vermiculita e zonas talcíferas. A encaixante do conjunto são os biotita-gnaisses feldspatizados que ocorrem regionalmente. O alinhamento dos veios de amianto tem direção 10° Az.

Na fazenda Poço do Mofumbo o amianto ocorre em veios com 5 cm de espessura. As fibras de antofilita são quebradiças e perpendiculares as paredes do veio. A rocha hospedeira é um anfíbolito que se encontra encaixado em biotita-gnaisse com direção 30° Az e mergulho subvertical.

3.2.6 - Conclusões e recomendações

Com base nos estudos efetuados nestas ocorrências e tendo em conta as reservas de amianto antofilítico no Brasil, associada ao fato de sua reduzida aceitação no mercado e de seu baixo valor comercial, adicionando-se ainda o pequeno porte das ocorrências cadastradas, não recomenda-se nenhum trabalho de pesquisa para as mesmas. Entretanto, em virtude de algumas delas estarem associadas a rochas ultrabásicas (serpentinítes) seria conveniente uma pesquisa preliminar com vistas à detecção de amianto crisotílico, de melhor qualidade, e, também, à prospecção dos minerais metálicos cuja gênese são ligadas a estes tipos de rochas.

3.3 - ARGILA

3.3.1 - Generalidades

As argilas formam um importante grupo de minerais industriais, sendo conhecidas e usadas desde os primórdios da civilização. Trata-se de um material de granulação muito fina, constituído essencialmente de silicato hidratado de alumínio, contendo geralmente quantidades variáveis de impurezas de origem orgânica e inorgânica. A propriedade de tornar-se plástica quando umedecida, e rígida quando devidamente aquecida foi logo percebida pelo homem primitivo, que aproveitava tais características para gravar inscrições em argila. Apesar de tão antigo conhecimento e de ser um dos materiais mais comuns, não se encontra definição internacionalmente aceita pelos estudiosos para o termo argila.

Com a descoberta de novas informações relativas a estrutura cristalina e composição mineralógica obtidas por meio de espectrografia por difração de Raios-X, análise termo-diferencial, bem como o estudo da forma das partículas pelo microscópio eletrônico, a classificação e nomenclatura das argilas está sendo revisada. Estruturalmente formam-se cadeias de silicatos, e a classificação está baseada na configuração espacial das células unitárias dos minerais. De maneira geral as argilas podem ser enquadradas em três grandes grupos :

1- Grupo caulinita - representado por silicatos hidratados de alumínio, incluindo caulinita, diquita, haloisita, anauxita, halofano e nacrita.

2- Grupo das montmorilonitas - constituído por si

licatos hidratados de alumínio, magnésio e ferro, com ions trocáveis de sódio ou cálcio. Os representantes deste grupo são: montmorilonita, beidelita, nontronita, hectorita e sauconita.

3- Grupo da ilita - formado por variedades micáceas de silicatos hidratados complexos de alumínio, potássio ferro e magnésio.

Algumas argilas recebem nomes especiais baseados nas suas características e propriedades. Dentre elas pode-se citar : "ball-clay", argila muito plástica de cor escura utilizada para fabricação de peças refratárias ao calor, e pertencentes ao grupo da caulinita; "terra-fuller", argila do grupo das montmorilonitas, que tem a propriedade de trocar de ions naturalmente, sendo consumida na indústria textil como descorante; bentonita é um termo comercial para montmorilonitas com capacidade de troca de ions.

Neste capítulo dar-se-à ênfase apenas às argilas para cerâmica, englobando as argilas para cerâmica vermelha e branca.

As argilas destinadas a cerâmica vermelha são aquelas que constam de mistura com elevada percentagem de impurezas minerais e orgânicas. As impurezas minerais encontradas nestas argilas são constituídas principalmente de quartzo com granulometria de silte ou maior, bem como feldspato, comumente alterado, além de pequenas palhetas de mica, variando estas impurezas entre 50% e 80% do material.

Para consumo em cerâmica branca (louças, porcelanas e peças refratárias ao calor) a argila necessita possuir pouca ou nenhuma impureza mineral, e nem tampouco estar muito contaminada por elementos metálicos tais como ferro e man

ganês.

As argilas apresentam tonalidades bastante variáveis, conforme o tipo e o teor das impurezas. Podem ser amareladas pela impregnação de óxido de ferro; castanhas devido a transformação do óxido ferrico em limonita; vermelhas pela presença de hematita finamente disseminada; púrpuras quando contêm dióxido de manganês hidratado e limonita; verdes pela presença de clorita ou glauconita; cinzas e negras quando ricas em matéria orgânica.

Os depósitos argilosos podem resultar da alteração superficial "in situ" de rochas pré-existentes ou provir de material retrabalhado e posteriormente depositado.

3.3.2 - Usos e aplicações

Os usos e aplicações das argilas estão diretamente relacionados a estrutura cristalina, composição química e propriedades físicas, ocorrendo então que argilas de composição química semelhante apresentam propriedades físicas diferentes, o que acarreta usos industriais bastante diversificados. De uma maneira geral, as principais características que condicionam o uso são: o tamanho das partículas, plasticidade, índice de contração, refratariedade, cor de queima, tixotropia, etc.

Na indústria as argilas têm um vasto campo de aplicação em diversos setores. Em cerâmica vermelha elas são empregadas na confecção de tijolos dos tipos adobe, prensado, vazado (2,4,6 ou 8 furos), telhas, manilhas e ladrilhos. Para cerâmica branca elas devem possuir propriedade bem mais homogêneas sendo utilizadas na fabricação de louças sanitárias

as, azulejos, louças domésticas e porcelana, além de peças refratárias.

Na indústria de borracha e plástico servem como carga ativa e inerte; na indústria metalúrgica, para moldagem de peças e como aglomerante na pelotização de minério de ferro. A argila também é usada como matéria-prima na indústria de cimento, como diluente primário e secundário em inseticida, na manufatura de minas de lápis, carga para sabão, na fabricação de produtos farmacêuticos e de agregados leves.

3.3.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional

As argilas de uso comum constituem materiais de baixo preço e relativa abundância. Havendo pouca exigência em relação a qualidade, elas possuem pequena influência no comércio entre países, acarretando, de certa maneira, dificuldades na obtenção de dados referentes a produção, preço e consumo mundiais.

No caso de argilas nobres, tais índices são mais facilmente encontrados, tendo em vista o valor elevado que podem alcançar.

Nos Estados Unidos em 1970 a produção de argila comum e folhelhos atingiu 39.244.000 t curtas no valor de US \$ 57,721,000, isto é, US\$ 1.47 por t curta. Isto representa 72% da quantidade e 22% do valor de todos os tipos de argilas e folhelhos produzidos naquele país em 1970.

3.3.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

Baseado em dados contidos em relatórios anuais de lavra e de pesquisa encaminhados ao DNPM, as reservas brasileiras medidas de argila em 1975 situaram-se por volta de 211.652.794 t, como indicado na tabela 7. Compreende-se que o Estado de São Paulo esteja presente com o significativo valor de 89.168.457 t (a maior medida do Brasil) pelo fato de ali estarem concentradas as maiores cerâmicas e olarias, além da mentalidade já existente de os proprietários de tais empresas requererem suas jazidas de argila junto ao DNPM, regulamentando as respectivas áreas, e explorando-as racionalmente, em contraposição ao que se verifica amplamente no Brasil, onde o costume generalizado consiste em escavar simplesmente as regiões de várzeas em busca de argila propícia às olarias.

A tabela de produção bruta mostra o crescimento contínuo da atividade, que alcançou 2.385.710 t em 1975, em relação a 645.537 t extraídas em 1966. Estes índices referem-se à argila, mas a produção real supera amplamente tal cifra, pois a maior parte da argila extraída provém de garimpos não legalizados, à margem do controle do Departamento Nacional da Produção Mineral.

A partir do cálculo do Imposto Único Sobre Minerais em 1975, o Estado do Rio Grande do Norte produziu 15.889 t de argila comum, com valor tributável de Cr\$ 70.682,00.

A tabela 8 apresenta os preços constantes no Boletim de Preços nº 17 do DNPM, observando as variações segundo a especificação da argila e as aplicações industriais

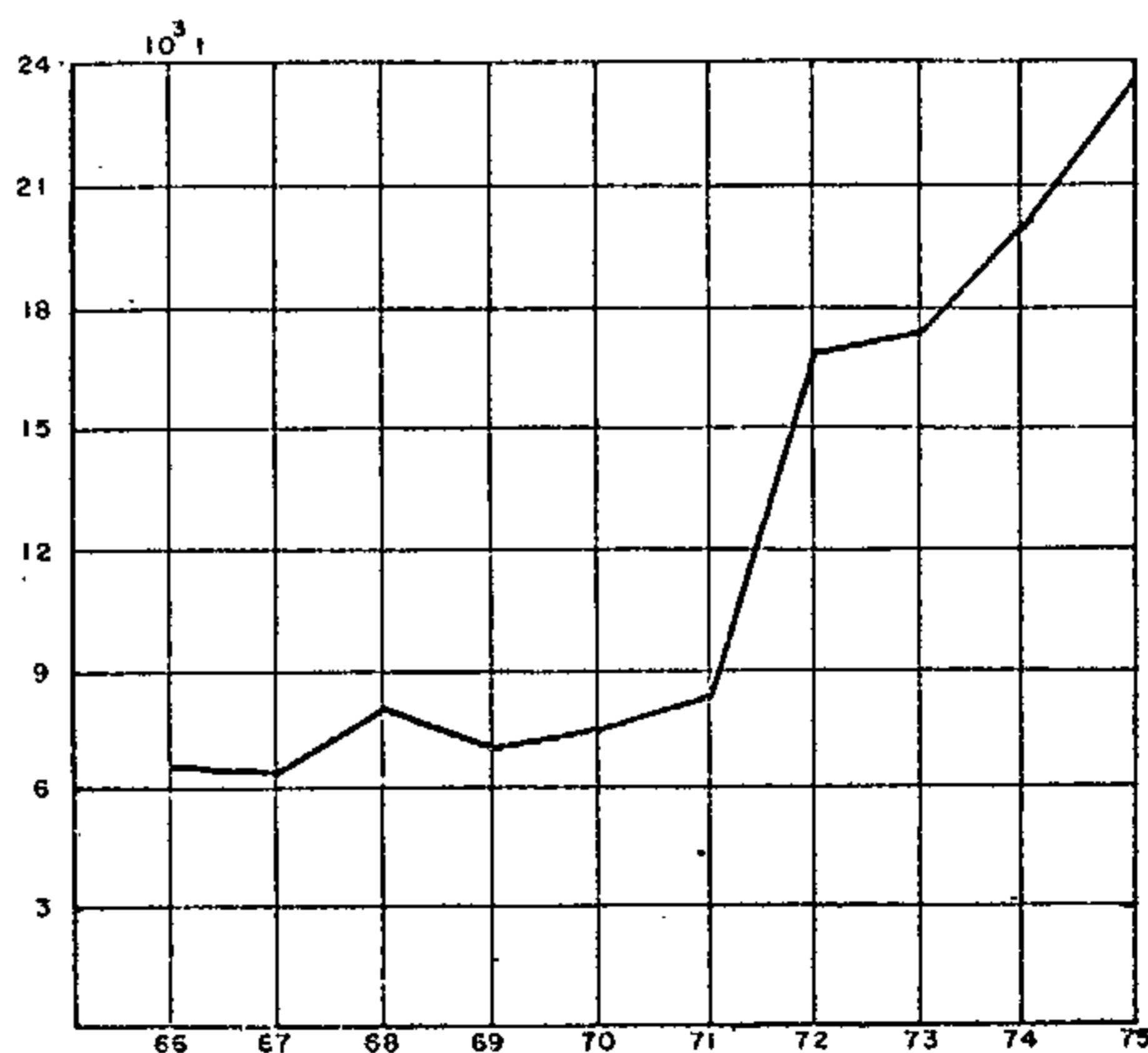
ARGILA-BRASIL — RESERVAS EM 1975

ESTADO	Q U A N T I D A D E (1)		
	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
Bahia	10.226.224	20.600.489	—
Ceará	530.831	—	—
Distrito Federal	1.810.186	937.000	823.000
Goiás	2.984.989	16.749.500	27.827.500
Mato Grosso	13.062.500	3.918.750	1.175.625
Minas Gerais	46.307.025	25.346.898	4.536.153
Pará	13.308.184	28.358.928	—
Paraíba	5.691.024	510.000	—
Paraná	13.510.142	1.125.000	1.125.000
Pernambuco	6.877.806	482.183	536.504
Piauí	20.102	—	—
Rio de Janeiro	3.637.867	22.946.000	680.000
Rio G. do Sul	1.174.265	269.190	—
Santa Catarina	3.059.601	687.742	306.321
São Paulo	99.168.457	6.070.060	6.121.649
Sergipe	283.572	433.285	25.200
TOTAL	211.652.794	128.435.025	43.156.952

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

BRASIL-PRODUÇÃO BRUTA DE ARGILA NO PERÍODO 1966-1975

ANOS	Bruta (1)
1966	654.537
1967	650.896
1968	802.943
1969	706.357
1970	750.895
1971	846.014
1972	1.695.496
1973	1.744.020
1974	2.014.723
1975	2.385.710



FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

TABELA 7

ARGILA - BRASIL - COTAÇÃO NO MERCADO INTERNO - PERÍODO MARÇO - ABRIL 1977

MATÉRIA-PRIMA MINERAL	USO DA MATÉRIA-PRIMA	LOCAL DA COTAÇÃO		PREÇO (Cr\$/t)	
		PROCEDÊNCIA	DESTINO	FOB	CIF
ARGILA - ESPECIFICAÇÃO	APLICAÇÕES INDUSTRIAIS				
_____	Cerâmica	Belém - PA	Belém - PA	—	12,00
_____	Cerâmica	Icoaracy - PA	Belém - PA	—	12,00
_____	Cerâmica	Barcarema - PA	Belém - PA	—	13,00
Argila cinza-chumbo SiO ₂ 59,46% - Al ₂ O ₃ 27,5 % Fe ₂ O ₃ 1,99 % - PF 9,95 %	Pisos	Ananindena - PA	PA	70,00	130,00
Argila bruta - cor branca úmida - plástica	Cerâmica e refratário	Inhaúma - MG	—	95,00	—
Branca - comum - úmida	Cerâmica	Mage - RJ	—	121,00	—
Plástica - SiO ₂ 67,39 % Al ₂ O ₃ 22,9 % - CaO 0,15 %	—	Pará	—	160,00	180,00
5 % > 100 mesh, H ₂ O ≤ 5 %	Fundente	Ipatinga - MG	Gov. Valadares - MG	—	319,00

Fonte: DNPM, Boletim de Preços nº 17 (março/abril 1977)

da mesma.

3.3.5 - Ocorrências cadastradas

No transcorrer da etapa de campo foram cadastradas 27 ocorrências de argila, distribuídas em diversos municípios conforme tabela 9.

As ocorrências cadastradas em sua grande maioria constituem depósitos de cerâmicas e olarias do Estado. Nas fichas modelo "C" procurou-se dar informações relativas a produção das cerâmicas, modo de exploração, mecanismo da industrialização e o preço dos produtos, contudo esses dados devem ser tomados com certa reserva em função da desconfiança natural dos industriais.

No Rio Grande do Norte foram definidas algumas regiões com maior concentração de depósitos de argila associados a indústria cerâmica e oleira.

Na região compreendida pelos municípios de São Gonçalo do Amarante e Macaíba foram cadastradas 3 ocorrências (n^{os} 030, 031 e 023), que são exploradas por 9 indústrias cerâmicas, de médio e grande porte.

Os depósitos são representados por uma só sequência, constituídos pelas aluviões recentes depositadas nas várzeas dos rios. A parte explorada comumente é formada por terraços pouco mais elevados que o atual nível do rio Potengi, somente atingidos pelo mesmo nos períodos de inundação. As espessuras dos depósitos são bastante variáveis; nos locais de amostragem apresentaram uma espessura entre 1,5 e 3,0 metros. Os ensaios tecnológicos de uma amostra de cada depósito, revelaram que o material tem uso provável em cerâmica

A R G I L A

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ESPESSURA(m)	APLICAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL
011	Açu	Cerâmica Mongiaçu	1,5	Cerâmica Vermelha	Em lavra
012	Açu	Morada Nova	1,7	Cerâmica Vermelha	Em lavra
013	Arês	Fazenda Cametá	2,0	Cerâmica Vermelha	Em garimpo
014	Encanto	Rio Encanto	2,5	—	Em garimpo
015	Goianinha	Cerâmica Sta Elvira	2,0	Cerâmica Vermelha	Em garimpo
016	Goianinha	Jardim	1,5	Cerâmica Vermelha	Em garimpo
017	Goianinha	Lagca do Poço	0,80	—	Em garimpo
018	Ielmo Marinho	Fazenda Potengi	0,50	—	—
019	Ipanguaçu	Cerâmica Vencedora	2,0	Cerâmica Vermelha	Em lavra
020	Ipanguaçu	Fazenda Itajaí	3,0 a 4,0	Cerâmica Vermelha	Em lavra
021	Januário Cicco	Lagoa do Trairi	—	Cerâmica Vermelha	—
022	José da Penha	Riacho Pé de Jatobá	0,40	—	—
023	Macaíba	Jacobina	3,0	Cerâmica Vermelha	Em lavra
024	Marcelino Vieira	Riacho de Albuquerque	0,60	—	—
025	Mossoró	Rinçãõ	1,0 a 5,0	Cerâmica Vermelha	Em garimpo
026	Passa e Fica	Lagoa da Carnaúba	—	Cerâmica Vermelha	—
027	Presidente Juscelino	Lagoa da Serra	—	Cerâmica Vermelha	—

(continua)

A R G I L A

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	Espessura (m)	APLICAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL
028	Presidente Juscelino	Lagoa das Pedras	—	Cerâmica Vermelha	—
029	Rafael Fernandes	Riacho Santana	0,8	—	Em garimpo
030	S. Gonçalo do Amarante	Cerâmica Sta Marta	1,5	Cerâmica Vermelha	Em lavra
031	S. Gonsalo do Amarante	Santo Antonio	2,5	Cerâmica Vermelha	Em lavra
032	S. Jose' do Mipibu	Fazenda Olho D'agua	2,0	—	Em garimpo
033	S. Jose' do Mipibu	Ribeiro	1,8	Cerâmica Vermelha	Em garimpo
034	Serrinha	Lagoa da BoaVista	—	—	—
035	Serrinha	Lagoa do Bom Pasto	—	Cerâmica Vermelha	—
036	Upanema	Carão	1,5	—	Em lavra
037	Vera Cruz	Lagoa Ponta da Várzea	0,5	—	Em garimpo

vermelha, podendo entretanto em função de outros ensaios vir a ser utilizado em ladrilhos de piso, manilhas e agregado leve.

As produções das indústrias cerâmicas localizadas nesta região variam entre 10.000 e 40.000 peças por dia e seus principais produtos são tijolos de 6 e 8 furos, telhas canal e lajotas. O equipamento utilizado pelas cerâmicas consta de marombas Morando ou Bonfanti acompanhada de misturadores. A queima é realizada em fornos de campanha ou contínuos e a secagem na grande maioria das cerâmicas é feita ao ar livre e algumas delas utilizam estufas. A exploração dos depósitos é feita manualmente através de pás e enxadas, sendo que as maiores fazem a lavra por meio de pás e escavadeiras.

Os municípios de Açu e Ipanguaçu constituem outra região de concentração de depósitos e indústrias cerâmicas. Nesta região foram cadastradas 4 ocorrências de argilas (n^{os} 011, 012, 019 e 020) que servem como fonte de matéria prima para quatro cerâmicas, que tem como principais produtos telhas canal, tijolos de 6 e 8 furos e lajotas, com uma produção média diária de 15.000 peças, tendo seus produtos como principal fonte consumidora as cidades de Mossoró e Natal.

As ocorrências, a exemplo das anteriormente descritas, são representadas pelas aluviões do rio Açu com espessura variável de 1,0 a 4,0 metros.

As cerâmicas desta região podem ser consideradas de médio porte uma vez que são semi-mecanizadas no que se refere a industrialização de seus produtos, utilizando maromba Morando e Bonfanti e a queima é realizada em fornos de campanha. Algumas olarias para fabricação de tijolos cerâmicos

cos (maciços), são observadas na região, onde os tijolos são feitos manualmente e a queima é realizada ao ar livre em fornos confeccionados pelos mesmos em forma de pilhas.

Os ensaios tecnológicos preliminares em uma amostra de cada depósito indicaram o uso provável destas argilas em cerâmica vermelha, contudo a depender de outros ensaios poderiam vir a ser utilizadas em manilhas, ladrilhos de piso e agregado leve.

Outra grande concentração de depósitos argilíferos associados a indústria cerâmica é encontrada na região constituída pelos municípios São José de Mipibu, Arês e Goiânia. Nesta região foram cadastradas 5 ocorrências (n^{os} 013, 015, 016, 017, 032, 033) de argilas que são utilizadas como jazidas de 7 indústrias cerâmicas de médio porte, cuja produção varia entre 15.000 a 40.000 peças por dia; seus equipamentos são marombas Morando e Bonfanti, acopladas a misturadores, e seus fornos são de campanha com capacidade média de 20.000 peças por forno.

As ocorrências são representadas por depósitos aluvionares recentes dos rios Jacu e Trairi e depósitos lagunares da lagoa do Poço. As espessuras destes depósitos são bastante variáveis, sendo observado uma espessura média variando entre 1 e 2 metros. O depósito da lagoa do Poço de número 017 é constituído por uma lente de argila preta com 80 cm de espessura que é utilizada por uma olaria para confecção de telhas canal.

Ensaio tecnológicos realizados nos depósitos aluvionares revelaram o uso provável destas argilas para cerâmica vermelha, podendo algumas delas virem a ser utilizadas em usos mais nobres na dependência de outros ensaios.

Outros depósitos foram cadastrados nos municípios de Upanema, Mossoró, Encanto, Ielmo Marinho, Januário Cicco, José da Penha, Presidente Juscelino, Passa e Fica, Marcelino Vieira, Rafael Fernando, Serrinha e Vera Cruz. Nestes municípios foram cadastradas 13 ocorrências de argilas conforme tabela 9 .

Na região ao sul e a oeste de Pau dos Ferros foram cadastradas as ocorrências do Riacho Santana, Pé de Jatobá, Riacho Albuquerque e Rio Encanto, sob os números 014, 022 , 024 e 029 respectivamente nos municípios de Rafael Fernandes, José da Penha, Marcelino Vieira e Encanto. Estes depósitos estão situadas nas margens dos rios e riachos que passam nas proximidades das sedes municipais e são constituídas por sedimentos de deposição recente, sendo de pequeno porte, que se prestam à utilização esporádica da mão de obra local principalmente no período "sêco". As argilas comumente encontradas são de cor cinza escura a preta com espessura variando entre 30 a 100 cm, com intercalações arenosas (delgadas) e restos orgânicos. As argilas exploradas são usadas na fabricação de tijolos, com exceção da ocorrência do Riacho Santana onde também se fabrica telha canal (foto 1). É notório o regime intermitente das atividades, baixa qualidade do material e pouca rentabilidade.

Nos demais municípios com exceção de Mossoró, Upanema e Ielmo Marinho, os depósitos são de origem lagunar e de pequeno porte. As argilas têm cor preta e são capeadas por sedimentos areno-argilosos. A utilização destas argilas é feita por pequenas olarias, sendo a mesma misturada a outros materiais menos argilosos para diminuir a plasticidade das mesmas.

As ocorrências de Mossoró, Upanema e Ielmo Marinho são depósitos aluvionares dos rios Apodi, Carmo e Potengi respectivamente. Os dois primeiros depósitos são utilizados por duas cerâmicas de médio porte com uma produção média de 10.000 a 20.000 peças diárias, as espessuras destes depósitos que são constituídos por argilas de tonalidades escuras variam entre 1 e 5 metros de espessura. O último, atualmente é utilizado por uma pequena olaria, entretanto está desenvolvendo um projeto para a implantação de uma cerâmica. Esta ocorrência é representada por argila muito plástica de coloração cinza escura a preta, sua espessura variando entre 0,5 a 2 metros.

3.3.6 - Conclusões e recomendações

As principais ocorrências de argilas (cadastradas) para cerâmica vermelha distribuem-se principalmente a leste do meridiano de 36° . Na região oeste do Estado foram cadastrados pequenos depósitos que são utilizados principalmente por pequenas olarias de subsistência. Os municípios mais desenvolvidos desta região têm seu consumo de produtos cerâmicos parcialmente supridos por indústrias cearenses, inclusive a cidade de Mossoró, grande centro consumidor. Observou-se a existência de uma cerâmica de médio porte e outras pequenas olarias ao longo do rio Apodi, sendo grande parte do seu abastecimento realizado por cerâmicas do município de Aracati (CE).

No interior do Estado observa-se a existência de uma concentração de depósitos de argila ao longo dos rios do Carmo e Açu que são explorados por 5 indústrias cerâmicas que enviam seus produtos para os mercados consumidores da

região e à cidade de Natal.

A região a leste do meridiano de 36° contribui com uma parcela ponderável na complementação do consumo do Estado, principalmente do município de São Gonçalo do Amarante e Macaiba, que possuem suas indústrias às margens do rio Potengi. Os municípios de Goianinha e São José de Mipibu, também grandes produtores, tem seus depósitos ao longo dos rios Trairi e Jacu.

Resta ainda salientar que os ensaios tecnológicos preliminares realizados em amostras de argilas da grande maioria dos depósitos revelaram que as mesmas têm uso provável na confecção de telhas e tijolos cerâmicos, podendo entretanto virem a ser utilizados em empregos mais nobres, (vide fichas de cadastramento).

Tendo em vista o grande desenvolvimento da indústria civil do Estado, que acarretará uma maior demanda de produtos cerâmicos principalmente nos municípios mais desenvolvidos, urge que se faça um estudo sistemático ao longo dos rios e riachos próximos a estes centros para a determinação do potencial das reservas argilíferas, ao mesmo tempo que se discutiria a implantação de indústrias cerâmicas com a finalidade de abastecer totalmente o mercado que atualmente encontra-se em deficit.

3.4 - BARITA

3.4.1 - Generalidades

Os principais minérios de bário são a barita (BaSO_4) e witerita (BaCO_3). A barita, também denominada baritina ou espato pesado, é a fonte mais importante de bário, utilizado nas indústrias sob a forma de cloreto, nitrato, sulfato e carbonato. Quimicamente é constituída por 65,7% de monóxido de bário (BaO), 34,3% de trióxido de enxôfre (SO_3) e cristaliza no sistema ortorrômbico. Tem clivagem perfeita 001, brilho vítreo, dureza 2,5 a 3,5, e densidade de 4,3 a 4,6, muito embora as inclusões e impurezas possam baixar consideravelmente este valor. A coloração varia desde branca até rósea, de transparente a opaca, podendo ocorrer manchas de óxido de ferro ou matéria carbonosa. O nome barita deriva do termo grego "barys" que significa pesado. A witerita teoricamente possui 77,7% de BaO e 22,3% de CO_2 , cristaliza no sistema ortorrômbico, tem brilho vítreo até resinoso, dureza 3 a 3,75, densidade 4,3, possuindo desde cor branca até cinza, amarela, verde e marrom, transparente até opaca. Apresenta menor interesse sendo produzida principalmente na Inglaterrra.

3.4.2 - Usos e aplicações

O campo de usos e aplicações de barita é vasto devido a suas propriedades de inércia química, relativa insolubilidade em água e ácidos, e elevada densidade. Para isso ela necessita de um elevado teor de BaSO_4 e reduzida quantit

dade de impurezas, principalmente óxido de ferro.

Em alguns países o maior aproveitamento da barita consiste no preparo de lamas densas, empregadas na perfuração de poços de petróleo, gás ou água. A barita precisa ser finamente moída, de maneira que 90% a 95% do material passe numa peneira de 325 mesh, com teor de 90% ou mais de BaSO_4 .

Na indústria de vidros a barita é moída numa mistura cujas partículas variam de 16 a 20 mesh, além das especificações seguintes: 98% de BaSO_4 , 1,5% de SiO_2 e 0,15% de Fe_2O_3 . Ela atua na homogeneização da mistura e maior brilho no produto final.

Na indústria química o material usado varia de 4 a 20 mesh tendo uma composição de 96% de sulfato de bário mais sulfato de estrôncio, 2% de SiO_2 e até 2% de óxidos combinados.

A barita também entra na composição de pigmentos amarelos de cromato, pigmentos mixtos com óxido de titânio, pigmentos brancos com o litopônio, que é uma combinação de sulfato de bário e sulfato de zinco, empregado na indústria de linóleos e produtos têxteis. Contudo a produção de litopônio está decrescendo em virtude do maior uso de pigmentos de titânio. A barita pode também ser aproveitada como carga inerte na fabricação de pneumáticos, plásticos e tintas. Uma mistura de borracha sintética e barita finamente granulada pode ser combinada a quente com asfalto, resultando em um revestimento impermeável na superfície das estradas, prolongando-lhe a vida útil.

Em virtude da resistência às radiações de Raios-X e Raios Gama a barita é utilizada na preparação de concreto

de elevada densidade cuja finalidade é revestir ambientes que envolvem radiações.

O carbonato, cloreto, óxido, hidróxido, peróxido e nitrato de bário têm diversas aplicações. O carbonato é usado pela indústria cerâmica na produção de substâncias especiais, com propriedade de alta constante dielétrica; como ingrediente em lentes óticas; em tubos de raios catódicos de aparelhos de televisão; como agente purificante de água. O cloreto de bário atua na indústria de aço para banhos de endurecimento, nas indústrias de soda cáustica e refinarias de sal para purificação de salmoura, na indústria de matérias corantes é empregado na confecção de branco fixo. No setor farmacêutico faz-se uso dos compostos de sulfato de bário para contraste de Raio-X. O hidróxido de bário tem importância na indústria de graxas por causa da resistência às elevadas temperaturas; nos processos de refinação de açúcar; na indústria de cerâmica; para preservação de madeiras, e na fabricação de estabilizante para PVC.

3.4.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional

A indústria de produção de barita iniciou nos Estados Unidos em 1845, em Virgínia, onde foi utilizada como carga para tintas brancas. Só no ano de 1910 a mineração de barita estendeu-se para os Estados de Alabama, Tennessee, Georgia, Kentucky e Nevada. Em 1926 obteve-se uma patente para o aproveitamento de barita como agente pesado em lamas de sondagem, em perfuração rotativa e sondagens de poços petrolíferos. Tal fato também provocou imediata elevação de consumo e

consequente produção, tendência que permaneceu até os anos recentes.

A Alemanha era a grande exportadora de barita até a II Guerra Mundial e extraía o minério na região de Meggen, Westfalia, atualmente situada na República Federal da Alemanha. O minério ocorre sob a forma de leitos e associado a esfalerita, pirita, galena e tetraedrita, em rochas de origem marinha de idade devoniana.

Com relação aos depósitos da União Soviética pouco se sabe a respeito, estimando-se uma produção de 110.000 t curtas em 1957, acontecendo o mesmo com a China, cuja produção deve estar crescendo tendo em vista o incremento de pesquisas petrolíferas. A produção chinesa de barita em 1976 foi estimada em 200.000 t curtas, que corresponde a quase 5% do total mundial. Durante os últimos anos as exportações realizadas pela China, que oscilavam em torno de 40.000 t a 70.000 t curtas por ano, sofreram decréscimo, o que possivelmente reflete um aumento no consumo interno.

A tabela 10 apresenta os maiores produtores mundiais de barita e suas respectivas reservas. Os Estados Unidos aparecem como o maior produtor mundial, com uma estimativa de 1.129.000 t curtas para o ano de 1976. O Estado de Nevada contribui com a maior parcela (63%), seguido pelo Estado de Missouri (14%). Uma estatística de produção e preços mostrada na tabela 10, indica que a produção americana em 1976 decresceu em relação ao ano de 1975. Por outro lado a barita importada pelos Estados Unidos teve seu preço f.o.b. aumentado em cerca de 30% relativo ao mesmo período. A demanda de barita como agente adensador em lamas de sondagens permanece e

BARITA - PRODUÇÃO MUNDIAL E RESERVAS

(Unidade: 1000t curtas)

ANO PAÍSES	PRODUÇÃO			RESERVAS
	1974	1975	1976 (estimada)	
Estados Unidos	1.106	1.287	1.129	65.000
Canadá	125	96	110	4.000
França	110	110	110	4.000
Rep. Fed. Alemã	329	273	290	7.000
Grécia	94	118	120	4.000
Irlanda	275	325	300	6.000
Itália	196	235	240	5.000
México	275	331	330	4.000
Marrocos	103	150	150	6.000
Peru	240	255	260	4.000
Iugoslávia	72	55	55	3.000
Outros	1.864	1.956	2.050	88.000
TOTAL MUNDIAL	4.789	5.191	5.144	200.000

Fontes: Engineering and Mining Journal (março 1976 e 1977)

BARITA - ESTADOS UNIDOS - ESTATÍSTICA DE PRODUÇÃO E PREÇOS

(Unidade: 1000t curtas - US\$)

DISCRINAÇÃO	1973	1974	1975	1976 (estimada)
Produção Mineira	1.104	1.106	1.287	1.129
Importada para consumo (barita bruta)	716	729	634	830
Exportação - Moída	68	61	40	40
Consumo aparente - Moída	1.592	1.662	1.807	1.830
Preço médio na mina por t-curta (FOB médio)	\$ 15,12	\$ 15,21	\$ 16,06	\$ 21,00

Fontes: Engineering and Mining Journal (março 1977)

levada no mercado internacional, como resultado da intensa pesquisa de petróleo efetuada por diversos países. Esta atividade consome de 80% a 90% da barita produzida no mundo.

As companhias petrolíferas americanas dominam o mercado internacional de fornecimento de lamas de sondagens, e conseqüentemente procuram fortalecer suas fontes próprias de abastecimento por meio de controle ou associação com as mais importantes minas de barita em atividade. Na Inglaterra e Irlanda várias empresas estão estudando a viabilidade de reabrir antigas minas, que poderiam fornecer lamas para as pesquisas petrolíferas em desenvolvimento no Mar do Norte.

O emprego de barita tende a permanecer constante ou mesmo aumentar nos próximos anos. Para aproveitamento em outros campos além do petrolífero, o consumo de barita dependerá da evolução de economia dos diversos países que a utilizam. O baixo custo do minério sugere que a barita não sofrerá concorrência de outros materiais no importante mercado de lamas de sondagens.

3.4.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

No ano de 1975 as reservas brasileiras, assinaladas na tabela 11, alcançaram 2.305.252 t, com possibilidades de incremento pela descoberta de novas áreas. As principais ocorrências situam-se no Estado da Bahia, onde existem importantes jazidas nos municípios de Camamu, Ibitiara, Miguel Calmon e Seabra. Reservas menores são encontradas nos Estados de São Paulo e Paraná, além de ocorrências em Minas Gerais, Goiás, Ceará, Maranhão, Pará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba.

BARITA - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR EM 1975

DISCRIMINAÇÃO	EXPORTAÇÃO		IMPORTAÇÃO	
	Quantidade (t)	Valor FOB (US \$)	Quantidade (t)	Valor CIF (US \$)
Sulfato de bário natural	—	—	221	68.093
Hidróxido de bário	—	—	272	198.468
Peróxido de bário	—	—	0,2	822
Sulfeto de bário	—	—	30	11.999
Sulfato de bário	—	—	1.985	735.839 ⁽²⁾
Nitrato de bário	—	—	3	3.137
Carbonato de bário	224	88.040 ⁽¹⁾	3.041	906.029 ⁽³⁾
Cloreto de bário	—	—	1.138	532.279

(1) - Países de destino: Peru(75,3%) e Argentina(24,7%)

(2) - Principais países de origem: E.U.A.(58,8%) e Alemanha Ocidental(39,6%)

(3) - Principal país de origem: Alemanha Ocidental(94,6%)

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

BARITA - BRASIL - RESERVAS EM 1975

ESTADO	Município ou zona específica	QUANTIDADES (t)				TEOR % BaSO ₄
		Medida		Indicada	Inferida	
		Minério	Contido			
BAHIA	Camamu	70.329	66.461	109.358	50.000	94,5
	Ibitiara	232.891	216.589	789.438	410.067	93
	Miguel Calmon	—	—	1.324.741	—	—
	Seabra	—	—	31.072	30.596	—
		303.220	283.050	2.224.754	490.663	—
PARANÁ	Cerro Azul	191	153	808	—	80
	R. Branco do Sul	32.546	30.919	79.690	—	95
		32.737	31.072	80.498	—	—
SÃO PAULO	Guapiara	900	810	—	—	90
		900	810	—	—	—
TOTAL GERAL		336.857	314.932	2.305.252	490.663	—

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

A edição de 1976 do Anuário Mineral Brasileiro in forma que em 1975 foram protocolizados no DNPM 101 pedidos de pesquisa e concedidos 24 alvarás de pesquisa. Existiam 7 minas em atividade, 1 manifesto de mina, 10 concessões de lavra; 2 minas mecanizadas, 2 semi-mecanizadas e 3 manuais, todas a céu aberto, com um recolhimento anual de Cr\$2.184.000, 00 de Imposto Único Sobre Minerais.

As jazidas localizadas nas ilhas Grande e Pequena, na baía de Camamu, Estado da Bahia, foram inicialmente lavradas no período de 1941-1944 pela Companhia de Pigmentos Minerais. O controle posteriormente passou à Pigmina S.A., Pigmentos Minerais Industrial e Comercial, que o detém desde então. Já no município de Miguel Calmon uma jazida com reserva indicada de 1.324.741 t é aproveitada pela Engeminas Ltda, Empresa Geral de Mineração e Indústria, que explora veios de origem hidrotermal. O maior deles aflora concordantemente em rochas quartzíticas, com área mineralizada de 5-6 Km de extensão. Em Ibitiara existem ocorrências que podem ser consideradas entre as maiores do país, destacando-se veios de grandes dimensões.

Por outro lado as ocorrências de São Paulo e Paraná são pequenas quando comparadas às da Bahia. A barita do Paraná ocorre em veios cortando calcários dolomíticos e quartzíticos, nos municípios de Cerro Azul e Rio Branco do Sul; em São Paulo, no município de Guapiara, aparece em massas silicas no contato com rocha diabásica. A produção dos dois Estados é pequena.

De um modo geral os diversos tipos de barita enquadram-se em dois graus, denominados grau lama de perfuração e grau químico ("drilling mud grade" e "chemical grade"). O pri

meiro tipo é aproveitado em lama de perfuração, apresentando 90% a 92% de $BaSO_4$, e densidade mínima de 4,2. A barita de grau químico requer especificações rigorosas, como elevado teor em $BaSO_4$ (pelo menos 94%) e o mínimo de impurezas tais como SiO_2 , Fe_2O_3 e Al_2O_3 . O minério que constitui os jazimentos baianos de Camamu está classificado no grau lama de perfuração.

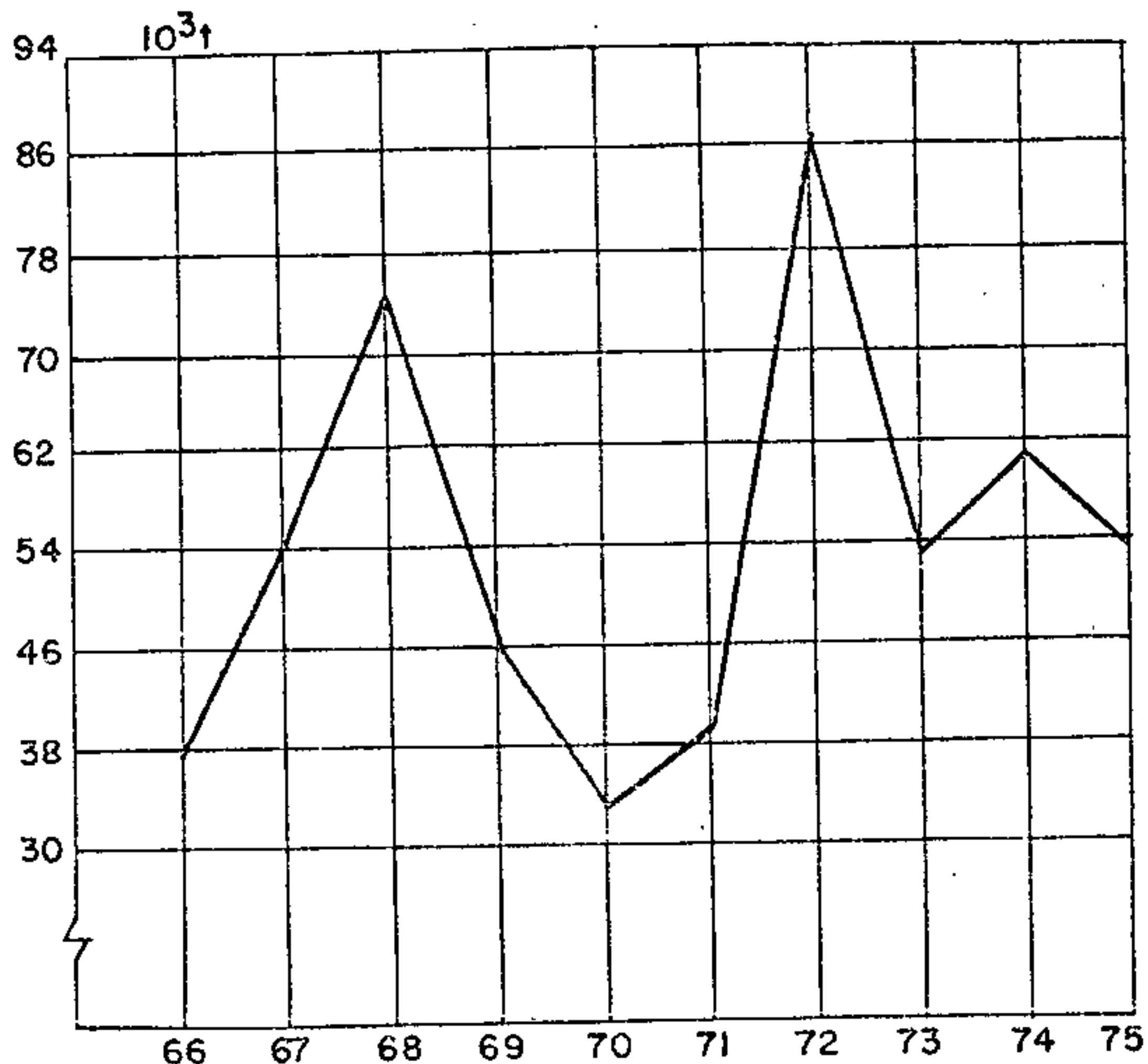
A produção brasileira mostra grandes desníveis como pode ser observado na tabela 12. Inúmeros garimpos de caráter esporádico que existem irregularmente pelo país dificultam uma coleta de dados satisfatória. No entanto se considerarmos o valor 53.675 t para 1975 observamos que tal índice pouco representa quando comparado com dados referentes aos maiores países produtores (tabela 10). Na América do Sul destaca-se o Peru, com uma estimativa de 260.000 t curtas em 1976.

A barita consumida no país é utilizada nas atividades petrolíferas e como matéria-prima na manufatura de produtos químicos de bário, com larga faixa de emprego em vidros, borracha, tinta, papéis e pigmentos. Os preços do minério produzido no Brasil em princípios de 1977 estão sintetizados na tabela 12.

O aproveitamento de barita como agente pesado em lamas de sondagens pela PETROBRÁS pode ser assim quantificado: 2.216 t usados em 1968; 1.551 t em 1969; 2.586 t em 1970; 6.357 t em 1971 e 6.147 t em 1972 (Bruni, 1973). O substancial incremento dos trabalhos de pesquisa de óleo pela PETROBRÁS e a entrada das companhias petrolíferas no mercado nacional com a efetivação dos contratos de risco sugerem um aumento no consumo para os próximos anos.

BARITA - BRASIL - PRODUÇÃO 1966 - 1975

ANOS	BRUTA (t)
1966	37.220
1967	54.399
1968	75.097
1969	46.852
1970	33.503
1971	39.692
1972	87.614
1973	53.563
1974	60.715
1975	53.675



Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

BARITA - BRASIL — COTAÇÃO NO MERCADO INTERNO PERÍODO JANEIRO / FEVEREIRO 1977

ESPECIFICAÇÕES DA BARITA	USO DA MATÉRIA-PRIMA	LOCAL DA COTAÇÃO		PREÇO Cr \$/t	
	APLICAÇÕES INDUSTRIAIS	PROCEDÊNCIA	DESTINO	FOB	CIF
Bruta granel Densidade 4,20	Fluidos para perfuração	Camamu-BA	Venezuela- Trindade	100,72	—
Bruta em pedras (granel) BaSO ₄ 98,49 % SiO ₂ traços	Tintas	Canalina-GO	Boca da Mina	650,00	—
Baroid moída Densidade 4,20	Fluidos para perfuração	Camamu-BA	Petrobrás	1.024,47	—
Beneficiada em pó Malha 100-325	—	Canalina-GO	Goiania-GO	1.250,00	—

Fonte: DNPM, Boletim de Preços nº 16 (janeiro/fevereiro 1977)

No Brasil a indústria de sais de bário entrou em fase de produção em 1965, até esta data a totalidade dos produtos industrializados de bário eram importados. Em anos recentes o carbonato, sulfato e hidróxido de bário, têm sido exportados em escala bastante modesta para países da América Latina (Peru e Argentina). Outros derivados tais como sulfato, cloreto, carbonato, sulfeto, peróxido continuam a ser importados em escala crescente pela indústria química (vide tabela 11).

Os demais setores de consumo nacional estão representados pelas indústrias de vidros, cerâmicas, plásticos, tintas e eletroquímica. Destaca-se o setor vidreiro que emprega o carbonato de bário como importante ingrediente na preparação de vidros óticos e objetos de vidro de qualidade superior, devido as propriedades especiais que confere, tais como o abaixamento do ponto de fusão, o índice de refração e a maior resistência aos agentes atmosféricos. A fabricação de cinescópios (tubo de TV) utiliza o carbonato de bário e encontra-se em crescente atividade, tendo em vista atender o mercado interno de televisores e o externo de cinescópios para países membros da ALALC, Estados Unidos e Europa.

Uma das mais importantes indústrias brasileiras de vidros a Vidraria Santa Marina, em 1972 aproveitava 360 t de barita moída com tendência a aumentar sua fabricação de vasilhames de 8% ao ano e de fibra de vidro de 20%.

As importações brasileiras de compostos de bário mostram crescimento contínuo, atingindo significativos valores em 1975 (tabela 11). O carbonato de bário representa o maior volume, com 3.041 t adquirido ao custo de 906.029 dólares. A República Federal da Alemanha tem sido o principal

fornecedor deste produto, enquanto o sulfato de bário provém em sua maioria dos Estados Unidos.

3.4.5 - Ocorrências cadastradas

Foram cadastradas 44 ocorrências de barita, distribuídas nos municípios de Caicó, Equador, Florânia, Ipueira, Jardim de Piranhas, Jurucutu, Lages, Ouro Branco, Parelhas, Santana, Santana do Matos, São Fernando, São João do Sabugi, São Rafael, São Vicente e Timbaúba dos Batistas (vide tabela 13).

No município de Caicó foram cadastradas sete ocorrências de números 038, 039, 040, 041, 042, 043, 044 (foto 06). Nestas ocorrências a barita ocorre em veios, comumente associada com quartzo e magnetita e tendo como rochas encaixantes, muscovita-gnaiss e muscovita-quartzito, quase sempre com evidências de silicificação nas salbandas. Os veios na grande maioria são concordantes em direção e nos locais onde os trabalhos de exploração foram mais desenvolvidos, como ocorre na fazenda Logradouro, verifica-se que o veio é concordante também em mergulho. Alguns resultados de análises podem ser observados na tabela 13. O teor de óxido de bário varia entre 58 e 61,9% e o óxido de estrôncio e de ferro inferior a 1%.

Na fazenda Logradouro os trabalhos de garimpagem foram intensos desde que as escavações se desenvolveram por 100 metros de extensão seguindo o veio do minério (barita e quartzo), com 8 metros de largura 2,5 metros de profundidade em média (fotos 03, 04, 05). A barita daí explorada era vendida em Campina Grande (PB). Atualmente os trabalhos de exploração funcionam esporadicamente (foto 02).

B A R R I T A

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR de BaO %	SITUAÇÃO ATUAL
038	Caico'	Fazenda Areias	Gnaïsse	—	Abandonado
039	Caico'	Fazenda Areias I	Muscovita - Gnaïsse	61,9	Em garimpo
040	Caico'	Fazenda Brandões	Muscovita - Gnaïsse	—	Abandonado
041	Caico'	Fazenda Logradouro	Muscovita - Quartzito	58,0	Em garimpo
042	Caico'	Fazenda Logradouro I	Muscovita - Quartzito	—	Abandonado
043	Caico'	Fazenda Maravilha	Muscovita - Gnaïsse	—	Abandonado
044	Caico'	Fazenda Solidão	Gnaïsse	—	Abandonado
045	Equador	Coqueiros	Quartzito - Micáceo	30,4	Em garimpo
046	Equador	Quinto do meio	Quartzito - Micáceo	32,4	—
047	Florânia	Baixa dos Veados	—	—	—
048	Ipueira	Sítio Curral Queimado	Gnaïsse - Granítico	16,0	Abandonado
049	Jardim de Piranhas	Terra Santa	Muscovita - Quartzito	—	Abandonado
050	Jardim de Piranhas	Terra Santa I	Muscovita - Quartzito	—	Abandonado
051	Jucurutu*	Fazenda Alto do Meio	—	—	Abandonado
052	Jucurutu	Fazenda Estreito	Gnaïsse	47,0	Abandonado
053	Jucurutu	Fazenda Pinturas	Biotita - Gnaïsse	47,2	—
054	Lajes	Vaca Morta de Cima	Gnaïsse	30,4	Em garimpo

(continua)

B A R I T A

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR de BaO %	SITUAÇÃO ATUAL
055	Ouro Branco	Fazenda Logradouro	Biotita-gnaïsse	61,2	Em garimpo
056	Ouro Branco	Malhada da Areia	Gnaïsse	28,2	Paralisado
057	Ouro Branco	Pedra D'água	Gnaïsse	28,2	Paralisado
058	Parelhas	Suguarana	Gnaïsse	37,4	Paralisado
059	Parelhas	Suguarana I	Rocha xistosa	60,3	Paralisado
060	Santana	Saco de S. Gonçalo	Biotita-xisto	—	Paralisado
061	Santana do Matos	Fazenda Bom Jesus	Quartzito	—	Em garimpo
062	Santana do Matos	Fazenda Tostado	Granito-gnaïsse	—	—
063	Santana do Matos	Fazenda Pedra Branca	Gnaïsse	—	Paralisado
064	Santana do Matos	São José	Gnaïsse	—	Em garimpo
065	Santana do Matos	São José I	Migmatito	—	Paralisado
066	São Fernando	Fazenda Barrada Quixaba	Biotita-xisto	—	Abandonado
067	São Fernando	Fazenda Marcação	—	—	—
068	São Fernando	Fazenda Mineiro	—	59,0	Paralisado
069	São Fernando	Fazenda Quixaba do Felix	Quartzito	60,7	Abandonado
070	São Fernando	Fazenda Quixaba dos Negreiros	Gnaïsse	57,0	Abandonado
071	São Fernando	Fazenda Riacho do Ferreiro	—	—	—

(continua)

B A R I T A

(Continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR de BaO %	SITUAÇÃO ATUAL
072	São Fernando	Sítio S. Gonçalo	Gnaïsse	56,6	Abandonado
073	São João do Sabugi	Fazenda S. João de Cima	Gnaïsse	46,3	Abandonado
074	São João do Sabugi	Sítio Pau D'arco	—	44,3	—
075	São Rafael	Fazenda Cajazeiras	Biotita - Gnaïsse	60,1	—
076	São Rafael	Fazenda Samba Quixaba	Gnaïsse	53,2	—
077	São Rafael	Oscar Nelson	Muscovita - Gnaïsse	59,4	—
078	São Rafael	Oscar Nelson I	Muscovita - Gnaïsse	62,7	Paralisado
079	São Rafael	Riachão	Gnaïsse	61,4	—
080	São Vicente	Riacho do Boi	Gnaïsse	55,1	Abandonado
081	Timbaúba dos Batistas	Fazenda Encampinado	Gnaïsse	—	Abandonado
082	Timbaúba dos Batistas	Fazenda Encampinado I	Muscovita - Gnaïsse	—	Abandonado
083	Timbaúba dos Batistas	Fazenda Encampinado II	Muscovita - Gnaïsse	—	Abandonado
084	Timbaúba dos Batistas	Fazenda Vida Nova	Muscovita - Xisto	64,3	Em garimpo

T A B E L A 13

Na fazenda Areias I o garimpo conta com dois ho mens que utilizando marretas e talhadeiras, extraem o miné rio pagando ao proprietário da terra Cr\$ 0,20 por quilo.

Os trabalhos de exploração das demais ocorrências encontram-se abandonados atualmente, estando as escavações em completo entulhamento.

As ocorrências cadastradas sob os números 045 e 046 estão localizadas no município de Equador. A maior de las a de Coqueiros de número 045 onde a barita apresenta cor branca, com variações até vermelho, influência do óxido de ferro, ocorre em forma de veio lenticular encaixado concor dantemente em rochas quartzíticas do Complexo Seridó, de di reção NE-SW, com forte mergulho (foto 07 e 08), alinhando-se por uma extensão aproximada de 1,5 km.

Esta ocorrência foi descoberta na década de 1950 e têm sido explotada pelo método de garimpagem cuja produ ção mensal é de 120 t/mês, sendo toda a produção vendida em Campina Grande. A exploração se desenvolve através de escava ções que apresentam 6 m de largura e aproximadamente 100m de extensão. Esta área foi requerida recentemente pelo Sr. Sta nislav Hluchan cuja taxa de alvará foi paga no dia 27/04/76.

A ocorrência de número 046 localiza-se na serra dos Quintos (Quinto do Meio) cujo acesso é feito pela rodo via estadual RN-11 de Parelhas para Equador por 22 km

A barita é de cor branca a rósea, e o filão encon tra-se encaixado em rochas quartzíticas. No local observa-se escavações com 2 metros de largura atingindo a profundidade de 1,5 metro praticamente entulhados. A priori parece ser

um bolsão localizado, pois as escavações não prosseguiram e a barita explotada permanece estocada à margem da escavação, entretanto segundo informações locais o garimpo foi abandonado em virtude do difícil acesso e o transporte só poderia ser realizado através de animal até a rodovia.

Os resultados de análises destas ocorrências são observados na tabela . . .

No município de Ipueira foi cadastrada a ocorrência do sítio do Curral Queimado de número 048.

Nesta ocorrência a barita tem cor rósea e ocorre dispersa em massas irregulares num veio de quartzo com magnetita associada. O veio tem direção 40° Az e está encaixado concordantemente em gnaisses. Os trabalhos de exploração desta ocorrência estão abandonados e foram feitos através de uma única escavação com $3 \times 2 \times 2$ m. O teor em óxido de bário de uma amostra analisada foi de 16% e o de óxido de estrôncio menor que 1%; possivelmente esta barita tem muita impureza em forma de sílica.

A ocorrência de Baixa dos Veados de número 047 está localizada no município de Florânia. A barita ocorre na encosta da serra do Cajueiro, próximo ao contato das rochas cristalinas e dos sedimentos da Formação Serra dos Martins, ocorrendo sob a forma de pequenos blocos, com quartzo associado, em uma área restrita. Em alguns blocos observa-se a barita bem cristalizada e de cor branca.

Nesta ocorrência não se observou nenhum trabalho de garimpagem.

No município de Jardim de Piranhas na localidade de Terra Santa, em uma pequena elevação local (180 m) estão

situadas as ocorrências de números 049 e 050 distantes 2,5 km da cidade de Jardim de Piranhas pela RN-12 para Caicó ao norte da rodovia. No local observou-se várias escavações com 3 m de largura e 1,5 de profundidade, que se estendeu por mais de 200 m no topo da elevação. A barita é de coloração roxa a avermelhada, raramente branca, em pequenos veios associada a quartzo e magnetita. Está encaixada em muscovita quartzito de direção geral NE e mergulho para SE. O quartzito localmente encontra-se silicificado.

Nas áreas próximas afloram muscovita-gnaiss, gnaiss-quartzo-feldspático, anfibolitos e corpos pegmatóides. A situação de abandono representada pelo entulhamento das escavações é motivada pelo baixo preço vigente do minério (no local). Alguns moradores locais afirmaram que esse garimpo já foi intensamente trabalhado de onde foram exploradas várias toneladas de barita, tendo sido negociada em Caicó e Campina Grande (PB).

As ocorrências da fazenda Alto do Meio, Estreito e Pinturas localizadas no município de Jucurutu estão cadastradas sob os números 051, 052 e 053.

No Alto do Meio a barita ocorre em dois veios subparalelos, em pequenos cristais brancos e/ou em massas irregulares rosadas, associados a quartzo, magnetita e impregnações de malaquita e drusas de ametista. Esta ocorrência está localizada nos domínios do gnaiss Jucurutu. Observa-se à existência de várias trincheiras de pesquisa, que segundo moradores locais foram feitas com o objetivo de pesquisar cobre. O intenso fraturamento existente nesta ocorrência associada a forte silicificação leva a crer na possibilidade de uma zona de falha.

Na fazenda Estreito a barita tem cor branca e está associada a veio de quartzo. O veio apresenta uma espessura aflorante de 15 cm e estimou-se uma extensão superior a 50m, sendo encaixado em biotita-gnaïsse. Uma análise quantitativa de amostra de barita deu um teor em óxido de bário de 47,0% e de óxido de estrôncio inferior a 1%.

Na fazenda Pinturas a barita tem cor branca de grnulação fina a média e está associada a quartzo. O veio apresenta uma espessura aflorante entre 10 e 15 cm e está encaixado concordantemente em biotita-gnaïsse com atitude $85^{\circ}/90^{\circ}$ Az. A extensão deste depósito não foi avaliada em virtude da cobertura do solo.

Sob o número 054 está cadastrada a ocorrência de Vaca Morta de Cima, localizada no município de Lages.

A barita é de cor branca a rósea associada a veios de quartzo, encaixada concordantemente em rocha gnáïssica. Atualmente este depósito está sendo explorado por garimpagem com uma produção de 30 t/semana. Pelas escavações efetuadas, as dimensões do corpo mineralizado é de 1 metro de largura e extensão de 1 km aproximadamente.

As ocorrências números 055 e 056, localizaram - se num mesmo setor e estão grosseiramente alinhadas segundo a direção N-S, separadas por 2,5 km de distância. A de número 056 situa-se a 8 km a noroeste de Ouro Branco, em Malhada da Areia. Foi descoberta na década de 1950 e garimpada até 1960, por garimpeiros da região, atualmente encontra-se abandonada devido ao baixo preço do minério. A barita ocorre em veios associados a quartzo, encaixados concordantemente em quartzi to-micáceo laminado. A espessura do veio é em torno de 40 a

50 cm e a extensão é superior a 200 metros. Uma análise química apresentou teores de 62,1% de BaO e SrO menor que 1%.

A ocorrência de Pedra d'Água de número 057 foi garimpada até 1974. As margens das escavações, que medem entre 0,5 a 1,0 metro de largura por 3 a 4 metros de comprimento, a barita encontra-se estocada. Segundo informações a paralização foi devido a proibição do proprietário das terras. A barita é de cor amarelada com impregnações quartzosas e ferruginosas encaixada em rochas gnáissicas.

No município de Parelhas foram cadastradas duas ocorrências, localizadas em Suçuarana, de números 058 e 059.

A ocorrência de Suçuarana de número 058 foi descoberta em 1970 e garimpada durante um curto período. A barita ocorre associada a veios de quartzo e pegmatite encaixado concordantemente em rochas xistosas com atitude $40^{\circ}/270^{\circ}$ Az. O corpo mineralizado tem 1 metro de espessura aflorante e se estende por 200 a 300 metros. Os resultados de análises de uma amostra deram um teor de 37,4% de óxido de bário e menos de 1% de óxido de estrôncio.

Em Suçuarana I, número 059, a barita também ocorre associada à veio de quartzo, com cor rósea a branca. O corpo mineralizado está encaixado concordantemente em rochas xistosas e gnáissicas. Localmente observa-se camadas de tactitos scheelitíferos cujos garimpos encontram-se paralizados. Segundo informações locais a descoberta da ocorrência de barita foi em função do garimpo de scheelita. Estruturalmente esta ocorrência poderia ser prolongamento, da anterior, para sul. O teor de BaO em uma amostra, segundo resultado de análise e de 50,3%.

A ocorrência de número 060 denominada Saco de São Gonçalo, está localizada no município de Santana na encosta de um serrote. A barita ocorre associada a veios de quartzo encaixada concordantemente em biotita-xisto. Nas proximidades ocorrem lentes de calcários e tactitos mineralizados em scheelita.

Sob os números 061, 062, 063, 064 e 065 foram cadastradas as ocorrências localizadas no município de Santana do Matos.

A ocorrência de nº 061 está situada na fazenda Bom Jesus. A barita ocorre associada à quartzo sob a forma de veios com espessura média de 20 cm e uma extensão de 50 m. A associação barita quartzo está encaixada concordantemente em um muscovita-quartzito com direção 30° Az e mergulho subvertical. No local observou-se uma pequena escavação com 2 x 1 x 2 metros.

Na fazenda Tostado (nº 062) a barita ocorre associada a veio de quartzo, encaixado concordantemente em granito-gnaisse.

Na fazenda Pedra Branca (nº 063) a barita está associada a veios de quartzo com zona ferruginosa. Nas banquetas garimpadas o veio apresenta uma espessura aflorante de 60 cm e a extensão avaliada em 4 km em função do espaçamento das banquetas. O veio tem direção 20° Az.

A ocorrência São José I (nº 064) é representada por um fino veio de barita (centrimétrico) associada com quartzo encaixado em biotita-gnaisse, com atitude $60^{\circ}/160^{\circ}$ Az.

A de número 065 denominado São José I é a única das ocorrências de Santana do Matos que se encontra em fase

de garimpagem precária. A paralização dos demais garimpos foi determinada pelo baixo preço do minério e a grande quantidade de impurezas (quartzo) que afetam a qualidade do material. Neste depósito a barita ocorre associada à quartzo e muscovita (filão), encaixada em rochas migmatíticas. O migmatito exhibe, localmente, textura grosseira, e apresenta-se fraturado e silicificado. As fraturas são orientadas segundo a direção 90° Az.

Em São Fernando foram cadastradas as ocorrências de números 066, 067, 068, 069, 070, 071 e 072, estando localizadas na região norte e noroeste da cidade de Caicó. Nestes locais a barita aflora em forma de veios, em pequenas escavações, associadas a quartzo e magnetita, mais raramente em pequenos cristais de cor branca. As rochas encaixantes comumente encontradas são quartzitos e gnaisses, com evidência de silicificação, salvo exceção da fazenda Barra da Quixaba (nº 066) onde o veio com 15 cm de espessura, subvertical, está encaixado em biotita-xisto muito alterado. As espessuras das demais ocorrências variam entre 20 e 30 cm.

Na fazenda São João de Cima e no sítio Pau d'Arco, município de São João do Sabugi foram cadastradas as ocorrências de números 073 e 074. A barita nestas ocorrências ocorre associada a veios de quartzo e magnetita encaixados concordantemente em biotita-gnaisse. Na ocorrência de São João de Cima o corpo mineralizado tem uma espessura de aproximadamente 50 cm e a atitude da encaixante é $80^{\circ}/140^{\circ}$ Az.

Os resultados das análises efetuadas em uma amostra foram respectivamente 46,3% e 44,6% de BaO, e valores inferiores a 1% de SrO.

As ocorrências localizadas no município de São Rafael foram cadastradas nas fazendas Cajazeiras, Samba Quixaba, Riachão e próxima à localidade de Oscar Nelson, (nº 075, 076, 077, 078 e 079).

Estão localizadas no mesmo setor, as ocorrências de Riachão, (nº 079), Samba Quixaba (nº 076) e as duas de Oscar Nelson (nºs. 077, 078). As ocorrências de Oscar Nelson e Samba Quixaba estão aparentemente no mesmo alinhamento, de direção aproximada N-S. Nestas três ocorrências a barita ocorre associada a veios de quartzo com espessura variável de 20 a 30 cm e extensão de 100 a 300 metros aproximadamente, encaixados concordantemente em muscovita-gnaiss com atitude 20° a $25^{\circ}/110^{\circ}$ Az. A barita tem granulação média a grosseira de coloração branca a rósea. Segundo análise petrográfica realizada em uma amostra da encaixante da ocorrência de número 077 trata-se de um barita-muscovita-quartzo-xisto. Os resultados de análises quantitativas das amostras apresentaram uma variação do teor de BaO entre 53,2 e 62,7%.

A ocorrência de Riachão de número 079 é um veio paralelo ao dos três depósitos acima referidos, distanciado lateralmente de uns 300 a 400 m, com 20 cm de espessura, encaixado concordantemente em muscovita-gnaiss, com atitude $20^{\circ}/130^{\circ}$ Az. O minério tem granulação grosseira e é de cor esbranquiçada, com um teor em BaO de 61,4%. Não foi observado nenhum trabalho de garimpagem no local.

Sob o número 075 foi cadastrada a ocorrência da fazenda Cajazeiras que é representada em um veio de barita associada à quartzo e à magnetita com 10 cm de espessura e uma extensão de 50 m, encaixada concordantemente em biotita com atitude $20^{\circ}/110^{\circ}$ Az. O teor em BaO segundo análise quantita

tiva foi de 60,1%.

Em São Vicente foi cadastrada uma ocorrência em Riacho do Boi que tomou o número 080.

A barita tem cor esbranquiçada a rósea e está associada à veio de quartzo, tendo o conjunto (quartzo, barita) uma espessura de 0,5 metros e está encaixado concordantemente em biotita-gnaissse alterado de atitude $40^{\circ}/140^{\circ}$ Az. Esta ocorrência foi garimpada até 1960, estando agora abandonada. Conforme resultado de análise quantitativa o teor de BaO é 56,1%.

Na fazenda Encampinado, Município de Timbaúba dos Batistas, foram cadastradas as ocorrências de números 081, 082, 083 e 084, situadas no lado sul da estrada secundária para a sede municipal e distando cerca de 18 km de Caicó. No local observa-se escavações com 1 m de largura, 30 cm de profundidade e até 70 m de extensão. Os veios são sub paralelos e distam entre si de aproximadamente 1 km. A barita encontrada é de coloração rósea a avermelhada e em pequena quantidade em relação ao quartzo e a magnetita. As rochas encaixantes são biotita-gnaisses e muscovita-gnaisses silicificados, nas proximidades afloram anfibolitos e veios pegmatóides de direção NE.

Na ocorrência de Vida Nova de número 084 a barita tem granulação fina a média, com coloração branca a rósea, associada a quartzo. O corpo mineralizado está encaixado em muscovita-xisto por vezes quartzoso, em forma de veios. Aparecem ainda disseminados no veio, pirita, calcopirita e malaquita em pequena quantidade.

Uma amostra submetida a análise quantitativa forne

ceu os seguintes resultados: BaO - 64,3%; SO₃ - 35,4%; Fe₂O₃ e SrO teores menores que 1%.

3.4.6 - Conclusões e recomendações

A maioria das ocorrências cadastradas, muito embora algumas delas apresentem teores de razoáveis a bons de BaO, não apresentam, a nível de reconhecimento, grandes possibilidades de se tornarem depósitos econômicos, entretanto, são passíveis a serem trabalhadas por garimpagem.

Um aspecto positivo da mineralização é a sua vasta distribuição geográfica e o comportamento genético, manifestações hidrotermais, que justificam a possibilidade de existência de bolsões de grande possança.

Tendo em vista o que foi dito anteriormente seria justificável um estudo detalhado principalmente na região de Caicó, São Fernando, São Rafael, Jucurutu, Parelhas e Santana do Matos em virtude de apresentarem uma maior concentração de ocorrências, associadas a possibilidade da continuidade de alguns veios, como é o caso das ocorrências de Logradouro (n^os 041 e 042), Areias (n^os 038 e 039) Brandões (n^o 040), Suçuarana (n^os 058 e 059) Oscar Nelson (n^os 077 e 078) Samba Quixaba (n^o 076), Terra Santa (n^os. 049 e 050).

A ocorrência do sítio Coqueiros de número 045, deve ser cuidadosamente estudada em detalhe, para a definição de suas possibilidades econômicas e a confirmação da continuidade do veio já parcialmente garimpado. Conjuntamente com estes estudos deveria ser realizada uma pesquisa sistemática na região visando encontrar outras ocorrências deste tipo em virtude de que os garimpeiros da região ter a vista voltada

quase que exclusivamente para scheelita e minerais de pegmatitos, que oferecem melhores preços no mercado.

Por outro lado, afora as ocorrências cadastradas na área de rochas cristalinas, salienta-se a importância dos condicionamentos geológicos na área sedimentar do Apodi. Nesta região, juntamente com os depósitos de gipsita e ocorrência de celestita, abre-se um novo horizonte promissor para depósitos de barita sedimentar, em função de notícias de sua existência, muito embora não cadastradas. A mesma associação mineral ocorre comprovadamente na área da Chapada do Araripe, de condicionamento geológico similar. Por essas razões, recomenda-se um estudo integrado da Chapada do Apodi, com vistas também à prováveis mineralizações econômicas de barita.

Esses estudos também seriam voltados para o incentivo do aumento de produção visando uma maior demanda de barita no Nordeste em função das indústrias de tintas e de material para lama de perfuração. Quanto ao escoamento de produção o Estado já possui uma infraestrutura rodoviária, aceitável, na região de melhores perspectivas.

3.5 - BERILO

3.5.1 - Generalidades

A principal fonte comerciável do metal berílio é o berilo, secundado pela fenacita, crisoberilo e os minerais da série helvita-domalita.

O berilo ocorre em cristais de aspecto colunar ou prismático bem desenvolvidos, tem dureza 7,5 a 8,0 na escala de Mohs, brilho vítreo, peso específico 2,63 a 2,69, sua formula química é $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ e sua composição química em regra é 14,1% de BeO , 19% de Al_2O_3 , 66,9% de SiO_2 , registrando até 7% de impurezas sob a forma de álcalis, como o Na_2O , K_2O , Li_2O , hélio e H_2O até 3%.

Existem vários tipos de berilo, dependendo da natureza das impurezas e pode ser observada que a composição das impurezas é usualmente determinada pelas condições de formação do mineral. Desta forma tem-se:

1 - Berilo livre de álcalis (a percentagem de álcalis é menor que 0,5%) encontrado em pegmatitos sem substituição pneumatolítica e veios de quartzo.

- a - berilo comum - verde ou verde-amarelado
- b - agua marinha - azul
- c - heliodoro - vinho, amarelado com pigmentos de ferro
- d - esmeralda - verde com pigmentos de cromo

2 - Berilo com álcalis (quantidade de álcalis, maior que 0,5%)

- a - berilo-sódio (Na_2O de 0,5 a 2,0%; Li_2O de

0,1 a 0,5%) verde pálido, verde amarelado, verde claro ou branco. Ocorre em blocos de completa diferenciação, em zona de pegmatitos albitizados.

b - berilo-sódio-lítio (Li_2O de 0,3 a 1,5% e Na_2O de 1,0 a 2,5%) ocorre em pegmatitos com diferenciação.

c - berilo-lítio-césio (Li_2O 0,1 a 1,0%; menos de 3% de Cs_2O e de 0,3 a 1,0% de Na_2O) encontrado em pegmatitos com lepidolita.

O metal berílio foi obtido pela primeira vez no ano de 1828, contudo sua produção, em escala industrial só se verificou em 1921. A partir da Segunda Grande Guerra foi que a obtenção e o uso do berílio teve alguma expressão, começando daí o grande desenvolvimento tecnológico determinando uma grande demanda de materiais com novas propriedades, especialmente nos recentes anos, quando o berílio se colocou como elemento essencial em vários campos de aplicação, na forma de compostos, ligas e outros produtos. As notáveis propriedades do berílio fizeram-no elemento apreciável e de particular utilização em vários campos acarretando grande aumento nos trabalhos de pesquisa do seu minério, assim como um apreciável aumento nas pesquisas tecnológicas e científicas para obtenção do metal berílio.

3.5.2 - Usos e aplicações

O metal berílio é leve tem densidade 1,85, sendo a sua principal utilização em forma de ligas de cobre e alumínio, aumentando a resistência, dureza e condutividade elétrica destes metais, para aplicações na indústria eletrônica e

eletrotécnica.

Os usos mais específicos e principais do berílio em suas diferentes formas são :

1 - Metal berílio é utilizado como janelas em tu bos de Raio X; vasilhas para combustíveis de reatores nucleares; peças de giroscópio; abaixadores de calor para veículos espaciais; discos de freio para avião; fonte de neutron e moderador na indústria nuclear; revestimento de peças com o fim de imprimir alta resistência a superfície.

2 - Ligas de cobre-berílio são aplicadas na confecção de molas espirais para grande tensão; discos de freio de avião; coberturas de peças, em instrumentos cuja tensão deve ser igual ou superior a dos aços; suportes e mancais em par tes expostas de máquinas sujeitas a tensão e fricção inten sa; pinos batedores em armas automáticas de acionamento rápido; escovas de contato elétrico; instrumentos usados nas indústrias de materiais combustíveis, onde não se pode pro duzir faúlhas.

3 - Os sais de berílio têm sua utilização em misturas para preparação de compostos luminescentes; acrescentando muitas vantagens as características da luz.

4 - Os óxidos são utilizados como material resis tente a temperaturas elevadas, concomitantemente a baixa con dutividade elétrica, especialmente como isolador e como material quimicamente passivo com alta resistência térmica na metalurgia.

O emprego do berílio nos diferentes campos apresenta as seguintes proporções : 48% como liga em equipamentos para indústria elétrica; 19% em componentes para indústria

eletrônica, 26% em reatores nucleares e indústria aeroespacial; 7% em outros usos.

Em virtude de ser um mineral estratégico, o berilo tem sua exportação condicionada a cotas pré-fixadas pelo Conselho Nacional de Energia Nuclear.

3.5.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional

O Brasil é o maior produtor mundial de berilo, seguido pela Índia, Argentina, Uganda, além de Moçambique, Rwanda e República Sul Africana. Dentre os países do bloco comunista destaca-se a Rússia, que é a única fonte que não abastece os Estados Unidos, que é o maior consumidor mundial.

Nos Estados Unidos os dois maiores produtores do metal berílio é a Brush Wellman Inc. e a Kawecky Beryllco Industries Inc (KBI), como também são os únicos produtores significativos do Mundo Livre. Outros países que beneficiam o berilo são o Reino Unido, Japão e França.

A produção americana de materiais de berílio em 1976 superou os índices de 1975, isso devido ao consumo mais regular de ligas berílio-cobre, ocorreu também um aumento no consumo de óxido de berílio (BeO), entretanto o consumo de berílio metálico manteve-se estável.

O Brasil é o maior fornecedor de minério de berílio, suprimindo, cerca de 40% da importação americana, enquanto a Índia, França e Austrália são responsáveis por 12 a 15% cada. Nos primeiros 11 meses de 1976 a importação americana foi de 815 t de berilo no montante de US\$ 300,000 e apresen

tou um declínio em relação ao mesmo período em 1975. O minério importado representa cerca de 17% do consumo estimado para o ano de 1976.

Durante o ano de 1976 o preço do minério variou entre US\$ 30 e 42 por tonelada curta superior ao preço do final de 1975, que foi de US\$ 30. Alloy 25, uma liga de cobre contendo 2% de berílio foi comercializada a US\$ 4,15 por lb em 1976 e por US\$ 3,93 no final de 1975. Já em janeiro de 1977 ocorreu um aumento adicional de US\$ 0,11 sobre o berílio metálico em barra, que se manteve ao preço de US\$ 154,54 a 154,60 por libra durante o ano de 1976, não sendo afetado pelo respectivo aumento, este metal mantém esta cotação desde fevereiro de 1975. Não existe nenhum dado estatístico sobre o consumo de berílio, entretanto está estimado uma queda de mercado em 1976, com base na quantidade de berílio contido, foi de : 70 a 80% em liga de berílio-cobre; 15 a 20 % berílio metálico; 4 a 8% de óxido de berílio..

3.5.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

No Brasil, os depósitos de berílio, considerados os mais importantes do mundo, provém, em sua maior parte das regiões pegmatíticas, principalmente nos Estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro.

No Nordeste, na região fronteira dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, o berílio é explotado numa vasta área, conjuntamente com outros minerais de pegmatito.

Muito embora o Brasil seja o maior produtor mundial de berilo, esta matéria prima ainda não é processada no

país, destinando-se toda a produção ao mercado externo, cujo maior comprador são os Estados Unidos, sendo estas negociações bastante flutuantes em virtude da instabilidade do mercado de berilo, que durante o período de 1960 a 1973 sofreu no mercado mundial uma queda de US\$ 8,00 por libra no minério com 98% de pureza.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro as exportações brasileiras durante o ano de 1975 em óxido de berílio e berilo foi de 646 t que correspondeu a US\$ 65.893 (FOB) e as importações em óxido de berílio no mesmo ano foram inferiores a uma tonelada.

Não são conhecidos dados sobre as reservas brasileiras de berílio, o mesmo se dando com relação a produção que é, praticamente, oriunda de garimpos sobre os quais não são exercidos qualquer tipo de controle.

3.5.5 - Ocorrências cadastradas

Durante a fase de cadastramento bibliográfico foram cadastrados 139 pegmatitos cuja principal mineralização é berilo, distribuídos nos municípios de Parelhas (83), Equador (20), Santa Cruz (1), São Fernando (1), São Tomé (2), Acari (3), Carnaúba dos Dantas (24), Currais Novos (2) Jardim do Seridó (3) e 85 pegmatitos cujo berilo é subproduto de outras mineralizações.

3.5.6 - Conclusões e recomendações

Em termos mundiais as reservas de berílio, não são grandes, entretanto sabe-se da existência de outros minérios

de berílio de baixo teor, que possivelmente forçaram a construção de usinas de concentração que tornaram esses minerais comercialmente explotáveis.

Todas as ocorrências cadastradas estão ligadas a mineralizações em pegmatito, que são de uma maneira geral esporádicas e irregulares, não permitindo uma avaliação sobre as mesmas, contudo, em virtude do grande número de ocorrências e com o campo de aplicação do berílio se expandindo, torna-se necessário um estudo de avaliação em conjunto das ocorrências para uma exploração racional.

3.6 - CALCÁRIOS/MÁRMORE

3.6.1 - Generalidades

As rochas constituídas essencialmente de carbonato de cálcio (CaCO_3) são denominadas de calcários, ocorrendo sob a forma de lentes ou camadas em rochas sedimentares ou metamórficas e raramente em rochas ígneas. Estão distribuídas abundantemente na crosta terrestre e se formaram ao longo dos diversos períodos geológicos.

Geneticamente são originadas por precipitações químicas de soluções ou pelo acúmulo de restos orgânicos. Pettijohn (1957); distingue calcários autóctones, formados "in situ", dos alóctones, constituídos por material transportado. Quando à sequência sedimentar é submetida a processos metamórficos originam-se os calcários ditos metamórficos ou mármore, dependendo de suas características.

O carbonato de cálcio pode se apresentar sob a forma de calcita, mineral que cristaliza no sistema hexagonal romboedral, com hábito dos cristais bastante variado desde prismático até tabular, possuindo dureza 3 na escala de Mohs. A variedade terrosa tem dureza menor, densidade de 2,7 nos cristais puros, brilho vítreo e terroso; coloração bastante variada desde branca, incolor e cinza, até amarela, verde, vermelha, azul ou mesmo preta. A variedade transparente é denominada de "espato de Islândia" ou "espato de dupla refração", muito utilizada em instrumentos óticos por causa das propriedades peculiares de birrefringência.

Quando o carbonato de cálcio cristaliza no sistema ortorrômbico é denominado aragonita. Esta é mais rara que a

calcita e instável nas condições normais de temperatura e pressão. Transforma-se em calcita por uma reação lenta e gradual. Desta maneira a aragonita pode ser encontrada nas massas calcárias de origem recente como corais e conchas de lamelibrânquios. Comumente seus cristais têm formas aciculares e globulares, densidade 2,9 dureza variável de 3,5 a 4 na escala de Mohs, brilho vítreo, resinoso em superfícies de fraturas; coloração branca, cinza, amarela ou violeta.

Geomorfologicamente as áreas de ocorrência de calcário apresentam uma feição característica - o relevo cárstico - representado por dolinas e cavernas, ou as vezes formando cristas ressaltadas no terreno. Em virtude da afinidade geoquímica existente entre cálcio e magnésio praticamente inexiste na natureza um calcário de composição 100% de CaCO_3 . O que se observa são rochas contendo uma mistura em proporções variáveis de calcita e magnesita, acrescida de impurezas argilosas e silicosas. O magnésio encontrado nos calcários poderia estar presente nos próprios organismos que originaram a rocha, ou por alteração post deposicional através de precipitação química acompanhada de recristalização, a partir de soluções magnesianas de origem marinha ou magmática (dolomitização).

Com base no teor de MgO nas rochas, Pettijohn (op cit.) classificou-as em cinco tipos :

Rocha	% MgO
Calcário	0 a 1,1
Calcário magnesiano	1,1 a 2,1
Calcário dolomítico	2,1 a 10,8
Dolomito calcítico	10,8 a 19,5
Dolomito	19,5 a 21,7

Os calcários geralmente contêm quantidades variáveis de argila, o que determina a utilização comercial para este ou aquele fim. Na tabela a seguir pode-se observar esta classificação industrial:

% Calcário		% Argila
100	Calcário branco	0
90	Calcário de cal hidráulico	10
75	Calcário de cimento	25
70	Cal romano	30
60	Cimento Portland	40
25	Argilas para tijolos	75
10	Argila refratária	90
0		100

Fonte : Mabesoone - Sedimentologia - 1968

Por vezes o calcário exhibe aspecto pulverulento e amorfo, de consistência terrosa, contendo frequentemente restos de foraminíferos e outros micro-organismos marinhos, sendo denominado nestes casos de greda, giz, "chalk" ou gesso cré. A última denominação é devida a semelhança de aspecto com a gipsita. Esse material pode ser obtido artificialmente por precipitação do carbonato de cálcio.

Mármore é um calcário metamorfisado, compacto, resistente às intempéries e suscetível de receber polimento adequado visando utilização ornamental e em construção. As vezes os calcários sedimentares também são comercialmente chamados de mármore desde que possuam as características acima mencionadas.

3.6.2 - Usos e aplicações

O campo de aplicações do calcário é bastante diversificado, constituindo-se matéria-prima mineral das mais utilizadas pelo homem, tanto "in natura" como beneficiado, sendo empregado na agricultura, nas indústrias de construção civil, química, metalúrgica, etc.

Os principais usos estão relacionados a seguir :

- Pedra britada, constituindo agregado para concreto em pavimentação de estradas ou em lastro para leitos de ferrovias.
- Como matéria-prima essencial na manufatura de cimento portland. Nesta utilização o calcário necessita de elevado teor em carbonato de cálcio, baixo teor de MgO (as normas brasileiras permitem um teor de até 6% de MgO no cimento) pequena proporção de óxidos de ferro e alumínio. A palavra cimento é originada do latim "coemenium", que designava uma espécie de pedra natural de rochedos, utilizada na antiga Roma, na construção civil. O cal romano é oriundo de certas rochas calcárias calcinadas, moídas e misturadas com água. Da mesma maneira eles misturavam calcário com cinza vulcânica do Vesúvio, obtendo um material chamado "pozzolana", de grande durabilidade. Hoje em dia denomina-se cimento pozolânico aquele que apresenta grande resistência principalmente ao ataque dos ácidos e soluções salinas. O termo portland se refere a uma região do sul da Inglaterra, onde foi produzido pela primeira vez até então. A partir do clínquer de cimento portland, por meio de misturas adequadas com outros materiais, pode-se obter cimentos especiais destinados a finalidades específicas, como de endurecimento rápido, de alto forno, etc. As normas brasileiras definem o cimento-portland como sendo o aglomerante obtido pela pulverização do clínquer resultan

te da calcinação até a fusão incipiente de mistura íntima e convenientemente proporcionada de calcários e materiais argilosos, sem adição de outras substâncias após a calcinação, a não ser água e gesso.

- Como matéria-prima na fabricação de cal, onde o calcário é submetido a temperaturas de ordem de 1000°C a 1.100°C , quando se dissocia produzindo cal virgem. De acordo com a rocha calcinada, a cal pode ser cálcica ou dolomítica. A rocha calcária neste processo perde de 44% a 48% do seu peso sob a forma de gás carbônico. Tendo em vista a reversibilidade da reação, a cal virgem deve ser estocada em lugar seco, livre de umidade, e consumida em tempo relativamente curto. Quando a cal virgem é tratada adequadamente com água, obtém-se um produto mais estável, a cal hidratada. A cal é utilizada na manufatura de papel e couros, indústria de açúcar, fabricação de velas, soda cáustica e ácido acético, purificação de gases, fusão do chumbo, vulcanização da borracha, construção civil, tijolos sílico-calcários, obras de saneamento e depuração de materiais.

- Como corretivo de solos servindo para diminuir a acidez, aumentando o pH. Contudo o tipo de rocha empregado para este fim deve ser calcário dolomítico com teor de carbonato de magnésio superior a 5%. Para tal aplicação, segundo Decreto nº 75.588, de 9 de abril de 1975, o calcário deve ser moído até granulometria que passe 100% em peneira nº 10 Tyler (2mm de abertura) e 50% a peneira 50 Tyler (abertura de 0,30 mm). Também determina um teor mínimo de 38% na soma dos óxidos de cálcio e magnésio. Segundo Abreu (1973) existem dois tipos comumente utilizados no Brasil, o tipo "A" com um mínimo de 45% de CaO , e o tipo "B" com um mínimo de 40% para a soma de CaO e MgO , sendo que o teor de MgO deve ser de pelo menos

10%.

- Como fundente em metalurgia, cuja finalidade é formar escórias fluídas de silicato de cálcio que facilitam a eliminação de impurezas como fósforo e sílica durante a fabricação do aço. Neste caso, faz-se uso de calcário puro, magnesiano ou dolomítico.

- Na indústria química e farmacêutica o calcário tem várias aplicações, servindo na fabricação de carbureto de cálcio, soda cáustica, bicarbonato de sódio, inseticidas, fungicidas corantes, refinação de açúcar (como agente precipitador), tintas hidro-solúveis, pigmentos, refinações de petróleo, etc.

- O calcário é utilizado na formação do silicato complexo que é o vidro, participando na proporção de 10% a 20% das cargas. Contudo existem determinados tipos de vidro cristal que não o empregam.

- Como pedras ornamentais são usadas os mármore de diversos tipos, cores e tonalidades.

- Finalmente o calcário é utilizado na complementação de ração animal; como redutor na produção de urânio, tório, titânio e outros metais.

3.6.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional

A produção mundial de calcário é muito grande, sendo esta substância um dos bens minerais mais consumidos, juntamente com petróleo, carvão e ferro. Os dados de produção geralmente estão divididos entre cimento e cal. As indústrias de cimento consomem praticamente a metade do calcário produzido. Aproximadamente 180 fábricas estavam em funcionamento no início da década de setenta nos Estados Unidos (inclu

sive Porto Rico). Estas fábricas costumam estar situadas próximas de grandes núcleos populacionais ou centros industriais.

Mais de 200 fábricas produzem calcário para outros fins, como para indústrias de ferro e aço, de construção, agricultura, para indústria química, etc. Do mesmo modo como para as fábricas de cimento, as usinas de calcário também tendem a estar localizadas próximas dos grandes centros.

A tabela 14 apresenta os principais países produtores de cimento no período 1970-1971. Os países desenvolvidos são os grandes produtores e consumidores de calcário. A União Soviética e os Estados Unidos juntos produziram 168.000.000 de toneladas em 1971. A tabela também enfoca os países das Américas e suas respectivas produções no ano de 1970. O Brasil já assumiu uma significativa posição, pois ultrapassa o Canadá e o México, mas na produção é amplamente superado pelos Estados Unidos.

Geralmente os países que mais fabricam cimento, também são os maiores produtores de cal. A tabela 15 caracteriza tal tendência com o amplo predomínio da União Soviética e dos Estados Unidos em relação às demais nações.

Procurando adotar técnicas racionais de fabricação e vendas, vários países europeus formaram uma entidade, o CEMBUREAU (Associação Européia de Cimento). No ano de 1971 os países europeus associados a este organismo colocaram 34 novas fábricas em operação, total acrescido de mais 23 unidades em 1972.

Visando aumentar a eficiência, unidades antigas estavam sendo substituídas ou modernizadas. A crescente preocupação dos governos com a qualidade do meio ambiente também

PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE CIMENTO

PAÍSES	PRODUÇÃO (em 1.000.000t)		ACRÉSCIMO 1970/71 %
	1970	1971	
União Soviética	95,3	100,3	+ 5,3
Estados Unidos	64,1	68,2	+ 6,4
Japão	56,5	58,8	+ 3,9
Alemanha Ocidental	37,5	40,2	+ 7,2
Itália	33,1	31,9	- 3,6
França	29,3	29,8	+ 1,6
Reino Unido	17,6	18,1	+ 3,2
Espanha	16,5	17,0	+ 2,8
China	15,0	16,5	+ 10,0
Índia	14,0	14,9	+ 6,5
Polônia	12,2	13,1	+ 7,4
Brasil	9,0	9,8	+ 7,7
Romênia	8,1	8,5	+ 4,9
Canadá	7,3	8,3	+ 14,2
Alemanha Oriental	8,0	8,1	+ 0,7
Tchecoslováquia	7,4	8,0	+ 7,5
Turquia	6,5	7,7	+ 18,5
México	7,4	7,5	+ 1,2
Bélgica	6,7	6,9	+ 3,0
Coréia do Sul	5,8	6,9	+ 17,9

FONTE: CEMBUREAU, Paris Bulletin nº5(1972)

PRODUÇÃO DE CIMENTO NAS AMÉRICAS EM 1970

(Unidade: 1000t)

PAÍSES	PRODUÇÃO	PAÍSES	PRODUÇÃO
Estados Unidos *	66.480	Jamaica	442
Brasil	9.002	Equador	331
Canadá **	8.250	Guatemala	224
México	7.180	Costa Rica	187
Argentina	4.743	Panamá ***	174
Colômbia	2.796	El Salvador	163
Venezuela	2.650	Honduras	152
Chile	2.041	Nicarágua	127
Peru	1.132 ^o	Bolívia	116
Uruguai	498	Paraguai	88
República Dominicana	493	Haiti	62

OBS.: (*) Inclui a produção de Porto Rico

(**) Este dado não confere com o do CEMBUREAU

(***) Produção de 1969

FONTE: Asociacion de Fabricantes de Cimento Portland-Argentina (Anuário 1970)

PRODUÇÃO MUNDIAL DE CAL - INCLUI CAL VIRGEM, HIDRATADA E INCLUSIVE DOLOMÍTICA

(Unidade: 1000t curtas)

PAÍSES	ANOS *	1968	1969	1970
União Soviética		22.835	23.524	23.700
Estados Unidos		18.637	20.209	19.747
Alemanha Ocidental		11.722	11.758	11.813
Japão		3.996	4.657	10.110
Itália		5.401	6.388	6.400
França		4.411	4.615	4.650
Polônia		2.528	2.456	3.875
Bélgica		3.166	3.326	3.164
Alemanha Oriental		2.848	2.770	2.755
Tchecoslováquia		2.502	2.535	2.535
România		1.881	2.114	2.200
Brasil		1.669	1.800	1.800
Iugoslávia		1.440	1.539	1.666
Canadá		1.440	1.635	1.626
África do Sul (vendas)		1.174	1.034	1.189
Colômbia		1.009	1.100	1.100
Irã		1.100	1.100	1.100
Bulgária		1.069	1.002	1.000
Outros		5.182	5.505	5.403
T O T A L		94.010	99.067	105.829

OBS.: (*) Ano fiscal com encerramento em 30 de junho

- Não estão disponíveis os dados relativos à produção do Congo, México, Nicarágua, Venezuela e Reino Unido, países sabidamente produtores.

FONTE: Minerals Yearbook (1970)

T A B E L A 15

tem provocado o fechamento de algumas fábricas, atendendo a requisitos de controle de poluição, cada vez mais rígidos nos países industrializados.

Pode ser encontrada toda uma gama de especificações para a cal, o cimento e o calcário. Em linhas gerais, no início da década de 1970, encontravam-se os seguintes preços f.o.b. para a cal nos Estados Unidos (preços não incluem embalagem):

Cal virgem : US\$ 13,73 t curta - para indústria química

US\$ 14,77 t curta - para agricultura

US\$ 16,77 t curta - para construção

US\$ 18,84 t curta - para dolomita refratária

Cal hidratada : US\$ 15,10 t curta - para indústria química

US\$ 17,27 t curta - para agricultura

US\$ 18,20 t curta - para construção

O preço médio do cimento, em 1970, nos Estados Unidos oscilou em torno de US\$ 3,32 por barril, preço f.o.b. na fábrica. A produção americana costuma ser fornecida em barril (1 barril equivale a 376 libras, e 1 libra é igual a 0,45359 kg) transformando-se tais valores obtém-se um custo de US\$ 19,47 por tonelada métrica de cimento naquele ano.

3.6.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

A distribuição geográfica das reservas de calcário no Brasil é caracterizado pela enorme amplitude, em função de terem sido constatadas ocorrências em praticamente todo o país, aflorando de várias maneiras calcários altamente cristalinos formando camadas e lentes intercaladas em rochas cristalinas e metamórficas mais antigas; em rochas sedimenta

res, por vezes constituindo extensas camadas, e em depósitos modernos como recifes de coral, leitos conchíferos atuais e acumulações artificiais de conchas calcárias (sambaquis).

Considerando-se apenas os relatórios de pesquisa e de lavra aprovados pelo DNFM, as reservas brasileiras em 1975 estão assinaladas na tabela 16, e pode-se observar a distribuição geográfica das mesmas complementadas pelo fato de, em 1975, terem sido formulados 1542 pedidos de pesquisa, liberados 179 Alvarás de pesquisa, outorgadas 21 novas concessões de lavra, existindo 365 minas em atividade e paralizadas 52. Das minas em atividade 63 eram manuais, 156 semi-mecanizadas e 146 mecanizadas, praticamente todas operando a céu aberto.

A seguir, relaciona-se uma descrição sumária das principais ocorrências brasileiras divididas em grandes regiões. Pode ser constatada a precariedade de informações relativas às reservas, pois na respectiva tabela não são mencionados Estados da região Norte (com exceção do Pará) como Amazonas e Acre, com ocorrências ainda pouco conhecidas.

REGIÃO NORTE : Os calcários da Formação Itaituba constituem importantes depósitos na Amazônia. Significativas jazidas localizam-se no Estado do Pará, nos municípios de Itaituba, Aveiro e Monte Alegre. Na região de Itaituba e Aveiro existem afloramentos nas barrancas do rio Tapajós e em leitos de igarapés. O elevado teor de magnésio confere a tais depósitos uma expressiva importância para calagem de solos. Na margem esquerda do rio Amazonas, em Monte Alegre, o teor é baixo, formando o material propício à indústria cimenteira. Na região nordeste do Pará (Bragantina) afloram calcários miocênicos da Formação Pirabas, explorados para indús

CALCÁRIO-BRASIL — RESERVAS EM 1975

ESTADOS	Q U A N T I D A D E S (1)		
	M E D I D A	I N D I C A D A	I N F E R I D A
Alagoas	6.058.116	941.843	—
Bahia	427.997.002	24.607.147	6.342.000
Ceará	50.634.411	62.343.000	62.471.000
Distrito Federal	148.229.514	24.619.188	47.329.399
Espírito Santo	111.259.722	7.732.850	2.048.000
Goiás	43.806.571	13.635.716	14.941.010
Marenhão	50.663.475	9.500.000	—
Mato Grosso	15.254.581	34.450.647	—
Minas Gerais	1.698.039.243	1.020.282.496	1.430.610.379
Pará	53.137.781	12.256.633	513.000
Paraíba	62.777.462	16.000.000	11.000.000
Paraná	1.827.411.288	862.149.027	1.080.433.640
Pernambuco	145.320.728	106.621.023	111.879.685
Rio de Janeiro	393.373.028	521.897.147	250.408.000
Rio G. do Norte	106.508.687	10.980.000	11.160.000
Rio G. do Sul	345.389.584	78.045.225	22.108.000
Santa Catarina	43.716.944	8.512.167	3.966.905
São Paulo	933.879.516	395.148.342	229.944.321
Sergipe	111.936.109	47.535.375	95.670.549
T O T A L	6.575.393.762	3.257.257.826	3.380.825.888

FONTE: Anuário Mineral Brasileiro (1976)

tria de cal e cimento (fábrica no município de Capanema).

REGIÃO NORDESTE : No Maranhão encontra-se calcário sedimentar nas regiões de Codó, Barra do Corda e Aarão Reis. Depósitos terciários da Formação Pirabas localizam-se no Piauí nos municípios de União, José de Freitas, Luis Correia Buriti dos Lopes, etc. No Ceará existem diversas ocorrências de tipo metamórfico, frequentemente magnesiano, nas regiões de Iguatu, Orós e Jucás. Os calcários cretácicos da Chapada do Araripe pertencentes à Formação Santana, prestam-se para cimento existindo uma fábrica na cidade de Barbalha (IBACIP). Em Sobral outra fábrica consome calcários da Formação Frecheirinha, referidos ao Grupo Bambuí. O Rio Grande do Norte possui extensos jazimentos sedimentares na Chapada do Apodi existindo uma fábrica de cimento em Mossoró (Itapetinga). A situação das reservas potiguares em 1975 era a seguinte :

ZONA	MEDIDA (t)	INDICADA (t)	INFERIDA (t)
Iganguaçu	145.600	-	-
Mossoró	104.693.087	-	-
Pendências	1.670.000	10.980.000	11.160.000
Total RN	106.508.687	10.980.000	11.160.000

Fonte : Anuário Mineral Brasileiro (1976)

No Estado do Rio Grande do Norte bem como em Alagoas, Pernambuco e Paraíba inúmeras ocorrências de calcário cristalino ocorrem intercaladas em metamorfitos; também afloram tipos sedimentares na região litorânea. Existe uma fábrica de cimento na Paraíba (CIMEPAR), duas em Pernambuco (Poty e Itapessoca) e uma em Alagoas (Atol).

Em Sergipe também afloram depósitos sedimentares

na área litorânea, onde existe uma fábrica de cimento em Aracaju. Na Bahia o calcário Bambuí estende-se por uma grande área no vale do rio São Francisco e alguns de seus afluentes, os mármoreis extraídos em Juazeiro, Curaçá, Glória e Belmonte são bastante apreciados pela qualidade. Os calcários sedimentares e depósitos recentes de conchas ou bancos de corais também são numerosos. Existem quatro fábricas de cimento na Bahia, localizadas em Salvador, Simões Filho, Campo Formoso e Tanhaçu.

REGIÃO CENTRO-OESTE : Em Goiás e Mato Grosso encontram-se ocorrências de porte considerável, porém com reservas ainda pouco definidas. Uma importante área de Mato Grosso situa-se entre Miranda e Corumbá, sendo que nesta última localiza-se uma fábrica de cimento. Em Goiás existem ocorrências nos municípios de Caldas Novas, Corumbá de Goiás, Goiânia, Palmeiras de Goiás, Planaltina, Niquelândia e Brasília (onde funciona uma fábrica). No Estado são encontradas mais duas fábricas, em Palmeiras de Goiás e Corumbá de Goiás, respectivamente.

REGIÃO CENTRO-SUL : No Estado de Minas Gerais estão situadas grandes reservas brasileiras, pertencentes principalmente à série Minas e ao Grupo Bambuí. As maiores reservas medidas localizam-se em Pedro Leopoldo, Arcos, Sete Lagoas, Matozinhos, Vespasiano e Prados. O Estado é o maior produtor de cimento do país (3.816.797 t em 1974, ver tabela 17) e de calcário (10.610.362 t em 1975, ver tabela 18) contando com doze fábricas em operação ou em fase de construção. Calcários cristalinos puros ou magnesianos ocorrem no Estado do Espírito Santo, em São José do Calçado e Cachoeira do Itapemirim. Nesta cidade existe uma fábrica de cimento. No Estado do Rio de Janeiro encontram-se depósitos nos muni

BRASIL-PRODUÇÃO DOS TIPOS DE CIMENTO PORTLAND POR UNIDADE DA
FEDERAÇÃO - PERÍODO 1972 - 1974

Unidades da Federação	PRODUÇÃO					
	Quantidade (t)			Valor (Crs 1000)		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974
	COMUM					
Pará	195.144	142.233	167.634	28.408	26.622	59.260
Maranhão	—	—	40.384	—	—	12.232
Ceará	106.856	95.394	93.964	14.369	15.680	20.998
Rio G. do Norte	53.261	149.599	177.825	7.379	23.644	42.157
Paraíba	292.635	391.694	383.306	41.179	64.879	92.967
Pernambuco	539.460	615.999	671.913	74.345	98.076	159.995
Sergipe	131.604	152.858	152.881	19.164	26.729	37.188
Bahia	272.595	390.639	481.114	43.694	74.941	129.394
Minas Gerais	2.808.079	3.444.102	3.816.797	360.423	491.739	782.721
Espírito Santo	364.567	361.224	360.805	45.605	52.362	75.965
Rio de Janeiro	1.133.747	1.077.065	1.088.927	152.050	168.151	239.855
Guanabara	165.281	180.974	159.140	22.963	29.464	34.051
São Paulo	2.854.005	3.122.228	3.446.161	388.011	457.061	749.053
Paraná	574.493	736.440	917.219	85.913	125.858	225.793
Santa Catarina	3.000	1.550	6.000	7	0	1.859
Rio G. do Sul	203.660	160.695	89.575	36.295	27.694	18.075
Mato Grosso	230.451	235.268	258.076	31.427	36.967	63.813
Goiás	213.731	312.720	417.837	32.657	51.838	88.411
Distrito Federal	15.246	287.370	280.760	2.711	51.792	68.893
BRASIL	10.157.815	11.858.052	13.012.318	1.386.600	1.823.497	2.902.680
	ALTO FORNO					
Minas Gerais	—	146.560	261.830	—	26.238	56.588
Rio de Janeiro	560.851	612.313	639.513	71.693	90.620	126.524
São Paulo	208.427	216.518	219.138	29.745	35.671	45.894
BRASIL	769.278	975.391	1.120.481	101.438	152.529	229.006
	BRANCO					
Guanabara	46.368	47.608	51.324	18.759	20.422	27.281
BRASIL	46.368	47.608	51.324	18.759	20.422	27.281
	POZOLÂNICO					
Santa Catarina	204.581	205.785	213.265	29.436	33.582	42.911
Rio G. do Sul	193.785	298.531	481.038	35.336	62.365	130.018
BRASIL	398.366	504.316	694.303	64.772	95.947	172.929
	ALTA RESISTÊNCIA					
Guanabara	9.604	12.209	41.218	1.875	2.703	11.520
BRASIL	9.604	12.209	41.218	1.875	2.703	11.520

FONTES: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
Anuário Estatístico do Brasil (1975)

CALCÁRIO-BRASIL - PRODUÇÃO BRUTA POR ESTADOS - PERÍODO 1973-1975

(Unidade=t)

ESTADO \ ANOS	1973	1974	1975
Bahia	613.519	696.668	795.584
Ceará	155.933	173.679	159.057
Distrito Federal	2.100.813	1.375.777	1.141.377
Espírito Santo	487.530	475.093	504.522
Goiás	507.323	624.803	731.957
Maranhão	—	—	525.547
Mato Grosso	371.524	400.387	558.757
Minas Gerais	7.218.302	8.436.620	10.610.362
Pará	249.851	408.235	529.232
Paraíba	545.700	520.396	530.314
Paraná	1.117.615	1.178.192	1.090.998
Pernambuco	1.172.969	1.331.198	1.256.790
Rio de Janeiro	2.167.333	2.155.927	2.058.042
Rio G. do Norte	277.697	260.167	324.906
Rio G. do Sul	2.234.023	687.979	773.073
Santa Catarina	370.744	277.222	293.175
São Paulo	6.331.337	6.564.860	7.409.691
Sergipe	246.375	238.956	294.990

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (edições de 1974 a 1976)

cípios de Campos, Cambuci, Itaperuna, Cantagalo, Cordeiro, Barra Mansa, Barra do Piraí. Concentrações de conchas calcárias aparecem em Araruama e Cabo Frio. O Estado é o terceiro maior produtor de cimento, com fábricas em Campos, Cantagalo, São Gonçalo, Volta Redonda e na cidade do Rio de Janeiro. O segundo maior produtor é o Estado de São Paulo. Grandes reservas de calcário localizam-se em rochas precambrianas intercaladas em filitos, quartzitos e gnaisses. Estão em parte dolomitizados, mas encerram leitões com maior pureza. A principal área estende-se de Perus no rumo sudeste penetrando no Estado do Paraná. Existem oito fábricas de cimento instaladas em Apiaí, Capão Bonito, Itapeva, Itapevi, Jacupiranga, Perus, Sorocaba e Votorantim. Grandes reservas estão cubadas no Paraná, e as de maior potencial econômico localizam-se em rochas do Grupo Açungui na bacia do Ribeira, porção nordeste do Estado. Os municípios de Cerro Azul, Rio Branco do Sul e Almirante Tamandaré são os maiores produtores; duas fábricas de cimento encontram-se em Rio Branco do Sul e uma na cidade de Campo Largo. As reservas dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul não são de grande porte ocorrendo em rochas cristalinas de Camboriu (SC) e Bajé, Caçapava do Sul, Encruzilhada, Arroio Grande (RS). No litoral existem concheiros naturais e sambaquis consumidos na fabricação de cal. Em Santa Catarina existem duas fábricas de cimento (Brusque e Itajaí); no Rio Grande do Sul são três (em Esteio, Canoas e Pinheiro Machado).

A produção nacional de calcário tem evoluído como decorrência de sua vital participação no progresso produtivo de vários setores industriais, entre os quais podem ser destacados o cimento, a cal e o corretivo de solos, onde o calcário constitui a principal matéria-prima, e a siderurgia

(fundente). A medida em que aumenta a demanda nestes setores, a produção de calcário deve crescer concomitantemente. A tabela 19 ressalta tal fato. A produção nacional apresentou tendência evolutiva crescente na última década, o que também tem se verificado com a indústria cimenteira. Um pequeno decréscimo na produção de calcário foi constatado no ano de 1974, provavelmente devido ao aumento ocorrido no período 1972/1973, quando a produção cresceu de 19.518.812 t para 26.152.287 t. Possivelmente o excedente de 1973 foi consumido em 1974, desacelerando a produção desse ano.

Os principais Estados produtores aparecem na tabela 18 que informa a evolução observada no período 1973-1975. Os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro lideram a produção nacional de calcário. O consumo interno de calcário, dolomito e conchas calcárias pode ser assim distribuído no Brasil.

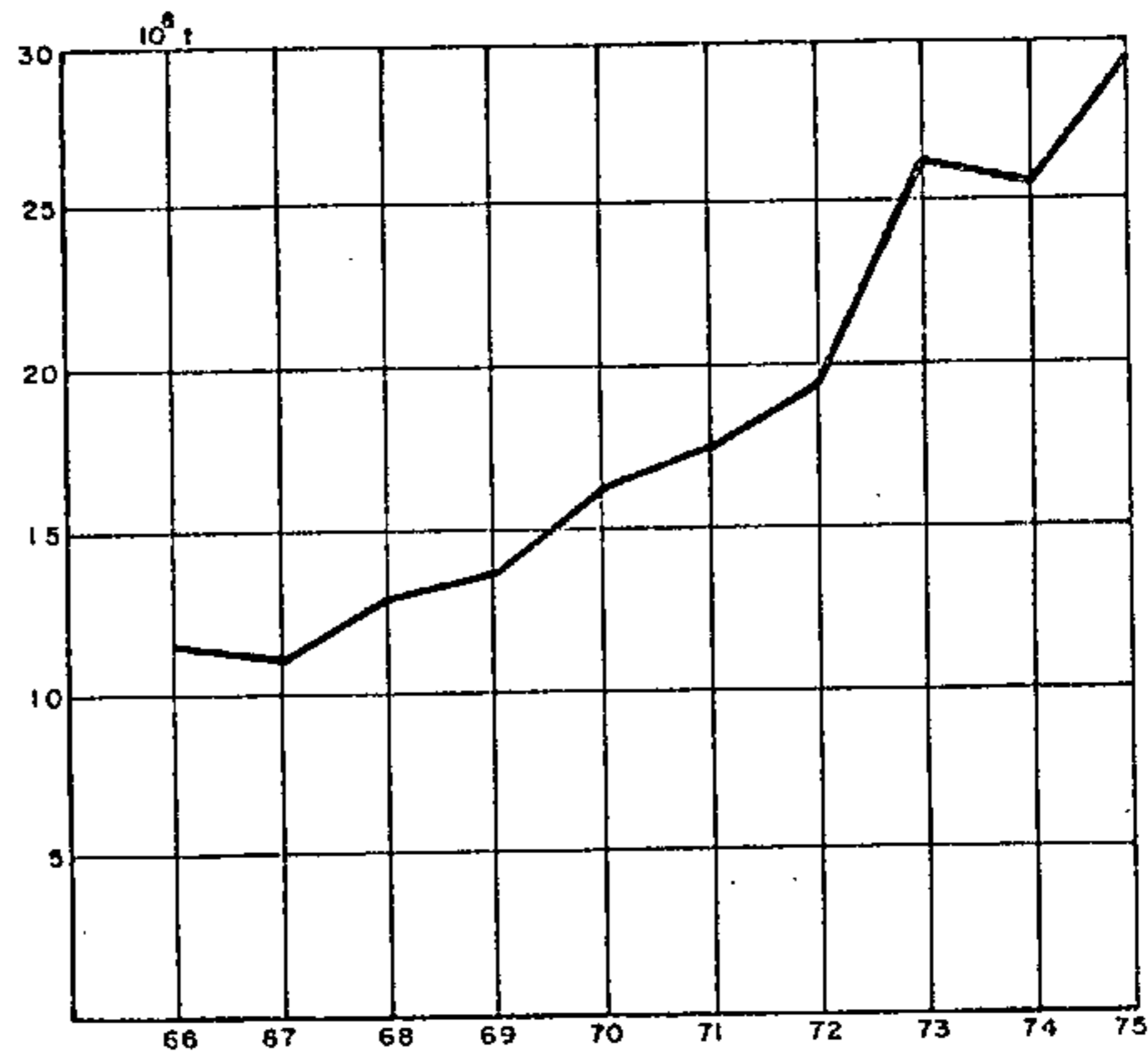
Cimento	-	69,0%
Cal	-	16,0%
Siderurgia	-	7,0%
Corretivo de solo	-	1,5%
Outros Usos	-	6,5%

Os três principais Estados produtores de calcário também são os maiores produtores de cimento, fato constatado na tabela 18. O Brasil é o 12º maior produtor de cimento do mundo, e o 2º maior das Américas. As perspectivas de crescimento da indústria cimenteira nacional prevêem uma posição ainda mais destacada para o final da década de 1970.

Após um período relativamente estável observado no início da década de 1960, a indústria brasileira de cimento encontrou condições de desenvolvimento favoráveis com a im

CALCÁRIO-BRASIL — PRODUÇÃO NO PERÍODO 1966-1975

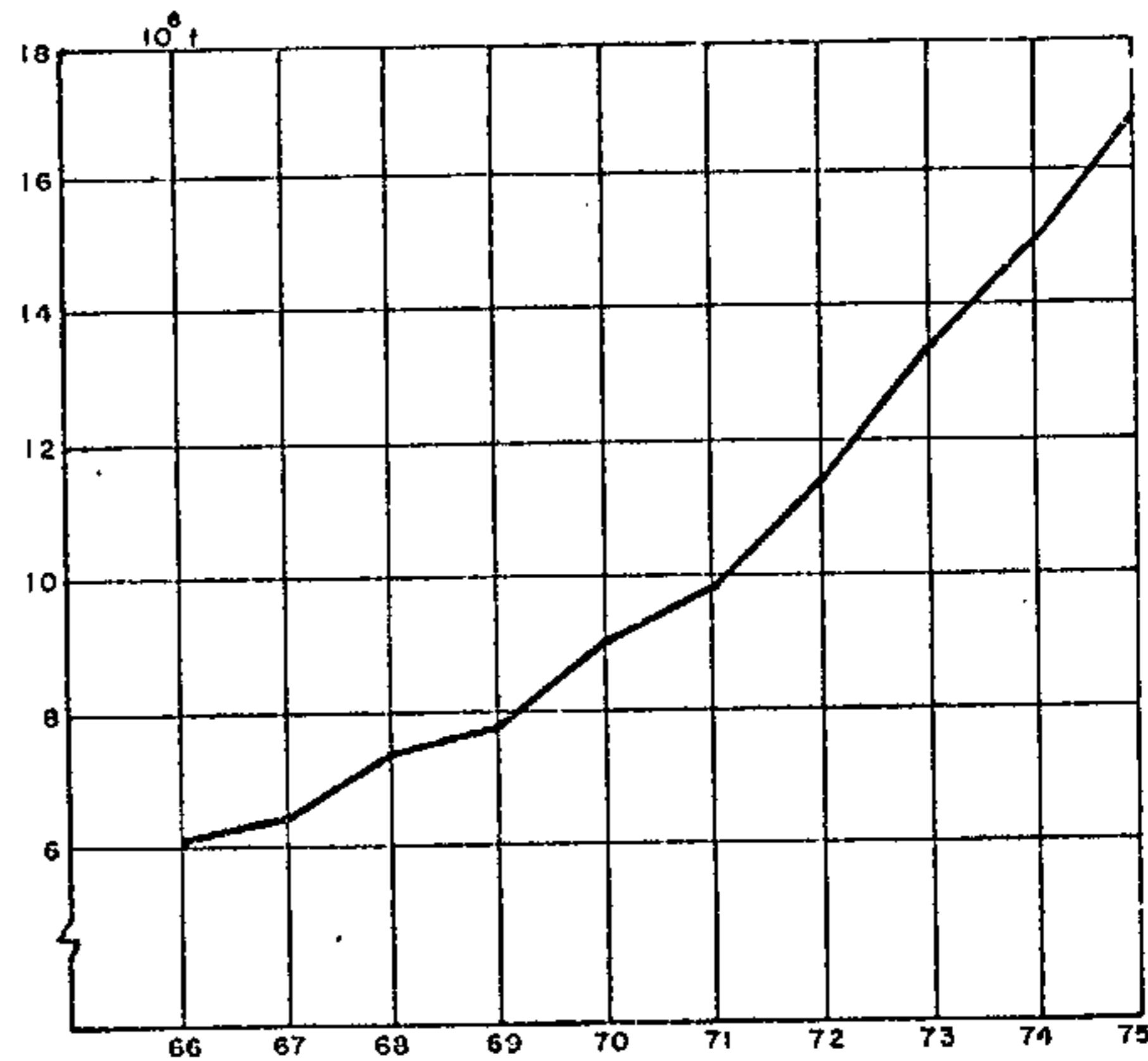
ANOS	Bruta (t)
1966	11.634.205
1967	11.394.623
1968	13.320.265
1969	13.899.980
1970	16.524.765
1971	17.724.230
1972	19.518.812
1973	26.152.287
1974	25.807.699
1975	29.588.374



FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

CIMENTO PORTLAND-BRASIL—PRODUÇÃO NO PERÍODO 1966-1975

ANOS	Cimento Portland Comum (t)
1966	6.045.589
1967	6.405.001
1968	7.280.654
1969	7.823.487
1970	9.002.431
1971	9.802.639
1972	11.381.431
1973	13.397.576
1974	14.914.644
1975	17.437.458



FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

plantação do Plano Nacional de Habitação, na demanda criada através da construção de inúmeras obras públicas e um mercado interno em expansão provocado pela urbanização acelerada do país. Isto resultou em aumento considerável de consumo, a que as fábricas já implantadas não conseguiram atender, recorrendo-se inclusive a importações.

A tabela 20 apresenta um quadro do comportamento do mercado brasileiro de cimento desde 1925. Naquele ano 100% do cimento consumido era importado. No período compreendido entre 1969 e 1975 observou-se uma significativa redução de importações, demonstrando a evolução de produção interna desse bem. Se houver um efetivo aproveitamento da potencialidade brasileira de calcário, será possível desenvolver uma real capacidade de exportação de cimento, possibilitando a conquista de vantajosos mercados.

Esta tendência manifestou-se fortemente em 1973. Em 1972 o Brasil exportou 1.370,55 t de cimento portland comum. O valor cresceu significativamente para 114.433,05 t em 1973, e baixou para 45.948 t em 1975, quando 71,89 % desse total foi exportado para as Guianas, e 13% para a Bolívia. O Brasil importou 213.949 t de cimento portland comum em 1975, a um preço de US\$ 11.334.325. Os principais países de origem foram Uruguai (75%) e República Federal da Alemanha (13,4%).

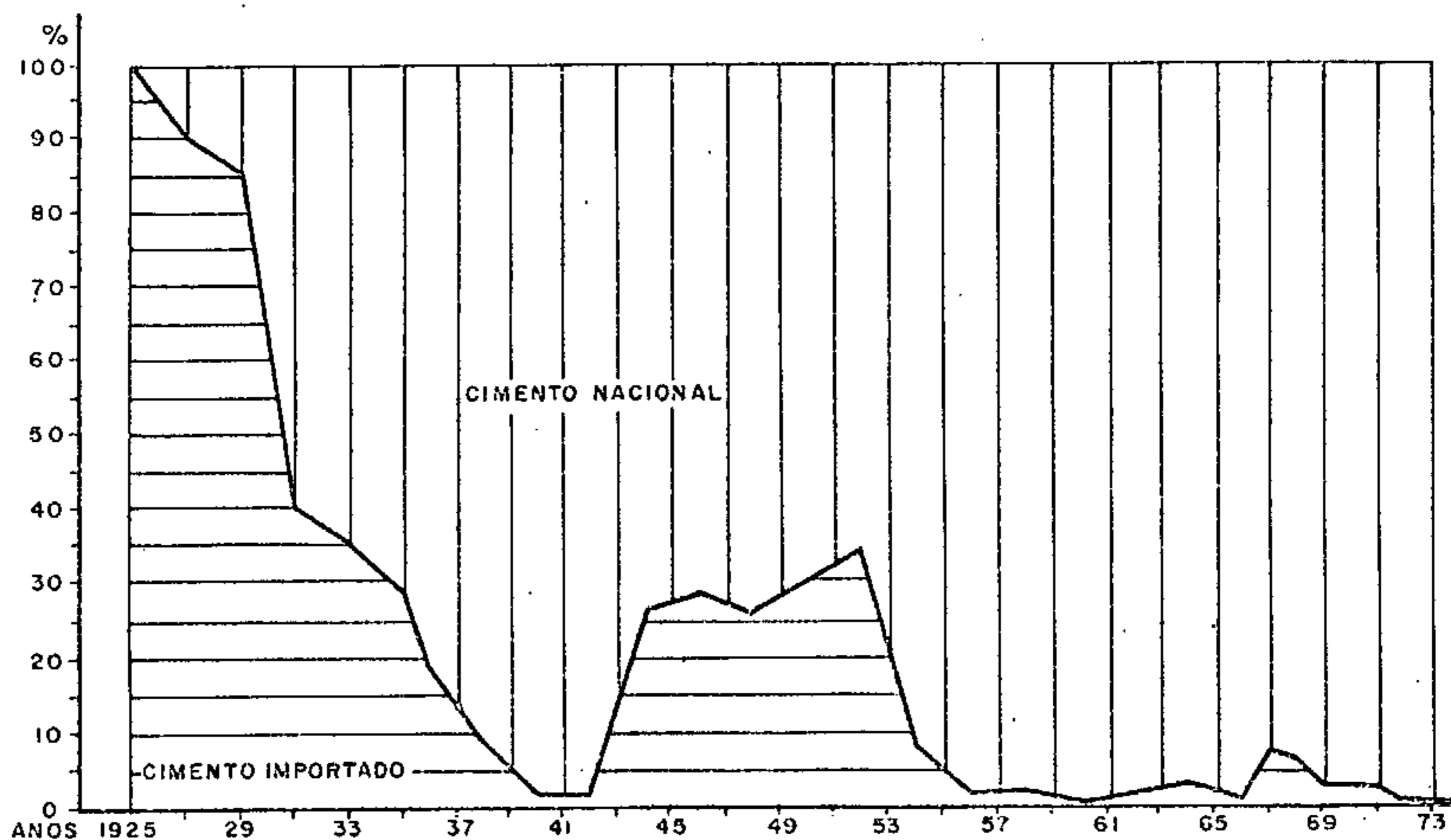
Acredita-se que se não houver a implantação de novas fábricas de cimento poderá ocorrer uma escassez do produto no final da década de 1970. Em 1979 prevê-se uma capacidade nominal de 24.000.000 t/ano, para uma demanda de 25.710.000 t/ano. Somente as obras da barragem da hidroelétrica de Itaipu, no período de 1978 e 1979, deverão consumir 2.000.000 t/ano, o que equivalerá a 10% da produção prevista

**CIMENTO-BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR DE CIMENTO
PORTLAND COMUM NO PERÍODO 1964-1975**

ANOS	EXPORTAÇÃO		IMPORTAÇÃO	
	Quantidade (t)	Valor FOB (US\$)	Quantidade (t)	Valor CIF (US\$)
1964	422,26	12.972	26.156,87	548.467
1965	2.739,04	82.844	42.683,38	817.491
1966	3.689,30	109.966	92.287,90	1.837.584
1967	14.265,69	446.162	124.072,00	2.591.859
1968	7.052,60	221.261	582.943,25	11.206.515
1969	1.408,90	43.441	607.207,51	11.901.251
1970	555,85	17.196	328.242,93	7.184.363
1971	1.124,43	31.869	275.406,35	6.021.261
1972	1.370,55	40.886	236.066,60	5.029.400
1973	114.433,05	2.251.403	228.687,52	5.493.386
1974	120.263,62	3.272.203	238.482,00	8.411.832
1975	45.948,00	1.638.566	213.942,00	11.334.325

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

**CIMENTO-BRASIL - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DO CIMENTO
IMPORTADO NO CONSUMO NACIONAL - PERÍODO 1925-1974**



FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1975)

para 1979. Segundo empresários do setor, o principal problema é a distribuição e não a produção. Existem alguns Estados com superprodução de cimento, como Minas Gerais, que "exporta" seus excedentes para o sul, onde a produção é insuficiente.

Experiências demonstram que o calcário atua de modo significativo como auxiliar na ação de fertilizantes. O grau de acidez do solo, medido pelo pH, desempenha papel preponderante na fertilidade. Na acidez do solo, revelada por baixos índices de pH, encontra-se o fator responsável pela escassa assimilação dos elementos nutrientes da terra pela planta, bem como pelo estabelecimento de condições inadequadas ao desenvolvimento dos vegetais. A calagem, ou seja a aplicação de calcário moído, é uma prática empregada na correção da acidez dos solos.

Tendo em vista que a demanda nacional de fertilizantes satisfaz-se basicamente por via de importações, e salientando os preços excepcionais desse insumo a partir de 1973, torna-se significativa a prática de correção de solos também no que se refere ao balanço de pagamento do país. Por outro lado, a simples calagem pode implicar no risco de empobrecimento dos solos, isso porque pela adição de calcário tornam-se assimiláveis os elementos nutrientes que podem esgotar-se rapidamente. Por isso é importante a necessidade de se considerar a calagem como pré-requisito para uma melhor ação dos fertilizantes e de se ter presente que um programa de correção de acidez antecede e também exige a posterior fertilização.

A definição desta prática em conjunto com a oferta de calcário a preços adequados ao agricultor constituem uma necessidade no Brasil de hoje, acenando com amplas perspecti

vas para regiões de terras exauridas através do uso intensivo, e também para as áreas providoras de calcário que preenham os requisitos necessários para atender às especificações exigidas pela legislação vigente para este material já descritas no capítulo de usos e aplicações.

A tabela 21 informa os preços de calcário de acordo com especificações exigidas pelas finalidades que se destinam, em diferentes pontos do país, a partir de indicadores contidos no Boletim de Preços editado pelo DNPM.

3.6.5 - Ocorrências cadastradas

Os depósitos de calcários do Rio Grande do Norte encontram-se distribuídos em vários municípios do Estado constituindo fontes de matéria prima principalmente para as indústrias de cimento, cal e como pedra de ornamentação para indústria civil.

Durante a etapa de campo foram cadastradas 118 ocorrências de calcários incluindo 14 que são e/ou foram exploradas para uso em construção civil (mármore) e estão cadastradas como tal (vide tabela 22 e 23).

Os calcários cadastrados estão agrupados em dois grandes grupos, os calcários sedimentares e os cristalinos.

No campo do domínio das rochas cristalinas, que são predominantes na constituição geológica do Estado, os calcários associados ocorrem geralmente sob a forma de lentes intercaladas concordantemente nos complexos Seridó e/ou Caicó. Apresentam-se altamente cristalinos, com textura sacaroidal, granulação fina a média, de cor predominantemente branca ou cinza claro com laivos mais escuros, com teor de

CALCÁRIO — BRASIL — COTAÇÃO NO MERCADO INTERNO — PERÍODO MARÇO/ABRIL 1977

MATÉRIA-PRIMA MINERAL		USO DA MATÉRIA-PRIMA	LOCAL DA COTAÇÃO		PREÇO (CrB/t)	
CALCÁRIO	ESPECIFICAÇÃO	APLICAÇÕES INDUSTRIAIS	PROCEDÊNCIA	DESTINO	FOB	CI F
Selecionado	—	Construção civil	Ouro Preto — MG	Belo Horizonte — MG	46,00	—
Pó	—	Corretivo de solo	Ouro Preto — MG	Belo Horizonte — MG	60,00	—
Britado	—	Fundente para aciaria	Sete Lagoas — MG	Ipatinga — MG	—	98,00
Bruto em saco	—	Corretivo de solo	Planalto Sul Riograndense — RS	Caçapava do Sul — MG	105,00 (grande) 125,00 (em saco)	—
Pó calcário a granel	Ø < 60 mesh	Corretivo de solo	N.S. Socorro — SE	SE — BA	130,00	—
Beneficiado	CaCO ₃ 93% (médio)	Fab. de cimento	Cantagalo — RJ	São Gonçalo — RJ	—	151,35
Pó calcário ensacado	Ø < 60 mesh	Corretivo de solo	N.S. Socorro — SE	SE — BA	180,00	—
Calcário	50% CaO	Siderurgia	Valéria — BA	Simões Filho — BA	—	180,00
Calcário	Dolomítico	Corretivo de solo	Salvador — BA	BA	214,00	—
Conchilífero	CaCO ₃ 87% a 92% SiO ₂ 4% — CaO 47% a 51%	Siderurgia	Bahia de Todos os Santos — BA	Santo Amaro — BA	430,00	—
Filler	—	Pavimentação asfáltica	Salvador — BA	BA	530,00	—

OBS.: Na fonte consultada constam 21 itens

FONTE: DNPM, Boletim de Preços nº 17 (março/abril 1977)

C A L C Á R I O

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO ATUAL
085	Acarí	Serra do Machado	Granitóide	43,9	3,2	—
086	Acarí	Serra do Machado I	Granito-gnaïsse	54,6	0,7	—
087	Acarí	Serra do Machado II	Granito	54,9	0,8	—
088	Almino Afonso	Almino Afonso	—	54,3	0,4	Em garimpo
089	Almino Afonso	Fazenda CocimbedeVaca	—	53,9	0,4	Em garimpo
090	Almino Afonso	Sítio Almino Afonso	—	53,2	1,0	Em garimpo
091	Almino Afonso	Sítio Milagre	Rocha granítica	39,9	0,1	—
092	Caicó	Batentes	Rocha xistosa	55,4	0,4	—
093	Caicó	Fazenda Lajes do Meio	—	53,4	0,4	Abandonado
094	Caicó	Fazenda Sabugi	Gnaïsse	51,6	1,5	—
095	Caicó	Fazenda Tatu Bola	Gnaïsse	52,7	0,4	Abandonado
096	Caicó	Rio Sabugi	Granito-gnaïsse	49,4	1,2	—
097	Caicó	Sítio Manhoso	—	52,2	2,0	Paralisado
098	Caicó	Sítio Manhoso I	Gnaïsse xistoso	54,7	0,5	—
099	Caraúbas	Fazenda Barro	—	50,4	0,3	Paralisado
100	Caraúbas	Fazenda Bezerras	—	30,5	20,6	Paralisado
101	Caraúbas	Fazenda Mocambo	Gnaïsse	53,3	1,4	Paralisado

(continua)

C A L C Á R I O

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO ATUAL
102	Caraúbas	Fazenda Timbaúba	Gnaisse	53,5	1,0	—
103	Caraúbas	Lagoa da Piraguira	—	53,4	0,5	—
104	Caraúbas	Fazenda União	—	35,4	15,3	—
105	Cerro Corá	Caçador	Quartzito	57,5	0,6	Em garimpo
106	Cerro Corá	Fazenda Trapia	Quartzito	52,8	2,8	Abandonado
107	Cruzeta	Barra da Caieira	Xisto à biotita	52,7	1,9	—
108	Currais Novos	Olho D'agua	Micaxisto	54,4	0,3	—
109	Currais Novos	Sítio Maniçoba	Micaxisto	53,3	1,0	—
110	Equador	Bolandeira	Quartzito	53,6	1,0	—
111	Equador	Olho D'agua do Boi	Quartzito	—	—	Abandonado
112	Extremoz	Maçaranduba	—	—	—	Abandonado
113	Florânia	Bom Jesus	Quartzito	40,5	1,9	—
114	Florânia	Pitombeira	Biotita-xisto	55,4	1,4	—
115	Florânia	Poço	—	55,0	0,4	—
116	Ipueira	Riacho da Pombo	Gnaisse	54,6	0,4	—
117	Ipueira	Sítio Curral Queimado	Gnaisse	—	—	Abandonado
118	Ipueira	Sítio Nova Olinda	—	51,8	2,0	—

(continua)

C A L C Á R I O

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO ATUAL
119	Janduís	Fazenda Açude Novo	Rocho granítica	55,1	0,4	—
120	Janduís	Sítio Clarão	Gnaisse	49,3	0,7	—
121	Jardim do Seridó	Tanquinho	Biotita-xisto	54,8	0,7	—
122	Jucurutu	Fazenda Bonito	—	54,8	0,5	—
123	Jucurutu	Fazenda Canal Velho	—	51,1	1,0	—
124	Jucurutu	Fazenda Espinheiro	Gnaisse-xistoso	52,7	1,9	Abandonado
125	Jucurutu	Fazenda Lajinha	Muscovita-xisto	48,7	1,0	—
126	Jucurutu	Fazenda Pinturas	Biotita-gnaisse	54,1	0,4	Em garimpo
127	Jucurutu	Jatobá	Biotita-gnaisse	54,7	0,8	—
128	Jucurutu	Retiro	Gnaisse	47,1	0,6	—
129	Jucurutu	Sítio Logradouro	—	52,6	1,1	—
130	Jucurutu	Sítio Pedra do Navio	Gnaisse	52,5	1,1	—
131	Jucurutu	Sítio Poço Comprido	Gnaisse	55,1	0,4	—
132	Lajes	Cabugi	Gnaisse	—	—	Abandonado
133	Lajes	Cabugi I	Gnaisse	—	—	Abandonado
134	Lajes	Espinheiro	Biotita-xisto	52,8	2,0	Abandonado
135	Lajes	Queiroz	Gnaisse	—	—	Abandonado

(continua)

C A L C Á R I O

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO ATUAL
136	Lajes	Serra Corcunda	Quartzito-micáceo	30,8	20,3	—
137	Lajes	Serra do Feiticeiro	Quartzito	—	—	Em pesquisa
138	Lajes	Trincheira	—	—	—	Abandonado
139	Lajes	Vereda do Meio	Xisto	53,1	1,6	—
140	Messias Targino	Fazenda CacimbadeBaixo	—	55,7	0,1	—
141	Messias Targino	Fazenda Junco	—	54,6	1,2	—
142	Messias Targino	Sítio dos Pintos	—	53,8	0,6	—
143	Messias Targino	Fazenda Varzea Rachada	—	50,4	3,4	Em garimpo
144	Olho D'agua dos Borges	Fazenda Brejo	—	51,0	0,6	—
145	Ouro Branco	Bom Sucesso	Gnaisse	55,0	0,4	—
146	Ouro Branco	Esguicho	—	54,6	0,5	—
147	Ouro Branco	Fazenda Alegre	Xistos e Gnaisses	54,4	0,4	—
148	Ouro Branco	Fazenda Logradouro	Gnaisse	53,8	0,7	—
149	Ouro Branco	Fazenda Malhada da Areia	Quartzito-micáceo	55,0	0,4	—
150	Ouro Branco	Fazenda Timbaúba	Muscovita-gnaisse	55,0	0,3	—
151	Ouro Branco	Gurupá	Quartzito-micáceo	54,4	0,5	Paralisado
152	Ouro Branco	Malhada da Areia	Gnaisse	53,3	1,1	—
153	Ouro Branco	Malhada da Areia I	Gnaisse	53,4	1,1	—

(continua)

C A L C Á R I O

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO ATUAL
154	Ouro Branco	Serrote do Castelo	Gnaisse	54,8	0,5	—
155	Ouro Branco	Santa Teresa	Quartzito	54,7	0,4	Paralisado
156	Ouro Branco	Sítio Poção de Baixo	—	54,6	0,4	Em garimpo
157	Paraú	Cidade de Paraú	—	55,0	0,3	—
158	Paraú	Fazenda Trincheiras	—	29,6	18,1	—
159	Paraú	Sítio Curralinho	Gnaisse	53,2	0,7	—
160	Paraú	Sítio Lagamar	—	52,9	0,9	—
161	Paraú	Sítio Socorro	Rocha granítica	—	—	—
162	Pareilhas	Boa Vista	Gnaisse	53,4	0,4	Abandonado
163	Pareilhas	Varzea do Serrote	Gnaisse	49,1	4,2	—
164	Pedra Preta	Salgadinho	Gnaisse	53,4	1,4	—
165	Pedra Preta	Trapiá	Quartzito-micáceo	56,2	0,6	—
166	Pendências	Canto do Curralinho	—	—	—	Em lavra
167	Rafael Godeiro	Fazenda Flôres	Migmatito	54,6	0,8	—
168	Rafael Godeiro	Fazenda Pedra D'agua	—	54,6	0,8	Em garimpo
169	Riacho da Santana	Sítio Paú	—	33,3	19,4	—
170	Santana	Caieira	Gnaisse	47,5	0,4	Paralisado
171	Santana	Malhada do Angico	Gnaisse	54,2	0,6	Em pesquisa

(continua)

C A L C Á R I O

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ENCAIXANTE	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO ATUAL
172	Santana	São Bento	Biotita-xisto	55,0	0,4	Paralisado
173	Santana do Matos	Cafuca	Xisto	50,8	2,1	—
174	Santana do Matos	Jardim	Rocha xistosa	36,2	16,8	Em garimpo
175	Santana do Matos	Piontó	Biotita-xisto	51,2	0,6	—
176	São Fernando	Fazenda Quixaba dos Felix	Muscovita-quartzito	48,8	0,8	—
177	São Fernando	Sítio Reforma	—	—	—	—
178	S. João do Sabugi	Riacho São Pedro	—	52,5	0,8	—
179	S. João do Sabugi	Sítio Velha	—	46,8	1,8	Abandonado
180	S. José do Seridó	Carro Quebrado	Biotita-gnaïsse	53,6	1,3	—
181	S. José do Seridó	Fazenda Olho D'agua	Biotita-xisto	54,6	0,4	Em garimpo
182	São Rafael	Curral Velho	Biotita-gnaïsse	52,3	1,4	—
183	São Tomé	Corredor	Quartzito-micáceo	30,3	21,2	Em garimpo
184	São Tomé	Roça	Gnaïsse	53,1	1,2	Abandonado
185	São Vicente	Riacho do Boi	Biotita-gnaïsse	53,4	0,7	Abandonado
186	São Vicente	Sítio Carretão	—	54,0	0,6	—
187	Taipu	Fazenda Bom Jesus	—	—	—	—

M Á R M O R E

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	SITUAÇÃO ATUAL
270	Almino Afonso	Sítio Trapiá	Abandonado
271	São João do Sabugi	Faz. Pedra de Cal	—
272	São João do Sabugi	Riacho de Fora	Lavra
273	Santana do Matos	Forvedeira	Lavra
274	São Rafael	Cavalo Bravo	Lavra
275	São Rafael	Faz. Barra do Oiti	Lavra
276	São Rafael	Faz. Carou de Dentro	Pesquisa
277	São Tomé	Boqueirão	Abandonado
278	São Tomé	Carnaúba de Cima	Abandonado
279	São Tomé	Faz. Ilhota	Abandonado
280	São Tomé	Ilhota	—
281	São Tomé	Pedra Preta	Lavra
282	São Tomé	Pedra Preta I	—
283	São Tomé	Serra dos Louros	Percolizado

CaO e MgO bastante variável conforme tabela 22 ; Essas lentes têm espessura e extensão bastante variáveis alcançando as vezes centenas de metros de espessura e extensão superior a 5 km. Algumas dessas ocorrências são utilizadas para obtenção de matéria prima para fabricação de cal, onde o calcário é explorado, de maneira bastante rudimentar, em forma de blocos com dezenas de centímetros de diâmetro e são colocados em fornos de campanha para a devida calcinação do material (foto 25). Esses trabalhos normalmente são de natureza esporádica e são realizados pelos próprios proprietários das terras ou então os mesmos não participam diretamente, mas têm participação na venda da produção. No município de São Tomé uma dessas lentes é explorada para ser comercializada como corretivo de solo. Neste caso o calcário é britado e posteriormente moído em moinho de bola, dando uma produção de 96 t/mês (foto 09 e 10). Nos municípios de São Rafael, São Tomé, Almino Afonso, São João do Sabugi, algumas lentes de calcários são exploradas para servirem como pedra de ornamentação na construção civil, esta utilização é baseada na granulometria cor e ausência de fraturamentos que prejudicam a retirada de blocos. A exploração destas ocorrências é feita por meio de martelotes a ar comprimido e corte com fios helicoidais (foto 19, 20 e 21). As frentes de serviços as vezes apresentam-se em bancadas com até 3m de desnível. As principais companhias que exploram estes depósitos são Simwal, Normisa e União de Mármore e Granito do Nordeste Ltda. A primeira tem seu beneficiamento instalado na cidade de Açu, e o rejeito é utilizado para a fabricação de cal e filler e as duas últimas são sediadas na cidade de Recife - PE.

No domínio das rochas sedimentares observou-se uma extensa área, que engloba diversos municípios e parte de ou

tros, localizada ao norte do paralelo de $5^{\circ}30'$ e constituída pela Formação Jandaira tendo esta formação outros pontos de ocorrência a leste do meridiano de 36° como pode ser observado no mapa geológico do Estado.

A Formação Jandaira litologicamente é constituída por uma sequência bastante homogênea de calcários em geral compactos de cores creme e cinza. Em alguns locais observa-se a presença de calcários litográficos, compactos, recristalizados com espessura superior a alguns metros de cores creme acinzentada a branca e calcários biodetríticos que ocorrem preferencialmente próximos à litofácies arenosa. A parte mais superior da formação é caracterizada por calcários maciços de granulação fina a microcristalino, com forte diagênese de cores creme e cinza clara, pouco fóssilífero. A espessura desta formação segundo dados de sondagens alcança mais de 200 m. Esta formação repousa concordantemente sobre os arenitos da Formação Açu com que tem contato gradacional, é sub horizontal mergulhando suavemente para norte onde aparece recoberta ora por um manto arenoso de espessura variável e pelos sedimentos terciários do Grupo Barreiras.

Nos trabalhos de cadastramento considerou-se como uma única ocorrência, toda a área onde esta formação tem continuidade geográfica, sendo feito entretanto uma coleta de amostra em diversos pontos (vide anexo) preferencialmente nas proximidades de locais de exploração.

Esses calcários atualmente são explotados como matéria prima para fabricação de cal e cimento e outras aplicações inclusive como brita.

O fabrico de cal tem sua maior área de concentração nos municípios de Dix-Sept-Rosado e Jandaira, muito embo

ra tenha-se observado pequenas caieiras isoladas na região, com funcionamento intermitente.

A maioria das caieiras observadas são de pequeno porte com um volume médio de 20 m^3 . Os trabalhos de exploração e empilhamento nos fornos são feitos manualmente. A queima tem duração de 2 a 3 dias e a retirada do cal é feita após o esfriamento do forno que pode durar até uma semana. O transporte ao mercado consumidor é rodoviário com exceção da produção do município de Dix-Sept-Rosado, que é transportada por trem até a cidade de Mossoró.

Foram realizadas análises de avaliação de calcário para grande maioria das amostras coletadas nos afloramentos visitados, as quais apresentaram uma grande variação nos teores de CaO , MgO e resíduos insolúveis como pode se observar na tabela 24 .

Nas proximidades de Mossoró este calcário é explorado pela Itapetinga Agro Industrial, que constitui a única indústria cimenteira do Estado.

A leste do meridiano de 36° ocorrem diversos pontos de afloramento dos calcários da Formação Jandaira (vide mapa geológico), entretanto foi cadastrada apenas uma ocorrência na localidade de Massaranduba município de Extremoz, sob o número 112, em virtude de nos demais locais o calcário se apresentar bastante alterado e com um espesso capeamento resultante da alteração do mesmo, acrescido dos sedimentos do Grupo Barreiras e outros sedimentos arenosos, não sendo possível uma observação concisa com a coleta de amostras para as devidas análises de avaliação.

Na ocorrência de Massaranduba o calcário é creme

ANÁLISE DE AVALIAÇÃO DE CALCÁRIO SEDIMENTAR

Nº	* RI %	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO
CF-006	0,6	55,0	0,4	Afloramento
CF-007	2,0	50,1	3,6	Afloramento
CF-008	1,5	53,1	0,8	Afloramento
CF-009	4,2	50,2	1,0	Pedreira
CF-010	1,0	54,7	0,5	Caieira
CF-013	5,2	50,9	0,6	Mina (Greda)
CF-039	6,3	51,2	0,6	Afloramento
CF-040	4,0	30,8	18,4	Afloramento
CF-041	4,4	46,7	4,2	Afloramento
CF-042	1,4	53,8	0,3	Afloramento
CF-043	1,8	53,8	0,3	Afloramento
CF-044	2,8	52,7	0,6	Pedreira
CF-045	1,9	51,7	2,0	Pedreira
CF-046	0,6	55,2	0,3	Afloramento
CF-047	0,3	55,2	0,3	Afloramento
CF-048	0,7	55,2	0,3	Afloramento
CF-049	0,6	54,8	0,2	Caieira
CF-050	1,1	47,0	5,4	Afloramento
CF-051	1,5	54,2	0,6	Afloramento
CF-052	2,0	52,9	0,4	Afloramento
CF-053	3,9	51,6	0,7	Afloramento
CF-054	3,8	54,3	0,6	Afloramento
CF-055	1,0	55,1	0,2	Afloramento
CF-056	0,6	31,7	18,0	Caieira
CF-057	2,7	52,2	0,8	Afloramento
CF-058	1,9	53,6	0,3	Afloramento

* RI - Resíduo Insolúvel

Continua

ANÁLISE DE AVALIAÇÃO DE CALCÁRIO SEDIMENTAR

Continuação

Nº	* RI %	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO
CF - 059	—	—	—	Afloramento
CF - 060	4,4	49,2	2,0	Afloramento
CF - 061	3,2	52,2	1,0	Afloramento
CF - 062	2,3	53,0	0,9	Afloramento
CF - 063	1,5	53,3	0,9	Afloramento
CF - 064	2,8	45,2	6,8	Pedreira
CF - 065	0,6	54,5	0,4	Pedreira
CF - 066	2,8	53,1	0,6	Afloramento
CF - 067	3,3	52,5	0,8	Afloramento
CF - 068	1,6	53,6	0,6	Afloramento
CF - 069	1,8	34,1	16,8	Afloramento
CF - 070	1,7	32,8	17,6	Afloramento
CF - 071	2,2	52,5	0,6	Afloramento
CF - 072	1,9	53,0	0,7	Afloramento
CF - 073	0,6	54,5	0,6	Caieira (4)
CF - 074	1,9	53,0	0,9	Afloramento
CF - 075	0,6	54,7	0,5	Afloramento
CF - 076	1,5	53,5	0,8	Afloramento
CF - 077	1,1	53,6	0,8	Afloramento
CF - 078	2,2	52,9	0,7	Caieira
CF - 079	2,5	52,6	0,6	Afloramento
CF - 080	0,8	54,3	0,3	Afloramento
CF - 081	2,9	51,9	1,0	Afloramento
CF - 082	2,1	52,6	0,9	Afloramento
CF - 083	5,2	50,5	0,8	Afloramento

* RI - Resíduo insolúvel

Continua

ANÁLISE DE AVALIAÇÃO DE CALCÁRIO SEDIMENTAR

Continuação

Nº	* RI %	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO
CF-084	2,3	53,2	0,7	Afloramento
CF-085	2,4	53,2	0,8	Afloramento
CF-086	1,7	53,5	0,6	Afloramento
CF-087	25,9	39,4	0,5	Afloramento
CF-089	2,2	45,2	7,3	Afloramento
CF-135	5,2	50,2	0,6	Afloramento
CF-136	5,2	50,2	1,2	Afloramento
CF-137	2,4	52,7	0,4	Afloramento
CF-138	2,0	53,0	1,4	Afloramento
CF-139	1,3	53,0	1,0	Afloramento
CF-140	4,9	29,1	19,3	Caieira
CF-141	3,1	56,6	**L, 0,1	Afloramento
CF-142	0,7	54,4	0,8	Afloramento
CF-143	8,1	50,2	0,6	Afloramento
CF-144	5,2	28,9	20,1	Afloramento
CF-145	2,5	30,6	21,3	Afloramento
CF-146	1,2	48,1	5,8	Afloramento
CF-147	3,1	43,6	8,6	Afloramento
SS-047	1,1	54,0	0,9	Caieira
YH-079	3,0	53,8	1,0	Caieira
YH-083	2,1	52,5	1,9	Afloramento
YH-084	4,2	52,5	1,0	Afloramento
YH-085	2,8	52,5	0,2	Caieira
YH-086	9,6	49,0	0,8	Caieira
YH-088	4,2	28,4	20,1	Caieira
YH-089	1,3	30,3	20,3	Caieira

* RI - Resíduo Insolúvel
 **L - Menor que o valor registrado

Continua

ANÁLISE DE AVALIAÇÃO DE CALCÁRIO SEDIMENTAR

Continuação

Nº	*RI %	TEOR DE CaO %	TEOR DE MgO %	SITUAÇÃO
YH-091	2,1	42,2	8,7	Caieira
YH-092	1,6	33,3	1,8	Caieira
YH-093	1,9	50,1	1,5	Afloramento
YH-094	1,8	31,9	1,9	Caieira
YH-095	1,4	48,4	5,3	Caieira
YH-096	1,6	40,9	11,3	Caieira
YH-097	1,4	52,3	2,2	Caieira
YH-098	1,2	53,0	1,4	Caieira
YH-100	31,0	20,7	13,1	Caieira
YH-101	2,6	29,2	20,4	Afloramento
YH-102	4,0	42,5	8,9	Caieira
YH-103	1,7	42,8	9,9	Afloramento
YH-104	2,6	29,2	20,8	Afloramento
YH-105	0,7	52,7	2,0	Afloramento
YH-106	2,6	30,1	19,4	Afloramento
YH-112	—	—	—	Afloramento
YH-113	—	—	—	Caieira
YH-114	—	—	—	Caieira
YH-115	—	—	—	Caieira
YH-116	—	—	—	Afloramento
YH-117	—	—	—	Afloramento
YH-118	—	—	—	Caieira
YH-119	—	—	—	Afloramento

*RI - Resíduo Insolúvel

de granulação fina com intercalações de bancos de argila com até 30 cm de espessura e está recoberto pelos sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras que alcançam no local 5 m de espessura. Neste local observou-se uma caieira, entretanto atualmente encontra-se paralizada.

Foram ainda cadastradas duas ocorrências de "greda" (calcária) nos municípios de Pendências e Taipu que tomaram os números 166 e 187.

Na primeira a "greda" tem cor branca e aflora numa área de aproximadamente 500 m² com uma espessura média de 2m. Atualmente está sendo explorada pela Mineração Cariri. A exploração é realizada manualmente por meio de pás e enxadas, sendo tirada a umidade do material em forno rotativo e ensacado no próprio local com uma produção de 25 t/dia. A greda é utilizada como "fuller" de sabão e asfalto e corretivo de solo e tem como principal mercado consumidor a cidade de Mossoró.

A ocorrência do município de Taipú é representada por uma "greda" de cor creme que aflora numa área de aproximadamente 1 ha, sendo explorada pela Mital S/A. A exploração é realizada por meio de trator de lamina, sendo a céu aberto e ensacada no próprio local (fotos 11 e 12).

No local denominado Fervedeira município de Santa na do Matos foi cadastrada uma ocorrência de mármore (nº 273). Trata-se de um calcário de cor creme-amarelada, cuja origem está ligada a fontes hidrotermais, que ocorre em camada sub horizontais no vale do riacho Fervedeira numa área de 10 ha aproximadamente e espessura superior a 10 m, repousando discordante sobre biotita-gnaisse laminado. Em alguns locais apresenta um capeamento de 1,5 m de solo. Atualmente esta

ocorrência esta sendo explorada pela Simwal S/A, os trabalhos são realizados por meio de martelos a ar comprimido e cortes com fios helicoidais.

3.6.6 - Conclusões e recomendações

Os depósitos de calcário do Estado do Rio Grande do Norte podem ser classificados em três tipos: o primeiro que tem seu campo de domínio nas rochas cristalinas dos complexos Caicó e Seridó; o segundo de origem sedimentar representado pela Formação Jandaíra quase que em toda sua totalidade; e o terceiro cuja origem está ligada a fontes hidrotermais. No que tange a sua distribuição geográfica os calcários apresentam uma distribuição regular ocorrendo praticamente na grande maioria dos municípios norte-riograndenses com exceções de alguns da faixa costeira e outros localizados na região oeste do Estado. Quanto a sua utilização esses calcários prestam-se às mais diversas aplicações principalmente aquelas consideradas básicas à economia do país. Atualmente a maior parte das ocorrências cadastradas são utilizadas na fabricação de cal, com uma produção bastante irregular. Em menor escala aparecem as utilizadas para corretivo de solo, filler, na indústria cimenteira e como pedra de ornamentação na construção civil (mármore).

Tendo em vista o grande volume de calcário no Estado com teores de CaO e MgO enquadrando-se nos mais diversos tipos de aplicação recomenda-se um estudo sistemático de quantificação e qualificação destes calcários visando incentivar a regulamentação e um aumento da produção dos diversos produtos cuja principal matéria prima seja calcário ou o próprio "in natura", além de definir as necessidades infra

estruturais para o real aproveitamento dos mesmos.

Esta recomendação tem como suporte : primeiro o grande desenvolvimento na indústria civil na região, a qual obrigatoriamente aumentará a demanda de cal e cimento na região; segundo principalmente nas regiões com predominância da agricultura onde o calcário moído será aplicado como corretivo de solo, baixando a acidez do mesmo e favorecendo a obtenção de maiores safras; e terceiro a ampliação e a implantação de indústrias que utilizam o calcário como matéria prima implicaria no aparecimento de outras indústrias na região.

3.7 - CASSITERITA

3.7.1 - Generalidades

Os minerais de estanho embora estejam largamente distribuídos, em pequenas quantidades, na crosta terrestre, seus depósitos não são comuns. O único mineral de importância comercial é a cassiterita que é um óxido de estanho, sendo uma pequena quantidade do metal retirada dos sulfetos complexos estanita, tealita e cilindrita. O estanho nativo é raro na natureza tendo sido assinaladas algumas ocorrências na Bolívia, Rússia e Guiana Francesa.

O estanho é um metal branco, dúctil, e facilmente maleável, com ponto de fusão de 231°C e peso específico 7,29.

Admite-se que a utilização do estanho iniciou-se a 3.500 anos A.C, em liga com o cobre (bronze) marcando-se, dessa maneira, o começo da idade do bronze. Nesta época, descobriu-se que o estanho ligado ao cobre formava material de apreciável qualidade de dureza, resistência a corrosão e maleabilidade. Este fato é considerado como um marco significativo na evolução tecnológica da humanidade.

Provavelmente a cultura mais antiga com conhecimento do bronze remonta à velha Mesopotâmia, com uma subsequente evolução comercial dessa liga através de toda Europa Central. Acredita-se que por volta de 2500 anos A.C. haja ocorrido escassez do estanho em determinadas regiões, que influenciou o desenvolvimento das rotas comerciais tradicionais que finalmente deram passo por terra e mar rumo às reservas de estanho da Espanha, da Britânia e das "Cassiterides" ou

"Ilhas do Estanho", descritas por Heródoto, admitindo-se que esta última fonte referia-se às formações de Cornwall.

É interessante citar que, até o século passado, produzia-se em Cornwall um terço da produção mundial de estanho.

A mais antiga referência sobre estanho no Brasil acha-se na Carta Regia de fevereiro de 1765, que confere a Domingos Ferreira Pereira o direito de pesquisar esse minério na Comarca de São Paulo. No Rio Grande do Sul foi descoberta a cassiterita em 1903, na bacia do rio Camaquã em Encruzilhada do Sul, tendo início as primeiras atividades mineiras de extração de estanho no Brasil.

3.7.2 - Usos e aplicações

Os campos de aplicação são definidos em função exclusivamente do estanho metálico tais como :

a- Folhas de flandres - esta é a principal fonte de consumo de estanho, da ordem de 45% do total mundial. Trata-se de uma chapa de ferro coberta com estanho comercialmente puro e, desta forma, combina a resistência do aço com a resistência a corrosão, facilidade de soldagem e boa aparência do estanho.

b- Estanhagem - a estanhagem com ligas de estanho-zinco ou estanho-níquel fornece maior resistência à corrosão

c- Solda - o principal emprego se verifica nas indústrias de rádio, televisão, computadores, etc.

d- Ligas de estanho - tipo Babbitt (estanho-antimônio-cobre) usada em mancais, ligas de fusíveis, em ligas

bronze-fósforo, em moedas de bronze, como metal para ornamentos e outros.

e- Bronzes - os bronzes verdadeiros são de base de cobre, contendo 10% de estanho. A boa combinação de resistência química, durabilidade mecânica e fácil manufatura oferecida tem lugar seguro na engenharia naval, química, etc.

f- Aditivo para ferro fundido - verificou-se em recente pesquisa que a dispersão uniforme de estanho em massa de ferro fundido, em quantidade abaixo de 0,1% melhora algumas de suas propriedades.

g- O estanho é ainda usado em revestimento eletrolítico, na indústria de plástico, de tintas fungicidas, manufatura de tecidos, cerâmica, desinfetante, e na agricultura.

3.7.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

Os maiores produtores de estanho encontram-se no continente asiático, que assim se destacam na ordem de importância : Malásia, Tailândia e Indonésia, que contribuem com as seguintes percentagens da produção mundial : 40, 12 e 11% respectivamente.

A produção mundial estimada de concentrado de estanho para 1976 foi de 171.000 t pelo International Tin Council (ITC), abaixo das 175.100 t em 1975. A queda da produção aparece como surpresa porque os controles de importação impostos pelo ITC foram menos rígidos e em menor período que em 1975. A produção final é dada em valores indicativos desde que na época da publicação do Engineering and Mining Jour

nal (março 77) não havia dados disponíveis.

A Malásia produziu até outubro 55.048 t contra 64.364 t em todo 1975. Para os seis primeiros meses, (a produção de 1975 está no parentese) os resultados alcançados foram : Bolívia 13.139 t (28.324 t); Tailândia 9.824 t (16.406 t); Indonésia 11.039 t (25.346 t); Austrália 4.840 t (9.310 t); Nigéria 1.935 t (4.652 t) e Zaire 2.000 t (4.400 t).

Em contraste com o longo declínio anual dos preços durante 1975, o mercado de estanho sofreu um recobrimento substancial em 1976.

Em cada um dos quatro maiores mercados do mundo para estanho, Penang, Londres, Nova York e Washington o mais baixo preço veio em janeiro quando em Penang foi de M\$ 953 por picul que equivale a 133,3 lb; em Londres o preço foi de £ 3,053 por tonelada métrica; em Nova York, de acordo com Metals Week, preço composto, de US\$ 3.124 por libra. Os preços mais altos vieram em julho. Em Penang o picul foi negociado a M\$ 1,320; em Londres £ 4,910 por tonelada; em Nova York US\$ 4.343 por libra e US\$ 3.96 por libra em Washington. Mas o grande aumento veio logo após o Natal e os mercados terminaram o ano em M\$ 1,318 por picul em Penang; £ 5.250/tonelada em Londres; US\$ 4.3945 por libra em Nova York e US\$ 3.96 por libra em Washington.

De acordo com as cifras preliminares do USBM o consumo de estanho primário nos E.U.A. em 1976 foi de 52.000 t com um aumento de 23,8% sobre as 42.000 t de 1975. O maior consumo foi no mercado de chapa estanhada, onde o consumo total foi de 16.650 t, até os 10 primeiros meses de 1976, contra 18.571 t em 1975. Também aumentou o consumo de solda em 8.564 t até outubro. O ITC anunciou o consumo global de es

tanho em 1975 em 174.300 t, numa queda de 12,7% dos números de 1974, estimou ainda o consumo de estanho em 6 meses de 1976 em 17.616 t para o Japão, 7.806 t para a Alemanha, 7.655 t para o Reino Unido e 5.448 t para a França. O consumo mundial de 1976 foi estimado em 192.000 t pelo ITC.

3.7.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

No Brasil diversos Estados são produtores de cassiterita, entre eles pode-se citar : Amazonas, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Rio Grande do Sul e o território de Rondônia. O maior deles é Rondônia que participa com mais de 60% da produção total do país.

Durante os anos de 1966 a 1975 segundo o Anuário Mineral Brasileiro a produção brasileira está assim representada.

Anos	Concentrado (t) *
1966	2.504
1967	2.874
1968	2.942
1969	3.670
1970	5.575
1971	3.540
1972	4.330
1973	5.529
1974	5.514
1975	6.849

* Inclusive a produção de garimpos.

Nesta sequência ocorreu um declínio da produção em virtude da paralização da garimpagem que ocorria em Rondônia.

As reservas medidas brasileiras somam 55.613 t de minério da qual a maior parcela pertence a Província Estanífera de Rondônia.

As exportações e importações brasileiras estão impressas nas tabelas 25 e 26.

A principal fonte de consumo de estanho está na fabricação de folhas de flandres, que se destinam a indústria de latas, baldes e outros vasilhames, para empacotar uma grande variedade de alimentos e outras mercadorias. Outros consumidores são as indústrias de automóveis, rádio, televisão, eletricidade, eletrônica, plásticos, tinta, tecidos, etc.

A produção atual de estanho metálico embora abaixo da capacidade de refino está atendendo a demanda do mercado interno.

Os preços de concentrado de cassiterita com 60% de estanho está variando entre Cr\$ 60,00 e Cr\$ 92.00/kg(F.o.b.).

3.7.5 - Ocorrências cadastradas

Na fase de pesquisa bibliográfica foram cadastrados 5 pegmatitos garimpados para cassiterita nos municípios de Parelhas (1), Carnaúba dos Dantas (3), Jardim de Angicos (1) e 8 pegmatitos onde a cassiterita era explorada como subproduto.

ESTANHO(CASSITERITA)-COMÉRCIO EXTERIOR-EXPORTAÇÃO 1973-1975

FOLHAS-DE-FLANDRES(MANUFATURADOS)

DISCRIMINAÇÃO	Quantidade (t)			Valor FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Folhas de Flandres	11.289	4.255	516	3.028.982	1.881.620	318.905
Qualquer outra Folha Estanhada	7.052	3.621	778	2.033.116	1.410.743	451.688
TOTAL	18.341	7.886	1.294	5.062.098	3.292.563	770.593

OBS: Não houve exportação de compostos químicos em 1973 a 1974. Em 1975 houve uma exportação de 250 t de Óxido estanoso no valor de US\$ 1.834.844 (FOB)

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

ESTANHO(CASSITERITA)-COMÉRCIO EXTERIOR-IMPORTAÇÃO 1973 - 1975

FOLHAS-DE-FLANDRES(MANUFATURADOS)

DISCRINAÇÃO	Quantidade (t)			Valor CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Folhas de Flandres	16.418	37.722	40.134	5.354.433	17.005.281	23.764.236
Qualquer outra Folha Estanhada	123.416	152.699	108.951	10.530.434	77.745.430	70.135.955*
TOTAL	139.834	190.421	149.085	45.884.877	94.750.711	93.900.092

* Principais países de procedência: Estados Unidos (35,9%), Japão(20,2%) e França (13,1%)

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

ESTANHO(CASSITERITA)-COMÉRCIO EXTERIOR-IMPORTAÇÃO 1973-1975

MINÉRIO DE ESTANHO

DISCRIMINAÇÃO	Quantidade (t)			Valor CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Minério de Estanho Cassiterita	3.214	6.015	3.137	8.804.044	25.543.270	14.016.531*
TOTAL	3.214	6.015	3.137	8.804.044	25.543.270	14.016.531

* Principais países de Procedência: Bolívia (64,3%), Estados Unidos(12,2%) e Bélgica-Luxemburgo (10,1%)

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

ESTANHO(CASSITERITA)-COMÉRCIO EXTERIOR-IMPORTAÇÃO 1973-1975

COMPOSTOS QUÍMICOS

DISCRIMINAÇÃO	Quantidade (t)			Valor CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Óxido de Estanho	93,30	159,62	122,17	417.859	1.153.578	955.992
Tetracloreto de Estanho	0,23	0,05	0,52	1.119	366	14.574
Bicloreto de Estanho	31,88	31,27	35,01	139.536	215.305	262.468
TOTAL	125,41	190,94	157,70	558.514	1.369.249	1.233.034

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

ESTANHO (CASSITERITA) - COMÉRCIO EXTERIOR - EXPORTAÇÃO - 1973-1975

METAL E MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
PRIMÁRIO						
Estanho em Bruto	1.214,76	2.653,38	3.074,69	5.609.146	21.427.299	22.348.164*
Ligas	0,01	2,03	416,20	120	13.113	1.774.911
SEMI-ACABADOS						
Barras, perfilados	10,00	13,50	3,43	46.400	71.710	13.966
ACABADOS						
Artigos de uso doméstico etc.	2,92	5,52	3,92	36.437	90.077	75.526
TOTAL	1.227,9	2.674,43	3.498,24	5.692.103	21.602.199	24.213.567

* Principais países de destino: Estados Unidos (37,3%), Argentina (34,0%)
e Países Baixos (2,0%)

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

ESTANHO (CASSITERITA) - COMÉRCIO EXTERIOR - IMPORTAÇÃO - 1973-1975

METAL E MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
PRIMÁRIO						
Estanho em Bruto	0,54	0,96	25,80	3.057	10.882	192.189
Ligas	0,01	—	0,24	35	—	2.907
SECUNDÁRIO						
Desperdícios e sucatas	0,04	0,01	—	761	207	—
SEMI-ACABADOS						
Barras, Fios, Folhas, Tira Pó etc.	10,16	8,61	8,22	58.904	92.700	74.346
ACABADOS						
Tubos e Outras Obras	33,06	1,70	2,75	37.772	22.687	37.842
TOTAL	43,81	11,28	37,01	100.529	126.476	307.287

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

3.7.6 - Conclusões e recomendações

As ocorrências cadastradas em comparação a outras existentes no Brasil, não apresentam grande interesse, por hora, em virtude das mesmas possuírem uma mineralização irregular típica de pegmatitos, sendo a sua lavra bastante onerosa, o que não ocorre em outros depósitos brasileiros que são principalmente do tipo secundário onde a mineralização tem maior regularidade e uma exploração bem menos onerosa.

3.8 - CAULIM

3.8.1 - Generalidades

Do ponto de vista mineralógico o caulim pertence ao grupo denominado de "canditos", sendo que o argilo - mineral caulinita é o mais importante. Constituindo o grupo aparecem ainda os termos diquita e nacrita, polimorfos difíceis de se encontrar isolados e a haloisita que é uma forma hidratada. Estes minerais cristalizam no sistema monoclinico ou triclinico, e se apresentam em percentuais variáveis na rocha comumente denominada de caulim, que é material branco sendo quimicamente representado por silicatos hidratados de alumínio, de composição aproximada $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ou então $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$. Impurezas frequentes e que nos caulins puros comparecem em traços inferiores a 1% são óxido de ferro, titânio e minerais alcalino-ferrosos. A caulinita tem peso específico entre 2,60-2,63, dureza 2-2,5 e ponto de fusão de 1650° a $1775^{\circ}C$.

O uso do caulim em estado bruto é raro, entretanto, após ter sido tratado convenientemente, ressalta no campo das argilas pelas propriedades especiais que apresenta. Entre elas destacam-se : plasticidade, brancura, maciez, inércia química, baixa condutividade de calor e eletricidade, característica de reforço, forte poder dispersivo na água e em outros meios líquidos. Tais características conferiram ao caulim um largo emprego desde a mais remota antiguidade. Hoje em dia, como consequência ao desenvolvimento de tecnologia, ele passou a figurar em numerosos processos fabris como matéria-prima de destaque.

3.8.2 - Usos e aplicações

O uso do caulim é regulado pelas propriedades físicas e químicas do material, de modo que determinadas indústrias requerem matéria-prima relativamente isenta de impurezas, sem muita preocupação com respeito à cor. Algumas necessitam de caulim com brilho excepcional ou de granulometria específica, e ainda outras elaboram produtos para os quais o minério de baixa qualidade é indicado. A tendência atual tem sido a de obter produtos padronizados a partir de um grupo de minas, que posteriormente são processados visando a obtenção das propriedades desejadas, para aplicações industriais específicas.

O caulim, dependendo da aplicação, sofre diversos processos de beneficiamento que variam bastante em complexidade, visando sobretudo o grau de pureza, brancura, poder de reflexão luminosa e a granulometria.

As aplicações industriais mais comuns são :

1 - Cerâmica branca - Esta utilização é bem conhecida, embora o emprego na indústria de papel seja mais difundido. O caulim para cerâmica branca é empregado em louça doméstica e sanitária, isoladores elétricos, térmicos e materiais refratários. Na industrialização de louças domésticas e sanitárias o caulim auxilia no controle preciso das propriedades de moldagem, e contribui para a resistência a seco. Após a queima oferece estabilidade dimensional e acabamento liso à superfície da louça. As propriedades dielétricas e a inércia química dos caulins favorecem a fabricação de isoladores elétricos e de porcelana de laboratório. A estabilidade e o elevado ponto de fusão tornam-no um componente útil na fabricação de materiais refratários. Na indústria de azu

lejo ele representa 38% da massa e 2% do esmalte, na louça de mesa entra 30% da massa.

2 - Indústria de papel : esta utilização consome cerca de 60% da produção total de caulim. Emprega-se principalmente o tipo coloidal como cobertura (coating) para fornecer brilho, maciez e alvura. Com a granulometria de 325 mesh o material serve de carga (filling) para dar cor, opacidade e preencher os interstícios das fibras de papel como carga para papelão ou papel para embalagem. O caulim pode ter cores creme ou cinza-clara.

3 - Indústria de borracha e plásticos : nestes casos o caulim atua como reforçador ativo ou como carga inerte. A granulometria pode ser de dois tipos : o primeiro denominado "duro" possui 80% da massa das partículas menor que 2 micra e ausência de cobre e magnésio. O segundo, tipo "mole" exhibe 56% da massa das partículas com granulometria menor de 2 micra. Na industrialização da borracha o caulim é o agente reforçador da resistência à abrasão e ao rasgo, e na de plástico serve para produzir superfícies mais lisas, acabamento atraente, boa estabilidade dimensional e elevada resistência aos ataques químicos.

4 - Fabricação de tintas e esmaltes : o caulim é utilizado em virtude de ser quimicamente inerte e insolúvel no sistema, possuindo elevado poder de cobertura. Nos pigmentos brancos atua como diluente e agente de suspensão em tintas a óleo e aquosas.

5 - O caulim também é consumido nas indústrias têxteis, de adesivas, fertilizantes, cosméticos, lápis, detergentes, como auxiliar de filtração. Constitui ingrediente em

vários produtos farmacêuticos; na indústria química tipos especiais têm funções de catalizadores no refino de petróleo, além de alguns de seus produtos derivados serem empregados na fabricação de vidros inquebráveis para automóveis.

Mesmo existindo diversos produtos alternativos como o talco, sílica, carbonato de cálcio, magnesita e dolomita, o caulim mostra grande vantagem em virtude do custo relativamente baixo. Isto resulta até mesmo no aumento de aplicações. Outra vantagem consiste na adaptação às modernas técnicas de refinamento industrial, o que habilita os produtores a oferecer uma faixa ampla de especificações do produto.

O avanço da tecnologia incentiva um pronunciado impulso para qualificações mais sofisticadas no caulim destinado a mercados específicos, além de oferecer novas perspectivas e expandir as já existentes.

3.8.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

O caulim constitui-se num dos minerais argilosos mais encontrados na natureza, existindo depósitos espalhados por numerosas regiões do globo. Contudo são poucos os jazimentos aproveitáveis e nos quais o mineral se apresenta com grau de pureza compatível com aplicações mais nobres. Geneticamente o caulim pode ter duas origens: "depósitos primários e depósitos secundários". Os depósitos primários são provenientes da decomposição dos feldspatos de diques pegmatíticos. Apresentam como impurezas os demais minerais de pegmatito ou mesmo o feldspato mais ou menos decomposto. No segundo tipo o caulim geralmente tem um maior grau de pureza, em vir

tude da sedimentação atuar como fator seletivo do material depositado o que resulta em acumulações mais homogêneas do mineral.

O mercado produtor de caulim e sua fatia mais lucrativa, que é a indústria de papel, são dominados pela Inglaterra e pelos Estados Unidos. Neste último os maiores depósitos sedimentares, de idade cretácica, são encontrados na Georgia e Carolina do Sul.

Na Inglaterra (que possui o caulim de melhor qualidade) quase toda a produção provém de St. Austell situada em Cornwall. A comercialização é feita por meio de oito qualidades postas a venda. O tipo denominado "A" tem um fator de brilho de 87,52 medido em escala pré-determinada. Possui uma distribuição de partículas com 45% abaixo de 2 micra. O tipo "E" (inferior) exhibe brilho de 80% e distribuição de partículas de 25% abaixo de 2 micra.

A maior parcela da produção inglesa é fornecida por uma companhia do grupo "English China Clays - ECC", responsável por 90% da produção daquele país. Em 1972 esta empresa comercializou 2.500.000 toneladas curtas e abasteceu 22% a 25% do mercado mundial.

A produção nos Estados Unidos em 1976 foi estimada em 5.700.000 t curtas sendo superior a de 1975 que alcançou 5.300.000 t curtas, mas não conseguiu suplantar a cota de 1974, ano em que alcançou a cifra de 6.400.000 t curtas.

Os maiores produtores americanos em 1976 foram o Estado da Georgia (4.300.000 t curtas, 75% do total nacional, com valor de US\$ 223.600.000), e o Estado da Carolina do Sul, que compareceu com 700.000 t curtas, no valor de

US\$ 13.900.000.

Em condições normais o minério da Georgia tem um aspecto ligeiramente amarelado em virtude de conter impurezas titaníferas. Entretanto possui uma importante qualidade, que consiste no pequeno tamanho das partículas. Nos depósitos típicos 60% das partículas é menor que 2 micra. Os jazimentos da Carolina do Sul são inferiores e a maior parcela desta produção serve para aplicação como carga.

No ano de 1975, 36% do caulim produzido nos Estados Unidos foi consumido na indústria de papel, 13% na de refratários e 6% na de produtos de borracha.

Com o avanço da técnica de processamento e as grandes modificações verificadas na estrutura da indústria de caulim na década de 1960, vários depósitos até então inadequados para o papel de alta qualidade foram reconsiderados. Nos Estados Unidos o caulim é vendido diretamente aos consumidores, ou através de distribuidores. A primeira opção é a preferida por ser mais prática e barata.

Na Europa as empresas geralmente produzem minério de valor inferior, tendo em vista a escassez de depósitos de boa qualidade, com algumas exceções. Uma delas é a Alemanha Ocidental com jazidas sedimentares no sul do país, apresentando variação de cor do branco ao cinza. A Tchecoslováquia também é produtora e tem sua mineração controlada pelo governo, que está expandindo as operações de beneficiamento.

No Japão quase todo caulim de alta qualidade é suprido pela importação principalmente americana, embora a produção atinja 250.000 t curtas anuais, sendo o minério empregado na indústria de refratários e como "filler" de borracha.

As tentativas visando substituir o caulim por alternativas mais baratas como talco, cal, carbonato de cálcio precipitado não têm sido promissoras, pois costumam surgir problemas relacionados ao controle de qualidade. Por outro lado o caulim está substituindo o titânio na produção de algumas tintas, porém tais experiências ainda encontram-se em fase preliminar de estudos.

3.8.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

Ocorrência de caulim primário e secundário estão distribuídas por vários Estados da Federação. Uma parcela das reservas exploradas até o presente, principalmente nos Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Norte e Paraíba é de origem primária, isto é, proveniente de diques pegmatíticos, em feldspato, nos quais este mineral foi convertido em caulim, mediante decomposição. Frequentemente o caulim encontrado em tais jazidas corresponde de 40% a 60% da tonelagem total da mesma, e apresenta-se misturado aos demais minerais do pegmatito, mais ou menos alterados, como quartzo, feldspato, mica, tantalita, columbita, berilo e outros.

A tabela 27 assinala as reservas brasileiras existentes em 1975, onde pode ser observado o grande impulso registrado pelo Estado do Pará, que mostra reservas medidas da ordem de 207.778.445 t. Tais jazidas estão sendo cubadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Situadas em região localizada a sul de Belém, às margens do rio Capim, consistem de rochas sedimentares da Formação Barreiras. A camada caulínica mostra espessura média em torno de 8m, podendo alcançar 19m.

Os caulins sedimentares (ou secundários) apresentam

CAULIM - BRASIL - RESERVAS EM 1975

ESTADO	MUNICÍPIO OU ZONA ESPECÍFICA	QUANTIDADES (t)		
		MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
AMAPÁ	Mazagão	44.505.750	10.322.250	—
		44.505.750	10.322.250	—
BAHIA	Camaçari	1.220.047	200.265	200.000
		1.220.047	200.265	200.000
CEARÁ	Guaramiranga	168.061	—	—
		168.061	—	—
ESPIRITO SANTO	Muqui	75.000	—	112.500
		75.000	—	112.500
MINAS GERAIS	Caeté	4.078.097	—	—
	Uberaba	812.060	—	—
	Resplendor	21.288.816	—	—
	Outros	2.898.592	1.436.093	953.337
		29.077.565	1.436.093	953.337
PARÁ	Irituia	357.970	272.000	422.000
	S. Domingos Capim	207.420.475	227.025.388	335.752
		207.778.445	227.297.388	757.752
PARANÁ	Curitiba	171.768	42.773	—
	Jaguariaíva	330.576	—	—
	Outros	86.744	900	30.680
		589.088	43.673	30.680
PERNAMBUCO	Buíque	405.100	4.400	17.200
	Cabo	3.618.800	—	—
	Tupanatinga	344.800	—	—
		4.368.700	4.400	17.200
RIO DE JANEIRO	Barra do Pirai	244.092	—	—
	Outros	197.993	—	19.872
		442.085	—	19.872
RIO GRANDE DO NORTE	Equador	1.009.830	720.000	—
		1.009.830	720.000	—
RIO GRANDE DO SUL	Rio Pardo	562.291	97.200	—
		562.291	97.200	—
SANTA CATARINA	Jaraguá do Sul	1.185.000	—	—
	Outros	1.350.019	422.155	—
		2.535.019	422.155	—
SÃO PAULO	Biritiba-Mirim	2.518.503	158.870	301.140
	Mogi das Cruzes	1.996.358	1.850.293	569.291
	Registro	8.913.000	—	—
	Outros	5.113.881	2.110.267	1.170.065
		18.541.742	4.119.430	2.040.496
TOTAL GERAL		310.873.623	244.662.854	4.131.837

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

grau de pureza mais elevado que os ditos primários, têm grão mais fino e normalmente ocorrem em lâminas hexagonais, que constituem características importantes em determinadas aplicações tecnológicas. Este tipo também alcança melhor preço no mercado internacional.

A edição de 1976 do Anuário Mineral Brasileiro in forma que em 1975 foram protocolados 178 pedidos de pesquisa e concedidos 57 alvarás; existiam 87 minas em atividade e 60 paralizadas. Das minas ativas 42 eram manuais, 37 semi-mecanizadas (36 a céu aberto e 1 subterrânea), e 4 mecanizadas a céu aberto. Como pode ser observado, o método de extração ainda é bastante convencional, geralmente contando com o auxílio de pás e picaretas. O beneficiamento preliminar é realizado perto da mina. Muitas pertencem a pessoal com pouco conhecimento técnico. Assim, o minério é beneficiado de modo rudimentar, até em escala anti-econômica, não observando as diferentes técnicas que se fazem necessárias para cada uso específico.

Os caulins primários do Nordeste, garimpados em pegmatitos no planalto da Borborema (PB, RN) são geralmente muito brancos e de granulometria grosseira. Têm emprego cerâmico principalmente na fabricação de azulejos, louça doméstica e porcelana elétrica. O teor de caulinita no minério bruto é superior a 50%, podendo atingir até 95% em alguns casos.

Os caulins dos Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul comumente apresentam grão mais grosseiro que os de Minas Gerais, sendo usados em cerâmica branca e carga para borracha e papel.

Os caulins da região Norte encontram-se ainda em

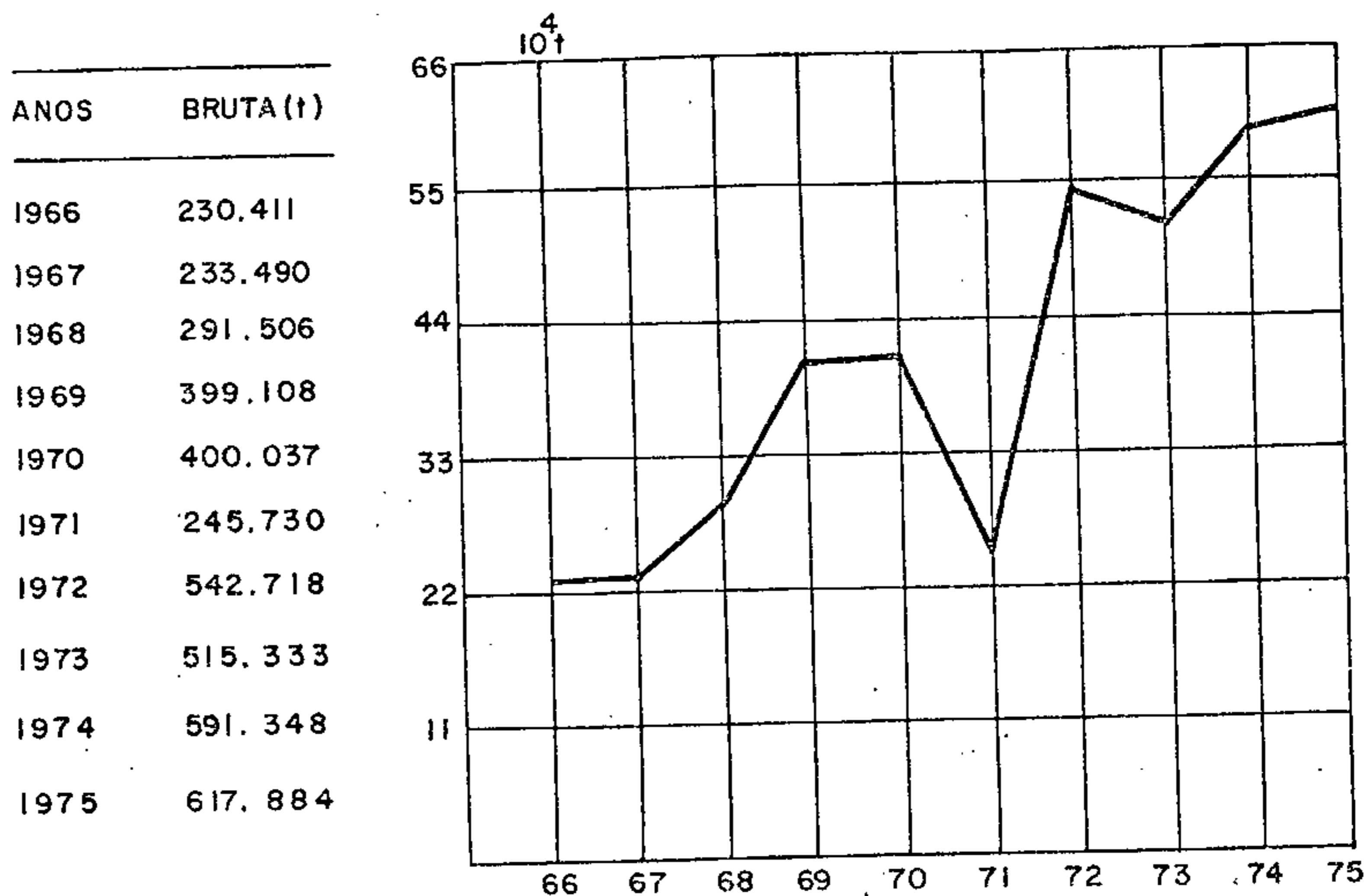
fase de estudos, mas amplas perspectivas se abrem à fabricação de louça e exportação de caulim de alta qualidade. A publicação Engineering Mining Journal de março/77 informa que a empresa National Bulk Carriers Inc, de New York, iniciou no Brasil a construção de uma fábrica com capacidade de 240.000 t/ano em setembro de 1976. Esta empresa (caulim da Amazônia) está localizada próxima a linha do Equador, cerca de 60 milhas a norte da confluência dos rios Jari e Amazonas. A maior parcela da produção será destinada à Europa, África e Japão por intermédio da Companhia Euroclay, uma associação formada pelas empresas Georgia Kaolin e Amberger Kaolinwerk (República Federal da Alemanha). Por outro lado; a construtora Mendes Junior S/A e a J.M. Huber Corp estão projetando instalações para beneficiar o minério extraído na área de rio Capim, Pará.

A maioria da produção brasileira destina-se a indústria cerâmica, com tendência de que manufaturas de cerâmica operem jazidas próprias. O consumo brasileiro tem aumentado consideravelmente, mas quando comparado aos países industrializados tal índice ainda é baixo.

A tabela 28 assinala como a produção tem evoluído na última década. Os índices referentes a 1971 são incompletos pois nesse ano o DNPM não chegou a computar todos os relatórios de lavra. Mas pode ser observado que no período 1966 - 1975 a produção brasileira tem crescido continuamente.

As exportações nacionais, relativamente pequenas, mostram uma evolução crescente mas modesta, como indicado na tabela 28, e são constituídas principalmente de material para a indústria cerâmica. Os compradores tradicionais, são os países da América do Sul, Uruguai, Chile e Argentina. A

CAULIM - BRASIL - PRODUÇÃO NO PERÍODO 1966-1975



Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

CAULIM - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR PERÍODO 1966 - 1975

ANO	EXPORTAÇÃO		IMPORTAÇÃO	
	Quantidade (t)	Valor FOB (US\$)	Quantidade (t)	Valor FOB (US\$)
1966	1.405	22.834	480	43.245
1967	960	24.800	919	85.754
1968	1.425	44.747	1.751	154.022
1969	800	25.437	2.364	219.535
1970	1.503	50.965	6.235	548.345
1971	2.180	106.630	6.947	736.445
1972	2.551	144.056	6.543	753.658
1973	2.878	140.753	10.831	1.254.067
1974	3.224	263.303	20.312	2.978.205
1975	2.845	187.553	3.877	1.296.008

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

partir de 1970 também seguiram cargas para o Japão e Países Baixos.

Por outro lado as importações brasileiras mostram decréscimo a partir de 1974. Mais de 90% do minério importado é proveniente dos Estados Unidos, 5% da Inglaterra, sendo o restante da Alemanha Ocidental e Bélgica. O material importado destina-se a usos nobres como a indústria do papel como coberturas especiais, caulins ativos para a indústria de borracha e tipos puríssimos para uso farmacêutico.

Algumas fábricas de papel associadas às de azulejo têm feito experiências para beneficiamento de caulim destinado a cobertura de papel (coating). O minério bruto é processado, retirando-se a fração fina através de hidrociclones.

Até o presente, o Brasil tem se apresentado como grande produtor de caulim para cerâmica e importador de caulim com especificações mais sofisticadas. Essa posição tende a se modificar em decorrência do desenvolvimento das extensas jazidas do Pará, que estão se revelando promissoras, e futuramente possibilitarão ao país disputar uma parcela do mercado mundial, atualmente dominado pela Inglaterra e Estados Unidos, os dois maiores e tradicionais produtores.

Os preços de diversos tipos de caulim estão assinalados na tabela 29, observando-se as diversas especificações dos produtos.

3.8.5 - Ocorrências cadastradas

O caulim ocorre em todos os Estados nordestinos, embora nem sempre em acumulações comercialmente exploráveis, ou com os qualitativos que o habilitem ao uso industrial. En

CAULIM - BRASIL - COTAÇÃO NO MERCADO INTERNO - PERÍODO JANEIRO / FEVEREIRO 1977

MATÉRIA-PRIMA MINERAL CAULIM - ESPECIFICAÇÕES	USO DA MATÉRIA-PRIMA	LOCAL DA COTAÇÃO		PREÇO Unidade: Cr\$/t	
	APLICAÇÕES INDUSTRIAIS	PROCEDÊNCIA	DESTINO	FOB	CIF
Branco - SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 37,9%, Fe ₂ O ₃ 1%, TiO ₂ 2,5%, MgO 0,80%, Na ₂ O 0,15% e PF 13,55%	Pisos	Pará	Ananindena-PA	60,00	120,00
Branco - SiO ₂ 46,86%, Al ₂ O ₃ 37%, CaO 0,45% MgO 55%, Fe ₂ O ₃ 1,19%	Azulejos e Pisos	Irituia - PA	Ananindena-PA	150,00	228,00
Branco - SiO ₂ 45,92%, Al ₂ O ₃ 37,86%, CaO 0,20% MgO 0,17%	Azulejos e Pisos	Irituia - PA	Ananindena-PA	168,00	246,00
Beneficiado - cor branca 70 mesh	Borracha	Equador-RN	Diversos	170,00	—
Beneficiado a 280 mesh, 78°-80° GE	Indústria papel	Ouro Preto-MG	Belo Horizonte-MG	600,00	650,00
Especial	Industria papel	Ouro Preto-MG	Belo Horizonte-MG	720,00	770,00
Beneficiado - cor branca 200 mesh	Borracha	Equador-RN	Diversos	750,00	—
Beneficiado - 325 mesh	Tintas e outros	Campina Grande-PB	Recife - PE	849,00	—
Beneficiado 01-CN, micro pulverizado, malha 325, Alvura 81-83% GE, umidade 6%, ensacado	Papel, tinta, bor- racha, vidro, cerâ- mica	Espera Feliz-MG	—	935,00	—
Beneficiado 00- CN, micropulverizado, malha 325, alvura 84% GE, umidade 6%, ensacado	Papel, tinta	Espera Feliz-MG	—	1.080,00	—

Fonte: DNPM, Boletim de Preços nº 16 (janeiro/fevereiro 1977)

tretanto na região denominada Seridó que engloba trechos dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, localiza-se a maior concentração de jazidas cauliníferas enquadradas no tipo primário, e que fornecem minério de boa qualificação, constituindo tal área o principal polo de produção de caulim do Nordeste.

Neste trecho predominam rochas precambrianas, compreendendo variados tipos litológicos: micaxistos, gnaisses, migmatitos, granitos, atravessados por numerosos pegmatitos de potência e estruturas variáveis. De longa data, tais pegmatitos têm sido sujeitos a intensa garimpagem, embora intermitente e em moldes rudimentares. Esta atividade tinha por finalidade a extração de minerais de alto valor, típicos de pegmatitos, como columbita, berilo, tantalita, espodumênio, etc. Em anos recentes surgiu o interesse pela extração de minerais de baixo custo como a mica, quartzo, feldspato e o caulim.

Os feldspatos dos pegmatitos parecem revelar uma tendência regional para a composição potássica. Quando a rocha encaixante do pegmatito favorece a penetração de águas meteóricas, intensifica-se a decomposição dos feldspatos, se as encaixantes estão constituídas por quartzitos, mais permeáveis que as demais litologias regionais. A faixa de quartzitos que atravessa os municípios de Junco do Seridó (PB) e Equador (RN), e que prolonga-se rumo norte formando a serra das Queimadas, encerra a maior parte dos pegmatitos cauliníferos da região.

O caulim é minerado a céu aberto quando possível, ou então por meio de galerias subterrâneas (foto 14). Em ambos os casos o desmonte é efetuado quase sempre desordenada-

mente, o que resulta em baixa produtividade do garimpo, circunstância agravada pela descontinuidade da atividade de extração, exercida geralmente no período da estação seca.

Embora os métodos rudimentares sejam de uso corrente entre os pequenos produtores, nas empresas de maior porte já se observam tendências a modernização, com galerias de extração racionalmente escavadas, equipamento mecanizado, geradores elétricos e outros apetrechos que possibilitam melhor rendimento nos trabalhos.

Com o desenvolvimento da etapa de campo do projeto foram cadastradas duas ocorrências de caulim do tipo sedimentar. Mesmo não sendo objetivo do projeto cadastrou-se li o ocorrências de caulim de pegmatito com o intuito de fornecer uma descrição sumarizada deste caulim, desde que esses depósitos são explorados intermitentemente e constituem uma atividade econômica no Estado.

Os depósitos cadastrados em pegmatitos possivelmente fazem parte dos 21 depósitos cadastrados na pesquisa bibliográfica, entretanto a não coincidência da toponímia é devida a diferentes denominações dadas pelos moradores e/ou garimpeiros locais e os autores das publicações consultadas. Os acessos de algumas dessas ocorrências também podem divergir, em virtude do tempo em que ocorreram as visitas a esses locais.

As ocorrências cadastradas situam-se nos municípios de Equador, Cerro Corá, Martins e Macaíba.

Sob os números 189 (foto 13), 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197 e 198 estão cadastradas as principais ocorrências, onde se garimpa caulim, no município de Equador. Nas

ocorrências de número 189, 190, 195 e 198 foram efetuadas pesquisas que delimitaram grande reservas de caulim de elevado teor de pureza.

Com exceção das ocorrências de números 199 e 200 todas as demais aparecem em pegmatitos que cortam as rochas quartzíticas, que devido a sua permeabilidade, favorece a penetração de água meteórica que intensifica a decomposição dos feldspatos, formando-se daí os depósitos de caulim. Tais depósitos são frequentes na faixa de quartzitos que se prolonga desde o Estado da Paraíba atravessando o município de Equador no Rio Grande do Norte e se estendendo, no rumo norte, formando a serra das Queimadas onde se localiza a maior parte dos pegmatitos cauliníferos da região do Seridó.

Esses caulins são garimpados há vários anos por métodos bastante rudimentares, contudo com o objetivo de alcançar maior rentabilidade no caulim negociado, foram montados, pelos garimpeiros, tanques de decantação (foto 15 e 16). Estes tanques são empregados na lavagem do minério com a separação de quartzo e feldspato. O caulim obtido após a lavagem e a decantação é seco ao ar livre ou em fornos alimentados a lenha. Com esse processo o desperdício de caulim é grande, de maneira tal que o rejeito poderia vir a fornecer material aproveitável.

A exploração destes depósitos é realizada por métodos também rudimentares, com auxílio de pás, picaretas e enxadas, sendo o material transportado a superfície por meio de cestas puxadas manualmente através de roldanas fixas.

A única ocorrência de caulim em pegmatito de número 188 localizada no município de Cerro Corá é constituída por um caulim bastante impuro, com muito quartzo, feldspato e mica. A área tem pedido de pesquisa aprovado pelo DNPM por

rém não observou-se nenhum trabalho no local. O titular do pedido é o Sr. João Toscano Neto. Na região afloram os sedimentos da Formação Serra dos Martins que capeiam o depósito.

A ocorrência cadastrada sob o nº. 200 está situada no município de Martins, na cidade homônima, aproximadamente a 500 m na direção leste, no local denominado ladeira do Barro Branco.

O caulim aí encontrado constitui um depósito estratiforme ligado aos arenitos argilosos, arenitos ferruginosos, arenitos caulínicos e lateritos da Formação Serra dos Martins. Durante os meses de Nov/74 a mar/75 foram realizados nesta área trabalhos de pesquisa que constavam de 14 poços e vários furos numa malha de 150 por 50 m, tendo o furo mais profundo 7 m e o mais raso 2 metros.

Outra ocorrência do campo de domínio dos sedimentos foi cadastrada no município de Macaíba e tomou o número 199 (vide ficha modelo "A").

Esta ocorrência está localizada na antiga estrada que liga Macaíba a Natal no lugar denominado Mangabeira. Trata-se de um espesso banco de caulim arenoso com uma espessura superior a 5m e uma extensão aflorante em torno de 150 metros. Este depósito faz parte dos sedimentos do Grupo Barreiras, constituindo em outros Estados nordestinos, jazimentos econômicos. Em extensão a esta ocorrência pode-se afirmar a existência de outros depósitos nesta região em virtude de ser um fato comum a presença de bancos caulínicos em sedimentos deste grupo, que contudo só poderão vir a ser comprovados através de trabalhos de pesquisa.

Segundo Silva (1973) in Caulim do Nordeste, o caulim de algumas das ocorrências cadastradas tem as seguintes

aplicações na indústria :

- 1 - Mamões - Cerâmica branca, refratários e reves
timento de papel.
- 2 - Jacu - Cerâmica branca e refratários
- 3 - Giz - Cerâmica branca, refratários e revesti
mento de papel.
- 4 - Tanquinhos - Cerâmica branca e refratários.

A produção destes garimpos é de difícil avaliação em virtude do caráter disperso e descontinua atividade explo
ratória dos mesmos.

Toda produção da garimpagem é transportada por ca
minhões com capacidade de 8 a 10 t para o beneficiamento e dar aos garimpeiros uma remuneração que varia de Cr\$ 100,00 a Cr\$ 400,00 dependendo da pureza do caulim observada macro
scopicamente.

3.8.6 - Conclusões e recomendações

O caulim é um dos bens minerais mais explorados do Estado do Rio Grande do Norte, cuja produção em 1975 foi de 28.910 t no valor tributável de Cr\$ 155.837,00 ao preço médio de Cr\$ 5.39, com base na arrecadação do IUM.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (1976), a pro
dução de 1975 foi de 1.350 t devendo o restante advir da ga
rimpagem que possui um caráter disperso e descontinuo, não se podendo ter um efetivo controle no que se refere a pro
dução real; as reservas medidas e inferidas são de 1.009.830 e 720.000 t de caulim respectivamente.

A exploração racional dos jazimentos aliada a sua

industrialização e comercialização poderão gerar considerável renda, traduzida em tributos, multiplicação de indústrias e derivados e novas oportunidades de emprego. Associado a isto, o consumo do caulim em uma nação está intimamente ligado ao produto nacional bruto, e é de se esperar que o Brasil venha a repetir o que ocorreu a alguns países europeus na década de 1960, que abriu um grande mercado para todas as qualidades de caulim.

Pelo dados acima citados observam-se boas perspectivas com relação a caulim, no Estado, muito embora o montante das reservas conhecidas seja modesto quando comparado a outras regiões do país, entretanto tais reservas poderão vir a ser consideravelmente ampliadas caso sejam realizados estudos nos sedimentos do Grupo Barreiras, potencialmente ricos em bancos caulínicos, além de se desenvolver a produção da região de Equador visando ao abastecimento do mercado interno como também ingressar no mercado internacional com a exportação de caulim de boa qualidade e de bens manufaturados a partir desta matéria prima. Este aumento de produção estaria ligado diretamente ao incentivo da aplicação de tecnologias modernas na exploração e beneficiamento do caulim, associada a uma pesquisa sistemática nas áreas quartzíticas com pegmatitos ricos em caulim e na região litorânea nos sedimentos do Grupo Barreiras.

3.9 -- CELESTITA

3.9.1 - Generalidades

Os minerais comerciais de estrôncio são a celestita e a estroncionita, sendo o primeiro o mais frequente e o segundo o de maior valor, devido ao menor custo de produção.

A celestita é um sulfato de estrôncio de fórmula química $SrSO_4$ (56,4% de SrO), cristaliza-se no sistema ortorombico, bipiramidal, dureza 3 a 3,5 na escala de Mohs, peso específico 3,97, brilho vítreo e apresenta coloração azul, branca, avermelhada, esverdeada ou amarronzada.

A celestita se apresenta como subproduto nos depósitos filonianos de galena, baritina e calcita, aparece ainda associada à gipsita na forma disseminada e em cavidades de dissolução em calcários.

A estroncionita é um carbonato de estrôncio de fórmula química $SrCO_3$ (70,1% de SrO), cristaliza-se no sistema ortorrômbico bipiramidal, fratura subconchoidal, dureza 3,5 na escala de Mohs, peso específico 3,76, brilho vítreo, coloração amarelada, esverdeada e avermelhada, transparente a translúcida, fluorescente e fosforescente em Raio-X.

3.9.2 - Usos e aplicações

O estrôncio possui inúmeras utilidades nas indústrias, entre elas pode-se citar:

1- Em liga com o cobre para intensificar a dureza e diminuir as bolhas de ar.

2- Em liga com o estanho e chumbo, formando um "me

tal" mais duro e duradouro para acumuladores.

3- Em liga com o estanho serve para facilitar a ex pulsão dos gases queimados nos metais que contém cobre, chum bo, zinco ou estanho.

4- O nitrato de estrôncio é utilizado em pirotéc -
nia proporcionando a cor vermelha nos fogos artificiais.

Outras aplicações do estrôncio são : em tintas, so da caústica purificadora, para fabricação de vidros, esmal tes e em produtos químicos.

3.9.3 - Produção, preços e consumo no mercado interna cional

Os depósitos mais importantes de celestita se en contram na Inglaterra (Gloucester e Somerset); na Alemanha (Westfalia); na Itália (Sicilia); Canadá (Ontário); México; Espanha, Rússia, Índia, contudo com exceção dos depósitos in gleses, pouco se sabe com relação aos demais. Muito embora se jam encontrados diversos depósitos nos Estados Unidos, eles não apresentam condições econômicas de exploração, não podem do competir com o produto importado da Inglaterra.

Desde 1959 os Estados Unidos dependem de importa ções para seu suprimento de estrôncio, predominantemente do Reino Unido e México.

Em 1968 o preço estimado por tonelada de estrôncio contido era de US\$ 49.

Segundo dados estatísticos a demanda de estrôncio no ano de 2000 atingirá cifras entre 12.700 e 21.500 tonela das, apresentando um crescimento médio anual entre 2,1% e

3,8% durante os anos de 1968 a 2000.

No Brasil, segundo os dados disponíveis com relação a este metal, só se tem conhecimento de uma ocorrência nos sedimentos cretácicos do Araripe e outra nos sedimentos da Bacia do Apodi. O Anuário Mineral Brasileiro de 1976 não faz nenhuma referência a este metal.

3.9.4 - Ocorrência cadastrada

Durante a etapa de campo cadastrou-se uma ocorrência de celestita, localizada no município de Governador Dix-Sept-Rosado.

A celestita possui cor branca a azulada e ocorre sob a forma de finos veios ou pequenas lentes irregulares dentro dos calcários creme a cinza da Formação Jandaíra. Litologicamente a área é representada por argilas cinza-esverdeadas, sobpostas ou sobrepostas à camadas de calcários dolomíticos, nas proximidades de depósitos gipsíferos. Segundo Cassedane et alii (1972) a celestita também ocorre sob a forma de nodulos ou agregados cristalinos nas argilas esverdeadas.

Segundo o resultado da análise química a celestita apresenta um teor de 46,1% SrO.

3.9.5 - Conclusões e recomendações

Com base nos estudos efetuados, a ocorrência é de pequeno porte entretanto tendo em vista a não existência de depósito desse metal no Brasil, se faz necessário um estudo prospectivo principalmente na zona mediana da Formação Jan

daíra onde ocorrem os argilitos e os depósitos gipsíferos. Es
te estudo ainda incluiria a prospecção de outros metais e/ou
substâncias para os quais este ambiente seja propício a suas
mineralizações.

3.10 - COBRE

3.10.1 - Generalidades

O cobre é encontrado na natureza em quatro grandes grupos de minerais: nativo, sulfetos, óxidos e complexos. Os sulfetos são os mais valiosos e os complexos têm o cobre misturado com minerais de chumbo, zinco, ouro e prata.

São conhecidos cerca de 165 minerais de cobre, sendo os mais importantes economicamente:

<u>Mineral</u>	<u>Composição</u>	<u>% de cobre</u>
Cobre nativo -	Cu	100,0
Calcopirita -	S ₂ CuFe	34,5
Bornita -	S ₄ CuFe	63,3
Calcosina -	SCu ₂	79,8
Covelina -	SCu	66,4
Enargita -	S ₄ AsCu ₃	48,3
Tetraedrita -	S ₇ Sb ₂ Cu ₈	52,1
Tennantita -	S ₇ As ₂ Cu ₈	57,0
Cuprita -	Cu ₂ O	88,8
Tenorita -	CuO	79,8
Malaquita -	CO ₃ Cu(OH) ₂ Cu	57,3
Azurita -	CO ₃ Cu(OH) ₂ Cu	55,1
Crisocola -	SiO ₃ Cu.2H ₂ O	36,0
Antlerita -	SO ₄ Cu ₃ (OH) ₄	54,0
Brochantita -	SO ₄ Cu ₄ (OH) ₆	56,2
Atacamita -	Cl ₂ Cu.3Cu(OH) ₂	59,4

O cobre é usado desde os tempos primitivos tendo uma pequena produção até o ano de 1800. Do ano de 1801 a

1810 a produção mundial anual era de 18.200 toneladas. A Inglaterra foi o principal produtor do mundo até o ano de 1850 perdendo a soberania da produção para o Chile que a conser-
vou até o ano de 1883, quando os Estados Unidos tornaram-se os maiores produtores, situação esta que retêm até nossos dias.

No Chile o cobre já era extraído antes da chegada dos conquistadores, mas a primeira produção espanhola foi em 1601 e a primeira fundição moderna em 1842. Nos Estados Unidos o cobre foi encontrado no ano de 1632 e a exploração te-
ve início em 1705 na mina Simsbury, em Connecticut. Em 1719 era explotada a mina Schuyler de Nova Jersey e em Gap, Pen-
nsylvania em 1732. Na atual mina Chino, de Santa Rita (Novo México) os espanhóis exploraram grande quantidade de cobre em 1800. O cobre da região do Lago Superior era conhecido desde 1771, contudo sua primeira exploração teve lugar em 1830. A era do "cobre pórfito" começou em 1905 nos Estados Unidos e no Chile, posteriormente alcançou grande importân-
cia a produção do Canadá e África Central.

3.10.2 - Usos e aplicações

O cobre é um dos principais metais da indústria da civilização moderna, sendo a sua utilização muito bem difun-
dida.

Depois de séculos de uso contínuo, o cobre ainda é o metal base que reflete não somente as necessidades funda-
mentais de um povo, como também, o seu grande desenvolvimen-
to tecnológico.

O vasto campo de aplicação do cobre é devido a propriedades tais como: ótimo condutor de eletricidade; bastante dúctil e maleável; elevada resistência a tensão física e ao intemperismo; facilmente combinável a outros metais para fabricação de ligas.

O cobre e suas ligas têm como características básicas a resistência mecânica moderada, associada à alta ductibilidade, encontrando grande aplicação na fabricação de peças e componentes à temperatura ambiente, na forma de chapas, tiras e arame.

Metal estratégico, é essencial à fabricação de bronze, latões e outras ligas metálicas, equipamentos eletrônicos, linhas de transmissão de energia e de telecomunicações.

As duas principais ligas de cobre são o latão e o bronze. O latão é a liga de cobre e zinco sendo que a participação do cobre varia de 55 a 99% e o bronze é a liga de cobre, estanho e zinco na seguinte proporção: Cu - 88%; 10% de Sn e 2% de zinco.

Mais da metade da produção mundial de cobre é empregada em equipamentos elétricos e eletrônicos. O restante encontra largo emprego na construção civil, na indústria de transporte, química, comunicações, utensílios domésticos, etc.

3.10.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

Com base em dados preliminares e estimado pelo Commodity Research Unit (CRU) a produção das minas de cobre

do mundo livre subiu para 6.431.000 t, ano de maior produção. O maior aumento, 200.000 t, veio do Chile, o qual superou a marca de 1 milhão de toneladas pela primeira vez. A produção das minas americanas aumentou cerca de 100.000 toneladas, enquanto no Canadá, Zâmbia e Zaire ocorreram profundas perdas. A produção de refinado subiu mais agudamente, cerca de 6,7%, refletindo a descida dos estoques de concentrado e da maior produção secundária. O Chile novamente mostrou um grande aumento, contudo o mais interessante é que os dois maiores refinadores europeus, a Alemanha Ocidental e Bélgica superaram suas produções de 1974. A produção de cobre refinado do mundo livre teve uma queda de 3,9% em relação a 1974, que equivale aproximadamente a 300.000 toneladas.

A produção mundial das minas de cobre está expressa na tabela a seguir, dada em toneladas curtas:

PAISES	A N O S		
	1974	1975	1976
EUA	1.597	1.411	1.521
Chile	985	813	1.114
Canadá	906	848	728
Zâmbia	770	746	673
Zaire	545	546	496
Filipinas	249	249	237
Austrália	277	241	226
Peru	235	192	215
Outros	<u>1.195</u>	<u>1.171</u>	<u>1.122</u>
Total	6.769	6.317	6.431

Fonte: Engineering and Mining Journal - (março/77).

Quanto a produção mundial de cobre refinado nos últimos três anos segundo a mesma fonte é de:

Produção de cobre refinado do mundo livre (em 10³ toneladas curtas) :

P A I S E S	1974	1975	1976
EUA	2.139	1.774	1.862
Japão	1.098	908	942
Zâmbia	746	694	766
Chile	593	590	689
Canadá	616	583	579
Alemanha Ocidental	467	465	491
Bélgica	418	366	435
Outros	1.583	1.526	1.599
Total	7.660	6.901	7.362

Durante o ano de 1976 os preços no mercado americano tiveram uma grande variação, com uma média de US\$ 0.69 por libra, apresentando um aumento de 9% sobre a média de 1975. O London Metal Exchange (LME) mostrou o mais alto aumento, cerca de 40% de £ 557/t para £ 781/t, contudo estes dados refletem a desvalorização do "pound sterling". Em termos de dólares o preço do LME subia apenas 14% de 59.1 cents para 63.9 cents por libra.

O consumo de cobre refinado do mundo livre aumentou de 18,3% em 1976 de acordo com as estimativas do CRU, alcançando 7.148.000 t. Este nível quase atingiu o total de 1974. A maior recuperação foi no Japão (34%) e Estados Unidos (29%). A menor foi na França (2,4%) e no Reino Unido 1,2%.

Consumo de cobre refinado no mundo livre (em 10³
toneladas curtas) :

P A I S E S	1974	1975	1976(e)
EUA	2.193	1.539	1.987
Japão	958	906	1.214
Alemanha Ocidental	804	700	815
Reino Unido	547	497	503
França	339	320	365
Itália	297	216	259
Outros	1.564	1.460	1.594

Fonte: Engineering and Mining Journal (março/77).

(e) estimativa.

3.10.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

A produção nacional de cobre, no momento, é reduzida e provém principalmente do Rio Grande do Sul (Mina Camaquã) e Santa Blandina (São Paulo).

Em Camaquã o cobre é explotado pela Companhia Brasileira de Cobre.

O minério, com o teor médio de 1,4%, é lavrado em galerias e após britagem e moagem, é concentrado com o teor variando de 35 a 36% de cobre, daí o concentrado segue para Itapera, sendo transformado em "cobre-blister", com o teor de 98% e finalmente em Utinga, São Paulo na Laminação Nacional de Metais ele é refinado por processo eletrolítico, entao transformando-se em catodo com o teor de 99,2% de cobre.

No período de 1966 a 1975 as produções de cobre metálico e minério de cobre foram as seguintes:

ANOS	MINÉRIO (t)	ANOS	METAL (t)
1966	127.500	1966	3.000
1967	132.401	1967	1.800
1968	164.825	1968	3.500
1969	240.198	1969	3.700
1970	330.086	1970	4.643
1971	503.900	1971	5.100
1972	414.405	1972	4.800
1973	399.496	1973	4.200
1974	365.840	1974	2.500
1975	266.077	1975	1.308

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (1976).

O consumo nacional de cobre aumenta de uma maneira acentuada, tendo em vista, principalmente, o crescimento industrial brasileiro. Além da produção interna e da importação, as necessidades nacionais de cobre são, ainda, atendidas pela produção obtida através da recuperação de sucata.

As importações e exportações são observadas nas tabelas 30 e 31.

3.10.5 - Ocorrência cadastrada

Durante o desenvolvimento da etapa de campo foi cadastrada uma ocorrência de cobre no município de Martins que tomou o número 202.

A ocorrência está localizada no sítio Maniçoba, a

COBRE - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - EXPORTAÇÃO 1973-1975
METAL E MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
PRIMÁRIO						
Refinado	1	630	347	1.801	309.959	101.975
Mates de Cobre	—	630	347	—	309.959	101.975
Eletrolítico	1	—	—	1.801	—	—
Ligas	1.203	—	—	1.156.830	—	—
SEMI - ACABADOS						
Barras, Fios, Folhas e Tiras	329	406	413	613.230	1.582.651	1.227.396*
ACABADOS						
Tubos, Cabos, Telas, Parafusos, etc.	412	284	176	876.702	1.429.976	1.349.758
T O T A L	1.945	1.320	936	2.650.563	3.322.586	2.679.129

* Principais países de destino: Uruguai (38,0%), Argentina (37,3%) e Venezuela (12,7%)

OBS: Não houve exportação de compostos químicos em 1973 e 1974. Em 1975, foi de 2t no valor de US\$ 4.074 (FOB)

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976).

COBRE - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - IMPORTAÇÃO 1973-1975
METAL E MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
PRIMÁRIO						
Não Refinado	0	10	0	615	16.837	33
Refinado	94.001	131.418	127.466	159.696.786	313.191.004	177.082.289
Ligas	517	475	66	824.090	1.076.162	267.279
SECUNDÁRIO						
Desperdícios e Sucatas	997	4.573	215	1.451.425	7.931.767	275.402
SEMI - ACABADOS						
Barras, Fios, Folhas, Tiras, Pó, etc.	1.298	2.415	1.526	4.035.055	9.435.699	5.781.471
ACABADOS						
Tubos, Cabos, Telas, Parafusos, etc.	342	1.016	982	2.487.339	6.630.341	6.999.768
T O T A L	97.155	139.907	130.255	168.495.310	338.281.810	190.406.242

* Principais países de origem: Chile (32,3%), Estados Unidos (22,5%) e Zaire (16,2%)

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

COBRE-BRASIL-COMÉRCIO EXTERIOR — IMPORTAÇÃO 1973-1975

COMPOSTOS QUÍMICOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Óxido Negro de Cobre	28	65	7	41.922	171.536	17.828
Óxido Vermelho de Cobre	102	121	153	192.265	337.691	347.848
Bicloreto de Cobre	4	6	9	8.176	13.404	20.210
Monocloreto de Cobre	1	1	12	6.332	6.273	31.144
Sulfato Cúprico	3.750	9.692	2.212	1.825.857	7.079.635	1.289.473*
Sulfato Cuproso	0	0	0	461	959	2.175
Nitrato de Cobre	0	0	0	358	339	472
Carbonatos de Cobre	0	0	0	53	1.060	203
Cianeto Cúprico	—	4	—	—	12.150	—
Cianeto Cuproso	96	127	47	190.791	425.282	123.067
Selenito de Cobre	—	0	0	—	805	1.183
Fosfato de Cobre	101	97	39	163.296	207.361	81.973
Acetato Básico de Cobre	1	—	—	2.862	—	—
Acetato Neutro de Cobre	0	3	1	85	10.618	6.316
Outros	—	0.00	50	—	59	3.655
T O T A L	4.083	10.116	2.530	2.432.458	8.267.172	1.925.547

* Principais países de origem: Chile (55,92%), Reino Unido (15,04%) e México (13,95%)

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

14 km de Martins na estrada secundária para Pilões, na direção geral SW. Trata-se de um veio de quartzo com direção NE-SW, que aflora em três escavações, numa área com predominância de rochas gnáissicas por vezes xistosas e migmatitos do Complexo Caicó. O cobre ocorre sob a forma de carbonatos e sulfetos em disseminações e impregnações no veio de quartzo e na rocha encaixante (xistos) nas proximidades do contato. O atual estado em que se encontram as escavações não permitiu uma melhor observação desta ocorrência.

No DNPM deram entrada a vários pedidos de pesquisa nesta região entretanto não foi encontrado nenhum outro indício de mineralização nesta região.

O cobre ainda ocorre em forma de sulfetos e carbonatos associado a outros minerais tais como barita (ocorrência nº 051) e scheelita nos tactitos.

3.10.6 - Conclusões e recomendações

Ao nível dos estudos realizados nesta ocorrência, a mesma não apresenta boas perspectivas, entretanto poderiam ser feitos estudos mais detalhados ao longo de sua direção na área de ocorrência. Os estudos de preferência deverão ser geoquímicos de solo ou sedimentos de corrente, tendo em vista que em outros locais poderia ocorrer uma maior concentração nas rochas encaixantes que são gnaisses xistosos ou xistos, que possuem uma boa permeabilidade para os fluidos hidrotermais, através de seus planos de xistosidade.

As ocorrências de cobre associadas a scheelita nos tactitos também poderiam vir a ser estudadas, visando a sua

exploração como subproduto, tendo em vista que atualmente o Brasil é um grande importador deste metal com tendência a uma maior demanda em função do desenvolvimento do seu parque industrial.

Recomenda-se o estudo do tactito de Água Fria no município de Jucurutu, onde a ocorrência de cobre se mostra promissora.

3.11 - COLUMBO/TANTALITA

3.11.1 - Generalidades

A columbo-tantalita ou tantalo-columbita é um dos principais minérios de nióbio e tântalo, conforme a predominância deste ou daquele metal.

A tantalita-columbita é um tantalato ou niobato de ferro-manganês, que compõe uma série isomórfica cuja fórmula é: $(\text{FeMn})(\text{TaNb})_2\text{O}_6$, podendo ocorrer em todas as proporções possíveis.

O peso específico desta série varia entre 5,3 a 8,0 denominando-se genericamente de tantalita as misturas com peso específico acima de 6,6, não obstante o peso da tantalita ser considerado entre 7,9 e 8,0, sendo amorfa às vezes em forma de chapinha, tem cor cinza-escura, brilho vítreo, dureza 6 na escala de Mohs.

O minério é denominado tantalita se o teor de pentóxido de tantalo for superior ao pentóxido de nióbio, ocorrendo o contrário, a denominação é columbita.

Inúmeros minerais tantalíferos em pegmatitos são conhecidos porém os mais importantes são djalmaita $(\text{U}, \text{Ca})(\text{Ta}_3\text{O}_9)$; euxenita $(\text{Y}, \text{Ca}, \text{Ce}, \text{U}, \text{Th})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6$; fergusonita $(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{Fe})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Te})\text{O}_4$; ixiolita $(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Sn}, \text{Fe}, \text{Mn})_4\text{O}_8$; samarskita $(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{U}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Pb}, \text{Th})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti}, \text{Sn})_2\text{O}_6$.

O nióbio e tantalo são dois metais que ocorrem associados intimamente e apresentam características semelhantes. Distinguem-se principalmente pelo peso específico (nióbio 8,57 e tântalo 16,6), têm ponto de fusão alto e resistên

cia a corrosão.

O tântalo teve sua produção incrementada, a partir da Segunda Grande Guerra, por suas numerosas propriedades e empregos em materiais bélicos, o que ocasionou um forte impulso na exploração e exploração de tantalita, obrigando uma busca sistemática de ocorrência desta substância mineral.

3.11.2 - Usos e aplicações

Embora a guerra tenha desenvolvido de maneira extraordinária a indústria de tântalo, é nas aplicações pacifistas que se concentram os mais diversos usos do metal. Baseados em suas propriedades pode-se citar as seguintes utilizações:

1 - Carboneto de tântalo

- a - peças resistentes ao desgaste;
- b - matrizes e máquinas trefiladoras;
- c - ferramentas de corte para torno, fresadoras, furadeiras e pontas de torno;
- d - ligas carbúras (tântalo-tungstênio)

2 - Sais de tântalo

- a - catalizadores;
- b - vidros óticos;
- c - plásticos;

3 - Tântalo metálico

- a - empregos cirúrgicos: fios, chapas, parafusos para cirurgia dos ossos e ortopédia;
- b - implantação de dentes;

- c - lâmpadas incandescentes de alto rendimento;
- d - usado sob a forma de fios anódicos: transistores para sinais, medidas elétricas, telecomunicações;
- e - condensadores para pára-raios e relés de tempo, condensadores para memória de computadores;
- f - amplificação nas válvulas eletrônicas; amplificadores, osciladores, condensadores, transístores e instrumento de controle eletrônico;
- g - equipamentos resistentes à ácidos para indústria química, aquecedores; evaporadores; refrigeradores, condensadores;
- h - equipamento para manipulação de bromo;
- i - proteção de instrumentos sensíveis;
- j - trefiladoras para indústria textil;
- l - pás de turbina a jato, pás de turbina para geradores de usinas nucleares;
- m - recipientes cilíndricos para urânio nos reatores de imersão;
- n - utilizado no diagnóstico precoce do cancer pulmonar.

Adiciona-se a estas aplicações o emprego do tântalo sob as suas várias formas em aparelhos, instrumentos ou equipamento que se destinam as finalidades bélicas estratégicas.

O nióbio tem sua principal aplicação na fabricação

de aço, além de um vasto campo de utilização a exemplo do tântalo.

Ligas e superligas têm sua utilização na construção de molas especiais, equipamentos militares em geral e na indústria química. Caracterizam-se pela utilização em ambientes não oxigenados, devido a sua fácil oxidação a temperatura relativamente baixa.

Supercondutores - os supercondutores e os magnetos permanentes são fabricados com ligas nióbio-titânio ou estanho. Esses materiais, a baixas temperaturas, têm resistência igual a zero.

Aços ferramentas - nesta utilização o nióbio age como um formador de carboneto, que propicia um produto mais duro e de maior resistência ao desgaste.

Aços inoxidáveis - o nióbio utilizado funciona como estabilizador dos carbonetos. Sua adição é da ordem de 8 a 10 vezes o teor de carbono no aço.

Aços ligados - o nióbio propicia uma economia de níquel, como acontece em alguns aços ligados de alta resistência.

Aços estruturais - o nióbio funciona como refinador de grão, o que possibilita que, com a adição de 0,03% de nióbio consigam-se aços de alta resistência.

3.11.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional

Os principais países do mundo livre produtores de concentrado de tantalita e columbita são Canadá, Guiana Fran

cesa, Guyana, alguns países africanos, Brasil, Austrália, Malasia, Tailândia, Moçambique e Portugal.

Contido	Ta_2O_5 lb x 1000			
Paises / Ano	1974	1975	1976	1977
Austrália	140	85	100	150
Brasil	230	195	190	230
Canadá	289	400	350	380
Malasia e Tailândia	212	190	190	220
Moçambique	140	40	50	80
Portugal	30	30	30	30
África (outros)	305	305	340	280
Outros	100	100	100	100

Fonte: Engineering and Mining Journal (março 1977)

A produção de concentrado de tântalo do Mundo Livre, que tinha atingido 1,3 milhões lb por ano permaneceu inalterado em 1976. A ausência de crescimento na produção é atribuído aos 3 meses de greve na Tantalun Mining Corp. of Canada Ltd. (Tanco) em Bernic Lake, Man. A Tanco deve produzir na capacidade nominal cerca de 400.000 lb de Ta_2O_5 em 1977, permanecendo como o único maior produtor de concentrado na indústria.

Os avanços econômicos e tecnológicos em 1966 impulsionaram a utilização do Ta_2O_5 como subproduto da cassiterita, onde a Tailândia tem projetada uma produção de 520.000 lb de Ta_2O_5 , que serão adicionadas ao suprimento deste material nos próximos anos.

O Metal Bulletin em fins de 1976 cotou o concentrado

do em US\$ 17.75 a 19.00 por lb e houve rumores de que mais altas transações tenham ocorrido no início de 1977. A cotação da Tanco subiu para US\$ 16.00-17.75 por libra de Ta_2O_5 contido em dezembro de 1976, superior a US\$ 15.00 em 1975.

O consumo comum de tântalo no Japão excede 335.000 lb de Ta contido dos quais 60% são para indústria ou capacitores.

Nos Estados Unidos, o mercado continua dominado pela eletrônica, que é responsável por 60% do carregamento total de tântalo em 1976.

Os industriais diferem em pontos de vista quanto a demanda e sensibilidade de preços de tântalo. Em geral, 1977 é esperado como um bom ano para o tântalo, incentivado por uma favorável perspectiva para a economia.

3.11.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

A principal fonte produtora de tantalita-columbita são as Províncias Pegmatíticas localizadas nos Estados de Minas Gerais, do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia, entretanto, somente a Província Estanífera de São João Del Rei em Minas Gerais é registrada pelo seu volume regular de produção.

Toda produção brasileira de minérios tantalíferos se destina ao mercado externo por não existirem, implantadas no País, indústrias consumidoras.

No Anuário Mineral Brasileiro - 1976 a produção brasileira de tantalatos foi 99,8 t contra 92 t em 1974. De 1966 a 1975 a produção foi bastante irregular, tendo produzido

218,8 t neste ano atingindo o máximo em 1972 com 364,2 t e o mínimo em 1974.

A exportação brasileira de tantalita-columbita foi a seguinte nos anos de 1973 a 1975.

Discriminação	Quantidade (t)			Valor Fob (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Tantalita	130	105	96	815.080	1.196.242	1.199.251
Columbita-tantalita	-	34	22	-	63.774	95.366
Columbita	26	7	7	52.274	44.511	33.311

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (1976)

* Principais países de destino: Países Baixos 47,8%
EUA 41,24% e Reino Unido 8,35%.

3.11.5 - Ocorrências cadastradas

Na fase de pesquisa bibliográfica do projeto foram cadastrados 128 pegmatitos cuja principal mineralização é tantalita-columbita e estão assim distribuídos: Parelhas (50) Rui Barbosa (2), Santa Cruz (1) São Tomé (5), Acari (3), Caiçara do Rio Vento (1), Carnaúba dos Dantas (18), Currais Novos (25), Jardim de Angicos (3), Jardim do Seridó (7), Lages (1), Equador (12).

Como subprodutos em outras mineralizações foram cadastradas em 148 pegmatitos, dos quais 86 localizam-se no município de Parelhas, 31 em Carnaúba dos Dantas, 21 em Equador e os demais distribuídos irregularmente no Estado.

3.11.6 - Conclusões e recomendações

Como foi observado existe um grande número de pegmatitos mineralizados em tantalita-columbita, entretanto esta mineralização é bastante irregular, não permitindo uma avaliação racional sobre este bem mineral. Ocorre ainda que a lavra destes corpos pegmatíticos é bastante onerosa e que atualmente a maior produção de tântalo é oriunda da escória do beneficiamento do estanho, como acontece na Tailândia.

3.12 - CORÍNDON

3.12.1 - Generalidades

O coríndon é um mineral constituído por óxido de alumínio anidro, (Al_2O_3) com 52,9% de alumínio e 47,12% de oxigênio, cristaliza-se no sistema hexagonal romboédrico, de dureza 9 na escala de Mohs, índice de refração 1,76, peso específico 3,9 a 4,1 e insolúvel nos ácidos. Quando transparente e colorido é considerado pedra preciosa; vermelho é o rubi; azul, branco, verde, amarelo, ou em qualquer outra cor, é safira. Nestes casos o seu brilho é adamantino.

O uso do coríndon como pedra preciosa data de épocas remotas, a sua utilização como abrasivo natural é bem mais recente, entretanto atualmente está sendo substituído pelo carborundo.

O coríndon é utilizado como abrasivo e refratário, em virtude do elevado ponto de fusão da alumina ($2.040^{\circ}C$).

O esmeril é o coríndon impuro de mistura com magnetita e outros minerais duros.

No mundo, segundo Minerals Yearbook - 1970 o maior produtor é a União Soviética com 7.200 t, seguida pela Índia e República Sul Africana.

No Brasil o coríndon é encontrado em diversos Estados da Federação. Foi durante a 2ª Guerra Mundial que se iniciou a pesquisa de coríndon aqui no Brasil com a finalidade de atender as necessidades dos Estados Unidos da América.

Com relação a produção e a comercialização do coríndon no Brasil não se tem dados disponíveis.

3.12.2 - Ocorrências cadastradas

Foram cadastradas duas ocorrências, no transcorrer da etapa de campo, no município de Parelhas, nas fazendas Sussuarana e Domingos, cujos acessos estão descritos nas fichas modelo "A".

Na ocorrência de Sussuarana de número 204 o coríndon ocorre disseminado no aluvião de um riacho que corta os biotita-xistos do Complexo Seridó.

Sob o número 203 encontra-se cadastrada a ocorrência de Domingos, e nesta o coríndon ocorre disseminado em uma enclave-xistosa em migmatitos. O coríndon ocorre em cristais hexagonais com até 10 cm de altura (vide foto 17). A rocha formadora da enclave é um coríndon muscovita-biotita-xisto segundo análise petrográfica.

3.12.3 - Conclusões e recomendações

Ao nível dos estudos realizados, estas ocorrências são de pequeno porte e constituem apenas indícios de mineralização, não se recomendando portanto estudos sobre as mesmas.

3.13 - DIATOMITO

3.13.1 - Generalidades

A crosta terrestre possui cerca de 55% de sílica (SiO_2) em estado de combinação e 13% em estado livre, constituindo o composto mais disperso da mesma. A sílica apresenta-se na natureza sob as formas cristalina (quartzo), criptocristalina (calcedônia) e amorfa, sendo que esta última recebe diferentes denominações conforme a sua origem. A sílica amorfa de origem hidrotermal é a opala; quando de origem zoogena é designada de espongilito ou terra de infusórios e diatomito quando de origem fitógena.

O diatomito é encontrado em depósitos constituídos pela acumulação de carapaças de algas diatomáceas microscópicas, que se fossilizaram desde a era Precambriana. Os diatomitos brasileiros são encontrados em depósitos da Era Cenozóica, a partir do período terciário, localizando-se em ambientes aquosos fechados, de água doce, salgada ou salobra, especialmente em baixadas ou terrenos lagunares. É constituído essencialmente de sílica amorfa, contendo água combinada de 2 a 10%, com argila, óxido de ferro, quartzo, matéria orgânica, espículas de espongiários, etc., como impurezas. Quando seco é um material pulverulento, leve, de estrutura alveolar, ocorrendo em terrenos de sedimentação, disposto em camadas delgadas ou espessas.

As diatomáceas são seres unicelulares, constituídos por células completas, possuindo membrana, núcleo e protoplasma, pertencentes ao Grupo Diatomea e ramo Bacillanophyta. A membrana é chamada de frústula e se compõe de duas pe

ças ou valvas, segundo a forma das frústulas as diatomáceas são enquadradas em duas grandes classes Centricae e Pennalae. As primeiras possuem formas cilíndricas, seção circular, poligonal ou elíptica, com núcleos diploídes com ornamentação radial e simétrica em relação ao eixo, não possuem rafe; as estrias, verrugas, ressaltos se dirigem do centro para as bordas, essa classe compreende 100 gêneros, aproximadamente 2.400 espécies, constituindo o grupo mais importante das diatomáceas plântônicas. As frústulas das diatomáceas Pennalae se apresentam sob a forma alongada e elíptica, lanceolada e navicular, possuem rafe, ornamentação e simetria axial, perfazem 70 gêneros e aproximadamente 2.900 espécies. Representam o grupo mais importante das diatomáceas de água doce.

A fixação do silício pela diatomácea está ligada ao ciclo geoquímico de decomposição das argilas cauliniticas por via biológica, presumindo-se que ela se apodera da sílica das argilas para constituir seu material de estrutura, em virtude de que no semi-líquido da célula contem silício da ordem de 2 a 10%.

É de fundamental importância para o desenvolvimento das diatomáceas os teores de sais nas águas onde habitam, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo. Do mesmo modo que o pH do meio assume determinada importância; sendo considerado que o pH entre 7,8 e 8,8 seja o ótimo para o seu desenvolvimento normal. Por outro lado, não se pode desprezar o efeito ativo do processo da fotossíntese, com a geração do oxigênio, de forma que o conteúdo gasoso da água e de modo indireto o pH está diretamente afetado por organismos que nela predominam.

A presença de alguns sais e elementos no meio podem ser fator limitante ao desenvolvimento das diatomáceas, em virtude da existência de um limite de aceitação do organismo em relação ao elemento ou sais. Pode-se citar entre os elementos, o magnésio, os sais de ferro e os sulfetos. Com relação ao cálcio, pode-se dizer que a grande maioria se desenvolve normalmente com este elemento, contudo, algumas espécies de Eunotia, Pinnularia, Banheurckie, Diatomella, e Tetracyclus, não são calcófilas.

Outro fator que interfere, menos intensamente no desenvolvimento das diatomáceas, é a temperatura, sendo a mais viável a que oscila entre 15°C e 30°C, existindo casos de adaptação a baixa temperatura, ocorrendo com isso uma virtual diferença entre o número de espécies e o número de indivíduos nos mares polares e tropicais. Nos mares polares existe a predominância do número de indivíduos sobre o número de espécies, enquanto que nos mares tropicais ocorre o contrário, isto é maior variedade de espécies com poucos representantes de cada.

As principais características físicas do diatomito são:

Cor	branca
Densidade	
real	2,1 - 2,4
granular	0,3 - 0,5
aparente	0,12 - 0,33
Índice de refração	1,46
Ponto de fusão	1,615°C.
Dureza (Mohs-aparente)	1,2
Calor específico	0,21

Calor latente de fusão 110

Porosidade

absoluta cm^3/cm^3 0,8 a 0,9

relativa cm^3/g 2,0 a 2,5

3.13.2 - Usos e aplicações

O diatomito em virtude de suas principais características físicas e químicas possui inúmeros usos e aplicações industriais. Seus usos mais importantes são:

1 - Como isolante térmico e acústico - Em virtude da sua baixa condutividade térmica, associada a sua baixa densidade, é convenientemente utilizado tanto para baixas quanto para altas temperaturas. Sua aplicação pode ser sob forma de pó e pasta, preenchendo espaços vazios como também através de tijolos refratários. Para esta aplicação o diatomito deve possuir uma densidade aparente (desejável) de $0,160 \text{ g/cm}^3$ e o teor de sílica superior a 75%.

2 - Como coadjuvante na filtração - Em virtude de sua alta permeabilidade, associada a capacidade de retenção de materiais sólidos, além da sua excelente inércia química. Neste caso o diatomito deve ter alto teor de sílica, no máximo 10% de alumina, 2% de óxidos de ferro, cálcio e magnésio e ausência de argila. Atualmente aproximadamente 50% do diatomito produzido é utilizado com esta finalidade.

3 - Como absorvente - Pelo fato de possuir uma alta porosidade é empregado para absorver óleos, ácidos e líquidos de um modo geral. Geralmente, é utilizado na embalagem de frascos contendo líquidos corrosivos para absorvê-los em caso de quebra do recipiente.

4 - Como abrasivo moderado - Neste caso o diatomito é utilizado para fabricação de pasta dental, para limpeza de objetos de prata, cristais e joias, para esta utilização o diatomito deve estar totalmente isento de grãos de quartzo.

5 - Como suporte ou carga industrial para inseticidas sólidos e líquidos, artigo de borracha e papel - Esta utilização do diatomito é devida a sua grande capacidade de absorção e grande poder de dispersão.

6 - Além das aplicações acima especificadas o diatomito sob a forma de pó tem sido empregado como suporte para inúmeros catalizadores, principalmente níquel e vanádio. Tem também largo emprego como constituinte de tintas, esmaltes e lacas. Assegura melhor dispersão como agente de pulverização em adubos de nitrato de amônio. É utilizado na fabricação de silicatos de cálcio sintético e é uma das principais cargas utilizadas na fabricação de plásticos.

3.13.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

Atualmente os Estados Unidos da América são os maiores produtores e consumidores mundiais de diatomito, seguidos da União Soviética, Dinamarca, França, Alemanha Ocidental e Itália, responsáveis por cerca de 90% da produção mundial. Além destes aparecem o Reino Unido, Islândia, Argélia, Austrália, Coreia, Canadá, Costa Rica, Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, etc.

Os Estados Unidos participam com 1/3 da produção mundial que em 1970 foi de $1.617,5 \times 10^3$ t, segundo Minerals Yearbook - 1970.

A maior parte do diatomito consumido nos Estados Unidos, cerca de 50%, é utilizada como coadjuvante de filtração, o restante está dividido entre os produtos ou processos que utilizam diatomito como suporte, catalizador, abrasivo e isolante térmico.

Segundo estimativas, a demanda de diatomito nos E.U.A. deve alcançar, no ano de 2000, valores entre 1,5 a 2,3 milhões de toneladas.

Para os países em desenvolvimento as necessidades de diatomito na purificação de água e remoção de impurezas de produtos para a alimentação serão as prioridades iniciais. Nos demais setores e consumo de diatomito também deverá crescer rapidamente.

A demanda prevista para o resto do mundo, no ano de 2000, deverá variar em torno de 5,0 a 11,0 milhões de toneladas baseada no consumo de 1968 com um aumento de 4,3 a 6,9% anualmente.

Os preços do diatomito são bastante variáveis dependendo da qualidade e da maneira como o mesmo é embalado e transportado.

No mercado mundial o preço do diatomito para os diversos usos assim se apresentou em 1970, segundo Minerals Yearbook :

a - Coadjuvante de filtração. . .	US\$ 61.67/t
b - isolante térmico	US\$ 47.84/t
c - abrasivo.	US\$ 119.19/t
d - suporte.	US\$ 53.26/t
e - agregados leves.	US\$ 42.08/t
f - outros usos.	US\$ 33.58/t

Em 1972, segundo informações contidas no Industrial Minerals os preços de diatomito assim se apresentaram:

- a - Kiselguhr, algeriano US\$ 43.2 a 62.4/t
- b - suporte US\$ 144.0 a 240.0/t
- c - suporte (calcinado)..... US\$ 168.0 a 288.0/t

Os preços de diatomito estimados até o ano de 2000 continuaram com níveis relativamente estáveis.

3.13.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

No Brasil tem sido encontrado diatomito nas baixadas, nos terrenos pantanosos e no fundo das lagoas formando camadas pouco ou muito contaminadas por argilas.

As principais empresas de mineração situam-se no Nordeste, estendendo-se no entanto aos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Bahia, Santa Catarina.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro - 1976 as reservas por Estado eram as seguintes em 1975:

ESTADO	Quantidade em tonelada		
	Medida	Indicada	Inferida
Bahia	1.133.990	56.615	56.804
Ceará	339.903	-	2:375*
Rio de Janeiro	38.688	5.913	32.000
Rio G.do Norte	66.214	-	-
Santa Catarina	217.755	-	13:550

* Neste caso não estão incluídas as reservas descobertas pelo Projeto Diatomito/Argila - CPRM - 1974.

A produção brasileira nos últimos anos está assim expressa:

Ano	Bruta (t)
1966	1.517
1967	476
1968	871
1969	834
1970	3.160
1971	4.370
1972	893
1973	702
1974	1.096
1975	3.740

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 1976.

O Rio Grande do Norte participou com 2.270 t da produção de 1975.

Toda a produção brasileira é insuficiente para atender a demanda e como consequência o mercado interno é superado através de importações, que durante o ano de 1975 foi de 257 toneladas no valor de US\$ 99.924 CIF, provenientes dos E.U.A. e Alemanha Ocidental.

O preço do diatomito é bastante variável dependendo de sua qualidade e aplicação.

3.13.5 - Ocorrências cadastradas

No desenvolvimento da etapa de campo foram cadastradas 50 ocorrências de diatomito, distribuídas nos municípios de Macaíba (2), Ceará Mirim (10), Maxaranguape (2), Tou

ros (2), Vera Cruz (8), Lagoa da Pedra (3), Bom Jesus (3) ,
Ielmo Marinho (2), Januário Cicco (5), Monte Alegre (3), La
goa Salgada (1), Poço Branco (1), Presidente Juscelino(3),
Senador Elói de Souza (1), Serrinha (2) e Taipu (2)(tab.32).

A área de predominância destes depósitos se locali
za na faixa costeira, estando a maioria sobreposta a sedi
mentos do Grupo Barreiras, considerado de idade Terciária,
podendo ocorrer casos de estarem sobrejacentes a rochas cris
talinas ou mesmo dunas recentes e fósseis, julgados do Pleis
toceno ou início do Quaternário.

A grande maioria dos depósitos se encontra em la
goas de água doce, com dimensões e forma bastante variadas,
entretanto ocorrem casos onde se observou depósitos em rios
de vales chatos, como por exemplo, pode-se citar: Guajiru
(nº. 208), Córrego do Carro Quabrado (nº 245), etc.

Pelo ambiente de formação, os depósitos têm forma
lenticular, com arqueamento côncavo, tendo maior espessura
no centro da bacia e se adelgaça em direção as margens.

De uma maneira geral nos depósitos cadastrados o
diatomito apresenta cores que variam de cinza claro a preta,
sendo esta cor resultado do teor de matéria orgânica conti
da. A presença do óxido de ferro imprime ao diatomito uma
cor amarelada a marron quando seco.

Nos perfis observados na grande maioria dos depósi
tos, o diatomito geralmente encontrava-se no topo da sequên
cia, sobrepondo camadas de argilas ou areia fina. Entretan
to, alguns depósitos fugiram a esta regra geral e a cama
da diatomífera ocorre intercalada entre camadas de areias ou
argilas e/ou entre areias e argilas.

D I A T O M I T O

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ESPESSURA (m)	SITUAÇÃO ATUAL
205	Bom Jesus	Lagoa Capim de Baixo	0,40	Em garimpo
206	Bom Jesus	Lagoa de Bom Jesus	0,10 a 0,15	Em garimpo
207	Bom Jesus	Lagoa do Canário	0,50	Em garimpo
208	Ceará Mirim	Córrego do Guajiru	1,50	Em lavra
209	Ceará Mirim	Gondelo	1,50	Em lavra
210	Ceará Mirim	Lagoa do Cágado	0,20	—
211	Ceará Mirim	Lagoa do Ferreira	0,40	Em garimpo
212	Ceará Mirim	Lagoa do Girau	0,50	Abandonado
213	Ceará Mirim	Lagoa do Mato	0,40	—
214	Ceará Mirim	Lagoa do Mineiro	0,10	Abandonado
215	Ceará Mirim	Lagoa dos Cambitos	1,50	Paralisado
216	Ceará Mirim	Lagoa dos Doidos	0,30	—
217	Ceará Mirim	Riacho do Papagaio	0,40	—
218	Ielmo Marinho	Lagoa Comprida	—	—
219	Ielmo Marinho	Fazenda Potengi	0,50	—
220	Januário Cicco	Lagoa da Capivara	0,50	Em garimpo
221	Januário Cicco	Lagoa do Meio	0,20	—

(continua)

D I A T O M I T O

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ESPESSURA (m)	SITUAÇÃO ATUAL
222	Januário Cicco	Lagoa Jerimunzinho	0,30	Em garimpo
223	Januário Cicco	Lagoa Pau D'arco	0,20	Em garimpo
224	Januário Cicco	Sítio Lagoa de Balbatona	—	Paralisado
225	Lagoa de Pedra	Lagoa da Lousa	0,40	—
226	Lagoa de Pedra	Lagoa da Palha	0,30	—
227	Lagoa de Pedra	Lagoa do Gabriel	0,50	Em lavra
228	Lagoa Saigada	Lagoa S. Mateus	—	Em garimpo
229	Macaíba	Lagoa do Tapara	1,50	Em lavra
230	Macaíba	Lagoa Grande	0,10	—
231	Maxaranguape	Fazenda Canaa	2,50	Em lavra
232	Maxaranguape	Lagoa do Gaspar	1,50	Paralisado
233	Monte Alegre	Lagoa Barranta	0,20	—
234	Monte Alegre	Lagoa do Quirambu	0,20	—
235	Monte Alegre	Lagoa Jacaracica	0,30	—
236	Poço Branco	Lagoa Três Canto	—	—
237	Presidente Juscelino	Lagoa das Figuras	0,50	Em garimpo
238	Presidente Juscelino	Lagoa dos Currais	—	—

(continua)

D I A T O M I T O

(continuação)

Nº	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	ESPESSURA (m)	SITUAÇÃO ATUAL
239	Presidente Juscelino	Riacho Tapuia	0,40	—
240	Senador Eloi de Souza	Lagoa da Ema	—	Abandonado
241	Serrinha	Lagoa Cabocla	0,30	—
242	Serrinha	Lagoa Feijão	0,50	—
243	Taipú	Lagoa da Conceição	—	—
244	Taipú	Lagoa Taboleiro do Barreto	—	—
245	Touros	Corrego do Carro Quebrado	1,00	Em lavra
246	Touros	Fazenda Viega	0,20 a 0,40	Em garimpo
247	Vera Cruz	Araçá	0,80	Em garimpo
248	Vera Cruz	Areia Branca	0,80	Em garimpo
249	Vera Cruz	Lagoa do Barbaço	0,50	Em garimpo
250	Vera Cruz	Lagoa do Cruz	0,40	Em garimpo
251	Vera Cruz	Lagoa do Jenipapo	0,20	—
252	Vera Cruz	Lagoa do Papagaio	0,15	Em garimpo
253	Vera Cruz	Lagoa Grande	0,40	—
254	Vera Cruz	Lagoa dos Patos	0,50	Em garimpo

T A B E L A 32

As principais impurezas do diatomito são argilas, matéria orgânica, sílica cristalina sob a forma de grãos de quartzo (areia), óxido de ferro e carbonato. Em alguns depósitos observou-se que o material causava coceira e irritação da pele, o que indica que o material é rico em espículas de espongiários.

Alguns depósitos estão sendo lavrados por firmas credenciadas perante o DNPM, entretanto observou-se que além destas áreas lavradas, ocorrem um enorme número de depósitos que são garimpados, para a fabricação de tijolos manuais, localizados principalmente nos municípios de Monte Alegre e Vera Cruz. Isso constitui uma subutilização e uma verdadeira dilapidação dos depósitos, cujo minério deveria ser empregado para suas diversas aplicações mais nobres.

A exploração do minério pelas empresas mineradoras é feita de maneira rudimentar, sendo predominantemente manual. De maneira geral ela é realizada do seguinte modo: primeiramente o material é cortado em pequenos paralelogramas através de pás e enxadas; depois são carregados em carrinhos de mão ou trator para o local onde serão arrumados em pilhas para a secagem ao ar livre; posteriormente são calcinados em fornos de campanha; e finalmente quebrados, moídos e ensacados manualmente ou através de ensacadeiras automáticas.

No caso da garimpagem para o fabrico de tijolos observou-se 2 casos: o primeiro era que o depósito era formado por diatomito argiloso neste caso os garimpeiros e "ceramistas" utilizavam o material diretamente na fabricação dos tijolos; o segundo caso era que o depósito possuía diatomito com pouca ou sem argila, neste caso o diatomito é misturado com argila de outros depósitos (foto 18). Como informação e com

parativamente com outras cerâmicas mais evoluídas o diatomito empregado nestas indústrias tem a mesma finalidade que os sedimentos arenos-argilosos adicionados as "argilas gordas" (alta plasticidade) para torna-las "magras" (baixa plasticidade).

Foram realizados ensaios granulométricos, perda ao fogo e alvura determinada em medidor de alvura e opacidade marca REG-MED, tipo AL/OP-DIG, no material calcinado. Os ensaios granulométricos foram realizados com amostra seca a 110°C e de acordo com P-MB 278 da ABNT.

Segundo análises paleontológicas realizadas em amostras das ocorrências 210, 229, 231, 245, 254, verificou-se que a frequência relativa de diatomáceas e de espículas nas amostras sempre foi superior a 70% e a frequência relativa de substância orgânica na amostra associada a impurezas foi sempre igual a 30%, com exceção da ocorrência 108 que deu uma frequência relativa superior a 70%. As diatomáceas determinadas nestes estudos foram: Navicula radiosa, Navicula sp, Eunotia robusta, Eunotia arcus, Synedra sp, Pinnularia vindis, Tabellaria sp, Ceratoneis sp, Cymatopleura sp, Nitzschia sp, Synedra capitata, Frustulia sp, Fragilaria sp, Gomphonema sp, Cymbella sp, Eunotia valida, Melosira sp, Eunotia lunaris, Stauroneis sp, Coscinodiscus sp, Frustulia rhomboides, Melosira varians, Epitheuna sp, e as espículas dos poríferos são do tipo Monoaxônica.

3.13.6 - Conclusões e recomendações

Ao nível dos estudos realizados observou-se que a maior concentração de depósitos diatomíferos está localiza-

da na região próxima a costa e mais presentemente nos municípios de Ceará Mirim e Vera Cruz. No que pese a maior concentração nestes municípios não quer dizer que em outros municípios da faixa costeira ou mesmo próximo a ela não haja condições de ocorrerem outros depósitos atualmente desconhecidos. O que parece que aconteceu foi que as companhias que atualmente exploram diatomito desenvolvem todas as suas pesquisas ao norte do paralelo que passa em Natal. Ao sul deste paralelo predomina a garimpagem desenfreada para a fabricação de tijolos cerâmicos, muito embora nesta região ocorram feições morfológicas semelhantes as que ocorrem ao norte, tais como lagoas e vales de fundo chato que permitem nas épocas de inundações a formação de lagoas temporárias, sendo a diferença entre as deposições em lagos perenes e lagoas temporárias é que na primeira ocorre uma deposição mais ou menos contínua enquanto na segunda teria-se uma deposição com características cíclicas, não sendo isso obrigatório como se observa na ocorrência de Gondelo.

Com relação as espécies diatomáceas encontradas nos estudos micropaleontológicos são todas na sua grande maioria de água doce, e possuem uma frequência relativa diatomácea/espícula superior a 1 com exceção da ocorrência de número 112. Ao mesmo tempo revelaram predominantemente uma frequência relativa algo diatomácea e espícula superior a 70% da amostra, que equivale a dizer que o conteúdo de sílica amorfa é razoável a bom.

As análises físicas (granulometria, alvura e perda ao fogo) de algumas amostras revelaram em sua grande maioria que mais de 70% do material tem granulometria inferior a 325 mesh, a perda ao fogo entre 4% e 11,16% e a alvu-

ra variando entre 37,9% na ocorrência de nº 248 e 87,1% na ocorrência de nº 209. Com esses resultados qualitativamente esses diatomitos (analisados) podem ser classificados de razoáveis a bons tendo em vista que granulometricamente eles são praticamente ausentes de partículas arenosas, são relativamente pobres em matéria orgânica e minerais ferruginosos, já que todos queimaram com cor clara e o grau de alvura na grande maioria foi superior a 40%. O emprego do diatomito depende de uma série de especificações, que são exigidos pelas companhias consumidoras, que divergem entre si em alguns tópicos, contudo basicamente essas especificações consistem no teor de sílica amorfa, teor de óxido de ferro e argila, modo de beneficiamento e granulometria.

Com base nas observações de campo e o que foi explanado anteriormente, com relação a disposição geográfica dos diversos depósitos, recomenda-se um estudo sistemático ao longo de toda faixa costeira do Estado visando a determinação qualitativa e quantitativa dos depósitos conhecidos e dos que serão descobertos durante estes estudos. Estes estudos são justificáveis em função da grande demanda deste produto no Brasil que atualmente tem seu consumo interno parcialmente suprido através de importações.

Um dos problemas que poderão advir no que diz respeito a economicidade destes depósitos é a pequena a média possança dos mesmos. Entretanto isto poderia ser solucionado com a montagem de um beneficiamento centralizado, que tem sua instalação facilitada em função da infraestrutura rodoviária que possui esta área.

3.14 - ENXOFRE

3.14.1 - Generalidades

Um dos primeiros produtos químicos manipulados pelo homem foi o enxofre livre, de origem vulcânica. Sua utilização data de épocas remotas quando foi usado como agente branqueador de tecidos e pigmentos para pinturas pelos povos da Mesopotâmia e do Egito desde o ano 2000 A.C. Os chineses no ano de 500 A.C. empregaram o enxofre na preparação da pólvora, cuja aplicação na guerra pelos europeus no século XIV deu margem ao início da obtenção de enxofre em escala industrial. Só em 1524 o enxofre foi descoberto no Novo Mundo quando foi retirado da cratera do vulcão Popocatepeti para o uso de pólvora.

Agricola (1556), elaborou teorias sobre a técnica de obtenção do enxofre a partir de diversas formas encontradas na natureza, como os sulfetos metálicos.

O enxofre é conhecido sob 3 formas: a primeira é enxofre alfa (ortorrômbico), obtido pela evaporação de solução de sulfato de carbono, estável até 96°C ; a segunda, enxofre beta (monoclínico), estável acima de 96°C , obtido pelo resfriamento do enxofre fundido, e a terceira, enxofre amorfo, mole, instável a frio, é um sólido elástico, castanho, que se forma vertendo em água fria o enxofre fundido em temperatura de ebulição. A sua cor é amarelo limão, variando conforme o teor de impurezas, desde tonalidades verde, cinza até vermelha, densidade 2, mau condutor de eletricidade e de calor. Tem, entretanto, a propriedade de ficar eletrificado negativamente pela fricção e funde por volta de 115°C .

Na natureza, o enxofre encontra-se em estado nativo nas regiões vulcânicas e em sedimentos, ou sob a forma de compostos, constituindo sulfetos (pirita, esfalerita, calcopirita, galena, etc) e sulfatos (barita, gipsita e anidrita).

O enxofre encontrado nas regiões vulcânicas é resultante da sublimação de vapores sulfurosos, enquanto o das rochas sedimentares resulta, principalmente, da redução de sulfato de cálcio pela ação de micro-organismos ou mesmo por materiais betuminosos como carvão e o petróleo.

A maior produção de enxofre é proveniente de depósitos de "cap rocks" dos domos salinos, a exemplo do que acontece em Luisiânia e no Texas, nos Estados Unidos, e Vera Cruz no México.

As principais fontes naturais de enxofre são:

- a - enxofre nativo (vulcanogênico e sedimentar)
- b - sulfetos metálicos (pirita, calcopirita, esfalerita, galena)
- c - sulfatos (gipsita, anidrita, barita)
- d - gases naturais (gases de petróleo)
- e - petróleo
- f - folhelhos pirobetuminosos (folhalhos Irati)

A França, os Estados Unidos e a Rússia além destas fontes desenvolvem tecnologia utilizando bactérias redutoras de sulfato para obtenção de enxofre natural.

3.14.2 - Usos e aplicações

O enxofre constitui uma matéria-prima de alta im

portância na economia mundial, sendo o consumo básico em diversas indústrias.

O maior valor deste metalóide consiste em ser matéria-prima para a fabricação do ácido sulfúrico, elemento indispensável na moderna tecnologia industrial; é um dos termômetros do desenvolvimento de qualquer país. Nesta aplicação é consumida em torno de 85% da produção total.

Sob a forma de ácido sulfúrico o enxofre é utilizado na indústria de fertilizantes, que consome 40% da produção; para usos químicos diversos (tratamento d'água, redução de alumínio, detergentes sintéticos, etc.) com um consumo de 20%; 8% da produção para uso em pigmentos; 4% na industrialização do aço; 4% na fabricação de fibra celulósica; 2% em petróleo; 7% nas indústrias de explosivos, metais não ferrosos, borracha sintética, acabamento têxtil.

Sob outras formas o enxofre é aplicado na industrialização do papel (6%), de bissulfeto de carbono (3%), de fungicida, inseticida e vulcanização de borracha (3%), em fotografias, processamento de chumbo, aços especiais e refino de óleo de soja (3%).

Comercialmente o enxofre tem diversas designações de acordo com o uso e especificações. Entre elas pode-se citar:

a - enxofre nativo quando encontrado sob a forma elementar, sendo retirado diretamente das jazidas, apresentando cerca de 50% de fragmentos de rochas com até 20 cm de diâmetro. Os produzidos nos Estados Unidos são geralmente livres de arsênio e telúrio.

b - enxofre frasch é o enxofre nativo contido nos

"cap rocks" dos domos salinos.

c - enxofre recuperado quando produzido como gás sulfídrico, provindo do gás natural, gás refinado de petróleo, gás liquefeito e outros gases combustíveis.

d - enxofre cru ou "brimstone" é o enxofre elementar com 99,0% a 99,9% de pureza e livre de arsênio, selênio e telúrio.

e - enxofre amorfo é o resíduo insolúvel em sulfeto de carbono, usado em vulcanização de borracha e produzido em extrações de flores de enxofre com bissulfeto de enxofre.

f - enxofre coloidal é a suspensão de partículas finas de enxofre na água, sendo obtido pela adição de ácido clorídrico em solução aquosa de polissulfeto de cálcio até conseguir um líquido branco conhecido como "leite de enxofre". Pode ser obtido também pela moagem extremamente fina de enxofre purificado com adição de uréia, lactose e outras substâncias.

g - flor de enxofre é o material refinado por sublimação, sendo obtido pelo aquecimento do enxofre refinado em retortas, na ausência de ar, com sublimação em câmara coletora. Usado em produtos químicos, indústria farmacêutica e agricultura.

h - enxofre precipitado é obtido pela precipitação de soluções de polissulfetos de cálcio ou sódio com ácido clorídrico, lavado em seguida para remover todo cloreto de cálcio ou sódio que se tenha formado. Sua utilização é para fins farmacêuticos.

i - enxofre escuro é o enxofre cru que contém 1% de óleo ou material carbonoso.

j - enxofre claro é o enxofre cru livre de impurezas, de cor amarela-clara e altamente valorizado por possuir

menos de 0,08% de carbono.

l - enxofre refinado é obtido por decantação, filtração ou destilação do enxofre bruto ou proveniente de gases naturais e residuais. Contém menos de 0,02% de cinzas, baixa umidade e acidez, com percentagem de enxofre nunca inferior a 99,8%. É usado no preparo de produtos químicos, na fumigação, no alvejamento e no amadurecimento de frutos. Para ser utilizado em produtos a serem ingeridos, necessita estar isento de arsênio.

m - enxofre molhável é conseguido pela mistura de enxofre finamente moído ou flor do enxofre, com cola e cal ou surfactantes, e umectantes a fim de facilitar a dispersão na água. Tem uso agrícola.

3.14.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional

Estimulado por uma renovada atividade econômica, e o gradual aumento da demanda de fertilizantes, o consumo de enxofre no mundo livre mostrou um bom impulso no ano de 1976, superior aos baixos índices verificados em 1975. Enquanto a demanda cresceu, a produção diminuiu pelo segundo ano consecutivo, em virtude da redução da extração do enxofre pelo método frasch pelos produtores americanos. Idêntico fenômeno de declínio de produção também ocorreu num período de 2 anos, em 1957 e 1958.

No mundo livre, o consumo de enxofre de todos os tipos excedeu a 31.300.000 toneladas curtas em 1976, quase 1.100.000 toneladas curtas (3,5%) acima do valor observado em 1975.

O consumo de enxofre tipo "brimstone" foi superior a 21.200.000 toneladas curtas, valor que corresponde a 700.000 toneladas curtas a mais que em 1975. A elevada demanda de fertilizantes fosfatados provocou tais índices positivos.

A produção mundial de enxofre de todos os tipos em 1976 totalizou 33.600.000 toneladas curtas, inferior em cerca de 250.000 toneladas curtas ao valor obtido em 1975.

Nos Estados Unidos o enxofre tipo frasch disponível em 1976 chegou a 6.300.000 toneladas curtas, inferior em 945.000 toneladas curtas em relação a 1975, e 1.600.000 toneladas curtas a menos que a produção recorde alcançada em 1974. Já o total do consumo americano de enxofre cresceu 2,5% em 1976, atingindo 10.900.000 toneladas curtas, devido principalmente aos fertilizantes, onde se emprega ácido fosfórico obtido por processo de via úmida.

A produção canadense, obtida a partir das refinarias de petróleo localizadas na região oeste, continuou a declinar em 1976. Atingiu 6.400.000 toneladas curtas de enxofre "brimstone", 100.000 toneladas curtas a menos que 1975.

Em termos gerais, não ocorreram grandes modificações nos preços de enxofre do tipo "brimstone" em 1976, e eles permaneceram relativamente estáveis nos Estados Unidos. O mais importante mercado de enxofre "brimstone" naquele país está em Tampa onde o preço por tonelada curta alcançou US\$ 65 em 1976.

Para 1977 prevê-se que o consumo mundial poderá superar o valor recorde de 1974 com o incremento da atividade industrial e maior consumo de fertilizantes fosfatados. A demanda industrial por enxofre deverá, naturalmente, acompanhar

o crescimento da atividade econômica. O mercado do enxofre é composto de vários tipos, destinados a fins específicos, cada qual compondo uma pequena percentagem do consumo global. Deste modo, enquanto alguns tipos são fabricados em escala menor, outros assumem maior importância. Desse modo o consumo de ácido sulfúrico empregado na lixiviação de urânio e cobre tende a aumentar nos próximos anos.

Embora o enxofre disponível pareça suficiente para as necessidades mundiais até o final dos anos setenta, parecem existir incertezas no que concerne ao suprimento da próxima década, pois não têm sido descobertas jazidas ou planejadas novas instalações de processamento de enxofre, de grande porte.

3.14.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

Sendo de emprego obrigatório em qualquer parte do mundo onde exista indústria química, o enxofre, juntamente com o carvão, o calcário e o sal, faz parte das quatro grandes matérias primas da química moderna. O enxofre é um dos minerais estratégicos mais escassos no Brasil, estando entre aqueles cuja pesquisa deve ser intensamente incentivada.

O consumo brasileiro de enxofre é praticamente todo atendido pela importação, e existe uma demanda crescente, tendo em vista a expansão da indústria química, particularmente no setor de fertilizantes. Desconhecem-se depósitos de enxofre nativo de valor comercial. Ocorrências em Trangola (RN), Potiraguá do Sul (BA) e outras menores têm sido consideradas interessantes.

No Brasil as reservas conhecidas de enxofre reque

rem tecnologia especial para seu desenvolvimento, como as do xisto da Formação Irati e as piritas de Ouro Preto. Nos carvões da Bacia do Paraná calcula-se haver quantidades de pirita capazes de produzir cerca de 25.000.000 de toneladas de enxofre. A usina protótipo de São Mateus do Sul (PETROBRÁS) recupera enxofre do folhelho da Formação Arati. A PETROBRÁS é detentora de uma tecnologia específica (sistema PETROSIX) capaz de extrair economicamente o óleo e subprodutos dessas rochas pirobetuminosas. Tal usina processará 1.000 toneladas de folhelhos por dia, com produção diária de 1.000 barris de óleo, 45 toneladas de enxofre, 36.500 m³ de gás e 7 toneladas de gás liquefeito. A área estudada em torno de São Mateus, considerada como a de maior viabilidade econômica, tem 82 km² e reserva medida de 120.000.000 m³.

O Brasil produziu 1.354 t de enxofre em 1973, 9.356 t em 1974 e 19.514 t em 1975. Em 1975 importou 391.909 t de enxofre a granel, a um preço de US\$ 33,632,920. Os principais países de origem foram Estados Unidos (55,9%), Canadá (24,5%) e México (15,5%). Também importou 66.277 t de ácido sulfúrico "oleun" a US\$ 3,900,853.

3.14.5 - Ocorrência cadastrada

No transcorrer da etapa de campo foi cadastrada uma ocorrência de enxofre que tomou o nº 255. Esta ocorrência está localizada no município de Currais Novos, na fazenda Trangola.

O acesso a esta ocorrência é realizado por estrada carroçável em péssimo estado de conservação, onde percorre-se cerca de 20 km, partindo de Currais Novos, passando pelo

açude Totoró de propriedade do DNOCS.

Nesta ocorrência o enxofre ocorre como eflorescência e pequenas concreções em rocha muito alterada, em um possível cone vulcânico numa área de aproximadamente 100 m². Na área de ocorrência a litologia predominante são corpos granitóides gnaisses e diabásios. Segundo Abreu (1973) o enxofre resulta da alteração de pirita contida num dique de diabásio que corta o gnaisse. Segundo moradores locais ocorria nas proximidades desta ocorrência pequenas fontes termais que exalavam odores sulfurosos. Associado as eflorescências sulfuradas ocorre eflorescência de sais (possivelmente alotriquitita).

3.14.6 - Conclusões e recomendações

Esta ocorrência é de pequeno porte, tem interesse restrito e vale como curiosidade mineralógica.

3.15 - ESPODUMÊNIO/AMBLIGONITA

3.15.1 - Generalidades

O lítio é o metal mais leve que se conhece, tem peso específico 0,54, peso atômico 6,94, baixo ponto de fusão, 180°C, e combina-se facilmente com gases; caracteriza-se por uma grande atividade química e por suas propriedades semelhantes as do potássio e sódio.

Encontra-se na natureza sob a forma de silicatos e fosfatos e seus principais minérios são o espodumênio, a ambligonita, a lepidolita e a petalita.

O espodumênio é um silicato de lítio ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$) branco ou levemente colorido, cristalizado no sistema monoclinico, de dureza 6, inatacavel pelos ácidos. O espodumênio límpido é usado em joalheria, sob o nome de kunzita e hidenita.

A ambligonita é um fluor-fosfato de lítio ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{LiF} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$), branco, triclinico, de dureza 6 com geminação polissintética em duas direções ortogonais e solúvel em ácido sulfúrico.

A lepidolita é mica litinífera ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), monoclinica, de forma pseudo hexagonal, de cor arroxeada, contendo geralmente 6% de LiO_2 .

A petalita é um silicato de lítio e alumínio ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$) monoclinico, branco e insolúvel em ácidos.

O lítio foi descoberto em 1817, contudo até o ano de 1888 quando começou a ser usado por Thomas Edison em baterias elétricas não despertava grande interesse.

Durante a Segunda Grande Guerra o emprego do lítio teve um surto ascendente. Começaram pelo preparo de hidrato de lítio, com o qual se obtinha, misturado com a água do mar, o hidrogênio necessário para inflar balões de observação.

O grande interesse pelo lítio surgiu com o desenvolvimento dos estudos sobre energia atômica, quando se verificou a importância dos metais leves nas operações de fusão nuclear.

3.15.2 - Usos e aplicações

O lítio e seus compostos apresentam uma grande variedade de usos e aplicações dentre eles pode-se citar:

1. Indústria Cerâmica - o maior consumo de lítio e seus compostos está na área cerâmica, que absorve 40% dos produtos. Isto se deve ao emprego do lítio e seus compostos carbonatos, óxidos ou mesmo de seus minérios, como fundente, além de fazer baixar a viscosidade dos silicatos fundidos, facilitam o espalhamento dos esmaltes e vernizes, aumentam a durabilidade, a resistência química e a dureza da superfície.

2. Indústria de óleos e lubrificantes - as graxas a base de lítio oferecem maior resistência ao calor; as espumas detergentes para limpeza de alcatifados e tapeçarias são preparadas sob a forma de soluções aquosas de sulfato de lauril-lítio e sulfato docil-lítio.

3. Acondicionamento do ar - os compostos de lítio são usados para absorver a umidade (brometo de lítio) e como desumidificador (cloreto de lítio).

4. Ligas metálicas - o lítio confere a mesma resistência em alta temperatura além de conferir aos metais propriedades novas ou acentuar outras.

5. O lítio e seus compostos podem ser ainda utilizados em energia nuclear, fabrico de explosivos, na agricultura, em extintores de incêndio, purificação de gases, aditivos para gasolina, na indústria do petróleo, na produção de metais não ferrosos, drogas e reagentes, etc.

3.14.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

Os países detentores das maiores reservas de lítio são Estados Unidos, U.R.S.S., Canadá, Rodésia do Sul, África Sudoeste, Zaire, Austrália, Índia, China e outras partes da África.

As principais fontes deste metal são os minerais de pegmatito com exceção das reservas dos Searls Lakes, na Califórnia, que são constituídas de sais de fosfato de sódio e lítio.

Segundo dados do Mineral Facts and Problems - 1970 as reservas mundiais de lítio assim se distribuíam:

Países	Ton.
Estados Unidos	5.254.000
U.R.S.S. e China	500.000
Canadá	188.000
África	88.000
Austrália	4.000
América do Sul	2.000
Total	6.036.000

Os Estados Unidos são os detentores das maiores reservas mundiais de lítio além de serem o seu maior produtor e consumidor do mundo, sendo suas reservas suficientes para atender a demanda prevista até o ano 2000. Seguindo os Estados Unidos aparece ainda na América do Norte o Canadá como outro grande produtor.

As reservas econômicas nos pegmatitos não podem ser estimadas com segurança em vista do seu caráter irregular.

A produção mundial, em 1968, segundo a bibliografia foi de 4.257 toneladas (tabela).

Lítio contido

Países	Ton.
Estados Unidos	2.631
Rodésia do Sul	635
Rússia	635
China	272
Austrália	27
Sudeste da África	27
Argentina	9
República África do Sul	9
Brasil	5
Moçambique	5
Uganda	2
Total	4.257

Além dos países citados na tabela aparecem pequenas produções nos países da Europa, Oceania, e Ásia, nesta

destacando-se a Coréia.

Nos Estados Unidos o mercado de lítio é praticamente dominado por três grandes companhias: Lithium Corp. of Autenca, American Potash Keer. Mc. Gec e Foste Mineral Co. que guardam sigilo sobre sua produção. A Rússia é a 2ª Grande produtora de lítio produzindo e vendendo sais de lítio, principalmente hidróxido e carbonato.

O lítio metálico tem uma pequena produção no Japão, Alemanha Ocidental e na Itália, além da produção de cloreto de lítio.

Os maiores consumidores mundiais são: Estados Unidos, Japão, França, Inglaterra e a Alemanha.

O consumo mundial de lítio no mundo, nos últimos anos evoluiu segundo a tabela :

	Li ₂ CO ₃ - / Tonelada				
	1972	1973	1974	1975	1976
Estados Unidos	11.794	13.834	14.515	12.700	13.880
Europa	3.175	3.175	3.311	2.722	2.948
Japão	907	1.814	1.633	1.361	1.452
Rússia (estimada)	454	2.722	3.629	3.629	3.629
Outros	454	907	1.134	1.361	1.588
Total	16.784	22.452	24.219	21.773	23.997

Fonte : Engineering and Mining Journal - Março de 1977

Os preços do lítio e seus compostos vêm experimentando uma ligeira alta no mercado internacional, variando de US\$ 8.18 a US\$ 8.68 por libra entre janeiro de 1971 a abril

de 1973 de acordo com o "Engineering and Mining Journal".

A grande diversificação de usos e o esperado crescimento das aplicações do lítio poderá levar os Estados Unidos, o maior consumidor, a consumir 8.700 a 13.100 t de lítio no ano 2000 enquanto para o resto do mundo a demanda deverá oscilar entre 6.000 e 7.800 toneladas.

3.14.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

A produção brasileira de lítio teve início em 1940 ocorrendo as primeiras explorações em Minas Gerais. As reservas do Nordeste foram em seguida descobertas e mineradas, sendo o espodumênio e a ambligonita os principais minérios explorados.

A partir de 1965, com o grande impulso dado ao desenvolvimento industrial do país, principalmente com a implantação de indústrias de vidros especiais, a procura de minérios de lítio passou a crescer.

O mercado consumidor brasileiro é ainda bastante reduzido encontrando-se concentrado quase que integralmente em São Paulo, onde se localizam as grandes indústrias consumidoras de minérios de lítio.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro-1976, a produção, a exportação, a importação e preços são observados nas tabelas (33 e 34).

De acordo com os estudos técnicos efetuados, é estimado que o consumo anual de minerais de lítio, no mercado brasileiro esteja em torno de 3,5 mil t e estão provavelmente assim distribuídas :

LÍTIO-BRASIL-RESERVAS-1975

LOCALIDADE	MINÉRIO	QUANTIDADE (t)			TEOR % Li ₂ O
		MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	
Quixeramobim — CE	Lepidolita	57	76	110	—
Itinga — MG	Petalita	11.100	—	60.000	—
	Espodumênio	61.260	37.200	—	—
	Amblygonita	81	—	150	—
	Lepidolita	1.620	—	3.000	10
S. José da Safira — MG	Lepidolita	26.784	—	—	2
Araçuaí — MG	Espodumênio	29.250	13.125	7.500	—

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

LÍTIO-BRASIL-QUANTIDADE E VALOR DA PRODUÇÃO-1975

ESTADO	MINÉRIO	BENEFICIADA (t)				VALOR DA PRODUÇÃO BENEFICIADA	
		Estoque Inicial	Produção	Destinada ao Mercado	Estoque Final	Unitário (Cr \$/t)	Total (Cr \$)
Minas Gerais	Lepidolita	—	468*	467	1	1.031,79	481.846
	Amblygonita	—	156*	154	2	3.106,00	478.348
	Petalita	1.600	3.697.*	4.660	637	1.083,24	4.004.738
Paraíba	Espodumênio	2	792	792	2	702,39	556.293

* Proveniente da pagmutitas. Concentrado com 32% Li₂O

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

LÍTIO-BRASIL-PRODUÇÃO-1966-1975

ANOS	MINÉRIO (t)			
	Lepidolita	Amblygonita	Petalita	Espodumênio
1966	2.028	107	—	165
1967	5.921	174	—	167
1968	3.526	184	471	370
1969	1.936	237	223	778
1970	2.267	554	3.879	361
1971	337	1.164	5.041	977
1972	1.017	571	4.403	1.327
1973	248	446	2.380	1.052
1974	460	171	3.569	—
1975	468	156	3.697	792

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

LÍTIO - BRASIL - EXPORTAÇÃO - PERÍODO 1973-1975

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Carbonatos de Lítio	2	—	—	2.040	—	—
Hidróxido de Lítio	27	65	56	42.466	199.282	342.520
Lepidolita	—	200	—	—	42.000	—
Petalita	—	—	4.146	—	—	538.723

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

LÍTIO - BRASIL - IMPORTAÇÃO - PERÍODO 1973-1975

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Espodumênio	28	28	25	7.820	10.308	11.261
Lepidolita	—	40	—	—	11.872	—

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

LÍTIO-BRASIL-IMPORTAÇÃO-COMPOSTOS QUÍMICOS-PERÍODO 1973-1975

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Hidróxido de Lítio	102	265	413	147.649	524.788	1.206.080
Clorato de Lítio	1	1	0,5	3.676	3.571	5.288
Brometo de Lítio	6	0,4	3	14.514	2.830	16.797
Iodeto de Lítio	—	0,00	0,00	—	441	138
Sulfato de Lítio	0,00	1	0,00	339	3.917	660
Nitrato de Lítio	0,00	0,00	0,00	261	192	1.744
Carbonatos de Lítio	0,00	1	58	775	7.865	208.012
Borato de Lítio	0,00	0,00	0,00	70	64	2.397
TOTAL	109	268,4	474,5	167.284	543.668	1.441.116

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

Industria	Mineral	Consumo Anual
Vidro	Espodumênio	960
Vidro	Lepidolita	1.200
Cerâmica	Lepidolita	300
Cerâmica	Ambligonita	144
	Ambligonita	840
Total		3.444

Fonte : lítio (CPRM)

3.14.5 - Ocorrências cadastradas

Durante a fase de cadastramento bibliográfico do projeto foram cadastrados 12 pegmatitos portadores de minerais de lítio, distribuídos nos municípios de Acari, Faralhas, Carnaúba dos Dantas e Equador. Destes pegmatitos apenas um tem como principal minério o espodumênio, nos demais os minerais de lítio (espodumênio, ambligonita e lepidolita) são subprodutos de outras mineralizações.

3.14.6 - Conclusões e recomendações

Tendo como base os estudos efetuados durante a fase de cadastramento bibliográfico, dos minerais de pegmatitos cadastrados, o espodumênio é um dos que tem a presença menos marcante, entretanto em virtude do mesmo ocorrer associados a outros minerais economicos, recomenda-se um estudo dos pegmatitos em geral, visando a prospecção do espodumênio como mineral principal e como subproduto, tendo em vista a perspectiva do aumento da demanda de lítio no futuro.

3.16 - FERRO

3.16.1 - Generalidades

O ferro é o segundo metal mais abundante na crosta terrestre, sendo a hematita (Fe_2O_3), a magnetita (Fe_3O_4) e a siderita (FeCO_3) os seus minerais mais importantes comercialmente.

O emprego do ferro pelo homem data de épocas que remontam a idade primitiva da humanidade, muito embora o caráter de seus compostos naturais tenha impedido seu emprego imediato como ocorre com outros metais.

O ferro era conhecido desde o ano 4000 A.C. como demonstram as contas de ferro, provavelmente meteórico que foram encontradas nas tumbas de El-Gesirah no Egito. Nesta época os faraós egípcios o consideravam metal precioso devido a raridade do ferro meteórico. No ano 1200 A.C. já se trabalhava com ferro, entretanto ainda era raro, só no ano de 800 A.C., que assinala o início da idade do ferro, foi que teve início o seu uso industrial. O aço segundo numerosas citações na literatura grega já era trabalhado pelos povos antigos. Aristóteles descreveu os métodos de produção e Plínio, o Velho (23-79 D.C.), o tratamento de minérios e até os métodos de têmpera em água e em óleo.

Nas primeiras etapas da sua evolução, o aço era obtido diretamente do minério, mediante a ação do carvão vegetal que pela queima fornecia o calor necessário as operações e ao mesmo tempo, atuava como redutor. A forja Catalã dominou a produção do aço até o século XV, e consistia numa lareira feita de pedras usando-se para o sopro o fole manual.

Durante o século XVI os bosques da Grã-Bretanha foram cortados para a produção de carvão vegetal, só em 1710 se deu o grande descobrimento de que a hulha poderia ser empregada para reduzir este minério. Isto marcou o início da era industrial do ferro, que culminou com o descobrimento do processo de Bessemer em 1856 patenteado e posteriormente em 1864 o processo Siemens-Martin. Só em 1952 ocorreu novo fato, que revolucionou a siderurgia mundial, que foi o conversor a oxigênio desenvolvido na Áustria, em razão de sua alta capacidade de produção diminuindo o custo da fabricação de aço.

No século XIX a Grã-Bretanha, com seus recursos em ferro e hulha converteu-se na primeira e mais importante nação industrial.

Na América o ferro foi descoberto em 1608 na Virgínia e a primeira fundição em grande escala iniciou-se em Massachusetts no ano de 1664 e na Pennsylvania em 1730. Com o emprego de antracito para a fabricação do ferro no princípio do século XIX a indústria se localizou na região em torno de Pennsylvania, produtora deste insumo.

3.16.2 - Usos e aplicações

Na civilização moderna o ferro é o metal mais utilizado, constituindo a sua coluna vertebral. Seus usos e aplicações estão ligados diretamente a evolução das indústrias e de um modo geral a tecnologia.

Muito embora o ferro tenha diversos usos, cada um com sua esfera de utilização, particularmente o aço, entre o ferro fundido, ferro forjado e as ligas de ferro, é o mais

importante e supera todos os demais.

3.16.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional

As maiores reservas de minério de ferro são encontradas na URSS (304,3 bilhões de toneladas), Canadá (120,02 bilhões de toneladas), EUA (105,64 bilhões de toneladas). O Brasil vem em 4º lugar com 65 bilhões, onde estão incluídas as reservas de Urucum.

Os maiores produtores mundiais de aço no ano de 1970 eram:

	10^6 t
EUA	119,3
URSS	115,9
Japão	93,3
Alemanha Ocidental	45,0
Inglaterra	28,3
França	23,7
China	18,0
Itália	17,3

Fonte: Japan Iron and Steel Federation.

Desses países somente o Japão e a Itália não dispõem de fontes domésticas significativas de minério de ferro.

Para 1980 espera-se uma produção mundial de 911 milhões de toneladas a qual deverá exigir a produção de aproxima

madamente 1.020 milhões de toneladas de minério de ferro. Isso significa que deverá haver um aumento na produção de minério de ferro de 257 milhões sobre a produção de 1970 que foi de 763 milhões de toneladas.

O gradual esgotamento do minério mais rico em alguns países levou ao desenvolvimento da tecnologia para beneficiamento do minério e a pesquisa de melhores jazidas em outras partes do mundo.

Com o deslocamento geográfico das fontes de suprimento para áreas distantes dos centros siderúrgicos tradicionais afetou violentamente o problema da localização das indústrias, acarretando numa revolução tanto nos meios de transportes como nos métodos de produção.

Atualmente as novas expansões siderúrgicas tendem a localizar-se junto ao mar. Esse caminho para o mar é justificado pela diminuição dos custos de transporte, uma vez que o minério passou a vir de grandes distâncias.

A abundância de minério de ferro no mundo e consequentemente a grande oferta dessa matéria prima vem fazendo com que os produtores reduzam seus custos através de métodos mais eficientes de mineração e transporte do minério até o porto de embarque.

Para o estudo de mercado para minério de ferro em geral são estudados como consumidores o Mercado Comum Europeu, Japão e Estados Unidos, pois consomem 95% do minério comercializado e são responsáveis por mais de 50% da produção mundial de aço.

A URSS, grande produtora de aço e de minério de fer

ro não é considerada porque fornece quase exclusivamente para os países da Europa Oriental.

A comercialização do minério de ferro leva em conta o teor de ferro e a quantidade de outros componentes tais como: sílica, fósforo, enxôfre, alumínio, manganês e titânio.

Com a exaustão dos "lumps" ricos, principal fonte de abastecimento da siderurgia mundial, tornou necessária o aproveitamento dos chamados "finos" do minério. Além disso, a mecanização da lavra impedia uma seleção eficaz dos melhores granulados. Em virtude disso foram desenvolvidos dois processos, o de sinterização inicialmente, e de pelotização, que apresenta várias vantagens metalúrgicas e econômicas e deverá se manter no futuro, a atual tendência ascendente de utilização desses produtos, função do alto desempenho operacional desses materiais em alto forno e da consequente redução da taxa de consumo relativo do coque.

O preço de minério de ferro é baseado em um preço mínimo para o minério com o teor de 64% de ferro, sendo este preço corrigido de acordo com a avaliação real do teor do minério juntamente com suas impurezas.

3.16.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

Durante os últimos vinte anos a produção brasileira de minério de ferro têm aumentado rapidamente, devido ao crescimento do consumo interno e a maior participação no mercado mundial, sendo a Companhia Vale do Rio Doce a maior companhia mineira do Brasil e a 4ª do Mundo Ocidental.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (1976) a pro

dução brasileira nos últimos 10 anos está assim distribuída.

Anos	Minério (t)
1966	21.180.587
1967	21.273.393
1968	24.532.288
1969	27.571.027
1970	36.381.230
1971	37.486.198
1972	46.471.379
1973	55.019.458
1974	91.487.711
1975	108.162.444

As importações e exportações brasileiras de minério de ferro, ferro, seus manufaturados e compostos químicos estão expressos nas tabelas 35 e 36.

O consumo aparente de ferro no Brasil durante o ano de 1975 foi de aproximadamente 20×10^4 t contra 18×10^4 t no ano de 1974 e 13×10^4 t no ano de 1973.

Os preços segundo o Boletim de Preços do DNPM nº 17 são citados na tabela 37.

3.16.5 - Ocorrências cadastradas

No desenvolvimento da etapa de campo foram cadastradas 6 ocorrências de ferro distribuídas nos municípios de Barcelona, Ipueira, Jucurutu, Ouro Branco, Presidente Jusce

FERRO-BRASIL-COMÉRCIO EXTERIOR-IMPORTAÇÃO 1973-1975
MINÉRIOS DE FERRO

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (1)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Hematita	50	50	—	9.500	8.777	—
Magnetita	—	—	0	—	—	23
Siderita	—	—	3	—	—	3.166
Qualquer Outro	255	2	5	43.220	1.510	6.709
T O T A L	305	52	8	52.720	10.287	9.898

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

FERRO-BRASIL-COMÉRCIO EXTERIOR-IMPORTAÇÃO 1973-1975
COMPOSTOS QUÍMICOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (1)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Óxidos de Ferro	1.589	1.716	1.442	655.363	926.572	917.084
Hidróxidos de Ferro	642	659	414	294.146	380.550	323.803
Outros Óxidos e Hidroxidos	291	401	150	88.232	160.098	80.051
Cloreto de Ferro	106	217	55	26.686	64.625	29.401
Sulfeto de Ferro	0	3	4	214	1.834	3.301
Sulfato de Ferro e Amônia	3	5	17	3.256	5.650	21.638
Sulfatos de Ferro	20	15	4	14.201	11.877	6.107
Carbonato de Ferro	18	20	7	10.991	7.294	12.700
Fosfato de Ferro	1.916	2.401	1.310	301.470	509.540	317.033
Outros	0	1	0	443	547	972
T O T A L	4.585	5.438	3.403	1.395.004	2.068.787	1.712.090

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

FERRO-BRASIL-COMÉRCIO EXTERIOR-IMPORTAÇÃO 1973-1975
FERRO E SEUS MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (1)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
PRIMÁRIO						
Ferro fundido, Gusca e Outros	0	507	8	360	143.543	13.867
Ferro Ligas	6.755	14.875	6.646	4.235.856	9.491.751	6.644.887
Sucata e desperdícios de Ferro fundido ou de Aços	21.763	37.306	17.584	1.717.200	7.035.912	3.431.582
SEMI-ACABADOS*						
Chapas de ferro ou de aço laminados, Aço liga e Aço alto Carbono, Perfilados, etc.	1.528.641	3.777.236	2.427.653	382.583.550	1.432.050.182	980.735.986
ACABADOS						
Aços liga e aço de alto carbono p/relaminação, etc.	211.264	329.609	413.548	126.949.118	249.086.337	364.738.581
T O T A L	1.768.433	4.069.533	2.865.411	515.486.084	1.697.807.725	1.355.564.903

* Exclui Faltas de Flândres

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976) TABELA 35

FERRO - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - EXPORTAÇÃO 1973-1975

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Hematita	44.962.858	59.439.451	72.521.995	362.810.856	571.159.038	920.890.720*
T O T A L	44.962.858	59.439.451	72.521.995	362.810.856	571.159.038	920.890.720

* Principais países de destino: Japão(31,6%), E.U.A. (16,6%) e Alemanha Ocidental (16,3%)
 FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

FERRO - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - EXPORTAÇÃO 1973-1975
COMPOSTOS QUÍMICOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Óxidos de Ferro	0,25	10,60	38,19	76	4.627	24.249
Hidroxido de Ferro	0,25	1,25	—	84	498	—
Cloreto de Ferro	—	5,00	—	—	1.798	—
Sulfatos de Ferro	—	0,50	—	—	340	—
Carbonato de Ferro	—	—	0,00	—	—	175
T O T A L	0,50	17,35	38,19	160	7.263	24.424

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

FERRO - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - EXPORTAÇÃO 1973-1975
FERRO E SEUS MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
PRIMÁRIO Ferro Fundido, Gusa, etc.	428.040	252.255	510.524	23.552.789	30.899.090	65.698.365
Ferro Ligas	44.195	51.893	61.005	23.661.905	49.023.106	44.506.601
SEMI-ACABADOS* Barras, Desbastos, Chapas etc. Fe e Aço	366.161	218.631	137.566	52.244.180	58.824.087	42.846.598
ACABADOS Barras, Chapas, Aços, Liga, Fios etc. de Ferro e Aço	27.957	28.293	29.425	12.726.813	23.143.373	31.456.993
T O T A L	866.353	551.072	738.520	112.185.687	161.889.656	184.508.557

* Exclusivo Folhas de Flandres
 FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

FERRO - BRASIL - COTAÇÃO NO MERCADO INTERNO - PERÍODO MAR/ABR 1977

MATÉRIA-PRIMA MINERAL	USO DA MATÉRIA-PRIMA	LOCAL DA COTAÇÃO		PREÇO US\$/t UNIDADE Cr\$/t	
		PROCE DÊNCIA	DESTINO	FOB	CIF
Finos em geral 64%	Siderurgia	Vale do Paraopeba-MG	Argentina Turquia Alemanha	14,25*	—
Finas 64%	Sintetização	CVRD — MG	Tubarão — ES	16,00*	—
Pebble 64%	Sintetização	CVRD — MG	Tubarão — ES	18,56*	—
Natural Pellet 64%	Alto Forno	CVRD — MG	Tubarão — ES	18,615*	—
Granulados em geral 64%	Siderurgia	Vale do Paraopeba-MG	Argentina Turquia Alemanha	19,25*	—
Lump 68,5%	Aciaria	CVRD — MG	Tubarão — ES	19,53**	—
Rubille 64%	Alto Forno	CVRD — MG	Tubarão — ES	21,75**	—
Pellets 64%	Alto Forno	CVRD — MG	Tubarão — ES	34,64**	37,30**

* US\$/t

** Cr\$/t

FONTE: DNPM, Boletim de Preços nº 17 (março/abril 1977)

lino e São Rafael.

Sob o número 258 encontra-se cadastrada a ocorrência de Bonito no município de Jucurutu.

A ocorrência é representada por uma lente de itabirito, com uma extensão superior a 4 km e uma espessura em torno de 200 m, tem a forma arqueada e está encaixada em gnaiss granítico, na base, e calcário e gnaiss, no topo, com atitude $35^{\circ}/170^{\circ}$ Az. Segundo Santos (1966), o posicionamento da lente é em uma terminação de perianticlinal, apresentando o minério um teor de 35% de ferro, sendo classificado como itabirito silicoso. Embora estejam ausentes minerais prejudiciais para a indústria siderúrgica convencional, face ao teor, no Brasil atualmente não são aproveitados minérios deste tipo, sendo classificados como ganga dos minérios convencionais.

Os resultados da análise química efetuada pela CPRM de uma amostra foram: Fe_2O_3 - 53,5%; SiO_2 - 45,9%; P_2O_5 - 0,23%. Outras análises foram observadas em Santos (op. cit.) onde o teor de Fe_2O_3 varia entre 42 e 52,7%, o SiO_2 entre 47 e 54,8%.

No município de Ipueira, nas proximidades da sede municipal, está localizada a ocorrência de número 257.

Consiste em uma lente de itabirito com aproximadamente 3 m de largura aflorante e extensão superior a 500 m. O minério de ferro é representado por um itabirito, compacto, fraturado, quartzoso por vezes maciço de direção geral NE. O itabirito está associado a rochas anfibolíticas. As encaixantes são calcários e gnaisses. Uma amostra do minério submetida a análise apresentou os seguintes resultados: Fe_2O_3 - 46,6%

SiO_2 - 26,7%; P_2O_5 - 0,10% e S - 0,01%. Trata-se de um itabirito silicoso, isento de impurezas nocivas como o enxofre e o fósforo.

Sob o número 259 encontra-se cadastrada a ocorrência localizada na fazenda Logradouro, município de Ouro Branco, cujo acesso está descrito na ficha modelo "A".

A ocorrência é representada por uma lente de itabirito encaixada concordantemente na estrutura regional, caracterizada mineralogicamente por hematita, quartzo e apresentando em menor escala níveis de magnetita. O resultado de análise química de uma amostra revelou os seguintes valores: Fe_2O_3 - 56,4%; SiO_2 - 37,9%; P_2O_5 - 0,10%; S - 0,017% e 0,1% de umidade. Tendo como base esses valores o minério é representado por um itabirito silicoso com baixo teor de impurezas nocivas.

As ocorrências de números 256, 260; 261, localizadas nos municípios de Presidente Juscelino, Barcelona e São Rafael, cujos acessos estão descritos nas fichas modelo "A", são representadas por pequenas lentes de itabirito associadas a anfibolitos, com uma pequena área de exposição não permitindo uma observação mais detalhada.

Uma amostra da ocorrência de Macacos, São Rafael (nº 261) apresentou os seguintes resultados: Fe_2O_3 - 49,1%; SiO_2 - 40,5%; P_2O_5 - 0,23% e 0,5% de umidade. In Santos (op. cit.) os resultados de análises observadas para esta ocorrência foram: SiO_2 - 34,4%; Fe_2O_3 - 64,7%; P_2O_5 - 0,6%.

3.16.6 - Conclusões e recomendações

Ao nível dos trabalhos realizados, estas ocorrências

cias são de pequeno porte, tendo a maior delas (Bonito) uma reserva inferida da ordem de 20 milhões de toneladas (Santos, op. cit.), em relação aos grandes jazimentos brasileiros, associada ao seu baixo teor em ferro que gira em torno de 37%, considerando que a comercialização do minério de ferro é feita em torno de um teor de 64%.

Segundo estes critérios a utilização destas ocorrências como jazidas são bastante remotas, entretanto, levando-se em conta a escassez de boas reservas de ferro no Nordeste e a necessidade de expansão do seu parque siderúrgico é recomendável o estudo detalhado da ocorrência de Bonito para a definição de suas verdadeiras possibilidades, nas conjunturas atuais da siderurgia nordestina.

3.17 - FLUORITA

3.17.1 - Generalidades

A fluorita é a principal fonte comercial de obtenção de flúor e praticamente de todos os produtos químicos a base desse elemento, além de ser um mineral crítico na produção de metais como aço e alumínio. O nome deriva do vocábulo latino "fluere", que significa fluir. Sua utilização data de longos tempos, e para os mais variados fins. Romanos, gregos, chineses e índios americanos utilizavam seus grandes cristais para placas ornamentais e outros adornos. Por volta de 1500, a fluorita passou a ser usada como fundente na fusão de metais ferrosos e, em 1546, Agricola escrevia sobre este emprego da fluorita. Na Inglaterra a mineração de fluorita teve início em 1779 e nos Estados Unidos no período de 1820 a 1840. Entretanto a primeira produção de vulto foi obtida entre 1888 a 1900 devido ao desenvolvimento da indústria do aço. No Brasil apenas em 1924 alertou-se para sua importância econômica, com a descoberta de algumas ocorrências.

A fluorita é composta, quando pura, por 51,1% a 51,3% de cálcio e 48,7 a 48,9% de flúor. Sua composição química é CaF_2 , no entanto o ion Ca pode ser substituído por terras raras, particularmente o ítrio e o céscio. Possui brilho vítreo, cristaliza no sistema cúbico, tem clivagem octaédral perfeita, dureza 4 e serve de modelo na escala de Mohs. O traço é incolor e o peso específico oscila entre 3,0 e 3,6. São comuns inclusões de gases e fluídos, além de minerais como pirita, marcassita e calcopirita. A cor é variável desde amarela, azul, violeta, verde e rosa até incolor ou marron.

A coloração pode ser alterada por efeito de Raios-X, pressão, calor e luz ultra violeta. A fluorita apresenta marcante característica para ocorrer na forma de cristais octaédricos, cúbicos ou combinados. Porém é comum encontrá-la sob forma maciça ou em agregados granulares com textura fibrosa radial.

Outra fonte de fluor é a criolita natural (Na_3AlF_6), contudo, não é abundante na natureza, sendo composta por 54,42% de flúor, 12,8% de alumínio e 32,8% de sódio; tem dureza 2,5 e densidade 3.

3.17.2 - Usos e aplicações

A fluorita é utilizada na indústria de esmaltes cerâmicos e no fabrico de vidros opacos e opalescentes; como fundente tem emprego em eletrodos e como aglomerante de discos de esmeril. Em ótica a fluorita serve para corrigir cor e erros devidos a aberração esférica nas lentes de microscópios e telescópios. A descoberta dos fluoretos orgânicos "freons", empregados nos aparelhos de refrigeração e como agentes dispersores nos aerossóis, ocorreu em 1931 e o uso do ácido fluorídrico como catalizador na fabricação de álcalis para gasolinas e de elevadas octanagem iniciou-se em 1942.

Na década de 1930 foram descobertos os processos de flotação diferencial para separar a fluorita da galena, esfalerita e outros minerais. A separação de isotopos de urânio, obtida através de hexafluoreto de urânio é uma das mais recentes aplicações da fluorita.

Três são os principais tipos comerciais de concentrados de fluorita, e são classificados de acordo com o teor de CaF_2 e a granulometria.

O primeiro (de grau metalúrgico) é empregado principalmente como fundente na fabricação de aço. Para essa utilização o teor médio precisa ser de 72,5% de CaF_2 e não possuir mais de 5% de sílica. Usam-se dois tipos granulométricos: graúdo, cujas partículas situam-se entre 5 e 15 cm, e miúdo entre 0,6 e 2,5 cm. Atualmente vem tendo grande aceitação o processo de pelotagem das partículas inferiores a 0,6 cm, outrora desperdiçadas. Essas pelotas possuem diâmetro de 2,5 cm aproximadamente.

O segundo tipo (de grau ácido) é usado na fabricação de ácido fluorídrico, essencial à indústria química e do alumínio. Neste caso o material deve ser de teor acima de 97% de CaF_2 e conter menos de 1% de sílica.

O terceiro tipo (de grau cerâmico) utilizado na obtenção de esmaltes cerâmicos deve possuir teores variáveis entre 85 e 97% de CaF_2 e menos de 2,5% de sílica.

Grande parte da fluorita consumida no mundo é aproveitada na fabricação de ácido fluorídrico diluído e concentrado. O método de obtenção desse ácido, basicamente é realizado através do ataque da fluorita por ácido sulfúrico (H_2SO_4), cujos produtos são ácido fluorídrico e sulfato de cálcio. A partir do ácido fluorídrico consegue-se a criolita sintética, usada no processamento do alumínio e outros fluoretos. Neste método é obtido o gás SiF_4 , posteriormente transformado em ácido fluorsilícico (H_2SiF_6). Métodos modernos de fabricação de ácido fluorídrico utilizam 1,95 t de fluorita para cada tonelada de ácido. A fluorita deve neste caso ser de granulometria fina e obedecer rígidas especificações.

Na siderurgia do aço a fluorita tem a função de di

luir a escória. Como exemplo pode-se citar que no Japão a indústria do aço absorve 70% do consumo total de fluorita; no Brasil é superior a 75%, enquanto que nos Estados Unidos a indústria do aço consome 47%, a indústria química 29%, a indústria do alumínio-magnésio 22% e outros usos 2%.

3.17.3 - Produção, Preços e Consumo no Mercado Internacional

Os principais depósitos de fluorita são de origem hidrotermal, formada sob condições físicas e químicas diversas e tem como rochas hospedeiras os carbonatos, rochas ígneas e rochas metamórficas. Os depósitos hidrotermais constituem os veios de fissura e filões, abundantes em vários tipos de rochas, especialmente granitos e calcários. Os teores de CaF_2 nestes veios variam desde 35% e alcançam valores superiores a 70%. Outros tipos de depósitos são os estratiformes associados a rochas carbonatadas, processos de substituição em rochas carbonatadas ao longo do contato com rochas ígneas ácidas e minerais de ganga.

O maior produtor e exportador mundial de fluorita nos últimos anos é o México, suprindo atualmente 26% da produção mundial. A fluorita mexicana é proveniente de jazidas encontradas nos Estados de San Luis Potosi, Coahuila, Chihuahua e Guanajuato, sendo 90% desta produção exportada, principalmente para os Estados Unidos. O segundo maior produtor é a União Soviética e a Espanha ocupa o terceiro lugar. A Tailândia cresceu rapidamente como produtor de fluorita ocupando o quarto lugar. A tabela 38 apresenta os maiores produtores no período de 1970 a 1972.

FLUORITA - PRODUÇÃO MUNDIAL

(Unidade = t curta = 0,907 t métricas)

PAÍSES		1970	1971	1972
America do Norte	Canadá	158.000	80.000	180.000
	México	1.078.594	1.301.779	1.149.039
	Estados Unidos	269.221	272.071	250.347
America do Sul	Argentina	32.689	79.624	80.000
	Brasil	38.600	44.100	44.000
E U R O P A	Tchecoslováquia	90.000	100.000	100.000
	França	320.000	410.000	410.000
	Rep. Democ. Alemanha	90.000	90.000	90.000
	Rep. Fed. Alemanha	96.173	96.787	92.671
	Itália	319.086	317.733	305.886
	Romênia	17.000	17.000	17.000
	Espanha	376.621	436.944	537.471
	Inglaterra	213.044	269.920	243.040
	Rússia	450.000	460.000	470.000
ÁFRICA	Quênia	4.303	7.232	11.527
	Rodésia	165	165	165
	África do Sul	190.693	263.497	232.374
	Tunísia	33.841	36.331	50.742
Á S I A	Burma	182	222	248
	China	300.000	280.000	280.000
	Índia	5.122	3.425	3.888
	Japão	8.853	14.022	9.147
	Coréia do Norte	33.000	33.000	33.000
	Coréia do Sul	52.668	63.808	31.939
	Mongólia	88.000	88.000	88.000
	Paquistão	582	5.258	2.627
	Tailândia	350.785	471.015	435.490
	Turquia	1.835	1.200	1.200
Oce. Índia	Austrália	1.412	511	490
T O T A L		4.620.469	5.243.644	5.150.291

Fonte: Engineering and Mining Journal (março 1974)

Em 1975 como reflexo da situação econômica mundial, fato complementado por novas regulamentações no controle do meio ambiente, como a diminuição das emissões de gases a base de flúor pelas fábricas, e a possível proibição do uso de fluorcarbonos em aerossóis e refrigerantes, diminuíram a oferta e a demanda deste produto no país. Neste mesmo ano a produção americana de fluorita decresceu em 35% enquanto que a mundial baixou em 10%. O México está capacitado a produzir 1.300.000 t curtas por ano, e em 1976 exportou 550.000 t para os Estados Unidos. A Companhia Mineira Las Cuevas, que atua no México em San Luis Potosi, em 1976 operou com 10% abaixo de sua capacidade, produzindo 315.000 t curtas, ainda assim mantendo a posição de maior produtora de fluorita.

Ao término de 1976, as nações do mundo ocidental mantinham um estoque excedente de 800.000 t curtas, ou seja o equivalente ao consumo mundial de dois meses. As reservas americanas são estimadas em 17 milhões de t curtas de minério com teor de 35% de CaF_2 , e mais um adicional de 78 milhões de t curtas classificado como de reserva sub-marginal nas condições atuais de preço e mineração.

As reservas mundiais são estimadas em aproximadamente 117 milhões t curtas de flúor, ou 711 milhões de t curtas de minério com 35% de CaF_2 .

Em 1976 os preços de fluorita permaneceram relativamente estáveis no mercado internacional. No princípio do ano os produtores mexicanos aumentaram os preços na base de 4% a 8%. Os produtores europeus não promoveram altas devido ao grande estoque acumulado. Os produtores africanos e alguns europeus reajustaram o preço da fluorita de grau ácido,

que no segundo semestre de 1976 sofreu um decréscimo médio de 2.50 dólares por t curta.

3.17.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

Uma das primeiras substâncias não-metálicas a ser conhecida e utilizada pelo homem, a fluorita somente despertou atenção no Brasil por volta de 1924, ocasião em que se pesquisavam algumas ocorrências nas localidades de Belmonte (BA), e em Serro, Guanhães, Gruta das Generosas e Sete Lagoas (MG).

Em 1941, em Januária (MG), obtinha-se uma produção regular de fluorita que ocorria como ganga do minério de zinco, e as vezes como veio, distintos, quando aquela jazida iniciava os trabalhos de lavra. Neste período firmaram-se os primeiros conhecimentos concretos através das descobertas de fluorita no Nordeste e no Paraná. Desse modo as jazidas de Salgadinho (PB), São Bento (RN), Casa Nova do Boqueirão (CE) e Adrianópolis (PR) vieram a se constituir em fontes de produção econômica, das quais Salgadinho, a mais importante, produzia cerca de 500 t/ano.

Em 1955, após operar por mais de uma década, a mina de Salgadinho paralisou a exploração, devido a má condução dos trabalhos de lavra, em estilo de garimpagem apesar de ainda subsistirem condições de reserva recuperáveis.

Em 1953 surgiram dois novos centros importantes de produção de fluorita, em Bom Jesus da Lapa (BA) e Armazém (SC). Tal fato, associado a descoberta posterior de outra ocorrência no município de Morro da Fumaça desencadeou inten

so interesse para a fluorita no leste catarinense. As excepcionais características da fluorita desses depósitos fez com que o Estado de Santa Catarina se tornasse o produtor de praticamente toda a fluorita produzida no Brasil.

A edição de 1976 do Anuário Mineral Brasileiro indica que em 1975 foram protocolizados 162 pedidos de pesquisa no DNPM e concedidos 10 alvarás de pesquisa. Existiam 7 minas em atividade, 1 a céu aberto e 6 subterrâneas.

A tabela 39 apresenta as reservas existentes no ano de 1975. Desponta o Estado de Santa Catarina como o detentor das maiores reservas medidas com 491.953 t, seguido da região de Itaboraí (RJ) com 65.895 t e Sabinópolis (MG) com 38.008 t.

O minério de Santa Catarina apresenta diferentes graus de pureza. No município de Morro da Fumaça o teor oscila em torno de 75% de CaF_2 , no setor de Pedras Grandes varia de 35% a 45%, elevado a 60% através de uma seleção primária. A geologia da área de ocorrência da fluorita Catarinense é constituída, em sua maior parte, por vários tipos de rochas graníticas. A origem dos depósitos é hidrotermal de baixa a média temperatura, por preenchimento de fraturas, uma característica é a presença de sílica e calcedônia.

As melhores jazidas são encontradas em Morro da Fumaça. A possança dos veios ali existentes varia de 1,5 m a 11 m, com média de 4 m, onde a fluorita forma lentes com aspecto de bolsões descontínuos.

A produção brasileira (tabela 40.) tem crescido expressivamente em anos recentes, de acordo com as necessidades nacionais, e poderá atingir níveis elevados tendo em vista o

FLUORITA - BRASIL - RESERVAS EM 1975

ESTADO	MUNICÍPIO OU ZONA ESPECÍFICA	QUANTIDADES (t)		
		MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
MINAS GERAIS	Sabinópolis	38.008	85.000	135.000
		38.008	85.000	135.000
RIO DE JANEIRO	Itaboraí	65.895	—	—
		65.895	—	—
SANTA CATARINA	Armazém	18.039	—	—
	Morro da Fumaça	397.488	154.762	145.006
	Pedras Grandes	76.426	122.061	60.687
		491.953	276.823	205.692
TOTAL GERAL		595.856	361.823	340.692

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

FLUORITA - BRASIL - COTAÇÃO NO MERCADO INTERNO-PERÍODO JANEIRO/FEVEREIRO 1977

ESPECIFICAÇÕES DA FLUORITA	USO DA MATÉRIA-PRIMA APLICAÇÕES INDUSTRIAIS	LOCAL DE COTAÇÃO		PREÇO (Cr\$/t)	
		PROCEDÊNCIA	DESTINO	FOB	CIF
Em bruto Grau metalúrgico	Metallúrgia	Estação Cocal Morro da Fumaça - SC	RJ-SP-SC	1.089,00/ 1.362,00	—
Em pó CaF ₂ - 93 % min SiO ₂ - 1,5 % max	Fabricação de Alumínio	Criciúma-SC	Candeia - BA	—	1.500,00
80%CaF ₂ SiO ₂ < 10%	Fundente	Criciúma-SC	Ipatinga - MG	—	1.322,00
Concentrada-grandácula flotada CaF ₂ - 97,5% min SiO ₂ - 1,5 % max	Indústria química de vidros, eletrodos	Criciúma - SC	Usina - SC	1.456,00	—
Em bruto Grau ácido	Indústria química	Estação Cocal Morro da Fumaça - SC	RJ - SP - SC	1.456,00	—

Fonte: DNPM, Boletim de preços nº 16 (janeiro/fevereiro 1977)

FLUORITA - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR EM 1975

DISCRIMINAÇÃO	EXPORTAÇÃO		IMPORTAÇÃO	
	Quantidade (t)	Valor FOB(US\$)	Quantidade (t)	Valor CIF(US\$)
Fluorita	11.075	564.134 ⁽¹⁾	—	—
Criolita	—	—	2.498	1.413.866
Ácido fluorídrico	—	—	47	81.399
Fluoreto de Amônio	—	—	68	82.495
Fluoreto de Alumínio	—	—	4.792	2.724.359
Fluoreto duplo de Alumínio e Sódio	—	—	5.026	3.104.414 ⁽²⁾
Fluoretos e outros sais	—	—	84	250.620
Fluor - Silicatos	—	—	1.655	348.875
Fluoreto de sódio	—	—	245	171.610

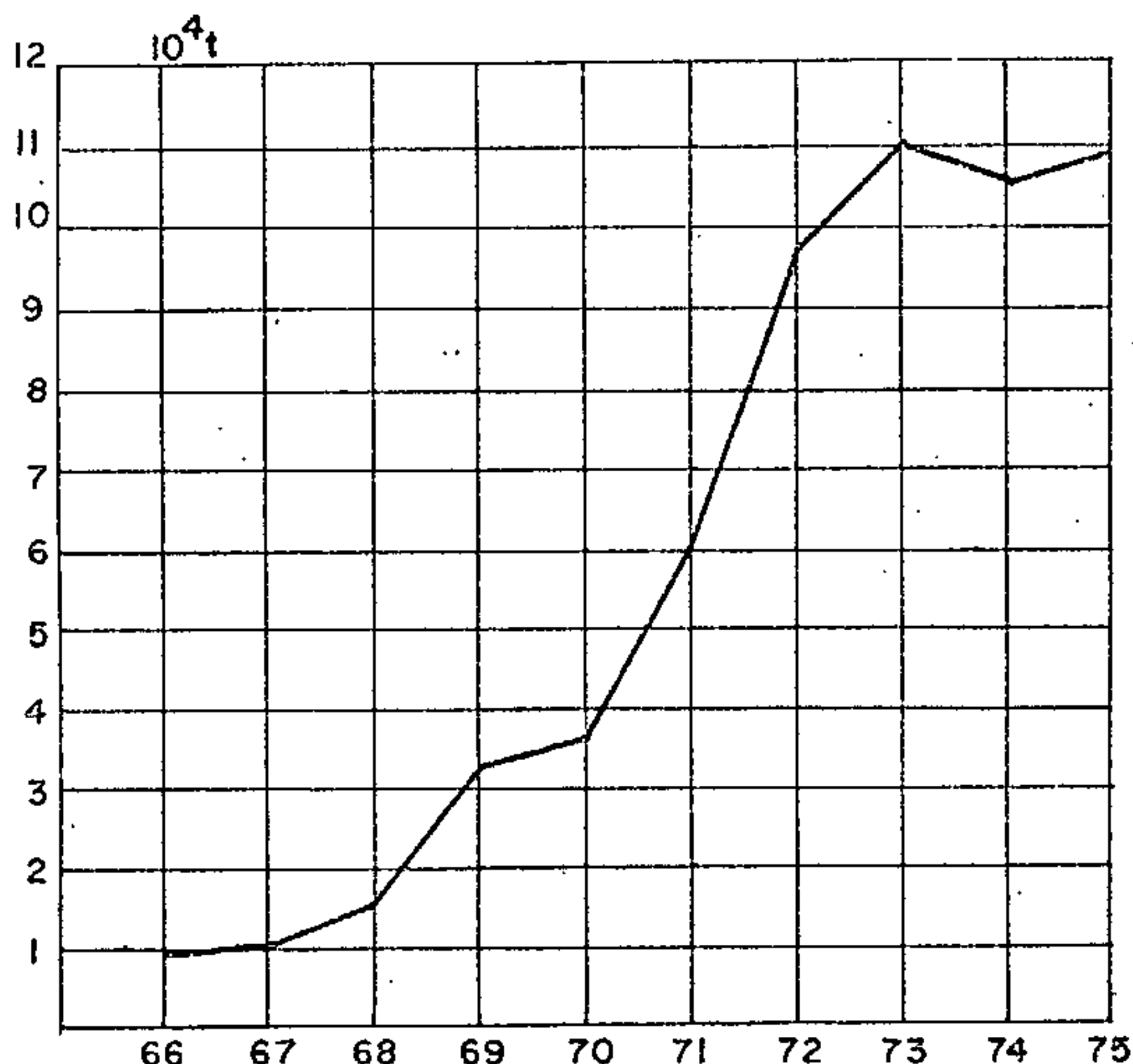
(1) - Principais países de destino: EUA (55,83%) e Japão (40,59%)

(2) - Principais países de origem: Países Baixos (32,67%), EUA (23,85%) e Canadá (15,71%)

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

FLUORITA - BRASIL - PRODUÇÃO 1966 - 1975

ANOS	BRUTA (t)
1966	9.988
1967	10.292
1968	15.685
1969	33.308
1970	36.568
1971	61.592
1972	97.679
1973	110.157
1974	105.873
1975	109.176



Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

consumo verificado no parque siderúrgico, principalmente o aço. Os indicadores apontam 36.568 t em 1970; 97.679 t em 1972 e 109.176 t em 1975.

As principais minas catarinenses já adotam métodos racionais de lavra, mas na Bahia e mesmo em algumas jazidas de Santa Catarina a extração é efetuada por garimpagem. Já as exportações de fluorita estão aumentando nos últimos anos. Atingiram 11.075 t em 1975 (tabela 40), a maior parcela sendo encaminhada aos Estados Unidos e Japão.

A fluorita de grau ácido é consumida pela indústria química, principalmente na preparação de ácido fluorídrico, como a Bayer do Brasil, Du Pont do Brasil e a Merck. O ácido fluorídrico tem sido importado pelo Brasil, pois a produção não abastece suficientemente o mercado interno. Os produtos fluorados importados (tabela 40) foram principalmente empregados na indústria do alumínio. O fluoreto duplo de alumínio e sódio, o fluoreto de alumínio, e a criolita constituíram as substâncias de maior peso na parte de importação de produtos a base de flúor durante o ano de 1975.

As principais companhias consumidoras de fluorita de grau metalúrgico no Brasil são: Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA), Companhia Siderúrgica Mannesmann, USIMINAS, ACESITA, Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira e Companhia Siderúrgica Nacional.

Os métodos de tratamento de fluorita são os mais diversos desde a escolha manual até a flotação. A escolha manual é efetuada em minas pequenas para separar blocos de fluorita do material estéril. A técnica de lavagem é empregada para remover a argila de minério intemperizado com auxílio

de peneiras vibratórias ou "trommels", para lavagem e classificação granulométrica do minério. Métodos modernos consistem em separação do minério em meio denso (para partículas acima de 10 mesh); flotação (minério de baixo teor é tratado visando obtenção de produto mais puro); pelotização (aproveita partículas finas). Nos Estados Unidos a pelotização de finos de fluorita é empregada em larga escala.

O preço (em janeiro de 1977) da tonelada de fluorita bruta de grau metalúrgico, atingiu de Cr\$ 1.089,00 a Cr\$ 1.362,00 em Santa Catarina (tabela 39); a de grau ácido alcançou a Cr\$ 1.456,00 no mesmo período.

3.17.5 - Ocorrências cadastradas

Durante o desenvolvimento dos trabalhos de campo foram cadastradas 3 ocorrências de fluorita que tomaram os números 262, 263, 264 e estão localizadas nos municípios de Currais Novos (2) e Jardim do Seridó (1).

As ocorrências situadas no município de Currais Novos se encontram no domínio dos metamorfitos do Complexo Seridó e plutônicas granulares, com a fluorita ocorrendo associada a quartzo e sílica amorfa. A única ocorrência cadastrada no município de Jardim do Seridó está localizada no campo de predominância das rochas do Complexo Seridó e a fluorita ocorre associada a calcário.

A ocorrência de Barra da Catunda de número 262 localizada no município de Currais Novos dista 23 km na direção nordeste da sede do município e tem seu acesso através da estrada carroçavel que liga esta cidade a Lagoa Nova.

A fluorita nesta ocorrência tem coloração verde,

roxa e branca e ocorre preferencialmente próximo a zona de contato do granito com pegmatito homogêneo, e secundariamente preenchendo fraturas, associada a quartzo leitoso e massa feldspática, em forma de massas irregulares e em geodos de cristais cúbicos. Tanto o contato como o fraturamento tem direção aproximada E-W.

Segundo Rolff (1944) a fluorita é posterior aos granitos e pegmatitos e a proximidade de "neck" de diabásio, juntamente com a ausência de fluorita no granito e pegmatito como acessório levantam a possibilidade da fluorita ser resultado de emanções de rochas vulcânicas.

Os trabalhos de exploração deste depósito tiveram início no ano de 1941, sendo o minério retirado e vendido em Campina Grande, com paralizações periódicas intercaladas. Os trabalhos prosseguiram até o ano de 1958 quando foram paralisados definitivamente. Esses trabalhos foram realizados através de trincheira com direção E-W, com uma extensão de 200 m, largura de 2 m em média e 5 m de profundidade. Sua produção alcançou 3.000 kg por semana.

Segundo moradores locais a paralização dos trabalhos foi devido as condições desfavoráveis do mercado.

A ocorrência de São Bento de número 263 tem seu principal acesso a partir de Currais Novos de onde dista 20 km, em estrada carroçável na direção NE em sentido a cidade de Lagoa Nova.

Este depósito apresenta as mesmas características litológica e mineralógica do anteriormente descrito, sendo a possança máxima do veio principal de fluorita em torno de 50 centímetros.

Os trabalhos de exploração foram desenvolvidos em uma mesma época e os métodos utilizados foram bastante rudimentares.

A ocorrência de Pau Ferro de número 264 está localizada no município de Jardim do Seridó e seu aceso está descrito na ficha modelo "A".

Nesta ocorrência a fluorita tem coloração verde, roxa e branca, ocorrendo em veio, com direção 240 Az e está associada a rochas calcárias, sendo a encaixante do conjunto o biotita-xisto do Complexo Seridó.

A exploração do minério desta ocorrência foi feita através de uma trincheira vertical com 10 m de extensão com 5 m de profundidade. Os trabalhos de exploração foram realizados durante os anos de 1971 a 1975 com paralizações periódicas.

Em virtude de atualmente as trincheiras existentes nas ocorrências se encontrarem parcialmente entulhadas não foi possível uma melhor descrição e avaliação destes depósitos.

No período de 1943 a março de 1977 foram requeridas das duas áreas, para pesquisa de fluorita no município de Jardim do Seridó, junto ao DNPM.

3.17.6 - Conclusões e recomendações

A importância e a necessidade cada vez maior de fluorita, principalmente para o crescente parque siderúrgico e metalúrgico nacional, grande consumidor deste mineral, bem como da indústria química e petroquímica, implica na implan

tação de tecnologia para a industrialização da fluorita e como consequência uma menor dependência do mercado externo, onde o Brasil encontra-se sob grande dependência de produtos fluorados, mesmo com uma produção de minério em torno de 109.000 t no ano de 1975, das quais exportou 11.000 t aproximadamente no mesmo ano.

As ocorrências de São Bento e Barra da Catunda muito embora pelo que se pôde observar em termos do volume das mesmas, não se possa fazer uma avaliação consisa, recomenda-se estudo detalhado das mesmas, levando-se em conta que os trabalhos de garimpagem normalmente só retiram a parte superficial e de mais fácil acesso, o que constitui uma limitação inerente a tal tipo de atividade. Além de um estudo sistemático nos corpos graníticos e nas zonas fraturadas da região, em virtude da possibilidade de outras áreas mineralizadas, independentemente da gênese destes depósitos, pois tanto com a gênese ligada a emanações vulcânica e/ou hidrotermalismo esta região apresenta-se potencialmente promissora em mineralizações deste mineral.

A ocorrência de Pau Ferro, onde a fluorita ocorre associada a calcários, poderia vir a ser pesquisada mais detalhadamente, principalmente ao longo da direção 240° Az. Também se faz necessário um estudo detalhado em outras camadas calcárias, uma vez que depósitos deste tipo apresentam maior possibilidades econômicas.

Outra recomendação que poderia ser dada seria um estudo da viabilidade econômica da exploração de fluorita como subproduto na mineração de scheelita, em virtude da existência de alguns tactitos e/ou escarnitos ricos neste mineral, como por exemplo a ocorrência scheelitífera de Pindoba-



Mazagão, localizada nas proximidades da sede do município de São Rafael.

3.18 - GIPSITA

3.18.1 - Generalidades

A gipsita é um sulfato de cálcio hidratado natural, cuja fórmula química é $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; contém 32,5% de CaO, 46,6% de SO_3 e 20,9% de H_2O , sendo também conhecida como gipso ou gesso. Este último termo, entretanto, é mais usado como sinônimo de gipsita calcinada. Geralmente é encontrada sob a forma de material compacto, de granulação fina a média. Outras variedades são o alabastro, que é compacto, translúcido de granulação fina; a selenita é uma forma cristalina transparente; e o espato cetim, constituído por cristais fibrosos de brilho sedoso. Ocorre também na natureza o sulfato de cálcio anidro (CaSO_4), denominado anidrita, que contém 41,2% CaO e 58,8% SO_3 , sendo os dois minerais comumente associados.

A gipsita cristaliza-se no sistema monoclinico, tem uma direção de clivagem, dureza 2 na escala Mohs, densidade 2,35 e índice de refração 1,53. É pouco solúvel em água e solúvel em ácido clorídrico quente. Sua cor é branca, variando, entretanto, em função das impurezas presentes. Tem brilho perláceo, traço branco. O alabastro geralmente é branco, ligeiramente translúcido e de granulação menor que 0,05 mm. O espato cetim resulta do crescimento de cristais aciculares paralelos, formando veios que raramente têm mais de 10 cm de espessura.

A anidrita cristaliza no sistema ortorrômbico, tem duas direções de clivagem, a dureza varia de 3 a 3,5 na escala de Mohs, tem densidade 2,95 e o índice de refração é 1,59. A coloração varia desde branco a tonalidades cinzentas, azuis e vermelhas.

O uso da gipsita data de épocas remotas, tendo sido usada pelos egípcios na construção das pirâmides. Os romanos a utilizaram, em pequenas quantidades, no acabamento de construções. Na Idade Média não foram descobertos novos usos e somente no fim do século XVIII teve início, na Europa, seu emprego como corretivo de solo. Nos Estados Unidos a calcinação da gipsita começou em 1835 para consumo na construção civil, porém esta aplicação só se desenvolveu por volta de 1885, com a descoberta de um método comercial para regular o tempo de "pega" do cimento. O desenvolvimento na indústria de cimento, em cuja fabricação procede-se a adição de gipsita ao clínquer na proporção de 2% a 5% para regular o tempo de "pega", possibilitou aumento considerável no consumo do mineral.

Os depósitos de gipsita constituem lentes ou camadas intercaladas em sedimentos, predominantemente em folhelhos, dolomitos, calcários e margas. Sua distribuição no tempo geológico é ampla, desde o Cambriano até o Recente, havendo inclusive jazimentos em formação atualmente, como é o caso do Mar Mediterrâneo junto a costa espanhola.

A origem dos depósitos de gipsita está relacionada a processos de precipitação química em águas marinhas de alta salinidade quando submetidas a evaporação intensa. Entretanto a gipsita também pode se formar a partir de calcários, por ação de gases e águas sulfúricas.

3.18.2 - Usos e aplicações

O baixo custo de produção, sua abundância relativa no globo terrestre e o vasto campo de utilização no mundo modo

dermo dão a gipsita grande importância econômica.

A gipsita calcinada ou gesso constitui matéria-prima essencial para a confecção de numerosos produtos largamente utilizados na moderna construção civil. Placas ou blocos pré-moldados para paredes divisórias e de revestimento fabricados a base de gesso, possuem propriedades que lhes conferem grandes vantagens sobre outros produtos. São incombustíveis, isolantes térmicos e acústicos, podem ser cortados nas dimensões desejadas, são leves, flexíveis, de fácil transporte, e, conseqüentemente, demandam muito menos tempo para sua afixação. A gipsita calcinada, quando usada em estuque, deve ter um tempo de "pega" entre 2 a 6 horas, o que é obtido pela adição de materiais como cola e sisal. O gesso industrial também é utilizado para a confecção de modelos ou padrões, moldes de fundição, moldes artísticos, ortopédicos e odontológicos, bem como agente desidratante, aglutinante para giz, em britagem de carvão, suporte para operações de moagem e polimento.

A gipsita não calcinada tem sua aplicação mais generalizada na indústria de cimento portland, onde é adicionada ao "clinker" na proporção de 2% a 5% com a finalidade de regular o tempo de "pega". No entanto, uma quantidade substancial é empregada em agricultura como corretivo de solos alcalinos devido a capacidade de reagir com o carbonato de sódio, formando compostos mais favoráveis (sulfetos de sódio e carbonato de sódio) e de solos deficientes em enxofre, principalmente para cultivo de leguminosas. Neste caso, excepcionalmente, a pureza do material utilizado pode se situar entre 50% e 70% de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Outra utilização da gipsita é no processo de fermentação do levedo na fabricação de cerveja. É usada ainda na produção de sulfato de cálcio e sulfato de amônio, na fabricação de vidros, como carga em produtos de madeira, tintas, papel, inseticidas e na indústria têxtil.

A anidrita é consumida na produção de sulfato de amônio e ácido sulfúrico e em tipos anidros de argamassa para paredes.

A partir da gipsita e/ou anidrita pode-se produzir ácido sulfúrico e cimento como co-produtos, utilizando-se uma técnica conhecida por Processo Muller-Kuhne. Consiste essencialmente em se proceder a calcinação do sulfato de cálcio com carvão coque, sílica e argila em fornos rotativos. A proporção é de uma tonelada de ácido e uma de cimento para cada duas de gipsita.

A gipsita também pode ser empregada para a obtenção do enxofre elementar; o processo, em síntese, consiste em reduzi-la a sulfato de cálcio, que é então transformado em gás sulfídrico e posteriormente, utilizando-se o Processo de Claus, obtem-se o enxofre.

3.18.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

Em 1975 os Estados Unidos mineraram 10.000.000 de toneladas curtas de gipsita em 71 minas localizadas em 22 estados. Os Estados da Califórnia, Michigan, Iowa, Texas e Oklahoma são responsáveis por 62% do total. Com base em estatísticas para os primeiros nove meses os produtores america

nos calcularam para 1976 uma produção de 11.500.000 toneladas curtas, valor que representa 14% acima dos índices de 1975, mas um pouco abaixo do que foi extraído em 1974.

O consumo aparente americano de gipsita bruta (produção mais importação, menos exportação) declinou 20%, de 19.400.000 toneladas curtas em 1974 para 15.600.000 toneladas curtas em 1975. O consumo em 1976 aumentou em 16%, alcançando 18.000.000 de toneladas curtas.

O minério importado pelos Estados Unidos provém 77% da Nova Escócia, 15% do México, 3% da Jamaica, e 3% da República Dominicana. De acordo com dados do US Department of Commerce o nível de preços da gipsita em 1976 aumentou de 3% a 4%.

Jazidas de gipsita são operadas em várias partes da Inglaterra e da Europa Continental. Os depósitos próximos de Paris são particularmente interessantes; os da Alemanha localizam-se principalmente 50 km a SE de Hannover, com espessuras superiores a 100 m.

Várias regiões da Ásia também tem-se destacado, como a Índia, onde grandes quantidades são consumidas em fábricas de sulfato de amônio, na área de Cindri, Bihar.

O alabastro para decoração é produzido principalmente na Itália. A melhor qualidade é extraída em Venelle e Formia, ambas localizadas na província de Pisa. A rocha é cortada e polida em Pisa, Florença e Volterra e transformada em colunas, vasos, estátuas e bandejas, as vezes coloridas artificialmente.

3.18.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

As principais reservas brasileiras em exploração localizam-se na Chapada do Araripe, situada nos limites dos Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí. A gipsita aflora na região que circunda a Chapada, e está intercalada nos sedimentos da Formação Santana, que é constituída por folhelhos, calcários, siltitos e arenitos. As principais ocorrências de gipsita de Pernambuco estão situadas nos municípios de Ouricuri, Ipubi, Trindade, Bodocó, Araripina e Exu.

As jazidas cearenses são encontradas nos municípios de Santana do Cariri, Crato, Missão Velha, Barbalha e Porteiras; enquanto que no Piauí os municípios de Simões, Jaicós e Paulistana são os que apresentam as melhores ocorrências.

Importantes depósitos aparecem na Formação Codó, no Maranhão, intercalados entre os folhelhos e calcários desta formação.

Perfurações realizadas pela PETROBRÁS e pelo DNPM evidenciaram a existência de gipsita nas regiões de Socorro e Laranjeiras e de Camamu e Marauá respectivamente em Sergipe e na Bahia, mas que pela localização em profundidade, dificulta a concorrência com os depósitos explotados a céu aberto nos outros estados nordestinos.

No Rio Grande do Norte, a gipsita é encontrada nos sedimentos da Chapada do Apodi, nos municípios de Gov. Dix-Sept Rosado e Carnaubais.

As reservas brasileiras de gipsita em 1975 estão assinaladas na tabela 41.

GIPSITA - BRASIL - RESERVAS EM 1975

ESTADO	Município ou zona específica	QUANTIDADES (t)		
		MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
BAHIA	Camamu/Maraú	155.733.023	—	—
		155.733.023	—	—
CEARA'	Barbalha	53.000	390.000	—
	Santana do Cariri	10.869.363	—	—
		10.922.363	390.000	—
MARANHÃO	Codo'	3.775.166	260.580	549.325
		3.775.166	260.580	549.325
PARA'	Aveiro	151.341.766	165.395.682	195.555.582
		151.341.766	165.395.682	195.555.582
PERNAMBUCO	Araripina	2.291.976	9.612.123	46.488.190
	Bodoco'	2.579.134	2.665.091	15.961.091
	Exú	1.271.000	1.521.000	3.348.000
	Ipubi	13.623.330	14.963.619	38.257.000
	Ouicuri	20.762.498	23.246.879	51.290.194
	Trindade	8.649.300	—	5.200.000
TOTAL GERAL		370.949.556	218.054.974	356.649.382

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

GIPSITA - BRASIL - PRODUÇÃO NO PERÍODO 1966 - 1975

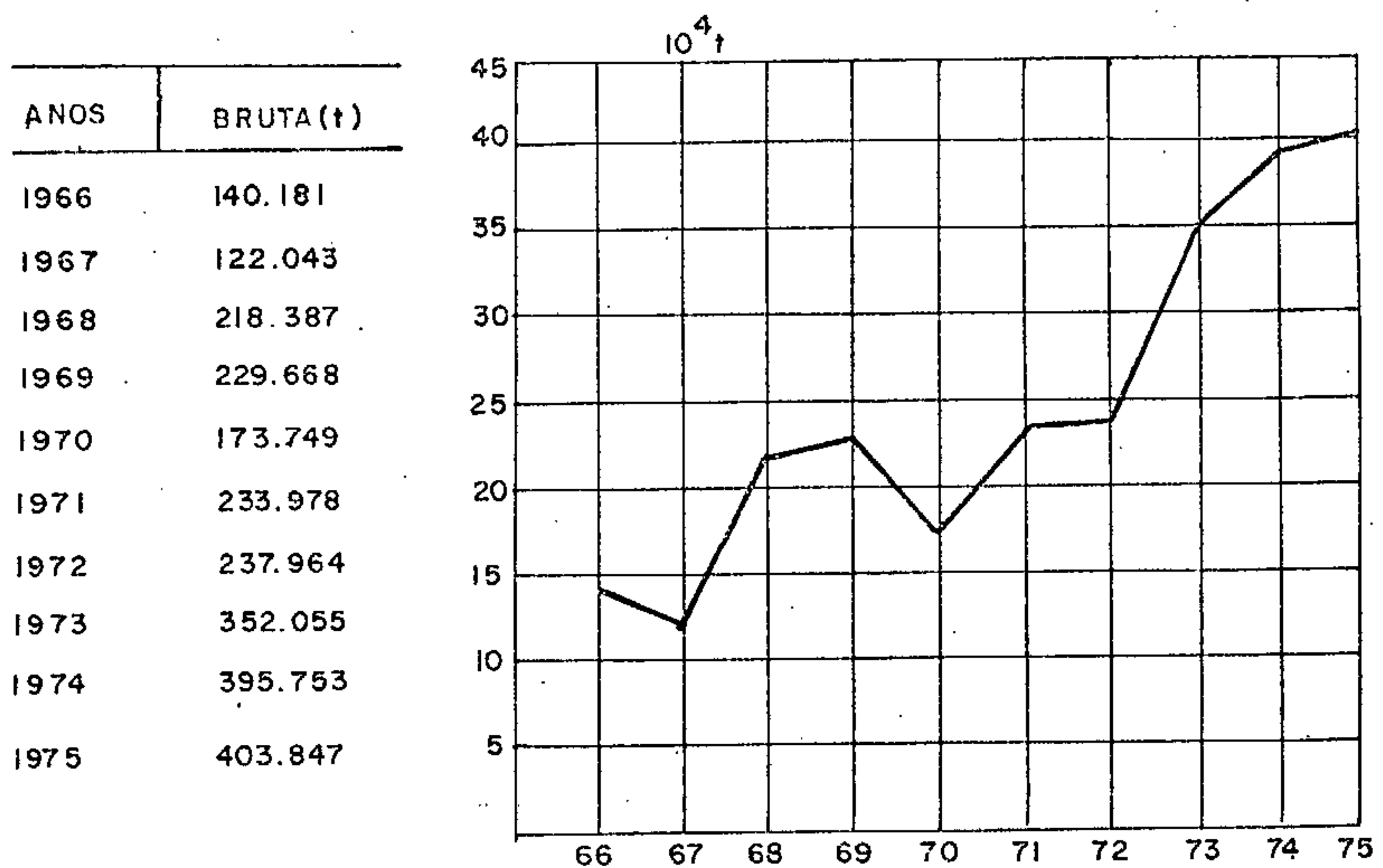


TABELA 41

No ano de 1975 foram liberados pelo DNPM 134 pedidos de pesquisa, 6 alvarás e outorgada 1 concessão de lavra. Existiam 23 minas em atividade (5 manuais a céu aberto e 18 semi-mecanizadas a céu aberto) e 14 paralisadas.

Já em 1938 a gipsita era explorada na região Nordeste do Brasil. O Estado do Rio Grande do Norte foi o grande produtor brasileiro por mais de 20 anos, mas suas minas tiveram diminuída a importância com o desenvolvimento da exploração dos depósitos da Chapada do Araripe. Em 1963 o Estado do Ceará tornou-se o maior produtor, posição que manteve até o ano seguinte, perdendo-a para Pernambuco, que em 1965 assumia liderança da produção brasileira de gipsita.

Em 1975 a produção bruta brasileira foi de 403.847 toneladas (tabela 41). O Estado de Pernambuco contribuiu com 90,77%, atingindo 366.581 t, vindo a seguir o Ceará (33.299 t), Rio Grande do Norte (3.711 t), seguido pelo Piauí com 250 t.

A lavra geralmente é feita a céu aberto, em depósitos pouco profundos. Em alguns casos, no entanto, existem condições que permitem o emprego vantajoso de lavra subterrânea. Nos depósitos brasileiros a lavra ainda é feita em pequena escala e de modo um tanto rudimentar.

A partir do ano de 1965, ano em que se consolidou a exploração das jazidas de Pernambuco, a produção de gipsita, que era bastante irregular, elevou-se a níveis mais significativos.

Por outro lado, a utilização da maior parte da produção de gipsita como retardador do tempo de "pega" do cimento e o crescimento da indústria cimenteira nacional, acarre

taram variações na produção daquele mineral, que afetaram principalmente o mercado de gipsita calcinada, que ainda não está bem desenvolvido.

É de se esperar que a produção continue crescendo, de modo a satisfazer as necessidades do consumo do país. Entretanto, torna-se imprescindível estimular a mecanização das minas.

Com relação ao comércio exterior, é provável que, com a intensificação da exploração econômica das reservas nordestinas, o Brasil passe a exportar este minério em bruto e/ou beneficiado, ou ainda como produto para construção civil. As importações (tabela 42) têm sido principalmente de gesso cru, calcinado, anidrita e gesso especial para emprego odontológico.

As distâncias aos centros de consumo aumentam de modo significativo o custo final da gipsita produzida no Nordeste. Diferentes meios de transportes são usados para deslocar o material, dependendo dos tipos de locomoção disponíveis. Assim o minério é transportado por caminhão, através da combinação de transporte rodo-ferroviário ou hidro-rodo viário, sendo o primeiro o mais solicitado. A maior parcela da produção pernambucana é transportada de caminhão para os estados sulinos, onde se localizam os maiores mercados de gipsita. Parte da produção é levada por caminhão para Petrolina (ver tabela 42, de preços) ou então embarcada em balsas no rio São Francisco, ou por trem para Minas Gerais.

Espera-se, entretanto, que na medida em que sejam superados os problemas de distância e do elevado custo de transporte, o mercado de gesso no Brasil se veja ampliado em

GIPSITA - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR
 IMPORTAÇÃO 1973 - 1975

DESCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Gesso cru	1.873	3.484	410	44.419	61.157	8.704
Gesso calcinado	96	649	215	14.326	58.259	39.729
Anidrita	106	—	—	10.870	—	—
Gesso para dentista	63	115	43	35.565	64.408	24.212
TOTAL	2.138	4.248	668	105.180	183.824	72.645

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

GIPSITA - BRASIL - COTAÇÃO NO MERCADO INTERNO
 USO PARA CIMENTO - PERÍODO MARÇO/ABRIL 1977

ESPECIFICAÇÃO	LOCAL DA COTAÇÃO		PREÇO (Unidade: Cr \$/t)	
	Procedência	Destino	FOB	CIF
Gesso - SiO ₂ 0,82 % Al ₂ O ₃ 0,26 % , CaO 34,3 % , SO ₃ 51,2 %	Petrolina - PE	Corumbá de Goiás - GO	48,00	428,00
Gesso	Petrolina - PE	Brasília - DF	50,00	450,00
Gesso bruto CaSO ₄ .H ₂ O 90 %	Petrolina - PE	Corumbá - MT	57,50	559,02
Gesso in natura	Petrolina - PE	Palmeiras de Goiás - GO	75,00	519,00

Fonte: DNPM, Boletim de Preços nº17 (março/abril 1977)

consequência da colocação do produto a preços mais competitivos, o que se constituirá em estímulo à ampliação do setor produtivo nacional, que assim passará a satisfazer de forma mais ampla o consumo interno de gesso, aliviando gradativamente a pauta de importações brasileiras.

3.18.5 - Ocorrências cadastradas

Durante os trabalhos de campo foram cadastradas 5 ocorrências de gipsita, sendo 4 delas localizadas no município de Governador Dix-Sept Rosado e uma no município de Carnaubais.

Com exceção da ocorrência de Carnaubais os depósitos de gipsita do Rio Grande do Norte apresentam-se em grandes lentes irregulares e/ou camadas descontínuas de aspecto maciço e/ou fibroso, intercaladas nos sedimentos da Formação Jandaíra. Esta formação litologicamente é representada na sua parte inferior por uma sequência de calcários cinza-esbranquiçados, duros, densos, recristalizados, muito fossilíferos. Intercalados ocorrem margas, branca-amareladas, finas, friáveis, localmente bastante fossilíferas e calcarenitos e siltitos. Os depósitos gipsíferos com espessura bastante variável (observações de campo) estão intercalados com folhelhos vermelhos e cinza-esverdeados, dentro do pacote de margas e calcários.

O acesso às ocorrências pode ser realizado preferencialmente a partir da sede do município de Governador Dix Sept Rosado, da qual distam em torno de 5 a 10 km como se encontram descritos nas fichas modelo "A".

A ocorrência de Carrocinho localizada na fazenda

Pedreiras de propriedade da família Rosado dista 5 km da cidade de Governador Dix-Sept Rosado.

Litologicamente a ocorrência é representada por uma sequência de argilitos cinza a avermelhado e calcários creme de granulação fina, onde se encontram bancos de gipsita incolor, branca ou rósea, intercalados. Estes bancos apresentam uma espessura máxima de 80 cm (contínua). Associadas a gipsita ocorrem finas camadas de alabastro e/ou selenita, com concreções escamosas, brilhantes, constituindo bancos amarelados intercalados em argilitos. A espessura da faixa onde aparece a gipsita é da ordem de 5 a 6 metros.

A sequência típica deste depósito que é também representativa para os demais é a seguinte do topo para a base: argilitos de coloração cinza com bancos calcários de cor creme intercalados; argilito vermelho com intercalações de finas camadas de gipsita; gipsita fibrosa com finas camadas de selenita e argilitos cinza e calcários creme intercalados. Esta última camada apresenta uma espessura de 5 a 6 metros, cujo capeamento máximo é da ordem de 5 m e as intercalações possuem espessura variando de 10 a 30 centímetros.

As ocorrências de Cajazeiras, Pedreira Nova (ou Poço Comprido) e Retiro de números 269, 268 respectivamente apresentam as mesmas características litológicas e mineralógicas da anteriormente descrita tendo em vista que todas elas estão situadas estratigraficamente na porção média da sequência sedimentar que constitui a Formação Jandaíra. Estes depósitos são do tipo evaporítico lagunar marinho em águas de alta salinidade.

A única ocorrência que se encontra sendo lavrada intermitentemente pela Mineração Jerônimo Rosado é a ocorrência

cia de Carrocinho. As demais muito embora tenham título de manifesto de mina se encontram atualmente em completo abandono, inclusive não permitindo um estudo aprimorado nas suas frentes de lavra.

Os manifestos de mina destas jazidas são datados dos anos de 1935 a 1941 e pertencem as minerações Jeronimo Rosado, Gesso do Brasil, Empresa Industrial de Gesso Mossoró S/A e Gesso Nacional Tapuio Ltda.

A ocorrência de Estrondadeira de nº 265 localizada na localidade de mesmo nome do município de Carnaubais tem seu acesso descrito na ficha modelo "A".

Esta ocorrência atualmente se encontra recoberta d'água, que não permite um estudo detalhado da mesma. Entretanto observa-se nas suas margens vestígios de gipsita, que podem ser de origem recente. Segundo moradores da região esta ocorrência foi explotada pela Mineração Jerônimo Rosado com sede em Mossoró.

Afora estas ocorrências cadastradas colheu-se in formações junto a moradores da região que teriam sido encontradas finas camadas de gesso, em locais próximo as ocorrências descritas, anteriormente, da Formação Jandaíra, quando foram realizadas escavações (cacimbões) para obtenção de água. O cadastramento dessas ocorrências ou indícios não foi possível em virtude da inacessibilidade ao local das mesmas.

As análises químicas realizadas em amostras das ocorrências de Carrocinho ou Pedreiras e Pedreira Nova ou Espinheiro apresentaram os seguintes resultados:

	RI	-	$R_2O_3\%$	-	$\%SO_3$	-	$\%CaO$	-	$\%H_2O$
Cárrocinho	1,2		0,9		40,6		32,8		17,4
Pedreira Nova	10,1		4,5		35,5		26,9		17,3

3.18.6 - Conclusões e recomendações

Os depósitos de gipsita do Rio Grande do Norte são constituídos por lentes irregulares ou camadas descontínuas que ocorrem na porção média da Formação Jandaíra.

De acordo com as análises realizadas e em comparação com a de outros depósitos é de boa qualidade, prestando-se aos mais variados tipos de aplicação.

A paralização da exploração destas jazidas deve-se ao fato de que a relação minério/capeamento gira em torno de 1 tornando-se desta maneira anti-econômica a sua lavra, tendo em vista que em outros depósitos esta relação é muito superior, além do pouco conhecimento que se tem sobre as reservas globais.

Tendo em vista a potencialidade do mercado brasileiro de gesso, revela-se promissora, principalmente no que tange a indústria de construção civil. Contrapondo-se a este aspecto favorável surgem as distâncias das jazidas aos mercados e o alto custo do transporte, como fatores limitativos do crescimento do mercado de gesso no Brasil. Esta limitação consolida-se em consequência do fato de que, apenas a baixo custo para o gesso posto no mercado (c.i.f.), haveria melhores condições para a indústria de gipsita competir com os produtos substitutos como cal, tijolos e cimento. Com isso

estas ocorrências ou jazidas poderiam vir a ser retrabalhadas de maneira mais racional no que tange aos métodos empregados pelas companhias de mineração, as quais utilizam processos manuais de exploração em sua totalidade em virtude do baixo custo da mão de obra na região. Associada a esta potencialidade aparece a pequena distância em que se encontram estes depósitos de centros consumidores no Estado bem como Mossoró, Natal e outras cidades de médio porte, bem como de Estados vizinhos.

3.19 - MICA

3.19.1 - Generalidades

Mica é o designativo de um grupo de minerais, formado por silicato de alumínio e outros metais, cristalizados no sistema monoclinico com uma clivagem basal característica que lhe permite fácil separação em lâminas finas.

A mica caracteriza-se por ser quimicamente estável, flexível, transparente e altamente resistente ao calor, fundindo-se à cerca de 800°C, tem rigidez dielétrica alta, bem como seu poder isolante e sua constante dielétrica. Em síntese é um isolante térmico ideal, comparado com qualquer outro obtido comercialmente seja natural ou sintético.

Segundo Chowolhry a mica possui uma combinação de muitas propriedades úteis que a tornam além do mais valioso isolante elétrico, um fator significante da civilização moderna.

As micas podem ser agrupadas em dois grandes grupos: o primeiro formado pelas micas alcalinas ou graníticas (muscovita ou mica potássica, paragonita ou mica sódica, zinwaldita ou mica lítio-fluo-ferrífera, lepidolita ou mica lítio-fluo-alumínio-potássica) e o segundo constituído pelas micas piroxênicas ou magnesianas (flogopita ou mica alumínio-potássica-magnesiana; biotita ou mica ferro magnesiana, lepidomelana, variedade de biotita, roscoelita ou mica vanadífera, fuchsita ou mica cromífera, jefferessita-variedade de vermiculita).

A muscovita é a variedade mais longamente empregada e a que se apresenta com melhor transparência, melhor re

sistência dielétrica e maior perfeição de clivagem podendo ser facilmente separada em palhetas de dimensões ínfimas. Não é resistente entretanto ao ácido fluorídico, muito embora a mica natural apresente excelente estabilidade química. Tem dureza 2 a 2,5 na escala de Mohs e peso específico 2,8 a 3,1.

A lepidolita outrora empregada em diafragmas de gramofones, hoje é especialmente um minério de lítio e usada na fabricação de vidro, pelo fluor e lítio que contém.

A flogopita, é chamada mica ambar, geralmente apresenta grande limpidez e tem propriedades que permitem concorrer com a muscovita. Tem várias colorações desde um leve prateado até marrom escuro e é opaca. Tanto quanto a muscovita, a flogopita tem aplicações na eletrônica devido às propriedades óticas e a lisura da sua superfície.

A biotita é a mica negra, tão comum em pequenas palhetas nos granitos, gnaisses e xistos cristalinos. Não serve para o uso em aparelhos elétricos, nem para esmaltes transparentes. É usada, moída, em composição para isolamento de tetos e paredes.

A fabricação de mica sintética tem sido tentada por diversos pesquisadores. O Dr. E.A. Houser chegou a obter placas de mica artificial capazes em certos casos de substituir convenientemente o produto natural. A "micanite" é um produto que pode ser chamado de mica reconstituída conseguido em 1888 por A.S. Dyer e C.W. Jefferson, nos estabelecimentos de Thomas Edison.

Camadas de papel com vernizes isolantes têm sido oferecidos à indústria como substitutos da mica ("pertinex") e foram empregados na Alemanha, já na I Guerra Mundial; "mi

carta" é outro produto artificial de mica desenvolvido pela Westinghouse Electric Co. para diversos usos; micalex é um material modável, feito de mica e vidro, de grande uso em instrumentos elétricos.

3.19.2 - Usos e aplicações

O campo de aplicações da mica é muito vasto estando ligado principalmente a indústria elétrica e eletrônica, sendo material estratégico de primeira importância. Sua utilização nestas indústrias está ligada diretamente a seu comportamento em relação à corrente elétrica e ao calor, sendo usada ainda como isolante térmico e elétrico.

Embora a mica não seja boa condutora de calor, só é utilizada como isolante térmico quando dividida em finas palhetas soltas.

A muscovita resiste sem alteração a temperatura de até 500°C e a flogopita até 1000°C , por isso são empregadas em janelas de fornos e estufas, onde suportam grandes diferenças de temperatura sem fraturas em virtude do seu baixo coeficiente de dilatação. Experiências têm mostrado que pó de mica é um bom isolante térmico para uso em temperaturas moderadas.

A maior aplicação da mica em nossa época deve-se à sua má condutibilidade elétrica sendo um bom isolante e um bom dielétrico.

A resistência dielétrica da mica comum, de boa qualidade, é de mais de 1.000 volts por 0,025 mm de espessura. Foi Thomas Edison o primeiro a tirar proveito das propriedades dielétricas da mica, utilizando-a no isolamento de arma

duras de dinamos e comutadores.

As placas de flogopita são mais raras e não são tão bons isolantes quanto as placas de muscovita, mesmo as sim são usadas porque resistem mais ao calor e tem maior du reza.

Entre as vantagens da mica, como isolante elétr ico, inclui-se também a sua alta resistência à punctura (re sist ênc ia a punctura é a resistência à perfuração pelo impacto da faísca elétrica), pois não é afetada nas temperaturas alcançados nos instrumentos elétricos.

Durante o beneficiamento da mica, é obtido uma grande quantidade de fragmentos pequenos, que podem ser transformados em mica em pó que é um bom isolante, com gran de poder de cobertura. Os resíduos são abundantes pois so mente 5 a 10% da mica bruta serve para isolante elétrico.

A mica moída é vendida em diversas granulações, 60 a 80 mesh, 80 a 120, 120 a 200 e mais de 200, sendo a maior procura para o tipo 60 a 80 mesh, usado em papel betumado pa ra revestimento de tetos. O pó mais fino é usado em tintas de proteção contra ferrugem, em papéis de parede e telhas isolantes para cobertura de edifícios.

A moagem da mica não é problema fácil devido a sua elasticidade e pouca dureza. Nos Estados Unidos são utiliza dos processos por via seca e via úmida; por este último ob têm-se um melhor produto. O aquecimento facilita a moagem po rém deprecia o produto.

A classificação da mica comercialmente é feita pe lo padrão internacional que é baseado no máximo retângulo que pode ser cortado ou estampado na peça e a qualidade é

obtida visualmente, que se baseia na existência ou não de inclusões visíveis, tais como bolhas de ar, manchas e pintas em combinações e na quantidade de imperfeições na estrutura da mica.

Especificamente às folhas de mica são classificadas em blocos, filmes e "spotlings" de acordo com a espessura e a qualidade.

Industrialmente as micas ainda podem ser classificadas em "sheet mica", "scarp mica", "flake mica", "ground mica" e "mica paper". Esta classificação é baseada nas suas utilizações e a apresentação do produto final.

3.19.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

Até hoje nenhum estudo foi realizado para avaliação das reservas de mica, muito embora a mesma ocorra em todos os continentes.

Os principais produtores mundiais são a Índia, Brasil, Malgaxe e Estados Unidos.

A Índia, o maior produtor de mica, possui excelentes variedades de muscovita e flogopita, existindo atualmente 500 minas em operação, sendo toda a produção praticamente exportada.

Na República da Malgaxe, uma das maiores e mais famosas minas deste país está próxima a encerrar suas atividades, devido à inviabilidade de seus custos de produção que vem aumentando desproporcionalmente. Esta mina produzia uma qualidade prateada de mica que durante muitos anos atendeu

à áreas específicas do mercado.

A Tanzânia produz uma qualidade aceitável de "Stotted Mica" e uma mica verde escuro de tipo superior, a qual não é, atualmente, tão aceita aos preços antes exigidos.

Os Estados Unidos são os maiores produtores de "scrap mica" e mica de granulometria fina (flake mica) usada para produção de mica tipo "ground-mica". É auto suficiente nessa mercadoria. Uma quantidade menor de muscovita (sheet mica) foi produzida em 1976 nos Estados Unidos. Os consumidores domésticos de "sheet mica" permaneceram dependentes das importações e das vendas do estoque do governo.

A produção americana de "scrap mica" e "flake mica" (incluindo sericita) declinou em quantidade mas aumentou de valor durante o ano de 1976. A produção foi superior a 131.000 t com valor médio de US\$ 46.00 por tonelada. A mica foi produzida em 20 minas em 9 Estados, principalmente no sudeste, sendo que a Carolina do Norte participou com 55% do total. O volume da produção americana de mica foi processada em partículas de pequeno tamanho, moída por via úmida e seca.

A venda de "ground mica" no ano de 1976 foi estimada em US\$ 9.3 milhões. Os preços variaram entre US\$ 55 e US\$ 110 por tonelada para "dry ground mica" e variou entre US\$ 259 e US\$ 397 por tonelada para "wet ground mica" de acordo com Chemical Marketing Reporter.

O consumo de "sheet mica" muscovita e flogopita foi de 55 milhões de libras em 1976. O principal mercado é a indústria elétrica, equipamentos eletrônicos e capacitores.

O preço médio da "sheet mica" foi estimado de US\$ 2.65 por libra para "block" e film e US\$ 0.6 por libra para "splittings". Os aumentos são principalmente resultantes dos altos preços para a mica indiana.

As importações de "sheet mica" nos 10 primeiros meses de 1976 totalizaram 1.182.113 t das quais 565.270 t foram em "splittings".

Os maiores fornecedores foram a Índia, Brasil e República Malgaxe.

As exportações de mica incluindo "block", "film", "splittings", Waste, "scrap" e "ground" totalizaram 5.746.738,5 t no valor de US\$ 3.0 milhões para os 10 primeiros meses de 1976, a maioria destinada ao Canadá, Guatemala, França e República Federal da Alemanha.

A utilização da mica pelas indústrias vem caindo devido a evolução da transistorização que acarreta uma redução na quantidade de mica requerida para válvulas termo-iônicas. Ainda é cedo para se prever se esta tendência será mantida, uma vez que certos fabricantes não são plenamente a favor desta inovação.

Devido a atual situação do mercado de mica estar prejudicando as negociações da Índia, várias delegações desse país têm viajado pelo mundo com o objetivo de tentar uma melhora nas condições do mercado.

A U.R.S.S. decidiu comprar 30% da produção da mica indiana, através da Indian Mineral's and Metals Trading Corp. Essa diretriz é de grande importância para a indústria da Índia, pois os países socialistas, juntos, consomem cerca de 50% das exportações dos países produtores de mica, sen

do a U.R.S.S. o maior importador do bloco Europeu Oriental.

3.19.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

O grande surto na exploração de mica, no Brasil, se verificou na última Grande Guerra e desde então tem se mantido num nível que torna o Brasil um dos maiores produtores mundiais.

Segundo dados do Anuário Mineral Brasileiro-1976 o total das reservas medidas nos Estados do Ceará, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, eram de 3.353.600 toneladas e a produção dos anos de 1966 a 1975 assim se apresentou :

Ano	Bruto (t)
1966	2.612
1967	413
1968	448
1969	258
1970	155
1971	161
1972	88
1973	156
1974	81
1975	386

Os Estados que mais produzem mica no Brasil são : Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraíba, Bahia e São Paulo , sendo a mica proveniente deste último de baixa qualidade.

A exportação brasileira de mica no período de 1973 a 1975 apresentou-se da seguinte maneira :

Descrição	Quantidade (t)			Valor Fob Cr\$		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Mica, em bruto	1738	2613	1100	1.275.035	957.103	480.475
" blocos	-	472	144	-	810.074	415.668
" folhas	-	10	-	-	21.977	-
"	-	120	0	-	8.389	3.465
" pó	4	25	8	1.150	7.144	1.650
Resíduos	-	1985	948	-	119.519	59.692
Mica trabalhada	1	0,2	0	2.5548	19.880	16.918

Fonte : Anuário Mineral Brasileiro - 1976.

A importação dos mesmos produtos durante o ano de 1975 totalizaram em 68 toneladas que custou Cr\$ 693.910,00 (CIF).

Comparando-se o quadro da produção nacional com o de exportação verifica-se que os dados de exportação dos últimos anos têm sido superiores aos da produção, este fato se devendo a dois fatores principais : o primeiro é que grande parte da produção é feita por elevado número de garimpos, cujos depósitos não são registrados e o segundo o estoque de anos anteriores, formado pelos mineradores e exportadores que ficam aguardando melhores oportunidades do mercado internacional.

3.19.5 - Ocorrências Cadastradas

No transcorrer da etapa de cadastramento bibliográ

fico foram cadastradas 9 ocorrências de mica distribuídas nos municípios de Parelhas (7) e Carnaúba dos Dantas (2). A mica aparece ainda em 21 outras ocorrências como subproduto na exploração de outros minérios.

3.19.6 - Conclusões e recomendações

O número de ocorrências cadastradas de mica em relação a outros minerais de pegmatito é baixo, isso ocorrendo em função de que a mica mesmo sendo mineral essencial nos pegmatitos, é tida na grande maioria dos pegmatitos trabalhados como rejeito, já que para a sua comercialização é necessário um prévio beneficiamento por parte dos produtores. Entretanto, apesar das perspectivas de uma queda no uso de lâmina de mica devido ao desenvolvimento tecnológico e a alternativa de outros materiais, estimam ao mesmo tempo, um aumento na demanda do uso de refugos e flocos de mica, advindo do crescimento do uso deste material para cobertura e em tintas corantes, como também ao seu uso na argamassa de cimento e gesso.

Com o que foi exposto acima a comercialização da produção brasileira poderá vir a ser aumentada em virtude dos produtos com perspectiva de maior demanda exigirem uma qualidade inferior de mica e seu beneficiamento prévio é bem menos oneroso, acarretando daí um possível aumento no aproveitamento das micas dos pegmatitos do Estado do Rio Grande do Norte.

3.20 - MONAZITA

3.20.1 - Generalidades

A monazita é o mais importante mineral do grupo das terras céricas. As terras céricas incluem os elementos de menor número atômico no grupo das assim denominadas terras raras. A monazita é essencialmente um fosfato anidro de terras céricas com alguma quantidade de tório, contendo normalmente os seguintes teores médios de óxidos: óxido de cério 39% a 40%; óxido de tório 0% a 18%; óxido de zircônio 0% a 7%; óxido de ítrio 0% a 5%. Pequenas quantidades de cálcio, magnésio, ferro, alumínio, urânio, manganês, berílio, estanho, titânio e tântalo já foram detectadas em várias análises de monazita.

A monazita é um mineral transparente a subtransparente em pequenos grãos. Tem brilho resinoso e vítreo, dureza 5 a 5,5 na escala de Mohs, peso específico 5,15, com variações devidas ao teor em tório. A cor apresenta várias nuances de amarelo; o traço é branco, amarelo-pálido ou castanho-pálido.

Ela apresenta alta susceptibilidade magnética e não sofre alteração química ou estrutural quando aquecida a 1000°C. Contudo, com um aquecimento de 1130°C, aumenta o peso específico, o índice de refração e a birrefringência. As inclusões líquidas ou gasosas são raras, mas já foram observadas em cristais de monazita do Brasil.

A primeira monazita comercialmente explorada nos Estados Unidos proveio das Carolinas em 1893. Inicialmente o interesse deveu-se ao teor em tório. O maior valor era encon

trado na monazita indiana 9% de ThO_2 , seguido pela brasileira com 5% a 6% de ThO_2 , e a dos Estados Unidos com 3,5% a 4% de ThO_2 . Naquela época o tório servia na fabricação de manto incandescente para lâmpadas. Com a expansão do uso da luz elétrica, que substituiu os lâmpadas, a monazita passou a ser processada para a obtenção das terras raras. Após a II Guerra Mundial e a descoberta das possibilidades de tório como material nuclear, a monazita voltou a ser processada por causa do teor em tório. Finalmente, nas condições atuais há grande interesse em terras raras e no tório como subproduto. O urânio encontra-se comumente presente na monazita mas raramente alcança 0,5%.

3.20.2 - Usos e aplicações

A monazita pode ser utilizada na produção de materiais nucleares, como os resíduos de tório e o uranato de sódio. Devido ao valor estratégico desses materiais, a Índia em 1947 e o Brasil em 1951 nacionalizaram suas jazidas. Entretanto, a resolução brasileira foi modificada em 1967, e qualquer pessoa poderá pesquisar ou lavrar jazidas de areias monazíticas desde que entregue à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), entidade responsável pelos minerais nucleares, e sem ônus para a mesma, a quantidade total dos elementos nucleares (U e Th) quando os teores ultrapassarem os limites fixados, que são de 0,02% para urânio e 0,5% para o tório.

Outras aplicações são: a) na obtenção de cloreto de terras raras, utilizado na produção de elementos das terras raras individualmente ou em grupo, componentes dos núcle

os de eletrodos de carvão para lâmpadas de arco, produção de "mischmetal" e outras ligas, fabricação de pós para polimento fino, composição de vidro ótico e na indústria química ; b) na obtenção de carbonato de terras raras, que é usado como matéria-prima para obtenção dos óxidos e na indústria química; c) preparação de óxidos de terras raras, utilizados no polimento de vidros óticos, polimento de tubos de televisão, etc.; além dos sulfatos de terras raras, nitrato de tório, nitrato de cério e fosfato trissódico, que possuem inúmeras aplicações industriais.

Embora tenham sido descobertas há bastante tempo, por pesquisadores diversos e em diferentes locais, as chamadas terras raras tiveram seu campo de aplicação ampliado no período 1950/60. Em 1964 aconteceram eventos marcantes no mercado de terras raras, sendo o mais importante descoberto pela empresa Sylvania (EUA). Consiste no fósforo vermelho para televisão a cor, a partir dos óxidos de európio e ítrio. Esta nova aplicação para as terras raras resultou num considerável desenvolvimento do respectivo mercado.

3.20.3 - Produção e preços no mercado internacional

Austrália, Malásia e Tailândia constituem as principais fontes da monazita comprada pelos Estados Unidos. No ano de 1976 os Estados Unidos importaram 140 t curtas.

Esse valor foi inferior ao observado em 1975 (154 t curtas). Concentrações monazíticas originam-se a partir da erosão de rochas cristalinas, formando depósitos de placeres e areias de praia, mineradas em princípio para ilmenita e zircão. Uma monazita típica desses depósitos pode conter até 5%

de óxido de tório (ThO_2) e 55% a 60% de óxidos de terras raras. Nos Estados Unidos a monazita é processada nas fábricas Davison Chemical Div., pertencente a W.R. Grace Co, em Chattanooga, Tennessee; Humphreys Mining Co. e Titanium Enterprises, estas operando na Flórida.

O valor médio da monazita importada pelos EUA foi de US\$ 233/t curta, em relação a US\$ 207 em 1975.

O Brasil, a Índia, a França e a Alemanha também processam monazita. Após extraírem o tório, que é retido pelos respectivos governos, o Brasil e a Índia oferecem ao mercado consumidor o cloreto hexahidratado de terras raras. A partir deste produto são extraídos outros óxidos de terras raras, obtendo-se também o "mischmetal". O termo significa uma combinação de elementos das terras raras em forma metálica. Pode ser uma mistura destes elementos contendo cerca de 50% de cério, ou uma mistura onde o cério foi retirado.

3.20.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

No Brasil as primeiras informações referentes a monazita apareceram em 1883, para definir grãos amarelados considerados procedentes de areias fluviais de Caravelas, BA. Em 1886 teve início a exploração de areias da praia de Cumuruxatiba (BA), ano em que foram patenteadas na Europa as camisas incandescentes para iluminação a gás que tiveram rápida aceitação popular. Entre 1886 e 1890 calcula-se que 15.000 t de concentrado de monazita foram exportados clandestinamente para a Europa. No período 1886/1950 acredita-se tenham sido exportadas 95.000 t de concentrados.

Na década de 1950 estabeleceu-se um grupo alemão

que instalou duas usinas de concentração primária de monazita na região de Buena e Cumuruxatiba, e uma usina de beneficiamento em São Paulo, e iniciou a exportação de terras raras. Posteriormente, em abril de 1960, a Comissão Nacional de Energia Nuclear adquiriu tais instalações. Em 1962 produziram-se aí 372 t de monazita, 5344 t de ilmenita, 570 t de zirconita e 221 t de rutilo.

No Brasil são encontrados vários tipos de ocorrências de monazita: em cristais microscópicos em granitos (RJ), gnaisses (RJ) e filitos (MG); em grandes cristais em pegmatitos (GO, MG e BA); em cristais microscópicos acompanhando minério de ferro e grafita (MG); em grãos detríticos nos quartzitos e conglomerados diamantíferos (BA); nos arenitos das barreiras terciárias da costa da BA e ES; nos leitos dos rios (BA, MG e RN), e nas areias das praias das costas de RJ, ES, BA, RN e MA. Este último tipo apresenta grande valor industrial, e constitui as areias monazíticas (juntamente com ilmenita, zirconita e rutilo).

As reservas brasileiras de monazita estão assinaladas na tabela 43 onde se constata o pouco estudo efetuado neste setor, onde são observadas reservas medidas de apenas 61.307 t. O minério em bruto, tratado nas usinas em 1975 alcançou 124.532 t. Neste ano não se produziu concentrado de monazita mas o beneficiamento destas areias ilmeno-monazíticas oriundas dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo resultou na recuperação de rutilo (104 t), ilmenita (4.596 t) e zirconita (2.200 t). Em 1974 foram produzidos 1.196 t de concentrado de monazita (tabela 43).

Foram produzidos em 1975, 2.001 kg de cloreto de terras raras, 5.320 kg de carbonato de terras raras, mas não

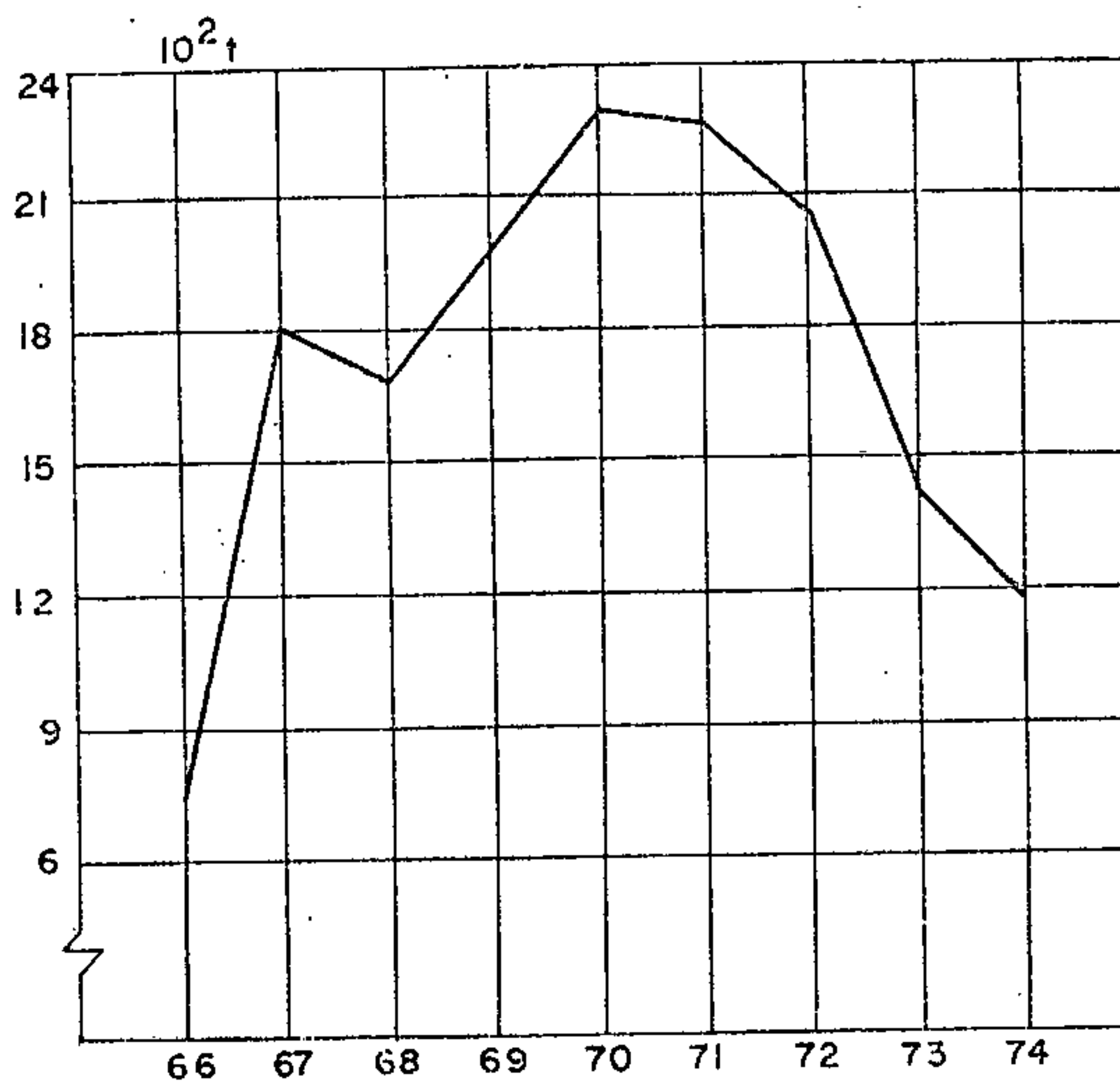
MONAZITA - BRASIL - RESERVAS EM 1975

ESTADO	MUNICÍPIO OU ZONA ESPECÍFICA	QUANTIDADES (t)		
		MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
ESPIRITO SANTO	Anchieta	1.100	—	—
	Cach.doltapemirim	27.870	—	—
	Iconha	600	—	—
	Outros	—	2.483	—
		29.570	2.483	—
RIO DE JANEIRO	S.João da Barra	31.737	8.768	6.284
		31.737	8.768	6.284
TOTAL GERAL		61.307	11.251	6.284

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

MONAZITA - BRASIL - PRODUÇÃO NO PERÍODO 1966-1974

ANOS	Concentrado de Monazita (t)
1966	746
1967	1.801
1968	1.689
1969	1.999
1970	2.308
1971	2.280
1972	2.089
1973	1.439
1974	1.196



Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

houve produção de óxido de terras raras (que em 1974 atingiu a cifra de 17.500 kg.).

No que se refere ao mercado externo, em 1975 foram exportadas 849 t de minérios de metais de terras raras por US\$ 604.279 (valor f.o.b) e 212 t de metais de terras raras a US\$ 891.498 (valor f.o.b). Por outro lado foram importadas 15 t de óxido de cério em 1975, ao preço de US\$ 85.647 (valor c.i.f.).

3.20.5 - Ocorrências cadastradas

No Estado do Rio Grande do Norte, Abreu (1973 - vol. II pg 714) e Maciel & Cruz (1973 - pg. 9, perfil analítico) reportam o fato de que a Companhia Du Pont efetuou estudos no ano de 1946 que revelaram a existência de importantes concentrações de areias ilmeníticas contendo monazita no litoral potiguar, ao sul de Natal, nas proximidades de Tibau, Cunhaú e Estrelas. Já em 1952, descobriram-se eluviões com monazita na área de Florânia e São Rafael, contendo tório e teor de 0,3% de U_3O_8 . Estes depósitos mostraram-se de pequeno volume, e o DNPM avaliou a reserva em 3.000 t de monazita.

Durante o transcorrer da etapa de campo foram cadastradas duas ocorrências de monazita localizadas nos municípios de Florânia e São Rafael, cujo acesso está descrito nas fichas modelo "A".

Nas ocorrências cadastradas a monazita se encontra disseminada em eluviões e aluviões dos rios e riachos que ocorrem na área.

Na ocorrência da fazenda Frego do município de São

Rafael o minério é representado pelas aluviões de riachos afluentes dos rios Açu e Carauá. Em geral são concentrações grosseiras superficiais, onde a monazita ocorre associada a zircão, granada, etc. Segundo Santos (1968), a Orquima de São Paulo durante mais de 1 ano operou em fase experimental na região, retirando algumas toneladas de monazita, em uma área de 54 km².

Na fazenda da Ipueira município de Florânia a monazita ocorre em sedimentos eluvionares, associada a zircão, granada, ilmenita, etc. em uma área superior a 10 km².

Segundo Melo Junior (in Santos, op. cit) a monazita provém da desagregação de plagioclitos que ocorrem na região.

3.20.6 - Conclusões e recomendações

Em virtude das ocorrências cadastradas não oferecem condições para um estudo detalhado, no que diz respeito ao teor e a possança da camada mineralizada deixa-se aqui de fazer maiores comentários sobre as mesmas. No entanto, recomenda-se um estudo em detalhe nas regiões de ocorrência deste mineral e no litoral, onde são citadas na bibliografia alguns depósitos de areia monazítica, somando-se a isso a pequena reserva brasileira deste mineral (vide tabela 43) que é representada principalmente pelos depósitos dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.

3.21 - OURO

3.21.1 - Generalidades

O ouro é um metal precioso, sendo escolhido como padrão de riqueza, em razão de suas propriedades físico, químicas e de sua raridade, tendo peso específico 19,5.

Os principais minerais econômicos do ouro consistem em ouro nativo e em quantidades menores de teluretos de ouro e amalgama. Entre os teluretos figuram a silvanita ($\text{Ag}_2\text{Au}_2\text{Te}_8$), calaverita (AuTe_2), krennerita ($\text{Au}_8\text{Te}_{16}$) e petzita (Ag_3AuTe). O amalgama natural é encontrado em poucos depósitos.

O ouro é conhecido desde a antiguidade sendo apreciado como adorno, como forma concentrada de riqueza e para o uso em moedas. Foi responsável pela conquista, colonização e exploração tanto na Índia, como em partes da Ásia, África e Ibéria, como também incentivou grandemente o descobrimento e colonização das Américas. Pelo espaço de mais de 2.000 anos o valor do ouro geralmente tem aumentado, em raras ocasiões tem diminuído. Contudo a sua procura e seu descobrimento tem feito surgir novas comunidades, modificações de fronteiras, juntamente como o desenvolvimento da agricultura e indústria. O ouro é o precursor da civilização em muitas terras remotas.

A primeira intensificação notável na sua produção foi depois do descobrimento da América onde o México, Peru, Bolívia e Chile produziram ouro e prata que foram enriquecer as capitais da Europa. Os Estados Unidos sofreram um atraso de 300 anos, até que descobriram quantidades importantes de

ouro na Carolina do Norte (1801) e Georgia (1829). Depois veio a descoberta do placer aurífero na Califórnia em 1848 que culminou com a "febre" do ouro em 1849. Em 1853 os Estados Unidos se converteram no maior produtor de ouro do mundo, posição que conservou pelo espaço de 50 anos. Depois ocorreu o descobrimento dos depósitos Australianos (1851), os de Crick (Colorado, 1891), que iniciou outro aumento sensacional da produção americana, que foi suplantada com o descobrimento dos depósitos auríferos do grande Rand em 1886 na África do Sul.

Antes de 1930 considerava-se que o mundo se encontraria ante uma grave escassez de ouro ao que parecia ter-se chegado ao topo da produção, porém esta queda foi suprimida pelo aumento do preço do ouro e os antigos minerais marginais foram incluídos nas reservas e os depósitos de baixo grau passariam a ser importantes comercialmente, sendo a produção estimulada.

3.21.2 - Usos e aplicações

Grande parte do ouro existente é usado para fins monetários, sendo a maior quantidade conservada em forma de lingotes como reserva e garantia das notas emitidas. A moeda dos Estados Unidos teria um lastro de 1,3714 g de ouro por dólar.

As demais aplicações do ouro são: a) em ornamentação, principalmente em joalheria, onde se utiliza o ouro em liga com cobre, prata, níquel ou paládio em virtude de sua brandura; sua pureza é indicada em quilates, onde um quilate significa uma parte de ouro em 24 partes; b) o ouro também é

empregado em chapeado de ouro, incrustações em cristais, encađernações, decorações interiores, etc. Para estes fins se emprega o ouro em fina chapa com 125×10^{-7} cm de espessura além de ser empregado em odontologia, e na indústria química. Cabe salientar que estão surgindo novos campos para aplicação para o ouro, notadamente, na indústria aero-espacial.

3.21.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

A maior reserva mundial de ouro se encontra na África do Sul e representa 59,3% da reserva total, que é de 41.985 toneladas em termos de metal contido. Os demais países produtores de ouro são: Estados Unidos, Canadá, Austrália, países de economia centralizada, que contribuem respectivamente com 8,9%; 3,7%; 2,2% e 15,5%. Dos países de economia centralizada, destaca-se a URSS, com 64,3% do total das reservas destes países.

O comportamento evolutivo da oferta mundial de ouro reflete a influência de determinadas condições que atuaram, durante longo tempo, como fator desestimulante ao incremento da produção. Assim o preço do ouro fixado em 1934 em US\$ 35.00 por "onça troy", que permaneceu até o final de 1967, associado a elevação substancial dos custos de produção, levou ao fechamento de várias minas e quando possível a extração de minério de mais alto teor, além do desinteresse de investir na identificação e pesquisa de novas reservas. A partir daquele ano houve novo incremento, quando o preço internacional foi liberado.

PAISES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
África do Sul	1.000t	976t	910t	852t	758t	708t	709t
Canadá	75	69	63	60	53	51	
EUA	56	47	46	37	35	32	
Filipinas	19	20	18	19	17	16	
Ghana	22	21	23	22	20	18	
Papua/Nova Guiné	1	1	13	20	24	19	
Rodésia	16	16	16	16	20	20	
URSS (e)	335	345	360	370	420	442	
Outros	86	95	105	94	72	76	
Total	1.610	1.590	1.554	1.490	1.419	1.382	

Fontes: United States Bureau of Mines; Engineering and Mining Journal - março de 1975 e Mining Annual Review - 1976 (e) estimativa.

A África do Sul é o maior produtor mundial de ouro registrando uma participação de 51,2% da produção, mesmo assim ela apresentou um decréscimo de 29,2% nos últimos 5 anos. Ocupando o segundo lugar de produtor mundial vem a URSS que elevou sua participação de 20,8%, em 1970 para 32,0%, em 1975.

Nos demais países com exceção de Papua - Nova Guiné a tendência, em termos gerais de uma estabilização, tal tendência parece, a primeira vista, contrariar as perspectivas de um aumento imediato da produção do ouro em razão da elevação do seu preço.

O mercado de joalheria absorveu mais de 800 t de ouro em 1976, 50% a mais que em 1975. Este aumento foi parti

cularmente forte na Europa Ocidental, com o maior produtor de joalheria, a Itália, mais que duplicando seu consumo. A demanda americana também aumentou satisfatoriamente e as últimas estimativas são de que os fabricantes de joalheria utilizariam 80 t em 1976.

O preço do ouro experimentou um declínio ininterrupto do final de 1974 até os nove primeiros meses de 1976, caindo suavemente do seu ponto mais alto de US\$ 140,00 em janeiro para cerca de US\$ 126 nos fins de maio. O preço comum estabelecido no primeiro leilão do I. M.F. refletiu as expectativas do mercado. Em 22 de setembro o preço era de US\$ 120,75 antes de ser comercializado entre US\$ 115 e US\$ 118 em outubro. Em dezembro no quinto leilão do I.M.F. o preço comum foi de US\$ 137,00.

O ouro é comercializado, oficialmente em cinco bolsas de metais a saber : Londres, Hong Kong, Zurique, Paris e Nova York.

3.21.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

As reservas brasileiras de ouro oficialmente conhecidas de acordo com os dados disponíveis do Anuário Mineral Brasileiro (1976) atingem um total de 111.701.800g de metal contido em 233.360.357 t de minério (reserva medida) sendo o principal contribuinte o Estado de Minas Gerais com 230.976.881 t de minério, os demais Estados produtores são Amazonas, Bahia, Pará e Rio Grande do Sul.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (1976) a produção brasileira de ouro de 1966 a 1975 está assim distribuída :

ANOS	MINAS	GARÍMPOS	TOTAL
1966	6.142 kg	1.260 kg	7.402 kg
1967	6.143	580	6.723
1968	6.068	160	6.228
1969	6.053	310	6.363
1970	5.830	370	6.200
1971	5.116	890	6.006
1972	6.338	850	7.188
1973	5.128	1.240	6.358
1974	4.761	1.100	5.861
1975	3.851	1.500	5.351

Esses dados referem-se as quantidades de ouro re-
gistradas nas Agências da Receita Federal.

O DNPM estima uma produção, não declarada, de
5.000 kg por ano resultado de garimpagem.

Os efeitos das medidas tomadas pelo Governo Fede-
ral em 1974 (dez.), quando determinou a redução do IUM, IPI
e ICM tanto para o metal como para jóias, começam a se fazer
sentir, uma vez que vem aumentando o registro da produção
dos garimpos nos Postos da Receita Federal, restringindo-se
a circulação de ouro ilegal.

Tendo em vista a insuficiência da produção nacio-
nal de ouro no que se refere ao suprimento das necessidades
de abastecimento do mercado interno, revela-se o Brasil inca-
paz, no momento de exportar, assumindo a posição de país im-
portador.

A quantidade de ouro importada, que em 1975 foi de
5.147 kg, somada ao volume total de produção aurífera, compõem

o consumo interno aparente, contudo o dimensionamento das importações brasileiras de ouro constitui, tão somente, uma aproximação da situação real com que o país se defronta, uma vez que registra-se uma entrada ilegal de ouro de proporção considerável, estimulada pelos preços internos, mais altos que os vigentes no mercado internacional.

Não existe, no Brasil, uma "Bolsa de Ouro" que concentre todas as vendas do metal, cada empresa possuindo seus próprios critérios para estabelecer o preço de venda, em geral determinado em função da "Bolsa de Metais de Londres".

Segundo o Boletim de preços do DNPM de março e abril de 1977 o preço do ouro em Londres foi de US\$ 137.00 por "onça troy" (CIF).

3.21.5 - Ocorrências cadastradas

No decorrer dos trabalhos de campo foram cadastradas 6 ocorrências de ouro localizadas nos municípios de Currais Novos, Santana do Matos, Caicó, Encanto e São Fernando.

A ocorrência de Ponta da Serra, localizada no município de Caicó, cadastrada sob o número 286 tem seu acesso descrito na ficha modelo "A".

Nesta ocorrência atualmente estão sendo realizados estudos de pesquisa, visando determinar o potencial e a viabilidade econômica da mesma. Em algumas das trincheiras de pesquisa observadas verificou-se a presença de uma rocha alterada de cor avermelhada de granulação fina a média, com pequenos cristais de pirita disseminados na massa, possuindo uma espessura de um metro. Segundo informações o ouro ocorre

re disseminado nesta rocha ou ainda nas aluviões de alguns riachos que drenam a área. As rochas encaixantes do minério são gnaisses claros alterados. Nas proximidades ocorrem biotita-xistos, migmatitos e corpos granitóides.

Os trabalhos de pesquisa estão sob a responsabilidade da Mineração Medeiros Ltda.

As ocorrências cadastradas sob os números 287 e 288 estão localizadas no município de Currais Novos e o ouro ocorre associado a finos veios de quartzo que são encaixados no biotita-xisto às vezes granatífero do Complexo Seridó. O xisto apresenta atitude de $50^{\circ}/120^{\circ}$ Az, sendo esta zona muito dobrada e fraturada.

Destas duas ocorrências a mais trabalhada foi a de São Francisco de número 288, onde observou-se vestígios de um trabalho de exploração bem desenvolvido como: poços, túneis e trincheiras, muito embora atualmente estejam entulhados, entupidos e com água nas escavações. (vide foto 22).

A outra ocorrência Alto do Pelado (nº 287), parece ser a continuação para SSW da mineralização da ocorrência anterior, apresentando as mesmas características geológicas, e o xisto tem atitude $60^{\circ}/130^{\circ}$ Az.

Os trabalhos de exploração foram desenvolvidos por meios de poços com profundidade de até 10 metros, sendo estes poços alinhados segundo a direção das rochas.

Os veios de quartzo em ambas as ocorrências são de pequena espessura variando de 0,5 cm até alguns centímetros e na sua grande maioria são concordantes com a rocha encaixante.

Sob o número 289 está cadastrada a ocorrência Mina do Cabelo, que está localizada em terras do município de En

canto e dista aproximadamente 13 km da cidade de Pau dos Ferros, na direção geral SW.

A ocorrência é representada por rochas quartzíticas de atitude $35^{\circ}/240^{\circ}$ Az com veios de quartzo concordantes e discordantes. O ouro ocorre nos quartzitos associado ao quartzo (foto 23) e também nas aluviões dos riachos que drenam a área. Segundo moradores do local o ouro era fino e tinha forma de palhetas finas e curtas.

Esta ocorrência também já foi garimpada; mas atualmente as escavações encontram-se praticamente obstruídas e não permitindo nenhuma observação.

A ocorrência do município de Santana do Matos, localizada na fazenda Boa Vista, cadastrada sob o número 290 é representada por finos veios de quartzo aos quais estava associado o ouro, concordantes com os biotita-xistos, com textura cataclástica, granulação fina, constituída por quartzo, biotita, mica branca e turmalina.

Nesta ocorrência o único trabalho observado foi a escavação de um poço com 2 m de profundidade por 2 m de largura.

A ocorrência de Alto do Meio de número 291, localizada no município de São Fernando está atualmente sendo pesquisada por meio de trincheiras e poços de pesquisa.

O ouro ocorre em rocha de granulação grosseira de cor arroxeadada, ferruginosa, associado a veios de quartzo. O corpo mineralizado está encaixado em muscovita-xisto por vezes quartzosos com direção 355° Az.

Segundo moradores do local o ouro também encontra-se em alguns riachos que drenam a área.

3.21.6 - Conclusões e recomendações

Pelo que foi observado durante o trabalho de cadastramento das ocorrências conclui-se que as ocorrências de nº 289, 290 e 291, são de pequeno porte não oferecendo grandes perspectivas para o desenvolvimento de estudos das mesmas, entretanto as ocorrências de São Francisco, Alto do Pelado e Ponta da Serra são passíveis de um estudo mais detalhado visando a seu potencial econômico. As duas primeiras em virtude da sua extensão que é superior a 3 km, considerando que uma seja o prolongamento da outra e a terceira em virtude do modo de ocorrência do ouro, na qual os estudos inicialmente seriam orientados para a definição litológica do corpo mineralizado em profundidade, visto que em superfície ele se encontra bastante alterado, não permitindo uma definição precisa do mesmo.

Associado ao acima exposto têm-se que o Brasil ocupa posição inexpressiva no contexto mundial e que ainda permanece pouco conhecido o potencial nacional em termo de reserva de minério de ouro.

3.22 - SCHEELITA/FERBERITA

3.22.1 - Generalidades

O Tungstênio é um metal pesado, duro e resistente ao calor. Seu ponto de fusão é um dos mais altos entre os metais, 3.419°C , seu peso específico é igual ao do ouro, 19,3. Seus principais usos se baseiam na grande resistência mecânica que possui a alta temperatura; é também resistente a corrosão, bom condutor elétrico e térmico e tem coeficiente de expansão térmica baixo.

Os principais minérios de tungstênio são a wolframita $(\text{Fe, Mn})\text{WO}_4$, 76% de WO_3 , que é uma mistura isomórfica de ferberita FeWO_4 e hubnerita (MnWO_4) , e a scheelita (CaWO_4 , 80% de WO_3).

A scheelita cristaliza-se no sistema tetragonal, possui 4 direções de clivagem, tem peso específico 5,4 a 6,1 brilho vítreo a resinoso, fratura irregular, dureza 4,5 a 5 na escala de Mohs, transparente a translúcida e pode ter cor marrom, amarelada, sendo comumente branca.

A wolframita é monoclinica, peso específico 7,1 a 7,5, cinza-escura a preta, brilho submetálico a metálico, levemente magnética, traço marrom-escuro a preto, opaca e tem dureza 5 a 5,5 na escala de Mohs, possuindo fratura irregular.

A ferberita é do sistema monoclinico, cor preta, peso específico 7,5, brilho submetálico a metálico, dureza 5 na escala de Mohs, traço marrom-escuro a quase preto, opaca a translúcida.

A hubnerita cristaliza-se no sistema monoclinico,

tem peso específico 7,2 a 7,3, cor marrom-avermelhada a preta, brilho submetálico a adamantino, fratura irregular, traço branco, transparente a translúcida.

O tungstênio já era usado na China em 1662 como colorante de porcelana. Em 1781, Carl Scheele demonstrou que o minério de tungstênio (scheelita) continha um ácido peculiar (ácido tungstico) que se combinava com o calcário. Em 1782 Juan José e Fausto D'Elhujar operando sobre o "Wolfram" isolaram pela primeira vez o elemento metálico que denominaram Wolfrâmio.

O primeiro importante uso comercial do tungstênio teve lugar em 1868, quando Mushet acentuou a possibilidade do seu emprego para endurecer o aço através da produção do aço tungstênio-manganês temperável ao ar. Assim mesmo, até o ano de 1900, o uso do tungstênio incorporado ao aço e sob outras formas não se propagou muito, contudo a partir deste ano ocorreu um notável desenvolvimento na sua aplicação industrial graças aos trabalhos dos americanos Taylor e White.

O Brasil foi o primeiro país da América do Sul a produzir e exportar minério de tungstênio em quantidade comercial. Essas produções foram obtidas na mineração do município de Encruzilhada, no Rio Grande do Sul, de 1903 a 1914. O mineral é wolframita que vem associada a cassiterita.

A grande produção deve-se principalmente aos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte que constituem a província scheelitífera do Nordeste. A primeira jazida de scheelita descoberta e lavrada no Brasil foi a de Serra Negra em 1942.

As impurezas encontradas nos concentrados de schee

lita e que diminuem suas qualidades são : estanho, cobre, arsênio, antimônio, bismuto, molibdênio, chumbo e zinco, cujos teores máximos segundo especificações variam entre 0,05 a 0,25%. O fósforo, o enxofre e o manganês, têm seus teores máximos variando entre 0,5 e 0,8%.

3.22.2 - Usos e aplicações

Os usos mais importantes para fins industriais do tungstênio são :

- a - Válvulas de exaustão em motores de avião;
- b - Lâminas e discos de turbo;
- c - Lâmina de motor de jato;
- d - Suporte de forno;
- e - Componentes de combustão em motores de jato;
- f - Aços para ferramentas de corte;
- g - Aços indeformáveis para matrizes e trabalho quente;
- h - Ligas não ferrosas de vários tipos, para soldas, contatos elétricos, etc;
- i - Produtos químicos para tintas e cerâmica;
- j - Tungstênio metálico para iluminação elétrica, aparelhos eletrônicos, veículos, etc;
- l - Carburetos, fabricados a partir do pó de tungstênio metálico, para operações mecânicas de alta velocidade, etc;

Todas estas utilizações são baseadas em suas principais propriedades : dureza e resistência ao desgaste dos carburetos; capacidade do tungstênio e suas ligas em conservar a dureza e a resistência a tração quando submetidos a

altas temperaturas; suas propriedades elétricas e termoiônicas favoráveis; seu alto ponto de fusão, no seu desenvolvimento como material estrutural importante nas aplicações nucleares e espaciais.

3.22.3 - Produção, preços e consumo no mercado internacional.

As produções mundiais de tungstênio têm variado enormemente desde 1905. Observou-se que os períodos de mais alta produção corresponderam a tempos de guerra, até mesmo nos últimos anos. Na 1ª Grande Guerra, em agosto de 1914, houve um aumento de produção de 8.000 t para 30.000 t em 1918, fim da guerra. Logo após o termino da guerra, a produção mundial caía para 5.000 a 7.000 t. Embora a produção aumentasse para 15 mil t em 1930, devido a alta demanda após guerra, em 1932 caía novamente para 8.000 a 9.000 t. Em 1943 a produção atingiu outro pico de alta, 60.000 t, correspondendo a novo período de guerra. A produção caía novamente após a guerra e atingiu 20.000 t em 1946. Em 1949 a produção estava em torno de 25.000 t. Como resultado da guerra da Coréia a produção elevou-se para 75 mil t em 1955. Com o termino da guerra nova baixa, embora com uma pequena reação, 70 mil t. Entre 1961 e 1962 os chineses ofertaram o minério por um preço menor que o do mercado e a produção mundial caiu. Nos últimos anos tem havido uma certa tendência crescente na produção provocada pelo desenvolvimento industrial e a falta quase total do material chinês no mercado europeu.

Os maiores produtores mundiais são a China, Rússia, Brasil, Estados Unidos, Coréia, Bolívia, Canadá, Austrália e Portugal com 16.900 t (Países Comunistas) 1.073 t ,

3.537 t, 1.907 t, 1.964 t, 1.387 t, 1.265 t, 1.409 t respectivamente no ano de 1970.

Os maiores consumidores de tungstênio são a Rússia e os Estados Unidos, seguidos pelo Reino Unido, Alemanha Ocidental e Japão.

A partir do ano de 1969, nos Estados Unidos, as exportações ultrapassaram as importações. O consumo interno, mesmo assim foi maior que a produção e o deficit foi coberto pelas vendas do stock pile.

Os japoneses vêm aumentando seu consumo consideravelmente.

Segundo o Engineering and Mining Journal - março de 1977 o consumo de tungstênio do mundo está assim representado:

10^6 lb (W)

P A I S E S	1973	1974	1975(e)	1976 (e)
Estados Unidos	18,5	22,0	14,0	15,0
Japão	7,5	6,5	3,7	3,7
Europa Ocidental	28,2	26,2	22,2	24,0
Europa Oriental	6,5	7,2	7,0	9,0
Outros	2,5	2,6	2,4	2,6

Os preços durante o ano de 1976 segundo o London Metal Bulletin variaram entre US\$ 79.84 por tonelada curta em janeiro e US\$ 133.81 em dezembro do mesmo ano.

3.22.4 - Produção, preços e consumo no Brasil

A produção brasileira nestes últimos anos pode ser

vista na tabela 44 sendo a maior parte da produção provenientes de municípios do Estado do Rio Grande do Norte.

Anos	Concentrado(t)
1966	581
1967	630
1968	766
1969	876
1970	995
1971	1444
1972	1508
1973	1668
1974	1641
1975	1644

Fonte : Anuário Mineral Brasileiro - 1976

* Mínimo 70% de WO_3

O consumo do tungstênio é feito sob a forma de carbonetos, ligas especiais, aços, ligas de não ferrosos e vários compostos químicos. Antes de serem produzidos estas formas finais o concentrado do minério é tratado para produzir os produtos intermediários : metal em pó, carbonetos em pó, ferro-tungstênio e compostos químicos.

A indústria nacional não apresenta nenhum caso onde a mineração está ligada a comercialização final do produto. A mineração está totalmente desvinculada das indústrias metálicas, onde as indústrias de produtos finais são integradas às de produtos intermediários.

A maior demanda para concentrado de tungstênio é

TUNGSTÊNIO - BRASIL - RESERVAS 1975

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	MUNICÍPIO OU ZONA ESPECÍFICA	QUANTIDADE (t)			
		MEDIDA		INDICADA	INFERIDA
		MINÉRIO	CONTIDO		
RIO GRANDE DO NORTE	Currais Novos	151.145	860	516.816	2.248.805
	Jucurutu	10.000	80	3.500	—
	Lajes	3.200	94	315.000	420.000
	Santana	18.000	63	34.000	143.000
	Santana do Matos	19.000	84	7.000	7.000
TOTAL		201.345	1.181	876.316	2.818.805

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

TUNGSTÊNIO - BRASIL - QUANTIDADE PRODUZIDA 1975

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	BRUTA (t)				BENEFICIADA (t)			
	Estoque inicial	Produção	Tratamen- to nas Usinas	Estoque final	Estoque inicial	Produção	Destinada ao Mercado	Estoque final
Rio Grande do Norte	3.801	348.042	349.478	2.365	131	1.644	1.617	158
TOTAL	3.801	348.042	349.478	2.365	131	1.644	1.617	158

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

na fabricação de ferro-tungstênio, ligas especiais, pó de tungstênio e carboneto de tungstênio.

As reservas, as exportações e as importações do minério e seus derivados são expressos nas tabelas 44, 45 e 46.

O preço do concentrado de scheelita com 70% WO_3 segundo o Boletim de Preços do DNPM em abril de 1977 foi de Cr\$ 191,00/kg (F.O.B).

3.22.5 - Ocorrências cadastradas

Durante a fase de pesquisa bibliográfica foram cadastradas 325 ocorrências e/ou jazidas de scheelita, distribuidas nos municípios de Currais Novos, Lajes, Acari, Parelhas, São Fernando, São Rafael, Jucurutu, Caicó, Jardim de Piranhas, Cerro Corá, Angicos, Santa Cruz, etc. e uma de ferberita no município de Pedro Avelino.

A grande maioria das ocorrências e/ou jazidas estão localizadas no campo de domínio do Complexo Seridó e alinhados grosseiramente segundo a direção NNE-SSW, ocorrendo ao longo dos tactitos formados nas camadas calcárias. Afora as mineralizações em tactitos aparecem também mineralizações associadas a veios de quartzo, a anfibolitos e mesmo nas rochas regionais em pequenas concentrações.

A associação paragenética dos tactitos pode ser sumariamente representada por : granada, epidoto, scheelita, calcopirita, pirita e calcita, podendo ainda alguns deles possuir molibdenita e fluorita.

A scheelita é disseminada no tactito em grãos variando desde frações de milímetros até massas de vários centimetros de diâmetro. O teor de WO_3 local neste minério va

TUNGSTÊNIO - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - IMPORTAÇÃO 1973-1975
METAL E MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	Quantidade (t)			VALOR CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
PRIMÁRIO						
Tungstênio em Bruto	3	3	6	30.468	48.448	139.942
SEMI-ACABADOS						
Barros, Filamentos, Fios, Fitas, etc.	20	27	40	1.178.934	1.558.982	1.016.466*
ACABADOS						
Outros	2	3	2	61.031	101.423	128.665
TOTAL	25	33	48	1.270.433	1.708.853	1.285.073

* Principais países de origem: EUA (23%), Alemanha Ocidental (22%)
e Países Baixos (22%)

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

TUNGSTÊNIO - BRASIL - COMÉRCIO EXTERIOR - IMPORTAÇÃO 1973-1975
COMPOSTOS QUÍMICOS

DISCRIMINAÇÃO	Quantidade (t)			Valor CIF (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Trióxido de Tungstênio	1	202	81	65	3.103	1.921
Hidróxido de Tungstênio	1	5	5.004	14	110	5.420
Tungstênio de Cálcio	110	—	—	1.599	—	—
Tungstênio de Potássio	—	736	—	—	11.654	—
Tungstato de Sódio	384	225	896	6.724	4.164	16.840
Carboneto de Tungstênio	45.781	80.088	45.631	716.504	1.271.833	934.171*

* Principais países de origem: Suécia (74%) e Portugal (14%)

Fonte: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

TUNGSTÊNIO-BRASIL-COMÉRCIO EXTERIOR-EXPORTAÇÃO 1973-1975
MINÉRIO DE TUNGSTÊNIO

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Schelita	1.343	1.382	1.395	4.459.680	7.458.590	9.333.221*
Volframita	5	7	16	6.572	38.144	37.482
TOTAL	1.348	1.389	1.411	4.466.252	7.496.731	9.370.703

* Principais países de destino: Suécia (64 %), França (14 %) e Países Baixos (10 %)

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

TUNGSTÊNIO-BRASIL-COMÉRCIO EXTERIOR-EXPORTAÇÃO 1973-1975
METAL E MANUFATURADOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
SECUNDÁRIO						
Desperdícios e Sucatas	—	—	25	—	—	100.220*
SEMI-ACABADOS						
Barras, Filamentos, Fios, Fitas...	2	0,00	0,00	771.600	5.811	16.311
ACABADOS						
Outros	0,00	—	—	782	—	—
TOTAL	2	0,00	25	772.382	5.811	116.531

* Principal país de destino: Suécia (97 %)

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

TUNGSTÊNIO-BRASIL-COMÉRCIO EXTERIOR-EXPORTAÇÃO 1973-1975
COMPOSTOS QUÍMICOS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE (t)			VALOR FOB (US\$)		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Carbonato de Tungstênio	500	11.030	11.300	5.220	141.292	51.682*
TOTAL	500	11.030	11.300	5.220	141.292	51.682

* País de destino: Alemanha Ocidental

FONTE: DNPM, Anuário Mineral Brasileiro (1976)

ria desde zero até 15%, o tactito por sua vez ocorre em forma de lentes formando rosários.

As principais jazidas de scheelita da região são: Brejuí, Barra Verde, Cafuca, Bodó, Boca de Lage, Bonfim, Bonito, Riachão, Malhada dos Angicos, Pindoba-Mazagão, Malhada Limpa, Serra dos Louros, etc.

3.22.6 - Conclusões e recomendações

O Estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor de scheelita no Brasil, tendo atualmente 7 minas e inúmeros garimpos em atividades, com uma produção de 1.598.475 kg (1975) no valor tributável de Cr\$ 82.055.109,00.

Do ponto de vista geo-econômico, na província scheelitífera do Estado, são poucos os jazimentos explorados por uma lavra racional, por esse motivo recomenda-se um estudo sistemático na região, procurando definir a verdadeira posição dos corpos mais promissores, tendo em vista que a atividade de garimpagem, tem suas limitações, uma das quais é a profundidade.

Nestes estudos entraria em tese uma pesquisa racional de superfície e de subsuperfície, que envolveria galerias e sondagens.