

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS

**PROJETO LEVANTAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS  
DO ESTADO DO CEARÁ**

PROGRAMA MINERAIS INDUSTRIAIS

RELATÓRIO FINAL

VOLUME I


*JOÃO FRANCISCO S. DE MORAES  
MÁRCIO DE CAMPOS*



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
AGÊNCIA RECIFE

1973

PHL  
007872  
2006

 CPRM	<b>SUREMI</b> SEDOTE
	I-96 ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º	215-3
N.º de Volumes:	2 v.: 1
.....	

**PROJETO LEVANTAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS  
DO ESTADO DO CEARÁ**

**PROGRAMA MINERAIS INDUSTRIAIS  
RELATÓRIO FINAL**

**Chefe do Projeto**      *João Francisco S. de Moraes*

**Equipe Executora**      *Edilton C. Feitosa*  
*Gilson C. de Medeiros*  
*Marcelo F. de Medeiros*  
*Márcio de Campos*

S U M Á R I O

VOLUME I

SINOPSE

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação .....	3
1.2. Histórico .....	5
1.3. Objetivos do Programa .....	8
1.4. Metodologia de Trabalho .....	9
1.5. Dados Físicos de Produção .....	12
1.6. Trabalhos Anteriores .....	13
1.7. Agradecimentos. ....	17

2. AMIANTO

2.1. Generalidades .....	19
2.2. Usos e Aplicações .....	22
2.3. Classificação Comercial do Amianto.....	24
2.4. Produção, Consumo e Preços .....	26
2.5. Reservas .....	30
2.6. Exportação e Importação .....	32
2.7. Depósitos Estudados .....	33
2.7.1. Descrição dos Depósitos .....	38
2.8. Sugestões, Conclusões e Recomendações .....	50

3. GRAFITA

3.1. Generalidades .....	53
3.2. Usos e Aplicações .....	54

3.3. Produção, Consumo e Preços .....	56
3.4. Reservas e Teores .....	60
3.5. Exportação e Importação .....	62
3.6. Considerações sobre a Lavra, Teor e Benefi- ciamento .....	63
3.7. Depósitos Estudados .....	65
3.7.1. Região de Solonópole .....	67
3.7.2. Outras Ocorrências .....	74
3.8. Sugestões, Conclusões e Recomendações .....	80
4. <u>MAGNESITA</u>	
4.1. Generalidades .....	84
4.2. Usos e Aplicações .....	85
4.3. Produção, Preços e Consumo .....	87
4.4. Reservas .....	90
4.5. Comércio Exterior .....	91
4.6. Depósitos Estudados .....	93
4.6.1. Localização .....	93
4.6.2. Depósitos, Minas e Companhias .....	94
4.6.3. Geologia Geral .....	96
4.6.4. Geologia das Jazidas .....	98
4.6.5. Lavra .....	108
4.6.6. Beneficiamento .....	108
4.7. Sugestões, Conclusões e Recomendações .....	110
5. <u>GIPSITA</u>	
5.1. Generalidades .....	114
5.2. Campos de Aplicação .....	116
5.3. Reservas e Teores .....	119

5.4. Produção e Consumo Nacional; Aspectos Setoriais .....	121
5.5. Comércio Exterior: Importação e Exportação Brasileira .....	127
5.6. Preços; Fatores Conjunturais .....	129
5.7. Depósitos Estudados .....	131
5.7.1. Introdução .....	131
5.7.2. Localização e Acesso .....	132
5.7.3. Aspectos Geológicos Regionais .....	133
5.7.4. Aspectos Geológicos dos Jazimentos..	135
5.7.5. Características Individuais dos Depósitos .....	136
5.7.6. Aspectos da Lavra e Beneficiamento da Gipsita .....	146
5.8. Conclusões e Recomendações .....	148
6. <u>DIATOMITO</u>	
6.1. Generalidades .....	151
6.2. Usos e Aplicações .....	153
6.3. Produção, Consumo e Preços .....	155
6.4. Reservas e Teores .....	163
6.5. Exportação e Importação .....	166
6.6. Depósitos Estudados .....	167
6.6.1. Características Individuais dos Depósitos .....	176
6.7. Sugestão para Pesquisa .....	193
6.8. Recomendações e Conclusões .....	197
7. <u>CALCÁRIO</u>	
7.1. Generalidades .....	200

7.2. Campos de Aplicação .....	204
7.3. Reservas e Teores .....	208
7.4. Produção e Consumo Nacional; Aspectos Se- toriais .....	212
7.5. Comércio Exterior: Importação e Exportação Brasileira .....	216
7.6. Preços, Fatores Conjunturais .....	219
7.7. Depósitos Estudados .....	221
7.7.1. Introdução .....	221
7.7.2. Localização e Acesso .....	222
7.7.3. Aspectos Geológicos dos Jazimentos..	223
7.7.4. Características Individuais dos De- pósitos Estudados .....	226
7.7.5. Aspectos da Lavra e Beneficiamento do Calcário .....	233
7.8. Conclusões e Recomendações .....	237

## 8. ARGILAS

8.1. Generalidades .....	241
8.2. Campos de Aplicação .....	243
8.3. Reservas e Teores .....	245
8.4. Produção e Consumo Nacional, Aspectos Se- toriais .....	247
8.5. Comércio Exterior: Importação e Exportação Brasileira .....	250
8.6. Preços, Fatores Conjunturais .....	251
8.7. Depósitos Estudados .....	253
8.7.1. Introdução .....	253
8.7.2. Características Individuais dos De- pósitos Estudados , .....	254

8.8. Conclusões e Recomendações .....	265
9. <u>OUTRAS OCORRÊNCIAS</u> .....	268
9.1. BARITA .....	270
9.1.1. Depósitos Estudados .....	275
9.1.2. Sugestões, Conclusões e Recomendações..	279
9.2. FLUORITA .....	280
9.2.1. Depósitos Estudados .....	283
9.2.2. Sugestões e Recomendações .....	286
9.3. TALCO .....	288
9.3.1. Depósitos Estudados .....	290
9.3.2. Conclusões .....	294
9.4. AMETISTA .....	295
9.4.1. Conclusões .....	296
9.5. VERMICULITA .....	297
9.5.1. Depósito Estudado .....	302
9.5.2. Conclusões.....	303
10. <u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u> .....	306
11. <u>A ATIVIDADE MINEIRA NO ESTADO DO CEARÁ</u> .....	313
12. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	318
13. <u>DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA</u> .....	329



VOLUME II (ANEXOS)

- I - Fichas de cadastro de ocorrência mineral e cópias de fotografias aéreas.
- II - Fichas de Análise Petrográfica
- III - Mapas
- Mapa 1: Mapa de Localização dos Depósitos de Minerais Industriais; Escala 1:500.000.
- Mapa 2: Mapa Geológico Preliminar da Região de Ipaumirim com Locação das Ocorrências de Amianto; Escala aprox. 1:40.000.
- Mapa 3: Mapa Geológico da Região de Solonópole; Escala 1:250.000.
- Mapa 4: Mapa Geológico Preliminar da Área a W de Solonópole com Locação de Ocorrências de Grafita; Escala aprox. 1:40.000.
- Mapa 5: Mapa Geológico da Região de Iguatú com Locação dos Depósitos de Magnesita; Escala 1:500.000.
- Mapa 6: Mapa Geológico das Folhas de Crato e Santana do Cariri; Escala 1:200.000.
- Mapa 7: Mapa Geológico Preliminar dos Depósitos de Diatomito da Área a SE de Aquiraz; Escala aprox. 1:25.000.
- Mapa 8: Mapa Geológico Preliminar dos Depósitos de Diatomito da Área a NW de Caucaia; Escala aprox. 1:25.000.
- Mapa 9: Área Sugerida para o Projeto Diatomito/Argilas; Escala 1:1.000.000.
- Mapa 10: Mapa Geológico Preliminar da Região de Umirim

com Locação das Ocorrências de Calcário Cris  
talino; Escala aprox. 1:25.000.

Mapa 11: Mapa Geológico da Região de Frecheirinha; Esca  
la 1:100.000.

Mapa 12: Mapa Geológico Preliminar das Ocorrências de  
Vermiculita e Calcário Cristalino do Município  
de Redenção; Escala aprox. 1:40.000.

Mapa 13: Mapa Geológico Preliminar da Jazida de Calcá  
rio Dolomítico de Santana do Cal, Município  
de Canindé; Escala aprox. 1:40.000.

Mapa 14: Área de Afloramento do Calcário de Farias Bri  
to; Escala 1:100.000.

Mapa 15: Mapa Geológico Preliminar da Área de Boqueirão  
com Locação da Ocorrência de Fluorita; Escala  
aprox. 1:40.000.

Mapa 16: Localização dos Depósitos de Calcário do Ceará  
em Relação a Itaqui, Maranhão; Escala  
1:2.500.000.

## SINOPSE

Cadastramento e estudo geo-econômico de 130 depósitos de minerais industriais distribuídos em diversos municípios do Estado do Ceará. Análise qualitativa e quantitativa dos depósitos minerais seguintes: amianto antofilítico, grafita, magnesita, gipsita, diatomito, calcário, argilas, barita, fluorita, talco, ametista e vermiculita. Localização das ocorrências minerais no mapa geográfico do Estado na escala de 1:500.000 e nas fotografias aéreas. Mapeamento geológico de áreas encerrando depósitos minerais, nas escalas de 1:40.000 e 1:25.000. Aspectos econômicos dos diversos bens minerais; usos e aplicações, produção, consumo, preços, especificações, reservas, comércio interno e externo. Recomendações de áreas e ocorrências promissoras para pesquisa, mostrando a metodologia a ser aplicada em cada caso. Sugestão de trabalhos complementares nas áreas de magnesita, grafita e calcário, visando o suprimento da futura usina siderúrgica de Itaqui, Maranhão. Sugestão para pesquisa de diatomito e argilas, o primeiro objetivando a sua industrialização em larga escala, e o segundo para atender à crescente demanda de materiais cerâmicos na Grande Fortaleza. Evolução da atividade mineira no Estado, nos últimos anos; as micro-regiões minerais; quadros comparativos sobre o desenvolvimento mineral do Ceará em relação ao Nordeste e ao Brasil; produção mineral do Estado; pedidos de pesquisa, alvarás e concessões de lavra.

1 - I N T R O D U Ç Ã O

## 1.1 - APRESENTAÇÃO

O Projeto Levantamento dos Recursos Minerais do Estado do Ceará foi dividido em dois Programas: O Programa de Minerais Industriais e o Programa de Áreas Pegmatíticas. O presente trabalho refere-se ao Relatório Final do Programa de Minerais Industriais. O Relatório Final do outro Programa é objeto de um trabalho a parte.

Neste Relatório de Minerais Industriais encontra-se a descrição de 130 depósitos minerais distribuídos por todo o Estado do Ceará, abrangendo os seguintes tipos: Amianto, grafita, magnesita, gipsita, diatomito, calcário, argilas, barita, fluorita, talco, ametista e vermiculita. Para os sete primeiros minerais citados, além do estudo individual de cada ocorrência, é feita uma análise de Economia Mineral para cada espécie.

Um enfoque especial é apresentado para aqueles recursos minerais que poderão ser responsáveis pela implantação de uma indústria mineira de grande porte, carreando mais divisas para o Estado, além de ampliar o mercado de mão-de-obra. Entre eles destacam-se a magnesita, o calcário, o diatomito e possivelmente a grafita.

O Estado do Ceará com o potencial de reservas de magnesita, calcário e grafita poderá tornar-se o principal fornecedor de matérias primas não metálicas para o parque siderúrgico do norte do país.

A usina siderúrgica de Itaqui, no Maranhão, deverá produzir em 1980 o montante de 12 milhões de toneladas de aço, o que representa uma produção muito superior a atual de todas as usinas instaladas no país. O consumo daqueles bens minerais será bastante elevado e o Ceará desfruta da vantagem de se constituir a mais próxima fonte de suprimento da futura usina.

O potencial de reservas de diatomito do Ceará poderá transformar o Estado no maior produtor do país e com amplas possibilidades para conquistar o mercado externo com a industrialização racional do produto para as suas numerosas e nobres aplicações.

A localização dos 130 depósitos estudados é apresentada no mapa geográfico do Estado do Ceará, na escala de 1:500.000, editado pela Fundação IBGE. Esses depósitos estão numerados sequencialmente de 1 a 130 nos mapas, fichas de cadastro de ocorrências e fotos aéreas, anexos.

Este Relatório foi elaborado no período de agosto a dezembro de 1973, tendo como redatores os geólogos João Francisco Silveira de Moraes e Márcio de Campos.

Os trabalhos de campo desse Programa foram desenvolvidos no período de outubro de 1972 a julho de 1973 e deles tomaram parte o engº de minas Gilson Cabral de Medeiros e os geólogos João Francisco Silveira de Moraes e Edilton Carneiro Feitosa.

## 1.2 - HISTÓRICO

Em 14 de dezembro de 1971, o Governo do Estado do Ceará celebrou convênio com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, com o propósito comum de estimular o desenvolvimento e intensificar o aproveitamento, através da iniciativa privada, dos recursos minerais do Ceará. Esse instrumento deu origem ao Projeto Levantamento dos Recursos Minerais do Estado do Ceará, que após a sua aprovação, o governo cearense expediu a Ordem de Execução nº 01, de 18/05/72, referente ao início dos trabalhos.

A fase operacional desse Projeto foi iniciada em junho de 1972 com a parte de compilação bibliográfica, a cargo dos geólogos Edilton Carneiro Feitosa e Fernando da Silva Prado. Em julho do mesmo ano foram incluídos mais dois técnicos no Projeto, o engº de minas Gilson Cabral de Medeiros e o geólogo Fernando Antonio Ferreira da Silva, os quais colaboraram na confecção do Relatório de Compilação Bibliográfica que foi concluído em setembro de 1972.

Durante o mês de outubro de 1972 foi iniciada a etapa de campo do Programa Minerais Industriais através dos técnicos Gilson Cabral de Medeiros e Edilton Carneiro Feitosa. Em novembro, o geólogo João Francisco Silveira de Moraes integrou-se neste Programa.

Em dezembro de 1972, a sede do Projeto na capital cearense foi transformada em Residência de Fortaleza, assumindo a direção desta o geólogo Gilberto Pereira e o Projeto passou a ser chefiado pelo geólogo João Moraes, o qual tam-

bém acumulou a função de executor do Programa Minerais Industriais.

Os técnicos Edilton Feitosa e Gilson Medeiros desligaram-se do Programa no início de abril de 1973 e no início de julho do mesmo ano, respectivamente. Para substituí-los, foram designados os geólogos Márcio de Campos e Marcelo de Freitas Medeiros.

Em julho de 1973 foram encerradas as atividades de campo do Programa Minerais Industriais. Em seguida, o chefe do Projeto efetuou a reunião, interpretação e padronização dos dados de campo, auxiliado por Márcio de Campos e Marcelo de Freitas.

Em agosto, teve início a elaboração do Relatório Final do Programa sob a responsabilidade do chefe do Projeto que contou com o concurso de Márcio de Campos, sendo esta última tarefa concluída em dezembro de 1973.

Apesar dos esforços da CPRM em fazer cumprir o cronograma estabelecido, houve o retardamento de três meses para o efetivo início das atividades de campo em virtude da empresa contratada para a copiagem das fotografias aéreas não entregá-las na data prevista. Tal fato impôs a continuidade da etapa de campo durante a estação invernal que por sua vez foi rigorosa e prolongada. Além disso, o trabalho foi ampliado tendo em vista o estudo de maior número de ocorrências minerais em diversos pontos do Estado.



Enquanto se aguardava a remessa das fotos aéreas, os técnicos do Projeto elaboraram o Mapa Geológico Preliminar do Estado do Ceará, na escala de 1:500.000, através da compilação e interpretação dos mapeamentos geológicos realizados em diversas escalas por técnicos da SUDENE, DNPM e outras instituições. Essa tarefa foi coordenada e contou com a participação efetiva do geólogo Edilton J. dos Santos, da Agência Recife.

Os trabalhos de laboratório referentes às análises químicas, petrográficas, espectrográficas, difração de raios X e microscopia eletrônica foram realizados no LAMIN (Laboratório de Análises Mineraias da CPRM), envolvendo os seguintes técnicos: Maria Leopoldina M. Lastres (eng<sup>a</sup> química), Esther Vaccani Levy (eng<sup>a</sup> química), Maria Yelda Esteves Ramos (eng<sup>a</sup> química), Maria Aparecida Lisboa (eng<sup>a</sup> química), Cecy Mendes G. Schmidt (eng<sup>a</sup> química); Jane da Silva Araújo (geóloga), Maria Flórida B. Rodrigues (Licenciada em História Natural), Evaldo Osório Ferreira (engenheiro); Carmen Lúcia S. Roquete Pinto (química), Elizabeth de B.B. Winter Pecego (química); Mário J. Metelo (analista), Nelson da Silva Gondim (analista) e Raul Dodsworth Machado (analista).

Algumas análises petrográficas foram efetuadas na seção de Petrografia da Agência Recife da CPRM pelo geólogo Carlos Benício M. Melo.

### 1.3 - OBJETIVOS DO PROGRAMA MINERAIS INDUSTRIAIS

O Programa visou o estudo de minerais industriais objetivando a ampliação de oportunidades para a industrialização dos seguintes bens minerais: amianto, grafita, magnesita, gipsita e diatomito. Também objetivou o estudo de calcários e argilas, próximos aos polos de desenvolvimento do Estado do Ceará, tais como: Fortaleza, Juazeiro do Norte e Crato, e a região de Sobral, como um suporte auxiliar ao programa habitacional e suas diretrizes básicas.

Este Relatório oferecerá ao Governo do Estado um conjunto de informações, geológicas e econômicas, sobre os 130 depósitos minerais estudados que servirá de base para a seleção de áreas mais promissoras, visando trabalhos geológico-econômicos complementares.

Considerando-se a corrida que se processa atualmente no país para o setor mineral, este acervo de dados será de grande utilidade para informar e atrair grupos empresariais interessados nos diversos tipos minerais estudados.

2 - AM I A N T O

#### 1.4 - METODOLOGIA DE TRABALHO

Em obediência ao programa oficial estabelecido , foi realizada a análise e compilação bibliográfica detalhada das ocorrências de minerais industriais conhecidas.

Além dos sete tipos minerais previstos no programa oficial, foram estudados depósitos de barita e fluorita, devido ao interesse das firmas de mineração e ao crescente consumo interno dessas substâncias. Por outro lado, também foram cadastradas algumas ocorrências de talco, ametista e vermiculita.

Inicialmente, a área prevista para o estudo de minerais industriais somava cerca de 30.000 km<sup>2</sup> e tinha distribuição irregular conforme a localização de ocorrências conhecidas. Porém, logo no princípio dos trabalhos de campo, verificou-se a existência de muitas ocorrências fora dos limites estabelecidos e por esta razão os trabalhos foram ampliados de modo a abranger toda a área do Estado.

Os trabalhos de campo constaram de cadastramento dos depósitos registrados no Relatório de Compilação Bibliográfica e de muitos outros que surgiram no desenrolar da etapa de campo. Esse cadastramento significou o estudo geológico-econômico preliminar de cada depósito mineral, incluindo coleta de amostras do minério e das rochas encaixantes.

As ocorrências foram locadas nos mapas e fotos aéreas disponíveis. Foram selecionados grupos de ocorrências,

onde se dispunham de fotos aéreas e elaborados mapas geológicos preliminares na escala da fotografia, perfazendo um total de oito mapas, contendo 35 depósitos minerais.

Com base em mapas pré-existentes foram confeccionados mapas geológicos contendo os depósitos levantados, objetivando mostrar a distribuição e o condicionamento geológico regional daqueles depósitos. Assim, são apresentados os mapas das faixas gipsífera do Cariri, magnesífera, grafítica de Solonópole, calcária de Sobral e outros.

A localização dos depósitos estudados nas respectivas fichas de cadastro de ocorrência mineral é apresentada em coordenadas cartesianas, medidas em milímetros, nas folhas topográficas na escala de 1:100.000, editadas pela SUDENE. Essas medidas são feitas a partir do vértice esquerdo inferior do mapa, representando o primeiro número a abcissa e o segundo, separado por barra, a ordenada. Existem nove ocorrências que não estão amarradas por esse método porque estão situadas numa área onde ainda não foram impressas as folhas topográficas em 1:100.000, em número de quatro. Essas quatro folhas são delimitadas pelos meridianos de  $39^{\circ}$  e  $40^{\circ}$  de longitude oeste e pelos paralelos de  $4^{\circ}$  e  $5^{\circ}$  de latitude sul. Das ocorrências dessa área, seis são identificadas pelas coordenadas geográficas do mapa do Estado na escala de 1:500.000 e três pelas coordenadas cartesianas a partir do centro da foto aérea em que foram locadas.

Obviamente, pela dimensão, amplitude e verba disponível para execução desse Programa, o trabalho realizado

não oferece condições de determinar se essa ou aquela ocorrência estudada constitui uma jazida mineral e que, por conseguinte, apresenta viabilidade econômica. Para uma verdadeira pesquisa, na acepção técnica e legal do termo, consistindo na avaliação quantitativa e qualitativa dessas ocorrências minerais, seria necessário um período de tempo muito maior e conseqüentemente envolvendo custos bastante superiores. O trabalho realizado tem caráter de reconhecimento; oferece uma ordem de grandeza e o potencial desses recursos minerais no Estado. Em certos casos é possível determinar quais as ocorrências mais promissoras e sugerir trabalhos complementares. Pode-se também fazer correlações entre diversas ocorrências e reunir um grupo delas, dentro de uma área relativamente pequena para um estudo integrado que possa estabelecer uma reserva global de grande porte.

## 1.5 - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

Durante os 181 dias de campo foram estudados um to tal de 130 depósitos minerais, quase o dobro do que foi previs to para o Programa Minerais Industriais, ou seja, setenta.

Resumidamente, os dados físicos de produção do Pro grama são os seguintes:

Número de dias de campo - 181 dias

Número de depósitos minerais estudados - 130

Mapeamento geológico preliminar de depósitos mine-  
rais, na escala da foto aérea (1:40.000 e 1:25.000)  
- 224.500 hectares

Quilômetros percorridos em trabalhos de campo -  
28.159km.

Número de afloramentos estudados - 862

Número de amostras coletadas - 390

Número de amostras analisadas em laboratório - 266

Número de determinações químicas - 751

Número de análises petrográficas - 52

Número de determinações espectrográficas - 179

Número de determinações por difração de raios X  
- 206

## 1.6 - TRABALHOS ANTERIORES

Leonardos (1939) visitou e estudou diversas ocorrências de amianto no Estado do Ceará, distribuídas em vários municípios como Lavras, Aurora, Baixio, Santana do Cariri, Quixadá, Arneiroz, Fortaleza, Itapipoca e Cedro. Os depósitos são de pequeno porte e o amianto é geralmente da variedade tremolita, apresentando fibras longas, sedosas, porém pouco resistentes.

Trajano (1945) realizou em laboratório ensaios de beneficiamento de amostras de grafita de várias partes do país. O processamento por flutuação da grafita de Aracoiaba evidenciou a possibilidade de obtenção de concentrados finais com mais de 90% de carbono fixo.

Coutinho e outros (1971) efetuaram a concentração por flutuação de amostras de grafita das fazendas Vazante e Socego, situadas nos municípios de Piquet Carneiro e Nova Russas, respectivamente. Os ensaios realizados no Laboratório de Beneficiamento de Minérios da SUDENE em Recife, revelaram a viabilidade técnica para a recuperação de produtos finais com teor de carbono fixo superior a 80%.

O trabalho mais importante sobre a magnesita do Ceará foi efetuado por Bodenlos (1950) que consistiu de levantamento topográfico e geológico detalhado de cinco depósitos e determinação das suas reservas por metro de profundidade. As reservas das áreas mapeadas avultam em 251.000 ton. medidas, 421.000 ton. indicadas e 1.291.000 ton. infe-



ridas, perfazendo um total de 1.963.000 ton. por metro de profundidade. Para as outras áreas, objeto de concessão de lavra, inferiu uma reserva de 2.000.000 de toneladas por metro de profundidade. Através de diversas análises químicas do minério concluiu que os depósitos possuem alto teor de magnetita, a média de  $Fe_2O_3$  e  $Al_2O_3$  em torno de 1,5%; de um modo geral o conteúdo de  $CaO$  é inferior a 1% e que a principal impureza é o talco, responsável pelo conteúdo de sílica o qual varia de 0,5% a 21%.

Diversos trabalhos anteriores fazem menção aos depósitos de gipsita da chapada do Araripe; Trajano (1936), em relatório para o então Serviço de Fomento da Produção Mineral relaciona as principais jazidas do Cariri cearense, apresentando dados de localização, produção e custos. Abreu (1965) menciona os principais depósitos da Chapada do Araripe, ilustrando o trabalho com os resultados de análise química quantitativa de várias amostras e esboços mostrando a posição relativa das jazidas. Veiga (1966) mapeou a área na escala de 1:50.000, apresentando a locação e o condicionamento geológico do jazimento de gipsita do Araripe; o trabalho contém valiosas informações geo-econômicas de vários depósitos, além de considerações lito-estratigráficas. Braz (1972), em sua tese de mestrado na Colorado School of Mines (USA), estuda a viabilidade econômica do aproveitamento da gipsita do Nordeste para a obtenção de enxofre e fabricação de ácido sulfúrico. Braz (1973) analisa o problema da gipsita sob o ponto de vista econômico, tecendo considerações sobre a lavra, beneficiamento e dados estatísticos de produção, consumo e custos, bastante atualizados.

Souza & Abreu (1939), estudaram vários depósitos de diatomito nas lagoas próximas ao litoral cearense, estimando grosso modo um volume global de 570.000 m<sup>3</sup> de diatomito. Fez menção aos depósitos da fazenda Cachoeira, no município de Missão Velha. Trabalho mais completo foi elaborado por Leonardos (1946) com o estudo de 29 depósitos de diatomito, determinando a cubagem de muitos deles. Com a análise química quantitativa de diversas amostras e análise micropaleontológica, descreveu a qualidade do material e caracterizou várias espécies de algas diatomáceas. Menciona que dentro de um raio de 50 km do porto marítimo de Fortaleza existem cerca de cinquenta lagoas diatomíferas, representando um volume de material da ordem de 2,5 milhões de metros cúbicos, equivalente a 0,5 milhão de metro cúbico de material calcinado. Discorre também sobre a lavra e beneficiamento do produto no Estado. Atualmente, é muito provável que esses depósitos estejam com suas reservas esgotadas.

Pouchain (1954) em relatório inédito para a DFPM descreve as áreas de ocorrência de calcário no Ceará e apresenta o resultado de diversas análises químicas quantitativas, abordando a utilização daquele bem mineral para a indústria de cimento. Abreu (1965) menciona os depósitos de calcários cristalinos e dolomíticos de Redenção e Iguatu, bem como os depósitos cretácicos do Cariri e Apodi. Veiga (1966), fornece a localização e descrição geológica do calcário sedimentar da Chapada do Araripe, com observações acuradas sobre as condições infra-estruturais da região. Lima (1973), discorre sobre a pesquisa, lavra, beneficiamento e especificações comerciais dos calcários de alguns Estados Nordeste-

nos, incluindo o Ceará. Além disso, apresenta dados estatísticos atualizados sobre as reservas, produção e consumo daquela matéria prima na região.

## 1.7 - AGRADECIMENTOS

Expressamos os nossos agradecimentos aos dirigentes das empresas de mineração que operam no Estado e aos proprietários rurais que permitiram a visita aos depósitos minerais, inclusive fornecendo valiosas informações sobre a existência de novas ocorrências.

Ressaltamos, também, o nosso elevado reconhecimento ao geólogo José Ferreira de Sousa, Chefe da Residência do DNPM em Fortaleza, pela estreita colaboração que dispensou ao Projeto, desde o seu início.

## 2.1 - GENERALIDADES

Os termos amianto e asbesto são sinônimos e usados comercialmente para caracterizar um grupo de minerais fibrosos de larga aplicação na indústria. Esses minerais diferem entre si não só do ponto de vista mineralógico, mas também por suas propriedades físicas, as quais determinam o seu emprego industrial.

As variedades comerciáveis de amianto em ordem de importância são as seguintes: crisotila, crocidolita, amosita, antofilita, tremolita e actinolita. A crisotila pertence a classe das serpentinas e os demais minerais citados fazem parte da classe dos anfibólios.

A variedade mais procurada e de maior valor comercial é a crisotila, responsável por 96% da produção mundial. Esse mineral é um silicato hidratado de magnésio e constitui a forma fibrosa da serpentina. As fibras têm comprimento que variam de 1 milímetro até 5 centímetros ou mais, em certos casos; o diâmetro da fibra é extremamente pequeno, de 0,02 micron, sendo esta dimensão a mais fina de todas as fibras conhecidas. As mais importantes características da crisotila são a sua resistência a tração, que atinge valores de até  $580 \text{ kg/mm}^2$ , superiores, portanto, ao melhor aço; elevada flexibilidade e fiabilidade, além de excelente isolante térmico e acústico. A resistência aos ácidos é muito pequena, mas é inatacável pelos álcalis.

A crocidolita é uma forma fibrosa da riebeckita , constituindo-se um silicato hidratado de sódio e ferro. É um mineral facilmente reconhecível por causa da sua cor azul. As fibras variam de curtas a longas; apresenta alto coeficiente de filtrabilidade, boa flexibilidade, fiabilidade regular e fraca resistência ao calor. Mas, a principal propriedade de desse amianto, a qual determina seu maior emprego industrial, é a elevada resistência aos ácidos e álcalis.

A amosita é considerada pela maioria dos estudiosos do assunto como uma antofilita ferrífera, tratando-se quimicamente de um silicato hidratado de ferro e magnésio. Suas fibras são longas, atingindo até 30 cm de comprimento, mas geralmente variam de 1 cm a 15 cm. Outras características importantes são a elevada resistência térmica e mecânica e excelente elasticidade.

A antofilita fibrosa é um silicato hidratado de magnésio e ferro, sendo que o conteúdo deste último elemento é bem menor do que na amosita. As fibras são comumente curtas e fracas; suas principais propriedades são a alta resistência ao calor, aos ácidos e às substâncias químicas em geral, que são superiores a qualquer outro tipo de amianto.

A tremolita fibrosa é um silicato de cálcio e magnésio que apresenta as cores branca, cinza e amarelada. O baixo conteúdo em ferro do mineral conferem às fibras alta resistência térmica. Em função de diversos fatores, principalmente do tipo e percentagem de impurezas, as fibras podem ser flexíveis ou quebradiças, fortes ou fracas, longas ou curtas.

A actinolita é um anfibólio que sob a forma fibrosa apresenta certo valor comercial, embora muito baixo em relação a crisotila. Quimicamente assemelha-se a tremolita, mas o ferro está presente em maior percentagem, formando um silicato hidratado de cálcio, magnésio e ferro. As fibras são curtas ou longas, quebradiças, de coloração verde clara e de brilho sedoso.

## 2.2 - USOS E APLICAÇÕES

Eleva-se a mais de 3.000 o número de aplicações industriais do amianto. Mas, o mais largo emprego é na indústria de cimento-amianto, onde a percentagem de mineral fibroso no produto final varia de 10% a 75%. Com o cimento-amianto são fabricados um grande número de peças entre as quais se destacam as chapas planas e onduladas, tubulações para água, esgoto, eletrodutos, reservatórios, perfis especiais para coberturas industriais e residenciais.

Na indústria textil sob a forma de fios, fitas, cordas, feltros, tecidos, para manufatura de gaxetas, lonas de freio, embreagens, mantas isolantes, filtros, cortinas usadas em casas de espetáculo, vestimentas à prova de calor e fogo, como isolante de fios elétricos, além de outros.

Na indústria de plásticos para fabricação de pisos vinílicos e asfálticos, resinas fenólicas moldadas e outras, cimentos, adesivos e colas, tintas, impermeabilizantes, revestimentos para proteção de estruturas contra fogo, eletrodos para solda, estuques, etc.

Na indústria de papel e papelão para isolação térmica, elétrica e acústica, feltros saturados com asfalto para diversos fins, juntas de vedação, diafragmas para células eletrolíticas, revestimentos de fogões e muflas.

Como material filtrante para filtração de bebidas



em geral, de produtos farmacêuticos, de gases.

O amianto também é usado na pavimentação asfáltica de rodovias e aeroportos. Como carga ou diluentes em inseticidas.

Para materiais de fricção são fabricadas lonas, sapatas e pastilhas de freio e disco de embreagem.

Estima-se que 70% da produção mundial de amianto, destina-se a indústria de cimento-amianto e pouco menos de 20% para a indústria de materiais de fricção, largamente empregados em veículos auto-motores.

O amianto crisotila é empregado principalmente para a fabricação de produtos de cimento-amianto. A crocidolita tem aplicações particulares nas vedações resistentes a ataques de ácidos, em isolamentos térmicos, etc. A antofilita e a tremolita são usadas em filtros resistentes às substâncias químicas, em revestimentos de eletrodos e como carga de vários produtos. A amosita é largamente empregada em isolamentos térmicos em virtude do seu baixo calor específico aliado à capacidade de resistência a altas temperaturas; algumas aplicações específicas desse tipo de amianto são revestimentos de turbinas marinhas e de motores a jato, e em refratários com 85% de magnésia.

### 2.3 - CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL DO AMIANTO

Objetivando uma padronização e para atender as características e especificações do mercado, os canadenses criaram uma classificação das fibras de amianto, adotada pela maioria dos países, inclusive o Brasil. Essa classificação baseia-se numa espécie de teste de fibrometria a seco, definido pela "Quebec Asbestos Mining Association", válido no Canadá apenas para o amianto crisotila, mas no Brasil o teste também é aplicado para o tipo antofilítico, embora este tenha um valor comercial bem menor.

Os produtores de crocidolita e amosita adotam uma classificação diferente da canadense.

A classificação canadense reúne as fibras de crisotila em vários grupos, os quais são divididos em subgrupos. O Grupo 1, consiste apenas no "Crude nº 1", o Grupo 2 compreende o "Crude nº 2", o "Crude Run of Mine" e o "Crudes Sundry".

O termo "crude" significa o amianto em bruto, selecionado manualmente sem sofrer qualquer tratamento mecânico. O de número 1, o comprimento da fibra é igual ou maior do que  $3/4$  de polegada, e o de número 2 o comprimento da fibra varia de  $3/8$  a  $3/4$  de polegada. "Crude Run of Mine" refere-se ao amianto em bruto não escolhido e "Crude Sundry" consiste no amianto em bruto diferentes dos acima especificados.

Os grupos de 3 a 7 referem-se ao amianto beneficiado (mill fibers) e são classificados através de três pe-

neiras padrão e um recipiente para coleta de material mais fino.

O conteúdo de cada peneira e o retido na caixa coletora no fundo são pesados e os resultados expressos em onça.

Os grupos 8 e 9 são classificados na base do peso do material em libras e pelo volume ocupado pelo mesmo, em pés cúbicos.

#### 2.4 - PRODUÇÃO, CONSUMO E PREÇOS

Em ordem decrescente, os maiores produtores mundiais de amianto são o Canadá, a Rússia, a África do Sul e a China, os quais são responsáveis por mais de 90% da produção global. Cerca de 95% dessa produção é de amianto crisotila. A África do Sul é a maior produtora das variedades crocidolita e amosita, as quais constituem, depois da crisotila, os dois minerais fibrosos mais importantes.

Os três Estados brasileiros produtores de amianto são Alagoas, Goiás e Bahia, sendo esses dois últimos do tipo crisotila e em Alagoas do tipo antofilitico.

O Estado de Goiás é responsável por mais de 90% da produção e a jazida de Cana Brava, no município de Uruaçu, é a maior do país.

A mina de Campestre em Alagoas produz cerca de 100 toneladas por mês de fibra antofilitica e a mina Testa Branca na Bahia entre 60 a 100 toneladas por mês de crisotila.

Segundo dados fornecidos pela SAMA - Sociedade Anônima de Mineração de Amianto, a produção de fibra de crisotila da mina Cana Brava está expressa no quadro a seguir.

## Produção de crisotila da mina Cana Brava, Goiás

Ano	toneladas de fibra
1967	1.000
1968	4.000
1969	9.000
1970	13.000
1971	17.000
1972	27.512

A produção brasileira de minério de amianto e de fibra assim evoluiu, de 1965 a 1971, de acordo com os dados do I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM, 1972:

Ano	Minério	Fibra
1965	107.531	2.145
1966	154.127	3.053
1967	133.927	3.911
1968	171.487	5.454
1969	211.191	10.423
1970	376.063	14.908
1971	473.000	19.197
1972		28.886

A maior parte da produção registrada acima é do tipo crisotila, enquanto que uma parcela mínima, da ordem de 5%, é da variedade antofilita.

O considerável aumento de produção verificado a partir de 1967, corresponde ao início operacional da mina Cana Brava, a maior do país, a qual vem batendo recordes

sucessivos.

A capacidade atual de produção da mina Cana Brava é de 37.000 toneladas anuais de fibras de crisotila. Com essa produção o país deverá alcançar a auto-suficiência em amianto, libertando-se das importações que vêm ocasionando uma grande evasão de divisas, concorrendo para que o amianto ocupe o segundo lugar na pauta da importação dos minerais industriais, somente superado pelo enxofre.

Baseado nos dados de produção, importação e exportação, constantes no I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM, 1972, apresentamos a seguir o consumo aparente de amianto em fibra, no período de 1965 a 1971.

#### Consumo Aparente de Amianto

Ano	Produção	Importação	Exportação	Consumo aparente
	t	t	t	t
1965	2.145	15.151	-	17.296
1966	3.053	18.948	-	22.001
1967	3.911	17.504	15	21.400
1968	5.454	27.586	20	33.020
1969	10.423	20.703	-	31.126
1970	14.908	23.413	-	38.321
1971	19.197	23.614	400	45.411

A análise dos dados acima apresentados mostra que no período em apreço o consumo interno quase triplicou, enquanto que a importação foi inferior ao dobro. Isto é expli-

cado pelo fato de a produção ter crescido cerca de nove vezes, fazendo com que a participação desta no consumo interno saltasse de 12% em 1965 para 42% em 1971.

A cotação internacional do amianto esteve oscilante até 1965, mas a partir desse ano denota-se uma certa estabilidade.

O amianto é cotado em função da sua variedade e do comprimento da fibra. Assim, para a crisotila o preço mais alto da fibra é aquela do grupo 1, conforme a classificação canadense.

Os preços médios unitários das importações brasileiras de crisotila, no período de 1965 a 1971, foram os seguintes:

Ano	Valor (US\$/ton. C.I.F.)
1965	225,49
1966	221,82
1967	224,98
1968	233,09
1969	226,94
1970	245,38
1971	252,92

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM, 1972.

## 2.5 - RESERVAS

O país ocupa atualmente o quarto lugar no contexto mundial das reservas de fibras de crisotila, disputando com os Estados Unidos que ocupam a mesma posição. Os três primeiros colocados são o Canadá, a Rússia e a Rodésia.

A maior reserva do Brasil é a da mina Cana Brava, em Uruaçu, Goiás, a qual se eleva a 3.000.000 de toneladas de fibra de crisotila, segundo Girodo (1973).

O Estado de Alagoas detém a maior reserva do país da variedade antofilita; segundo Farina (1967) existem ..... 14.648.820 toneladas de minério até 10 metros de profundidade; desse montante, 2.309.338 toneladas contém 2% de fibra.

Conforme o I Anuário Mineral Brasileiro (op.cit.), as reservas nacionais de minério de amianto estão registradas no quadro a seguir.

Estados	Unidade: tonelada		
	Medida	Indicada	Inferida
Alagoas	2.980.000	-	50.000
Bahia	-	59.000	-
Minas Gerais	656.000	2.000	-
São Paulo	1.000	2.000	-
Goiás	1.293.000	573.000	458.000
T o t a l	4.930.000	636.000	508.000



Os dados oficiais do quadro acima estão muito a-  
quém das tonelagens expressas das jazidas de Goiás e Alagoas.

## 2.6 - EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO

A título de experiência e para sondagem do mercado externo, o Brasil passou a exportar crisotila a partir de 1971. Essas partidas exportadas são procedentes da mina Cana Brava.

Com as imensas jazidas descobertas recentemente, em Goiás, o país passará, dentro de poucos anos, da condição de grande importador dessa valiosa fibra, para exportador. Enquanto o consumo interno cresce as importações decrescem consideravelmente. Segundo Girodo (op.cit.), foi importado em 1972 um total de 18.114 toneladas de amianto.

No quadro a seguir, apresentamos as importações de amianto no período de 1965 a 1971. A maior parte dessas importações constam de fibras de crisotila.

Ano	Importação de Amianto	
	Tonelagem	Valor US\$ C.I.F.
1965	15.151	3.416.422
1966	18.948	4.203.137
1967	17.504	3.938.130
1968	27.586	6.430.103
1969	20.703	4.698.404
1970	23.413	5.745.060
1971	23.614	5.972.438

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro-DNPM, 1972.

## 2.7 - DEPÓSITOS ESTUDADOS

No Estado do Ceará existem numerosas ocorrências de amianto, distribuídas em vários municípios. Foram estudadas vinte ocorrências as quais foram numeradas de 1 a 20 nos mapas, fichas e fotos aéreas anexas, cuja relação é a seguinte:

Número	Local	Distrito e Município
1	Matadouro	Ipaumirim
2	Vila Felizardo	Ipaumirim
3	Fazenda Xique-Xique	Baixio
4	Fazenda Baixio Grande	Baixio
5	Fazenda Baixio Grande	Baixio
6	Fazenda Baixa Grande	Baixio
7	Fazenda Barrocão	Baixio
8	Faz. Taquari do Julião	Granjeiro
9	Sítios Serrote do Mato e Escuro	Potiretama-Iracema
10	Sítio Porteiras	Capuan-Caucaia
11	Sítio São Francisco	Maranguape
12	Fazenda Carnaubinha	Manituba-Quixeramobim
13	Fazenda São Bento	Quixeramobim
14	Sítio Candeias	Baturité
15	Sítio Serra Preta	Baturité
16	Sítio Lagoinha	Barrento-Itapipoca
17	Fazenda Arvoredo	Crateús
18	Fazenda Cachoeirinha do Pai Senhor	Barra Nova-Tauá
19	Fazenda Talhado	Tauá
20	Sítio Joazeiro	Campos Sales

As ocorrências estudadas são desprovidas de maior significado econômico porque além de apresentarem pequeno porte, o amianto é principalmente da variedade antofilita, e, por conseguinte, como observado em item anterior, o valor

comercial é baixo e muito limitado. O amianto do tipo crisotila, o mais valioso, não foi encontrado.

Os depósitos de amianto investigados ocorrem associados a anfibolitos na sua maioria e a serpentinitos. Os depósitos existentes em serpentinitos são de maior porte e apresentam maior conteúdo de amianto. As rochas envolvidas são sempre gnaisses e migmatitos, de idade Pré-cambriana, pertencentes a série Ceará.

Em certos casos, os depósitos encravados nos anfibolitos têm estrutura tabular, dispondo-se de modo concordante com a encaixante, em faixas de espessura variável. Nesses casos as fibras têm arranjo paralelo (slip) às paredes dos veios ou das encaixantes.

Os depósitos em serpentinito têm estrutura do tipo "stockwork" ocorrendo em menor escala o tipo irregular. Geralmente, as fibras são perpendiculares às paredes dos veios (cross) mas, com menos frequência, observa-se as disposições paralelas (slip) e buchos ou bolsões (mass).

Comumente o amianto tem fibra longa, variando de 2 cm a 25 cm de comprimento, sedosa, macia, desfiando-se como pluma de algodão. A cor mais comum é branca, mas ocorre também as cores rósea e avermelhada em virtude de impregnação por óxido de ferro. Em alguns casos as fibras se apresentam entrelaçadas e noutros mostram-se encurvadas ou arqueadas.

Grande número de amostras de amianto analisadas por difração de raios-X indicou que as fibras pertencem, predominantemente, à série antofilita-gedrita e com menor frequência à série tremolita-actinolita.

As impurezas mais comuns desses amiantos são talcos, micas e óxido de ferro.

A composição química média do amianto antofilítico (1) do Ceará e da maior jazida de antofilita do país, em Campestre, Alagoas (2), é fornecida a seguir para uma análise comparativa.

	1 (%)	2 (%)
SiO <sub>2</sub>	56,0	54,0
MgO	27,0	31,0
FeO	5,1	3,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8	2,6
CaO	0,8	1,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9	0,9
Na <sub>2</sub> O	0,1	0,16
K <sub>2</sub> O	0,36	0,15

1 - Composição química média do amianto do Ceará

2 - Amianto da jazida de Campestre, Alagoas; segundo Farina (1967).

O conteúdo de sílica da antofilita do Ceará é ligeiramente superior a de Campestre, enquanto que a percentagem de MgO é inferior ao amianto de Alagoas. Isso pode ser

explicado pelo fenômeno de substituição do magnésio pelo íon ferroso, posto que a percentagem de FeO nas ocorrências do Ceará é superior a da jazida alagoana. Em ambos os Estados o conteúdo de óxido férrico são aproximadamente iguais, bem como as percentagens de  $Al_2O_3$  e  $Na_2O$ .

O conteúdo médio de  $K_2O$  no amianto cearense é superior ao de Alagoas, mas no Ceará a composição percentual varia muito, desde 0,05% a 1,8%, sendo geralmente inferior a 0,1%.

Individualmente, as ocorrências de maior porte são as da Fazenda Taquari do Julião (nº 8) no município de Granjeiro, e a do Sítio Joazeiro (nº 20), no município de Campos Sales. Ambas estão associadas a serpentinito. Por falta de fotos aéreas, não foram elaborados mapas geológicos dessas duas ocorrências.

No mapa geológico preliminar nº 2, anexo, destacamos a faixa asbestífera encravada nos municípios de Baixio e Ipaumirim, próxima da fronteira com o Estado da Paraíba. Essa faixa tem cerca de 20km de extensão, segundo a direção aproximada norte-sul e nela foram estudadas sete ocorrências de amianto.

A área mapeada é constituída predominantemente por metassedimentos pertencentes a Série Ceará, datados do Pré-cambriano. O metamorfismo regional transformou os sedimentos pelíticos originais em gnaisses da mesozona, os quais mostram evidente aporte metassomático, caracterizados pelos

veios neossomáticos quartzo-feldspáticos, formando migmatitos heterogêneos, localmente com aspecto granítico pela maior homogeneidade. As ocorrências de amianto têm caráter lenticular e estão intercaladas nesses gnaisses e migmatitos. Macroscopicamente, os gnaisses são formados por alternância de bandas escuras contendo biotita e anfibólio, e bandas claras quartzo-feldspáticas.

Provavelmente resultam do metamorfismo regional de antigos corpos básicos intrusivos na sequência.

Faixas lenticulares de micaxisto, anfibolito, quartzito e calcário, ocorrem intercaladas nesses metassedimentos.

Sob o ponto de vista estratigráfico a área é representada por uma unidade inferior formada pelos gnaisses bandeados e migmatitos e uma unidade mais jovem com micaxisto, quartzo-xisto, quartzito e calcário cristalino. Na extremidade nordeste da área afloram sedimentos cretáceos da Bacia do Rio do Peixe, cujo contato com o embasamento é marcado por falha de gravidade.

A direção geral das estruturas é WNW-ESE, marcadas pela foliação das rochas gnáissicas, algo comprimidas, e pelo alinhamento microdobrado das faixas máficas dos migmatitos. Ao norte da cidade de Ipaumirim passa uma falha de amplitude regional, caracterizada pela interrupção e deformação das estruturas gnáissicas próximas da zona falhada. Ocorrem dobras anticlinais e sinclinais, orientadas WNW-ESE,

cujos flancos mergulham com intensidade variando de  $65^{\circ}$  a  $75^{\circ}$ ; os eixos sinclinais têm caimento para oeste.

### 2.7.1 - Descrição dos Depósitos

A seguir, apresentamos a descrição das vinte ocorrências levantadas; dados complementares sobre as mesmas podem ser observados nas fichas de cadastro de ocorrência mineral, anexas.

A ocorrência de Matadouro (nº 1) está situada no corte da estrada defronte ao matadouro da cidade de Ipauimirim. Consta de uma estreita faixa de rocha fibrosa com cerca de 1 metro de espessura e 15 metros de extensão visível, encaixada em gnaisse.

A descrição micro-petrográfica de uma amostra representativa da rocha fibrosa dessa ocorrência é apresentada em anexo (amostra 1422-JF-001). Ao microscópio a amostra foi classificada como antofilita-actinolita-xisto.

A ocorrência da vila Felizardo (nº 2) está localizada nas imediações do cemitério do referido povoado. Trata-se de uma faixa de rocha asbestífera com 4 metros de potência e extensão superior a 300 metros, encaixada em gnaisse. A análise por difração de Raios-X revelou que a percentagem predominante de fibras pertence a série antofilita-gedrita e uma quantidade menor da série tremolita-actinolita.



A análise química do amianto antofilítico mostrou a seguinte composição percentual:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
54,7	28,4	0,9	0,9	0,1	1,8	5,8	2,3	0,30	95,2

A ocorrência da fazenda Xique-Xique (nº 3), está a 5,8 km a noroeste da cidade de Baixio. Rocha asbestiforme envolvida por migmatito. Duas amostras do amianto bruto submetidas a difração de Raios-X indicaram fibras da série antofilita-gedrita como dominantes, havendo ainda pequena percentagem da série tremolita-actinolita. A rocha asbestífera contém ainda alguma vermiculita e clorita.

A ocorrência da fazenda Baixio Grande (nº 4) está a 3,7 km a noroeste da cidade de Baixio, em linha reta. Ocorre uma rocha asbestífera com 1 metro de potência, encaixada em anfibolito. A análise por difração de Raios-X do anfibolito acusou a predominância da série tremolita-actinolita e uma pequena quantidade da série antofilita-gedrita e vermiculita. O amianto tem fibra longa, macia, sedosa e quebradiça; a difração por Raios-X revelou tratar-se da série antofilita-gedrita.

Outra ocorrência da fazenda Baixio Grande (nº 5) está a 4 km a noroeste da cidade de Baixio, em linha reta. Constitui outra faixa asbestífera paralela a de nº 4. Essa faixa tem 80 cm de espessura e extensão de 200 metros. A encaixante regional no local das ocorrências é um biotita-gnaiss, contendo zonas de concentração de anfibólio; a atitude

dessa rocha é N67°W/65°SW. As características desse amianto são idênticas a da ocorrência vizinha (nº 4).

A análise química desse amianto antofilítico mostrou a seguinte composição percentual:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid. Tot.	
55,7	25,6	0,8	1,3	0,1	0,2	7,0	5,2	0,1	96,0

A ocorrência da fazenda Baixa Grande (nº 6) dista, em linha reta, 7,5 km a noroeste da cidade de Baixio. Amianto de estrutura tabular, com fibra longa, macia, sedosa e quebradiça, encaixada em biotita-gnaiss migmatizado. A difração por Raios-X do amianto indicou a presença em igual proporção, das séries antofilita-gedrita e tremolita-actinolita.

A ocorrência da fazenda Barroão (nº 7) dista 4,5 km a nordeste da cidade de Baixio, em linha reta. Veios de amianto com fibras cross, longas, macias, sedosas e quebradiças, encaixadas em anfibólio-gnaiss migmatizado com atitude N60°W/65°NE. O amianto predominante pertence a série antofilita-gedrita, e em menor percentagem ocorrem fibras da série tremolita-actinolita, conforme o resultado da análise por difração de Raios-X.

A ocorrência da fazenda Taquari do Julião (nº 8) está situada em linha reta a 3,2 km a sudeste da cidade de Granjeiro. Esse depósito apresenta maior porte do que os outros anteriormente descritos. Trata-se de um corpo serpentinítico, contendo veios de amianto cuja possança atinge até

um metro (foto 1). O corpo ultrabásico ocorre numa área estimada de 500 m x 200 m e parece ter forma oval. A estrutura do depósito parece ser do tipo "stockwork" e as fibras se dispõem segundo os três tipos cross, slip e mass. As fibras são longas, atingindo até 20 cm de comprimento, brancas ou avermelhadas, macias, sedosas, desfiam com muita facilidade e são pouco resistentes (fotos 2 e 3). As fibras de cor avermelhada resultam da impregnação com óxido de ferro.

O resultado do estudo micro-petrográfico da rocha hospedeira ou matriz, encontra-se em anexo (amostra 1422-JF - R-008a). A petrografia classificou a rocha de serpentinito.

Conforme indicou a análise por difração de Raios-X o amianto não é de boa qualidade, pois trata-se de fibras da série antofilita-gedrita, havendo em menor proporção fibras da série tremolita-actinolita.

A análise química desse amianto anfibólico revelou a seguinte composição percentual:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
53,6	27,7	0,9	1,0	0,08	0,1	7,1	2,6	0,5	93,6

Os resultados analíticos da análise espectrográfi-  
ca semi-quantitativa para investigação de elementos valiosos no serpentinito, estão expressos a seguir em partes por milhão (ppm):

Ni	Co	Cu	Cr	V	Mn
3.000	100	5	2.000	15	1.500

Os valores obtidos para níquel em duas amostras merecem certo destaque, pois foram encontrados teores de 3.000 ppm e 0,54%, os quais estão acima do "background" das rochas ultrabásicas.

A ocorrência dos sítios Serrote do Mato e Serrote Escuro (nº 9) está a 5,2 km do povoado de Potiretama, por estrada carroçável. Trata-se de um corpo ultrabásico abrangendo uma área de 100 metros de largura por 500 metros de comprimento, aproximadamente. Essa rocha é mineralizada com talco esbranquiçado e amianto de fibras longas, macias, sedosas, quebradiças que desfiam com facilidade. As fibras são geralmente esbranquiçadas e encurvadas ou arqueadas e pertencem predominantemente à série antofilita-gedrita.

O estudo em lâmina delgada da rocha hospedeira ou matriz do amianto revelou tratar-se de serpentinito. O boletim dessa análise está documentado em anexo (amostra 1422-JF-R-013).

A análise espectrográfica semi-quantitativa para dosagem de elementos valiosos no serpentinito revelou os seguintes resultados em partes por milhão (ppm):

Ni	Co	Cu	Cr	V	Mn
2.000	70	5	1.500	10	500

O valor obtido para níquel é considerado anômalo.

A ocorrência do Sítio Porteiras (nº 10) está situada a 11,8 km do povoado de Capuã. Uma faixa de anfibolito

asbestífero encaixado em migmatitos. As fibras são curtas, sedosas, quebradiças e de hábito radial.

A análise por difração de Raios-X revelou que o amianto se enquadra na série antofilita-gedrita, havendo pequena percentagem da série tremolita-actinolita.

Esse amianto apresentou o seguinte percentual, de acordo com a análise química de uma amostra representativa:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
55,9	29,3	0,9	0,9	0,1	0,2	2,2	1,8	0,01	91,3

A ocorrência do sítio São Francisco (nº 11) localiza-se a 2,7 km da cidade de Maranguape. Trata-se de uma pequena lente de anfibólito asbestífero encaixado em migmatitos.

A ocorrência da fazenda Carnaubinha (nº 12) localiza-se a 24 km da cidade de Quixeramobim. Um veio de anfibólito asbestífero, com fibras longas em disposição cross, encaixado em anfibólito-gnaiss.

A análise por difração de Raios-X identificou o amianto como pertencente a série antofilita-gedrita e em menor quantidade da série tremolita-actinolita.

A seguir apresentamos a composição percentual da análise química desse amianto.

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
57,8	24,3	0,8	0,9	0,1	0,2	7,2	2,5	0,4	94,2

A ocorrência da fazenda São Bento (nº 13) localiza-se a 14 km do povoado de Madalena, no município de Quixeramobim. Ocorre uma lente de rocha asbestiforme (anfíbolito) a qual se encontra alterada, formando uma massa argilosa de coloração esverdeada. A encaixante regional é um biotita-gnaíse migmatizado. O amianto tem fibra longa, em média de 15 cm de comprimento, macia, sedosa, quebradiça e desfia com facilidade.

O amianto foi identificado como integrante da série antofilita-gedrita, contendo fibras da série tremolita - actinolita, conforme análise por difração de Raios-X.

A análise química desse amianto tem a composição percentual como segue:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
54,3	24,1	0,9	0,9	0,09	0,05	7,9	3,1	1,6	92,9

A ocorrência do sítio Candeias (nº 14) está a 7 km a NNE da cidade de Baturité. Uma lente de serpentinito com cerca de 15 metros de espessura, contendo fibras de antofilita do tipo slip e às vezes com hábito radial. As fibras são brancas com tonalidade azulada, sedosas, flexíveis, atingindo no máximo 4 cm de comprimento.

O serpentinito está encaixado em biotita-xisto com

direção N60° W e mergulho vertical. Esse depósito de amianto tem estrutura tabular.

A variedade dominante de amianto é da série antofilita-gedrita, ocorrendo em menor quantidade a série tremolita-actinolita, segundo o resultado analítico por difração de Raios-X. Ao microscópio a rocha ultrabásica foi classificada como serpentinito (amostra 1422-EF-R-008b, anexo).

Recobrando o serpentinito ocorrem blocos e seixos de rocha sílico-ferruginosa (canga) avermelhada, constituída de quartzo e óxido de ferro. Ao microscópio existem resquícios de uma textura em malha, sugerindo que esta rocha tenha sido originada do serpentinito através de acentuada silicificação e oxidação.

A análise química desse amianto revelou a seguinte composição percentual:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
58,7	28,4	0,9	0,7	0,1	0,09	1,2	2,4	0,1	92,6

A ocorrência do sítio Serra Preta (nº 15) está situada a 3,5 km a sudoeste da cidade de Baturité. Alinhamento, segundo a direção N5°W, de blocos de anfibolito que se estendem por cerca de 2 km, com uma largura média de 5 metros. Essa rocha contém amianto cujas fibras apresentam comumente hábito radial.

A análise do amianto por difração de Raios-X nos

trou a existência das séries antofilita-gedrita e tremolita - actinolita em proporções aproximadamente iguais.

A composição percentual desse amianto, reproduzida através de análise química é a seguinte:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
57,3	28,0	0,9	0,7	0,1	0,2	3,6	2,0	0,09	92,9

A ocorrência do sítio Lagoinha (nº 16) está a 13 km ao norte da cidade de Itapipoca. Rocha asbestiforme contendo diversos veios de amianto, com espessura variável de 2 cm a 10 cm. As fibras são longas, quebradiças, macias, sedosas e se dispõem perpendicularmente às paredes do veio (cross). A rocha asbestífera tem extensão observada da ordem de 50 metros e largura variando de 2 metros a 3 metros. Essa rocha é silicificada e contém calcedônia.

Duas amostras do amianto analisadas por difração de Raios-X revelaram a predominância da série antofilita-gedrita e em menor percentagem a série tremolita-actinolita. A rocha hospedeira ou matriz do amianto, foi classificada ao microscópio como metabasito, parcialmente silicificado, como mostrado em anexo (amostra 1422-JF-R-14a).

A análise química do amianto revelou a seguinte composição percentual:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Umid.	Total
57,4	27,2	1,5	0,2	0,07	0,06	4,2	3,8	1,5	95,9



A ocorrência da fazenda Arvoredo (nº 17) localiza-se a 28 km a sudeste da cidade de Crateús. Trata-se de uma pequena lente de anfibolito contendo amianto de fibras longas, brilhantes, intercruzadas. A asbestificação é incipiente. A rocha asbestífera analisada por difração de Raios-X identificou os minerais da série tremolita-actinolita como os mais abundantes, mas os minerais da série antofilita-gedrita também ocorrem com muita frequência; o talco está presente em pequena percentagem.

A ocorrência da Fazenda Cachoeirinha de Pai Senhor (nº 18) está a 59,5 km a nordeste da cidade de Tauá. Rocha asbestífera de pequeno porte, com talco associado. O amianto é esbranquiçado, de fibra longa, atingindo até 20 cm de comprimento, friável, quebradiça, desfiando-se como pluma de algodão. O amianto analisado por difração de Raios-X foi caracterizado na série antofilita-gedrita a de maior frequência e pouca quantidade da série tremolita-actinolita.

O resultado da análise química do talco que ocorre associado ao amianto é expresso a seguir, em percentagem:

P.F.	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Total
1,8	58,0	29,2	1,3	3,3	0,2	93,8

Embora a rocha asbestífera esteja encaixada em anfibolito e biotita-anfibólio-gnaisse, próximo da ocorrência aflora um granito cinza, com fenocristais de feldspato branco, muito difundido na área. O estudo micropetrográfico

desse granito está documentado em anexo (amostra 1422-JF-R-24).

A ocorrência da fazenda Talhado (nº 19) está a cerca de 50 km a nordeste da cidade de Tauá. Trata-se de uma pequena lente de rocha asbestífera, com 0,5 metros de espessura, encaixada em clorita-xisto. O amianto tem fibra longa e quebradiça, constituindo-se a variedade antofilita.

A ocorrência do sítio Joazeiro (nº 20) localiza-se a 8 km a noroeste da cidade de Campos Sales. Rocha asbestífera com dimensões aproximadas de 1.000 metros por 200 m, sendo o maior comprimento segundo a orientação E-W. Parece que a rocha hospedeira ou matriz do amianto é um serpentinito. Superficialmente essa rocha tem coloração avermelhada por efeito de intensa oxidação e muito silicificada; além disso, tem aspecto rugoso, leve e bastante porosa. O amianto tem fibra longa, esbranquiçada, macia, sedosa, desfiando-se como pluma de algodão. As fibras são dispostas em atitude perpendicular às paredes dos veios e é frequente a associação com talco. Nos contatos dos veios geralmente ocorre uma concentração de clorita de cor castanha, em palhetas que atingem até três centímetros de diâmetro. A rocha envolvente desse possível corpo ultrabásico é um migmatito com orientação E-W. A análise por difração de Raios-X revelou que o amianto pertence principalmente à série antofilita-gedrita e em menor percentagem à série tremolita-actinolita.

A rocha oxidada e silicificada que ocorre na superfície, foi caracterizada ao microscópio como metabasito si

licificado de acordo com a descrição em anexo (amostra 1422 -JF-R-29c).

A análise química do talco que ocorre associado ao amianto apresentou a seguinte composição percentual:

SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	P.F.	Total
59,9	30,5	3,5	3,4	0,2	1,9	99,4

## 2.8 - SUGESTÕES, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

À luz dos estudos efetuados, não recomendamos qualquer trabalho de pesquisa de amianto no Ceará. Essa afirmação se baseia essencialmente em dois fatos: o amianto das vinte ocorrências levantadas é do tipo antofilítico, de reduzida aceitação no mercado e de baixo valor comercial; geralmente as ocorrências são de pequeno porte.

Existem grandes jazidas de amianto antofilítico no Estado de Alagoas que têm melhores condições de atender ao mercado consumidor em virtude do posicionamento geográfico privilegiado, em relação aos depósitos cearenses.

Foi descoberto há poucos anos atrás a maior jazida de amianto do país, situada no Estado de Goiás. O minério é de excelente qualidade, pois se trata da variedade crisotila, de grande aceitação tanto no mercado interno, como no externo.

Contudo, a indústria de cimento-amianto, a maior consumidora do mineral, poderá interessar-se pelo amianto cearense com o objetivo de adquirir mina cativa, para fabricação de artigos de qualidade inferior, através da mistura de pequena percentagem da variedade antofilítica com a variedade crisotila, mais nobre.

As fibras de antofilita apresentam duas importantes propriedades que superam as outras variedades, quais sejam a elevada resistência ao calor, aos ácidos e às substâncias

cias químicas em geral. Por conseguinte, essa variedade pode ser utilizada na indústria química, principalmente como material filtrante.

3 - GRAFITA

### 3.1 - GENERALIDADES

A grafita é um mineral de cor negra ou cinza aço, dureza 1 a 2, brilho metálico, densidade 2,2, constituído essencialmente de um único elemento, o carbono. Possui importantes propriedades tais como untuosidade, risca o papel com traço preto bem visível, inerte aos ácidos, infusível nas temperaturas máximas de uso industrial, boa condutora de calor e eletricidade, baixo coeficiente de dilatação, resistente ao choque térmico, e sua resistência mecânica é diretamente proporcional à temperatura. Esse material é largamente distribuído na terra, ocorrendo em rochas sedimentares, ígneas e metamórficas.

A grafita artificial, também chamada de manufaturada ou sintética, tem como melhor fonte de matéria prima para a sua obtenção, o coque de petróleo; mas o antracito também é usado para o mesmo fim.

Existem três variedades de grafita natural: lamelar (flake), cristalina (lump) e amorfa. Os três tipos ocorrem no Brasil, porém, os maiores depósitos são da variedade lamelar.

### 3.2 - USOS E APLICAÇÕES

Em virtude das suas diversas propriedades, a grafita tem numerosas aplicações industriais.

A grafita lamelar é a que melhor se presta para a fabricação de materiais refratários, sendo esta sua principal aplicação. Existem dois tipos de refratários: um de gra-fita em mistura com argilas refratárias e o outro de grafita com piche e sílica. Assim são fabricados cadinhos, tubos, barras, tijolos e cimentos refratários, de largo emprego na siderurgia e na indústria metalúrgica em geral.

Quase todos os refratários de alta qualidade são obtidos com a grafita da ilha de Madagascar, em virtude de suas excepcionais propriedades.

A grafita cristalina é usada principalmente nas escovas de geradores e na fabricação de lápis de primeira qualidade. A grafita do Ceilão é a que apresenta as melhores características para estas aplicações. A grafita cristalina também é usada em discos de embreagem, em lonas de freio, na fabricação de lubrificantes, em tintas para pintura de aços, em pilhas elétricas, na fabricação de contatos elétricos, anéis de vedação, buchas, eletrodos para produção de calor em fornos elétricos e outras peças.

As aplicações da grafita amorfa podem ser substituídas pelas variedades lamelar e cristalina, contudo é bastante usada em revestimento de moldes de fundição, em



tintas, na fabricação de lápis baratos e serve também para elevar o teor de carbono dos ferros fundidos e aços.

A grafita artificial pode substituir a natural em quase todos os campos de aplicações, mas o preço do produto sintético é muito superior ao da grafita natural. Outra desvantagem da grafita sintética é que suas propriedades físicas e mecânicas são variáveis, sendo impossível o controle tecnológico para atender a algumas especificações do mercado. Portanto, sob o ponto de vista de controle de qualidade, a grafita natural apresenta vantagens sobre a artificial.

Em virtude do seu alto grau de pureza, a grafita sintética é usada em reatores nucleares como moderador e refletor de neutrons.

### 3.3 - PRODUÇÃO, CONSUMO E PREÇOS

Os maiores produtores mundiais de grafita são Coréia do Sul, Coréia do Norte, Rússia, México, China Continental, Ceilão, Madagascar, Áustria e Alemanha Ocidental.

O Ceilão e Madagascar contribuem com cerca de 20% da produção mundial em peso, porém, em virtude da alta qualidade da grafita das suas jazidas, absorvem 50% do valor total produzido.

O México e a Coréia do Sul produzem grafita amorfa, sendo este último país o maior produtor mundial desta variedade.

O maior produtor de grafita do Brasil é o Estado de Minas Gerais, o qual é atualmente responsável por toda a produção nacional.

A produção do país vem aumentando nos últimos anos de modo a atender a demanda do produto. Em 1969 a produção quase duplicou em relação ao ano anterior e em 1971 foi mais de duas vezes superior a de 1970, conforme mostra o quadro abaixo.

Produção Brasileira de Grafita	
Anos	toneladas
1965 .....	6.673
1966 .....	6.283
1967 .....	7.484
1968 .....	6.784

## Produção Brasileira de Grafita

	toneladas
1969 .....	12.008
1970 .....	11.200
1971 .....	23.709

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM, 1972.

Com o plano de expansão do parque siderúrgico nacional que consiste em quadruplicar a produção de aço até 1980 a demanda de grafita crescerá proporcionalmente, uma vez que a siderurgia é uma das principais fontes consumidoras da quele mineral.

Para atender a vertiginosa evolução do mercado será necessário a ampliação das reservas domésticas.

O consumo aparente de grafita natural e artificial, no período de 1965 a 1971, está expresso no quadro a seguir:

Consumo Aparente de Grafita no Brasil  
em toneladas

ANO	G R A F I T A				
	N A T U R A L			Artificial	Consumo Aparente
	Produção	Importação	Export.	Importação	
1965	6.673	180	5	18	6.866
1966	6.283	126	9	83	6.483
1967	7.484	168	8	79	7.723
1968	6.784	157	-	63	7.004
1969	12.008	113	-	111	12.232
1970	11.200	191	12	20	11.399
1971	23.790	106	-	76	23.891

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM, 1972

A cotação da grafita no mercado internacional varia em função dos três tipos comercializados bem como da procedência.

Segundo dados publicados pelo Minerals Yearbook em 1969 e 1970 e na revista Engineering and Mining Journal, os preços da grafita nos últimos anos apresentaram a evolução registrada no quadro a seguir.

O quadro revela que os preços da grafita amorfa, além de bem mais estáveis, são muito inferiores às cotações das outras duas variedades.

No Brasil, para atender o suprimento das usinas siderúrgicas, a grafita lamelar moída em bruto a 150 mesh até 45% de carbono, está sendo vendida a um preço médio de Cr\$ 160,00 por tonelada, na boca da mina. O produto assim obtido tem por finalidade elevar o teor de carbono dos aços e dos ferros fundidos.

De acordo com dados obtidos na Minebra-Minérios Brasileiros S.A., o preço da grafita lamelar contendo acima de 50% de carbono, colocado em São Paulo, situa-se entre Cr\$ 300,00 e Cr\$ 400,00 por tonelada.

PREÇOS DA GRAFITA NATURAL

ESPECIFICAÇÃO	1968	1969	1970	1971	1972	JAN/1973
	US\$/t	US\$/t	US\$/t	US\$/t	US\$/t	US\$/t
Grafita lamelar e cristalina						
- Ceilão .....	82 a 236	88 a 197	100 a 190	147 a 266	154 a 272	168 a 285
- Alemanha Ocidental..	123 a 672	130 a 700	136 a 856	158 a 942	165 a 969	180 a 1.024
- Madagascar .....	95 a 225	90 a 310	95 a 310	95 a 310	123 a 360	135 a 370
- Noruega .....	99 a 171	75 a 120	85 a 133	92 a 146	99 a 158	100 a 160
Grafita amorfa (80% a 85% de C )						
- México .....	21 a 24	21 a 23	21	23	24	24
- Coreia do Sul .....	20	26	24	24	24	24
- Hong Kong .....	25	26	26	26,50	26,50	-

Fonte: Minerals Yearbook (1969 e 1970) e  
Engineering and Mining Journal (1968 a jan./1973).

No quadro abaixo consta o preço médio das importações brasileiras de grafita no período de 1965 a 1971.

ANOS	Grafita natural C.I.F. US\$/ton.	Grafita artificial C.I.F. US\$/ton.
1965	216,31	659,89
1966	221,08	506,86
1967	257,82	388,91
1968	220,01	556,57
1969	270,88	573,18
1970	279,28	1.999,20
1971	285,64	826,37

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM - 1972.

No quadro exposto, observa-se que o preço da grafita artificial é cerca de três vezes superior ao do produto natural.

### 3.4 - RESERVAS E TEORES

Os maiores depósitos do mundo de grafita lamelar estão situados na ilha de Madagascar. A grafita se apresenta sob a forma de grandes lamelas; o minério tem teor de carbono fixo muito elevado e ocorre em xistos e gnaisses altamente metamorfisados.

No Ceilão estão localizadas as maiores reservas da variedade cristalina, as quais estão sendo lavradas a mais de cem anos. O teor do minério varia de 60% a 97% de grafita e por simples catação pode-se obter concentração superior a 90% de grafita.

As maiores reservas mundiais de grafita amorfa estão na Coréia do Sul e no México. O minério, muito homogêneo, ocorre de modo semelhante ao carvão mineral e contém em média 80% de carbono.

No Brasil existem numerosas ocorrências de grafita, porém, grande número delas tem volume reduzido e outras não foram pesquisadas.

Sob o ponto de vista de reservas, o país é considerado pelos órgãos oficiais como carente ou deficiente em grafita.

As maiores reservas do país estão localizadas no município de Itapecerica, em Minas Gerais. Esses depósitos são responsáveis por quase 100% da produção nacional e são

operados pela Companhia Nacional de Grafite Ltda. O minério é de baixo teor, contendo entre 20% e 30% de grafita do tipo lamelar e ocorre no gnaisse regional.

No quadro a seguir, estão as reservas dos principais depósitos de grafita do país.

R E S E R V A S

Município	Reserva Medida(ton)	Reserva Indic.(ton)	Reserva Infer.(ton)	Total Reser(ton)
Itapecerica-Minas Gerais	298.075	150.000	160.000	608.075
Jequitinhonha-Minas Gerais	2.623	-	-	2.623
Francisco Oliveira-M.Gerais	14.030	14.030	30.360	58.420
Pedra Azul - Minas Gerais	-	-	2.000,000	2.000.000
Linhares-ES	-	30.000	-	30.000
TOTAL	314.728	194.030	2.190.360	2.699.118

Fonte: D.N.P.M. - Divisão de Economia Mineral, 1972.



### 3.5 - EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO

As exportações brasileiras de grafita são muito reduzidas, (vide quadro na página 57).

As importações de grafita natural e artificial são também reduzidas, conforme ilustra o quadro a seguir.

Mas, o país importa quantidades consideráveis de peças elaboradas de grafita, tais como cadinhos, eletrodos, escovas para baterias e outras, as quais representam valores ponderáveis. Das peças elaboradas de grafita, os eletrodos são os que mais incidem na pauta das importações, tanto em quantidade como em valor. As importações desses produtos correspondem a cerca de 60% do valor total dos artigos de grafita importados.

Atualmente, com a implantação da fábrica de eletrodos de grafita na Bahia, a primeira da América Latina, a qual teve início operacional em 1971, a evasão de divisas para aquisição desse produto tem diminuído bastante.

#### IMPORTAÇÃO BRASILEIRA DE GRAFITA

ANO	Grafita natural		Grafita artificial		Peças ou art.graf	
	ton	US\$ C.I.F.	ton	US\$ C.I.F.	ton	US\$ C.I.F.
1965	180,3	38.935	18,4	11.878	6.881,0	4.209.356
1966	125,7	27.856	83,5	42.576	9.273,9	5.628.950
1967	167,6	43.314	78,6	30.724	6.655,8	4.427.060
1968	156,8	34.541	62,7	35.064	10.665,2	6.414.902
1969	113,0	30.610	110,7	63.623	10.451,8	6.524.138
1970	190,8	53.342	19,8	39.984	7.489,9	5.501.798
1971	106,0	30.278	75,9	62.804	-	-

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972

### 3.6 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A LAVRA, TEOR E BENEFICIAMENTO

Para minérios de baixo teor, entre 10% e 30% de grafita, a lavra deve ser a céu aberto, em grande escala, e a viabilidade econômica da mesma é, principalmente, função das reservas.

Segundo Szundy (1971), os depósitos de baixa concentração devem conter no mínimo 50.000 toneladas de grafita, para permitir uma lavra rentável.

Atualmente, o teor do minério dos tipos lamelar e cristalino não tem grande importância, posto que os mais ricos depósitos com 60% de teor de carbono, têm que ser submetidos a beneficiamento. Um minério com 10% a 15% de carbono, após a primeira etapa de concentração mecânica terá 60%.

O minério de grafita do tipo amorfo deve conter um teor mínimo de 80% de carbono, sem o qual torna-se economicamente inviável.

Segundo o I Anuário Mineral Brasileiro, editado pelo D.N.P.M., as jazidas de Minas Gerais têm teor médio de 16% a 18% de carbono e as do Espírito Santo possuem 45% de carbono.

Para as suas numerosas aplicações industriais, os minérios de grafita têm que sofrer tratamento adequado para eliminar as impurezas que geralmente são quartzo, feldspato

e micas ou seus produtos de alteração. Esse tratamento consiste essencialmente de várias etapas de moagem seguidas de flutuação. Graças ao seu baixo peso específico, a grafita flutua com facilidade, e através do beneficiamento mecânico por flutuação obtém-se um produto final com até 95% de carbono. Por meio de processos químicos e eletroquímicos subsequentes pode-se obter concentrados de grafita com teor de até 99,9% de carbono.

Ensaio de beneficiamento da grafita da fazenda Vazante (nº 22) e da fazenda Socego (nº 27) foram efetuados no Laboratório de Beneficiamento de Minérios da SUDENE por técnicos desse órgão e da Escola de Química da Universidade Federal de Pernambuco. Através de britagem, moagem, peneiramento e flutuação a 28 mesh, concluíram ser tecnicamente viável o processamento do minério, obtendo-se concentrados com teor comercial, superior a 80% de carbono fixo.

### 1.7 - DEPÓSITOS ESTUDADOS

No Estado do Ceará existem diversas ocorrências de grafita do tipo lamelar. Foram efetuados estudos preliminares em dez ocorrências, cujos resultados serão apresentados a seguir.

Esses depósitos ocorrem disseminados e sob a forma de vênulas no gnaisse, localmente com caráter xistoso, inclusos no migmatito regional. O modo de ocorrência é semelhante ao das jazidas de Minas Gerais.

A grafita é untuosa, de cor negra a cinza aço, com palhetas que variam de um milímetro de diâmetro a vários centímetros. As palhetas se dispõem sempre paralelas à foliação das encaixantes, as quais, via de regra, mostram-se superficialmente alteradas. Os minerais de ganga do minério são quartzo, feldspatos e micas. Esses dois últimos minerais mostram-se alterados. Os feldspatos estão parcialmente caulinizados. O teor de carbono é muito variável, existindo zonas de maior concentração de grafita.

Geralmente os depósitos são de baixo teor de grafita, variando de 10% a 40% de carbono fixo; mas alguns depósitos ocorrem em grande área, evidenciando considerável volume de minério.

A hipótese mais provável sobre a origem desses depósitos é que tenham sido formados pelo metamorfismo regio

nal de sedimentos pelíticos, originalmente ricos em matéria orgânica.

Os depósitos estudados nunca foram lavrados, mas em alguns foram efetuados pequenas trincheiras, com caráter de reconhecimento. Dentro da área representada pelo mapa geológico da região de Solonópole (mapa 3, anexo), existem dez pedidos de pesquisa. Desses, nove foram requeridos pela Minord-Empresa Nordestina de Mineração Ltda.

A distribuição das ocorrências estudadas, por município, é a seguinte:

<u>Ocorrência</u>	<u>Distrito</u>	<u>Município</u>
Sítio Forrinho	-	Acopiara
Fazenda Vazante	Ibicuã	Piquet Carneiro
Sítio Aurora	Tataira	Solonópole
Sítio Pelo Sinal	-	Solonópole
Fazenda Algodão	-	Solonópole
Fazenda Algodão	-	Solonópole
Fazenda Socego	-	Nova Russas
Fazenda Caiçara	Caio Prado	Itapiuna
Sítio Cachoeira	Ubiraçu	Canindé
Fazenda Riacho das Lages	-	Aracoiaba

A localização dessas ocorrências, numeradas de 21 a 30, podem ser observadas no mapa nº 1, na escala de 1:500.000

Esses depósitos se caracterizam pelo fato de a rocha matriz ou hospedeira da grafita ser idêntica a da encaixante, com a única diferença de não conter impregnação de grafita ou com esta em tão pequena quantidade que o trecho local deixa de ter importância econômica. A transição da rocha hospedeira da grafita para a encaixante é gradativa e sua delimitação só pode ser realizada através de análises químicas.

Das ocorrências estudadas, a que revelou teor mais alto foi a do Sítio Cachoeira, no município de Canindé, com teores de até 37% de carbono fixo. Por falta de fotografia aérea não foi feito o mapeamento geológico desse depósito.

### 3.7.1 - Região de Solonópole

A maior área de ocorrência de grafita do Estado está situada na região de Solonópole; nela existem diversos depósitos, dos quais cinco foram objeto de cadastramento e estudo preliminar. No mapa nº 3 anexo, apresentamos a delimitação dessa área, bem como o condicionamento geológico dos depósitos. A área mede cerca de 2.250 km<sup>2</sup>, inclui três folhas de 15' de lado, com as seguintes coordenadas geográficas:

1) 39°00' - 39°15'

5°30' - 5°45'

2) 39°00' - 39°15'

5°45' - 6°00'

3) 39°15' - 39°30'

5°45' - 6°00'

A partir de Fortaleza, o acesso a área é feito através de rodovia asfaltada até a cidade de Senador Pompeu por um percurso de 295 km, passando pelas cidades de Quixadá e Quixeramobim.

As principais cidades dentro da área são Solonópole e Piquet Carneiro. A distância Senador Pompeu-Solonópole é de 55 km por estrada não pavimentada, sendo esta a principal rodovia dentro da área em estudo. A estrada de ferro da Rede de Viação Cearense (R.V.C.) corta a área no seu extremo oeste, na direção norte-sul, passando pela cidade de Piquet Carneiro. O clima da região é semi-árido do tipo Bsh, conforme a classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica é muito baixa, variando de 400 mm a 1.200 mm anuais. Os recursos hídricos da área são muito limitados, pois os riachos são intermitentes e permanecem secos durante a maior parte do ano. O rio mais importante é o Banabuiú que passa no extremo noroeste da área. Existem numerosos açudes, mas todos são muito pequenos e a maior parte secam durante o verão; o maior deles é o açude Codiá. O solo geralmente é arenoso-argiloso, desnudo e pouco espesso, atingindo no máximo 1 metro de possança. A vegetação é do tipo caatinga, rala, arbustiva e de pequeno porte.

A área é constituída quase que totalmente por metamorfitos, pertencentes ao Precambriano indiviso, compreendendo ectinitos e migmatitos. Esses últimos abrangem cerca de 90% da área (vide mapa nº 3, anexo).

Os migmatitos são do tipo homogêneo e heterogêneo, incluindo faixas de largura variável de biotita-gnaisses, muscovita-biotita-xisto e quartzitos. Os gnaisses e os xistos são as rochas matrizes ou hospedeiras da grafita dessa região.

Corpos de muscovita-biotita-granito, incluindo fácies hornblenda-granito, ocorrem na parte norte e sul da área e neles não foram observadas mineralizações grafitosas.

Na extremidade centro-norte do mapa, está situada a unidade mais recente da área; consta de diques de diabásio, datados do Terciário, os quais têm direção nordeste e extensão total da ordem de 20 km.

A direção geral das rochas é aproximadamente norte-sul e a intensidade do mergulho da foliação varia de  $20^{\circ}$  a vertical. Foram mapeadas duas dobras, um sinclinal que passa a leste do Distrito de Milhã e um anticlinal ao sul da cidade de Solonópole. As falhas são extensas, de direção geral NNE-SSW, e duas delas limitam corpos graníticos, separando-os dos migmatitos. O fraturamento é intenso e representado por três sistemas, um paralelo a foliação regional, ou seja, norte-sul; o segundo de direção NE-SW e o terceiro com orientação NW-SE.

O modo de ocorrência da grafita é semelhante ao anteriormente descrito no início desse capítulo. São faixas de gnaisses e xisto contendo grafita disseminada e sob a forma de vênulas, paralelas à foliação das encaixantes.



A faixa grafitosa dessa região tem uma extensão total de 37 km e largura variável; ao norte tem cerca de 10 km de largura, enquanto que ao sul, próximo dos distritos de Ibicuã e Tataira, tem uma largura de 40 km.

O teor de grafita dentro da faixa é muito variável tanto no sentido longitudinal como lateralmente, existindo zonas de maior concentração que chegam a atingir 30% de carbono fixo.

Como existem mapas geológico e topográfico na escala de 1:100.000 dessa região e considerando-se que as condições climáticas, topográficas e de vegetação são favoráveis, seria interessante a aplicação dos métodos geofísicos de resistividade e potencial espontâneo para o selecionamento das áreas mais promissoras para pesquisa.

O condicionamento geológico-estrutural das ocorrências de grafita da fazenda Algodão (n<sup>os</sup> 25 e 26), é apresentado no mapa n<sup>o</sup> 4. Nessa área as estruturas têm direção geral norte-sul, marcadas pela foliação dos gnaisses bandeados que constituem a litologia predominante. Os gnaisses mostram uma fácies grafitosa, ligeiramente encurvada, tendo ao norte 1 km de largura, mas ao sul se alarga para 3 km. A grafita ocorre disseminada em cristais milimétricos e também sob a forma de veios interfoliados no gnaisse. Essa faixa inclui corpos alongados, segundo a foliação, de rocha de aspecto granítico, provavelmente formados por evolução metamórfica, a qual por diferenciação tornou aqueles corpos mais homogêneos.

As cinco ocorrências estudadas nessa área serão descritas a seguir.

A ocorrência da fazenda Vazante (nº 22) está a 27 km a sudeste da cidade de Piquet Carneiro, por estrada carroçável margeando a linha férrea da Rede de Viação Cearense até o Distrito de Ibicuã. São vênulas e disseminações de grafita em rocha xistosa, rica em biotita, superficialmente decomposta (foto 4). A grafita é do tipo lamelar, placosa, estando associada a biotita, feldspato e quartzo. A concentração de grafita parece ser baixa, inferior a 10%. Essa faixa tem 1 metro de espessura e extensão visível de 20 metros, segundo a direção da encaixante  $N30^{\circ}E/35^{\circ}NW$ . Há possibilidade da faixa grafitosa ter uma extensão muito maior, pois foram observados indícios do mineral a 2 km do local acima descrito. A litologia regional é representada por biotita-gnaiss cuja atitude geral da foliação é  $N20^{\circ}W/40^{\circ}NE$ . Essa rocha mostra-se dobrada e fraturada e contém veios de pegmatito concordantes e discordantes à foliação gnaissíca.

Amostras do minério coletadas por técnicos da SUDENE e analisadas no laboratório do referido órgão, acusaram a seguinte composição química:

Carbono fixo %	Cinzas %	Matéria Volátil %	Umidade %	Total %
40,6	56,9	2,2	0,3	100

A ocorrência do sítio Aurora ou Cacimbinha (Nº23) situa-se a 8 km SSE do Distrito de Betânia, no município

de Solonópole. Dois horizontes grafitosos, separados por uma distância de 30 metros, encaixados em gnaisse superficialmente alterado, cujo feldspato está parcialmente caulinizado. Os horizontes são paralelos, concordantes com a encaixante, cuja atitude é NS/60°E. (vide corte geológico anexo). Dispõem-se sob a forma de vênulas e disseminação com potência variando de 1,5 m a 10 m. As faixas grafitosas se estendem por mais de 1.400 m, segundo a direção. Veios de pegmatito quartzo - feldspático estão intercalados às vênulas de grafito. A mineralização é irregular, exibindo zonas de maior concentração que chegam a atingir 30% de grafita (foto 5).

Circundando, pelo menos em parte, as faixas grafitosas e o gnaisse encaixante, ocorre um granito cinza, com biotita, granulação média, muito duro, desagregando-se em escamas conchoidais.

A análise química quantitativa de uma amostra coletada ao acaso na faixa grafitosa revelou os seguintes resultados:

Carbono fixo	Cinzas	Matéria Volátil	Umidade	Total
20,0%	76,3%	2,6%	1,1%	100%

As observações de campo e o resultado analítico evidenciam a importância econômica deste depósito; os teores de grafita estimados no campo estão dentro do limite de economicidade. Faz-se necessário, portanto, uma pesquisa para comprovar o volume de minério e a continuidade dos teores significativos.

A ocorrência do sítio Pelo Sinal (nº 24) está a 9 km sudeste do povoado de Assunção por estrada carroçável. Consiste de vênulas e disseminações de grafita lamelar, formando zonas de concentração variável, contidas em gnaisse alterado. A faixa grafitosa tem 40 metros de largura e extensão superior a 100 metros; as impurezas principais são micas, quartzo e feldspato, sendo este último mais abundante. Essa ocorrência constitui o prolongamento lateral, ou melhor para leste daquela do sítio Aurora, porém, com teor mais baixo de grafita. O gnaisse encaixante tem orientação geral  $N20^{\circ}E/65^{\circ}SE$ , é muito feldspatizado e apresenta também quartzo e micas.

A ocorrência da fazenda Algodão (nº 25) situa-se no corte da estrada que liga a cidade de Solonópole a de Senador Pompeu e dista 8 km a oeste daquela cidade. Duas faixas grafitosas com largura superior a 2 km, intercaladas em gnaisse e xistos do complexo migmatítico. A foto 6 mostra um veio de grafita no corte da estrada entre as cidades de Solonópole e Milhã. A grafita ocorre disseminada e sob a forma de vênulas com potência variando de 2 cm a 20 cm. A extensão é desconhecida, mas presume-se que seja superior a 20 km, correlacionando-se com os depósitos existentes ao sul. Mas, existem evidências de que tais faixas são descontínuas, tanto no sentido lateral, como no longitudinal, uma vez que ocorrem zonas desprovidas do mineral útil. As encaixantes têm atitude que varia de  $N10^{\circ}W$  a  $N20^{\circ}E$  e mergulho de  $70^{\circ}SW$  a  $55^{\circ}NW$ . Os ectinitos acima mencionados mostram-se dobrados e fraturados e são cortados por veios e corpos de granito róseo (vide corte geológico e mapa nº4, anexos).

A análise química quantitativa de uma amostra coletada ao acaso indicou os seguintes valores percentuais:

Carbono Fixo	Cinzas	Matéria Volátil	Umidade	Total
11,9	85,1	2,2	0,8	100

A ocorrência da fazenda Algodão (nº 26) representa a continuidade lateral daquela descrita anteriormente (nº 25) e está situada a 1 km a oeste, noutra corte da estrada Solonópole-Senador Pompeu. Nas zonas mineralizadas estimamos um teor variável de 5% a 15% de grafita. A faixa de gnaiss grafitoso, contendo enclaves graníticos, é ligeiramente arqueada, com orientação geral N-S (vide mapa nº 4).

### 3.7.2 - Outras Ocorrências

As cinco ocorrências estudadas nos demais municípios serão descritas a seguir.

A ocorrência do sítio Forrinho (nº 21) está a sul de Acopiara; a partir dessa cidade, após percorrer 9 km pela rodovia asfaltada para Iguatu, toma-se estrada carroçável a direita percorrendo-se mais 4,8 km até o local da zona grafitosa. Trata-se de um grafitito de cor negra, foliado, dispondo-se em blocos placosos, contendo vênulas de quartzo interfoliadas. A faixa grafitosa tem cerca de 20 metros de largura e cerca de 400 metros de extensão. Em contato com essa faixa ocorre uma rocha melanocrática contendo magnetita, classificada como hornblendito.

Essa rocha é muito fraturada e se apresenta como blocos e matacões, em parte subarredondados, abrangendo uma área de 400 metros por 80 metros. A encaixante regional é um gnaisse migmatítico, cuja foliação recurvada e deformada, tem orientação geral  $N60^{\circ}E/55^{\circ}SE$ .

A análise química de uma amostra da zona grafito sa mostrou os seguintes valores percentuais:

Carbono Fixo	Cinzas	Matéria Volátil	Umidade	Total
9,7	89,4	0,7	0,2	100

O conteúdo de  $FeO$  e  $Fe_2O_3$  na amostra foi de 2,4% e 1,6, respectivamente.

O resultado da análise petrográfica de uma amostra da rocha básica que faz contato com o grafitito revelou tratar-se de hornblendito (vide ficha anexa, amostra JF-R - 9b).

A ocorrência da fazenda Socego (nº 27) situa-se a 1,7km a sudoeste da cidade de Nova Russas pela estrada carroçável para o Distrito de Ararendá. Uma faixa de gnaisse grafitoso com largura variável de 2 metros a 6 metros, extensão mínima de 50 metros e atitude  $N15^{\circ}E/30^{\circ}NW$ . A grafita do tipo lamelar ocorre disseminada e sob a forma de vênulas dispostas concordantemente com a foliação da rocha hospedeira. No contato superior do gnaisse grafitoso ocorre um horizonte de calcário cristalino com cerca de 20 metros de largura. A litologia regional é representada por gnaises contendo veios de quartzo e pegmatito quartzo-feldspático

co. Na cidade de Nova Russas aflora um granito porfiróide com alta percentagem de fenocristais de feldspato branco, apresentando ainda quartzo e biotita, em menores quantidades.

A análise de amostras coletadas por técnicos do Projeto Ceará (1) e da SUDENE (2), revelou a seguinte composição química:

	Carbono Fixo	Cinzas	Matéria Volátil,	Umidade	Total
	%	%	%	%	%
1	9,7	87,3	2,3	0,7	100
2(*)	14,4	80,7	2,9	2,0	100

(\*) Análise química efetuada no laboratório da SUDENE.

A amostra 1 apresentou teores de óxidos férrico e ferroso baixo, inferiores a 0,16%.

A ocorrência da fazenda Caiçara (nº 28) está a 22 km a sudoeste da cidade de Itapiuna por estrada carroçável. As dimensões da área de ocorrência não foram determinadas em virtude da cobertura de solo. A concentração de grafita num pequeno poço foi estimada em 30%. A rocha hospedeira ou matriz é um biotita-gnaiss alterado, decomposto. A grafita ocorre disseminada e em delgados leitões concordantes com a foliação da hospedeira. A litologia regional é representada por gnaiss migmatítico com orientação geral E-W e mergulho de 60°N.

Os resultados da análise química de uma amostra representativa coletada no pequeno poço aberto, é apresentada a seguir.

Carbono Fixo	Cinzas	Matéria Volátil	Umidade	Total
29,4%	63,2%	4,6%	2,8%	100%

Os teores de óxido férrico e ferroso foram de 0,3% e 2,6%, respectivamente.

A ocorrência do sítio Cachoeira (nº 29) está situada a 37 km a oeste da cidade de Canindé, por estrada carroçável que passa pelo povoado de Santana do Cal. A grafita é do tipo lamelar, e ocorre na meia encosta do serrote da Mina, tendo sido observada numa área de 300 m por 200 m. Superficialmente, o minério é mole, decomposto, exibindo leitões interfoliados que se destacam em escamas de grafita quase pura. A área de ocorrência parece ser grande e a concentração de grafita é elevada, estimando-se valores de até 50%.

A área é objeto de pesquisa, cujo alvará pertence a JOEMA - Indústria, Comércio e Exportação Ltda; técnicos dessa empresa efetuaram cinco escavações no local, com caráter prospectivo.

A rocha hospedeira da grafita é um biotita e muscovita-quartzo-gnaiss muito alterado na superfície. A litologia regional tem atitude  $N10^{\circ}W/80^{\circ}NE$  e consta de um biotita-gnaiss migmatizado com numerosos leitões de quartzo e feldspato branco.

Foram coletadas três amostras em trincheiras diferentes e os resultados analíticos das mesmas são expres



sos a seguir.

Amostra	Carbono Fixo %	Cinzas %	Matéria Volátil %	Umid. %	Total %
JF-61	37,2	60,0	2,0	0,8	100,0
JF-62	32,3	65,3	1,8	0,6	100,0
JF-63	30,9	65,0	3,1	1,0	100,0

As percentagens de óxido férrico e ferroso em cada amostra foram as seguintes:

	$Fe_2O_3$	FeO
JF-61	1,0	2,3
JF-62	1,3	2,1
JF-63	1,0	2,2

A ocorrência da fazenda Riacho das Lages (nº 30) está a 19 km no rumo sudeste da cidade de Aracoiaba, próximo do povoado Pedra Branca, por estrada carroçável. Trata-se de um xisto grafitoso com locais de alta concentração, estimados com até 80% de grafita, constituindo lentes concordantes com a foliação da hospedeira. A litologia regional é representada por um biotita-gnaiss migmatítico com direção N40°W e mergulho vertical a sub-vertical.

Essa área foi objeto de alvará de pesquisa em nome da firma Indústria e Comércio Nordestina de Minérios Ltda., mas atualmente os trabalhos estão abandonados e acreditamos que a área esteja livre.

A análise química de uma amostra coletada dentro de uma antiga escavação revelou os seguintes resultados per-

centuais:

Carbono Fixo	Cinzas	Matéria Volátil	Umidade	Total
27,6	64,5	4,0	3,9	100,0

Uma amostra de rocha grafitosa do município de Aracoiaba foi analisada e processada em laboratório por Trajano (1945). A análise química indicou um teor de carbono fixo de 42,85%, o conteúdo de 54,68% de cinzas e 2,47% de perda ao fogo. A concentração efetuada em célula unitária de flutuação evidenciou a possibilidade de obtenção de concentrados finais de grafita com teores acima de 90% de carbono fixo.

### 3.8 - SUGESTÕES, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os depósitos estudados foram requeridos para pesquisa, pelo menos a maior parte, mas os trabalhos exploratórios ainda não foram desenvolvidos, salvo alguns poços ou trincheiras isoladas com caráter de prospecção.

O teor de grafita dos depósitos é muito variável, geralmente oscilando de 10% a 30%, mas em alguns casos as estimativas atingem 50%. Quanto ao teor e modo de ocorrência, os depósitos estudados se assemelham com as principais jazidas do país.

A região de Solonópole se constitui, pela sua dimensão, a área mais importante para o desenvolvimento de prospecção e pesquisa de grafita. Dentro dessa área existe mais de uma dezena de ocorrências, das quais cinco foram objeto de estudos geológico-econômicos preliminares.

Para esta área composta por 3 folhas de 15' de lado (vide mapa nº 3), propomos campanhas prospectivas mediante aplicação dos métodos geofísicos de resistividade e potencial espontâneo, objetivando a localização de faixas mais promissoras para futuros trabalhos de detalhamento. Tais métodos têm sido aplicados com grande sucesso, em diversos países, com essa finalidade. Vale ressaltar a disponibilidade de mapas geológico e topográfico na escala de 1:100.000 cobrindo a referida área.

Pelos teores apresentados, as ocorrências da fazenda Caiçara (nº 28) e do sítio Cachoeira (nº 29) devem ser estudadas de modo minucioso para permitir a avaliação do volume de minério e a persistência dos valores em grafita. Em primeiro lugar, para a determinação da magnitude dessas áreas e o conteúdo de grafita das mesmas, sugerimos a abertura de poços de pesquisa ou trincheiras bem distribuídas, a partir dos pontos de afloramento estudados. Em cada poço ou trincheira deverá ser coletada uma amostra representativa do minério para ser submetida a análise química quantitativa, como solicitado para cada ocorrência descrita no texto.

Acreditamos que estudos pormenorizados e bem orientados nessas três áreas, poderão revelar um novo distrito grafítico no país.

A grafita é considerada como um dos minerais prioritários para o desenvolvimento industrial do país e por conseguinte, pelo menos os principais depósitos existentes no Ceará devem ser devidamente pesquisados por técnicos habilitados. O estudo detalhado e criterioso dessas ocorrências torna-se mais imperativo em virtude das reservas nacionais conhecidas serem deficientes para atender a crescente demanda.

A grafita é uma das matérias primas usadas na indústria siderúrgica, e como tal seu consumo deverá crescer consideravelmente, de modo proporcional, nos próximos anos, para atender ao plano de expansão do parque siderúrgico

nacional o qual prevê a quadruplicação da produção de aço até 1980.

O Estado do Ceará poderá tornar-se o principal fornecedor de grafita para a futura usina siderúrgica de Itaqui, no Maranhão, a qual consumirá grande quantidade dessa matéria prima.

4 - MAGNESITA

#### 4.1 - GENERALIDADES

A magnesita é um mineral infusível, de densidade relativamente elevada (3,0 a 3,2), quimicamente constituído por carbonato de magnésio, cuja fórmula química é  $MgCO_3$ .

A magnesita é de distribuição mais restrita do que a dolomita, um carbonato de cálcio e magnésio.

Os depósitos de magnesita se originam da substituição quase completa do cálcio de um calcário original, pelo magnésio passando por uma fase intermediária em que se forma a dolomita.

Jazidas de magnesita podem ocorrer em rochas sedimentares, ígneas e metamórficas. Mas, no Brasil os jazimentos existem apenas nessa última classe de rochas.

#### 4.2 - USOS E APLICAÇÕES

A magnesita constitui a principal matéria prima para a fabricação de refratários, usados em fornos resistentes a altas temperaturas, como fornos siderúrgicos e outros. Também é a fonte de magnésia,  $Mg(OH)_2$ , para a fabricação de produtos químicos industriais.

O magnésio, um dos metais de menor densidade e de uso comum em estruturas leves; é em grande parte extraído das salmouras e da água do mar. O Brasil ainda não produz magnésio metálico e o mercado interno é suprido através de crescentes importações.

Para utilização industrial a magnesita pode ser calcinada em duas faixas de temperaturas diferentes, originando produtos com características e aplicações diversas:

a) A magnesita calcinada a temperaturas entre  $700^{\circ}C$  e  $1.000^{\circ}C$  transforma-se em óxido de magnésio,  $MgO$ , o qual contém pequena quantidade de gás carbônico,  $CO_2$ , e se recarbonata ao contato com o ar atmosférico. Essa magnesita calcinada ou cáustica pode ser empregada na fabricação de cimento Sorel (oxicloreto de magnésio), em produtos químicos e farmacêuticos, em refinarias de petróleo, como fertilizantes, no refino de açúcar e em rações balanceadas.

b) A magnesita calcinada a temperaturas superiores a  $1.600^{\circ}C$  ocasiona a eliminação total do gás carbônico, dando origem a um produto inerte, o qual é denominado de magnesita calcinada à morte ou sinter de magnesita. A magnesita



sinterizada é usada quase que exclusivamente para a fabricação de refratários.

#### 4.3 - PRODUÇÃO, PREÇOS E CONSUMO

A Bahia e o Ceará ocupam o primeiro e o segundo lugares na produção nacional de magnesita, respectivamente. Com base nos dados do DNPM, apresentamos a produção por Estado, no ano de 1971.

##### PRODUÇÃO - 1971

	toneladas	Quantidade transacionada (ton)	Valor Cr\$
Ceará	10.427	6.837	682.380
Bahia	222.615	217.527	7.013.796
Total	233.042	224.364	7.696.176

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972

A Bahia responde por 95% da produção nacional. A participação do Ceará é irrisória, em que pese as enormes reservas existentes em seu subsolo.

O quadro abaixo mostra a produção brasileira de magnesita, no período de 1960 a 1971, a partir de dados coligidos do DNPM.

PRODUÇÃO NACIONAL	
	toneladas
1960	63.970
1961	75.020
1962	83.782
1963	86.839
1964	75.977
1965	124.014
1966	129.789
1967	109.296

## PRODUÇÃO NACIONAL

toneladas

1968	140.859
1969	174.393
1970	216.402
1971	233.042

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

Como se observa no quadro acima, a produção vem crescendo de ano a ano, de maneira surpreendente, e, com a expansão do parque siderúrgico nacional que se encontra em andamento, e das fábricas de cimento, essa produção deverá ser duplicada dentro de poucos anos.

No mercado mundial, os produtos comercializáveis de magnésio e os seus preços médios em 1968, foram os seguintes:

## PRODUTOS COMERCIALIZÁVEIS - 1968

Produto	Especificação	Preço F.O.B.
Magnesita	86-90% $MgCO_3$	US\$/t. 12-15
Magnesita calcinada	92-98% MgO	US\$/t. 45
Magnesita calcinada a morte(sinterizada)	+ 99% MgO	US\$/t. 65-70
Dolomita calcinada a morte	-	US\$/t. 17,25
Magnésio metálico	-	32,25.cents/li bra

Observe-se a grande diferença de preço entre a magnesita e a dolomita que também é usada como refratário básico.

A cotação da magnesita sinterizada é bem maior do que a da magnesita calcinada.

O consumo nacional de produtos oriundos da magnesita no ano de 1969 foi da ordem de 220.000 toneladas, com a seguinte distribuição setorial:

Siderurgia	78,7%
Indústria de cimento	10,0%
Indústria de vidro	2,2%
Outros	9,1%

Fonte: Andrade, 1972.

Em 1970, o consumo de magnesita sinterizada ou calcinada a morte nos Estados Unidos foi de 801.762 toneladas, e o consumo de magnesita cáustica ou calcinada elevou-se a 197.899 toneladas. A distribuição setorial do consumo de magnesita calcinada ou cáustica foi a seguinte:

Indústria química	13%
Fertilizante	7%
Isolante (85% MgO)	1%
Cimento(oxicloreto e oxissulfato de magnésio)	10%
Polpa e enchimento de papel	8%
Rayon	4%
Borracha	7%
Outras: Elétrica, medicina, cerâmica, vidro, açúcar, tratamento de água, etc.	50%

Fonte: Minerals Yearbook, 1970.

#### 4.4 - RESERVAS

O Brasil possui magnesita em abundância e suas reservas se encontram na Bahia que detém o primeiro lugar, e no Ceará em segundo lugar.

Segundo dados fornecidos pelo DNPM, apresentamos a seguir o quadro das reservas nacionais de magnesita dos dois Estados produtores.

	RESERVAS			
	Toneladas			
	Medida	Indicada	Inferida	Teor
Ceará	32.324.000	61.851.000	167.594.000	44-46%MgO
Bahia	79.089.000	128.180.000	123.506.000	45-47%MgO
Total	111.413.000	190.031.000	291.100.000	

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

Uma pesquisa complementar efetuada a partir de 1968 nas três jazidas da Magnesita S/A no Ceará, revelou reservas muito superiores àquelas apontadas pelo DNPM, as quais envolvem todos os depósitos conhecidos.

A reavaliação da faixa magnesífera do Estado do Ceará, utilizando-se dados mais atualizados, provavelmente revelará reservas globais superiores a 300.000.000 de toneladas. Uma pesquisa adicional nas demais minas e áreas de ocorrência da faixa magnesífera, semelhante à que foi empreendida pela Magnesita S/A, oferecerá os subsídios para a reavaliação desse importante jazimento.

#### 4.5 - COMÉRCIO EXTERIOR

O Brasil exporta magnesita sob duas formas: magnesita sinterizada e magnesita cáustica. Porém, o sinter magnesiano responde por mais de 90% das exportações.

A Magnesita S/A é a única firma exportadora de produtos oriundos de magnesita.

#### EXPORTAÇÃO BRASILEIRA DE MAGNESITA (1)

Ano	Quantidade ton.	Valor F.O.B. US\$	Valor Unitário US\$/ton.
1966	4.653	218.680	47,06
1967	4.700	204.819	43,61
1968	4.578	196.494	42,81
1969	10.945	429.806	39,28
1970	17.513	888.649	50,74
1971	40.595	2.412.021	59,42

(1) Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972

Nos últimos anos, as exportações têm aumentado de maneira surpreendente e a previsão para 1973 assume valores da ordem de 4 milhões de dólares.

O Brasil importa uma série de compostos de magnésio entre os quais se destacam o óxido, o sulfato, o cloreto e o carbonato de magnésio.

### Importação Brasileira de Compostos de Magnésio

Anos	Quantidade ton.	Valor US\$ C.I.F.
1969	940,611	239.417
1970	1.082,599	290.446
1971	1.394,152	439.104

### Importação Brasileira de Magnésio Metálico

Anos	Toneladas	Valor US\$ C.I.F.	US\$/ton.
1969	5.217	3.337.000	639,63
1970	6.765	4.553.000	673,02
1971	6.820	4.925.019	722,14

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

A indústria automobilística consome cerca de 90% do magnésio metálico importado, utilizando-o principalmente para a fabricação de blocos dos motores.

#### 4.6 - DEPÓSITOS ESTUDADOS

##### 4.6.1 - Localização

Os depósitos de magnesita do Ceará estão situados na região centro sul do Estado, nos municípios de Iguatu, Orós e Jucás. Distam de 1 km a 10 km das estações ferroviárias locais da Rede de Viação Cearense. Os municípios onde ocorrem os depósitos estão ligados a Fortaleza por estrada de ferro e boas rodovias.

A distribuição dos depósitos por município é a seguinte:

<u>Depósito</u>	<u>Distrito</u>	<u>Município</u>
Mina Grossos	José de Alencar	Iguatu
Mina Riacho Caldeirão	José de Alencar	Iguatu
Mina Riacho Casquilho	José de Alencar	Iguatu
Mina Gangorra	José de Alencar	Iguatu
Mina Pitombeira	José de Alencar	Iguatu
Mina Florianópolis	José de Alencar	Iguatu
Mina Malhada Vermelha	Igaroi	Orós
Mina Cabeça de Negro	Igaroi	Orós
Mina Cedro	-	Orós
Mina Torto	-	Jucás
Mina Riacho Fundo	-	Jucás

Com exceção da mina Cedro, a localização geográfica acima mencionada pode ser observada no mapa nº 1 anexo, na escala de 1:500.000, onde os depósitos estudados, em número de nove, estão locados e numerados de 31 a 39.



O Distrito de José de Alencar está a leste de Iguatu que é a maior e mais importante cidade da região.

A cidade de Jucás está a 39 km por rodovia, a sudoeste de Iguatu. A cidade de Carius, onde termina o ramal ferroviário Iguatu-Carius, situa-se a 4 km sudeste de Jucás.

As distâncias ferroviárias e rodoviárias entre essas cidades e Fortaleza e Recife são as seguintes:

	Quilômetros	
	Ferrovia	Rodovia
Iguatu-Fortaleza	416	389 (1)
José de Alencar-Fortaleza	437	408
José de Alencar-Fortaleza(via Icó BR-116)	-	434
José de Alencar-Recife	677	702
Jucás-Fortaleza	-	428
Carius-Fortaleza	457	-

(1) Via Acopiara (rodovia do Algodão)

As rodovias Iguatu-Fortaleza, Icó-Fortaleza e Icó-Recife são asfaltadas. Presentemente, estão asfaltando a estrada que liga Icó a Iguatu, passando por José de Alencar.

#### 4.6.2 - Depósitos, Minas e Companhias

A faixa magnesífera do Ceará se estende por cer-

ca de 80 km, abrangendo os municípios de Orós, Iguatu e Ju  
cás. Considerando-se a posição geográfica dos depósitos e a  
descontinuidade da faixa, podemos dividi-la em três distri-  
tos mineiros:

a) Distrito de Orós, no município do mesmo nome,  
no extremo nordeste da faixa, sendo representado pelos depó-  
sitos de Cedro, Cabeça de Negro e Malhada Vermelha.

b) Distrito de José de Alencar, no município de  
Iguatu, na porção intermediária da faixa, é o mais importan-  
te, envolvendo as seguintes jazidas: Pitombeiras, Gangorra,  
Riacho Casquilho, Riacho Caldeirão e Grossos.

c) Distrito de Jucás, no município do mesmo nome,  
situado no extremo sudoeste da faixa, englobando as minas  
de Torto e Riacho Fundo.

Atualmente, quatro empresas de mineração detêm  
concessão de lavra de todos os depósitos. As empresas com  
suas respectivas concessões são as seguintes:

Magnesita S/A - Operando as minas Riacho Casqui-  
lho, Riacho Caldeirão e Grossos.

Magnesium do Brasil Ltda. - Titular das conces-  
sões Pitombeiras, Florianópolis, Malhada Vermelha, Cabeça  
de Negro, Cedro e Torto.

Indústria Brasileira de Artigos Refratários S/A-  
IBAR - Mina Gangorra.

Cerâmica de Guarulhos S/A., do grupo José Ermí-  
rio de Moraes - operando a mina Riacho Fundo.

Todas essas firmas têm escritórios na cidade de Iguatu.

A Magnesita S.A. é a maior companhia de mineração de magnesita da América Latina, abastecendo 57% do mercado nacional e é a única firma exportadora de produtos refratários. Tem sede em Montes Claros, Minas Gerais, instalações industriais na Cidade Industrial de Contagem (MG), e em Brumado (Bahia), onde se localiza a mina; existem escritórios em várias capitais do país.

A Magnesium do Brasil Ltda. tem escritório em Fortaleza, de onde a magnesita calcinada é embarcada para o sul do país.

A Cerâmica de Guarulhos S.A. tem sede em São Paulo, capital, na praça Ramos de Azevedo 254, e fábrica em Guarulhos, São Paulo.

A concessão de lavra da mina Gangorra, está sendo negociada com a Cerâmica de Guarulhos S.A.

#### 4.6.3 - Geologia geral

Na região centro sul do Ceará ocorrem rochas sedimentares, ígneas e metamórficas, havendo notável predominância dessas últimas.

A estratigrafia da região é representada por migmatitos heterogêneos, incluindo gnaisses bandeados; granitos, metassedimentos do Grupo Ceará e rochas sedimenta

res da Formação Rio do Peixe, datadas do Cretáceo Inferior (vide mapa nº 5).

Os migmatitos são as rochas dominantes e mais antigas da área, pertencendo ao Pré-cambriano Indiviso. Ao sul têm orientação geral ENE-WSW, mas ao norte as estruturas sofrem forte inflexão, assumindo direção geral norte-sul. Essas estruturas são bem marcadas pela foliação dos gnaisses inclusos e pela orientação das faixas máficas microdobradas dos migmatitos.

O Grupo Ceará forma um pacote de rochas metamórficas mais jovens, de distribuição mais restrita, que sofreram os mesmos esforços tectônicos que afetaram os migmatitos. Esse Grupo é constituído por filitos, sericita-clorita-xistos, biotita-muscovita-xistos, biotita-almandina-xistos, biotita-gnaisses, incluindo quartzo-xisto, quartzito, anfibolito e rochas carbonáticas. Essas últimas constam de calcário cristalino e dolomito incluindo as lentes e bolsões de magnetita, formando um extenso jazimento descontínuo.

As rochas sedimentares formam as bacias de Iguatu e de Lima Campos; esta última mais a leste, na folha de Orós. Do topo à base, a litologia é representada principalmente por margas e arenitos. A bacia de Iguatu é a que apresenta as maiores dimensões, 55 km de comprimento e 20 km na sua maior largura.

A tectônica da área é muito movimentada particularmente no que concerne aos falhamentos, os quais contro-

lam as unidades litológicas desde o Pré-cambriano ao Cretáceo. Existem muitas falhas escalonadas de amplitude regional. A tectônica de ruptura é responsável pela formação de dois blocos estruturais, um orientado segundo ENE-WSW e outro com direção geral norte-sul e NNE-SSW. A faixa magnesífera segue esse controle estrutural. As bacias sedimentares são delimitadas por falhas de gravidade; a de Iguatu forma um sinclinal dissimétrico de eixo NE-SW.

#### 4.6.3 - Geologia das Jazidas

O extenso jazimento de magnesita do Ceará se encontra no vale do rio Jaguaribe, no seu curso médio superior. A extremidade nordeste da faixa mineralizada foi inundada pelas águas do açude Orós.

Os depósitos de magnesita se dispõem sob a forma de lentes e bolsões, de dimensões variáveis, dentro de dolomito e/ou calcário dolomítico. Essas rochas carbonáticas estão encaixadas em biotita-gnaisses, contendo fácies xistosas, cujo conjunto faz parte do Grupo Ceará.

Nos distritos mineiros de José de Alencar e Juás a faixa magnesífera tem direção ENE-WSW e mergulha para sudeste. No distrito de Orós ocorre uma inflexão da faixa a qual assume orientação geral NNE-SSW, condicionamento estrutural superimposto pela tectônica de falhamento que afetou a região.

A magnesita dessas jazidas é cristalina, de granulção geralmente grosseira, variando de 1 mm a 2 cm de diâmetro, e o agregado de cristais exhibe uma textura sacaroidal.

A cor mais comum da magnesita é cinza-esbranquiçado, porém, existe também de cor cinza escuro e em um dos depósitos estudados ocorre magnesita rósea em virtude de pequena quantidade de óxido de ferro no mineral.

O talco, branco a esverdeado, é a impureza mais frequente dos depósitos. Tem forma lamelar, disseminado no minério e ocorrendo também ao longo das juntas. O teor de  $\text{SiO}_2$  é função da concentração de talco no minério, e varia dentro de uma mesma jazida.

Os depósitos de Cabeça de Negro e de Malhada Vermelha são os únicos que contêm dolomita disseminada na massa do minério, acarretando um acréscimo no teor de  $\text{CaO}$ .

A seguir, serão apresentadas as descrições dos depósitos a partir do extremo nordeste da faixa para o limite sudoeste.

De nordeste para sudoeste, o distrito mineiro de Orós envolve os depósitos de Cedro, Cabeça de Negro e Malhada Vermelha.

O depósito de Cedro encontra-se a 2 km noroeste da estação ferroviária de Orós. Esse depósito foi coberto pelas águas do açude Orós.

O depósito de Cabeça de Negro (nº 37) está a 13,0 km por estrada a nordeste de José de Alencar. Consta de lentes e bolsões de magnesita, inclusos em dolomito. As

rochas têm direção geral norte-sul e mergulho variando de 55° E a vertical.

Segundo o mapa da concessionária, Magnesium do Brasil Ltda., o depósito tem extensão total de 3.600 m e espessura variável, sendo de 150 m a média. O teor varia de 88% a 92% MgO, em base calcinada. Talco e dolomita são as principais impurezas do minério. O talco é lamelar, verde claro, disseminado na massa e preenchendo fraturas. O minério tem baixo teor de CaO, no máximo 5% de SiO<sub>2</sub>, menos de 2% de óxidos de alumínio e ferro e 44 a 47% de MgO.

O depósito de Malhada Vermelha (nº 36) está a 6km a leste de José de Alencar, na margem esquerda da rodovia que liga aquela vila à cidade de Icó. O corpo de minério tem cerca de 60 m de comprimento por 20 m de largura, sendo a ganga representada principalmente por talco e dolomita. A magnesita tem cor rósea e granulação grosseira. Esse minério não é de boa qualidade porque tem alto teor de óxido de cálcio; possui no máximo 4% de sílica.

A mina Pitombeiras (nº 35) pertence ao distrito mineiro de José de Alencar. O depósito de Florianópolis é vizinho ao de Pitombeiras fazendo parte da mesma lente de magnesita. Esta lente tem extensão total da ordem de 500 m e espessura variável sendo a máxima de 400 m. Esse jazimento encontra-se a 1,5 km a leste da vila de José de Alencar. Segundo dados fornecidos pela concessionária, Magnesium do Brasil Ltda., a reserva medida é de 9.600.000 toneladas de minério, até 40 m de profundidade; o teor varia de 82 a 88% de óxido de magnésio, em base calcinada.

Dados analíticos de quatro amostras de superfície, coletadas na área de lavra com espaçamento aproximado de 50 m, revelaram que o teor de CaO é baixo, situando-se em 1,3%; o de sílica varia de 2 a 3,5% e de óxido de magnésio de 43 a 44%, conforme tabela a seguir.

Análise de Magnesita da Mina Pitombeiras, José de Alencar, Iguatu, Ceará

	1	2	3	4
Perda ao Fogo	48,9	49,8	49,9	49,5
SiO <sub>2</sub>	3,5	2,0	2,1	2,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7	1,3	1,2	1,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,1	1,0	0,9	1,0
FeO	0,8	0,8	0,5	0,7
CaO	1,3	1,3	1,3	1,3
MgO	43,7	43,3	43,5	43,1
TOTAL	100,0	99,5	99,4	99,5

O estudo microscópico do minério é apresentado em anexo (vide ficha de análise petrográfica, amostra N° JF-R-47).

A mina Gangorra (n° 34) está no limite oeste da lente de Pitombeira, situando-se a cerca de 1 km sudeste da vila de José de Alencar. A atitude geral das rochas é ENE-WNW, com mergulho de 55°S. A magnesita tem cor cinza a esbranquiçada, granulação grosseira e está intimamente associada ao talco que é a principal impureza. Uma lente de talco lamelar, de cor verde clara, ocorre no contato inferior e já foi objeto de garimpagem. A reserva medida de minério, constante da pesquisa feita pela titular, é de 2.700.000 toneladas, até 20 m de profundidade.



Em anexo, apresentamos a análise petrográfica do minério (amostra nº JF-R-43).

Uma amostra da lente de talco revelou a seguinte composição em percentagem:

Perda ao fogo	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	TOTAL
4,7	60,4	1,2	0,7	0,2	0,3	29,2	96,7

Foram coletadas duas amostras de magnesita e os resultados analíticos são expressos em percentagens a seguir:

	Perda ao fogo	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	TOTAL
1	48,3	5,0	0,8	0,8	0,7	0,1	43,8	99,5
2	51,2	1,2	0,8	0,9	0,6	1,1	43,7	99,5

A mina Riacho Casquilho (nº 33) está a 1 km a sul da vila de José de Alencar e a linha férrea atravessa a área de concessão. Consta de uma possante lente de magnesita com 1.365 m de extensão e 450 m de largura média, encaixada em biotita-gnaiss, em parte com caráter xistoso. Esta rocha tem direção geral ENE e mergulho de 55°S.. Os limites leste e oeste da lente estão em contato com calcário, em parte dolomitizado.

A magnesita é branca, de granulação grosseira, tendo talco como a principal impureza. A foto 7 mostra imponente afloramento de magnesita na margem direita do Riacho Casquilho.

Na ficha de análise petrográfica anexa, segue o

estudo microscópico de uma amostra representativa do minério (JF-R-39).

Os resultados analíticos de três amostras coletadas na frente de lavra indicam que a percentagem de  $\text{SiO}_2$  é elevada, variando de 5 a 17%. O teor de  $\text{CaO}$  é baixo, situando-se em 0,1%.

Análise de magnesita da mina Riacho Casquilho, José de Alencar - Iguatu - Ceará

	Perda ao fogo	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	TOTAL
1	38,9	17,0	1,2	1,2	0,7	0,1	41,2	100,3
2	42,2	11,9	0,9	1,4	0,8	0,1	42,6	99,9
3	47,9	5,1	1,1	1,4	0,7	0,1	43,6	99,9

A mina Riacho Caldeirão (nº 32) está a 2,8 km por estrada, a sudoeste da vila de José de Alencar. Esse depósito se encontra entre as jazidas de Riacho Casquilho a leste, e Grossos a oeste. A jazida de Caldeirão está separada da de Casquilho por uma faixa de calcário, em parte dolomitizada. A encaixante é também o biotita-gnaiss, com fácies xistosa, com atitude  $\text{N}60^\circ\text{E}$  e mergulho de  $55^\circ\text{SE}$ . O depósito consta de uma importante lente de magnesita com cerca de 2.000 m de extensão e largura variável de 50 m a 450 m.

A magnesita tem coloração cinza-claro, granulação grosseira e o talco é o principal mineral de ganga.

Os resultados analíticos de cinco amostras coletadas, quatro na frente de lavra e uma calcinada, revelaram o

baixo teor de CaO, mas a percentagem de SiO<sub>2</sub> é relativamente alta.

Análise de magnesita da mina Riacho Caldeirão, José de Alencar - Iguatu - Ceará

	1(*)	2	3	4	5
Perda ao fogo	-	50,8	46,1	40,6	49,4
SiO <sub>2</sub>	8,7	1,3	6,4	11,9	2,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,2	0,9	0,8	3,0	1,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,9	0,6	1,8	1,4	1,2
FeO	0,0	0,9	0,7	0,7	0,5
CaO	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
MgO	83,3	44,9	44,0	41,8	44,6
TOTAL	97,3	99,5	99,9	99,5	99,5

(\*) base calcinada

A mina Grossos (nº 31) está no extremo oeste do distrito mineiro de José de Alencar. A mina encontra-se a 3,8 km por estrada, a sudoeste de José de Alencar, após a mina de Riacho Caldeirão. O depósito tem cerca de 500 m de extensão e largura da ordem de 80 m. Está encaixado em biotita-gnaiss, incluindo faixas xistosas, com atitude geral N55°E e mergulho de 55°SE. O talco como nos demais depósitos, está intimamente associado ao minério, constituindo-se a principal impureza. Os teores de CaO e R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> são uniformemente baixos, mas a sílica ocorre em concentrações relativamente elevadas.

A Magnesita S.A., concessionária da jazida em apreço, efetuou uma pesquisa adicional que permitiu a reavaliação

do depósito e sua qualidade.

O distrito mineiro de Jucás, situado no extremo sudoeste da faixa magnesífera, está separado do distrito de José de Alencar por uma distância de 34 km em linha reta. Essa é a maior descontinuidade da faixa magnesífera, porém, no cruzamento da rodovia asfaltada Iguatu-Várzea Alegre com a estrada que dá acesso ao povoado de Gadelha, aflora um calcário maciço de cor cinza. Isso indica que a continuidade da faixa carbonática se estende mais 11 km para oeste, além do depósito de Grossos.

A mina do Torto (nº 38) é alcançada após percorrer 35 km da estrada que liga Iguatu a Jucás; nesse ponto toma-se variante a direita, atingindo-se a mina após percurso de 1 km. A mina está situada a 5 km nordeste da cidade de Jucás.

A jazida é formada por duas possantes lentes de magnesita, separadas por uma distância de 375 m, encaixadas em dolomite cristalino. A encaixante dessas rochas é um biotita-gnaiss, cuja atitude geral é N75°E/70°SE.

A lente situada a nordeste, a mais possante, tem 460 m de extensão e 110 m de largura. A lente a sudoeste tem 480 m de extensão e cerca de 50 m de largura.

A magnesita tem granulação fina a média, cor cinza azulado, estando associada ao talco que é o principal mineral de ganga. A descrição petrográfica de uma amostra do minério (JF-R-57) é mostrada em ficha anexa.

O talco ocorre frequentemente nas juntas. No conta to inferior da magnesita ocorre uma lente de talco lamelar, de coloração esverdeada e cinza escuro, com espessura varian do de 30 cm a 2 m.

A análise de uma amostra desse talco revelou a seguinte composição percentual:

Perda ao fogo	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	TOTAL
10,8	33,8	13,4	2,0	4,1	0,2	27,5	91,8

Foram coletadas quatro amostras de superfície na frente de lavra, distanciadas de aproximadamente 40 m, e uma amostra calcinada no forno contínuo da mina. Os resultados analíticos são expressos a seguir.

Análise de magnesita da mina Torto, Jucás, Ceará

	1(*)	2	3	4	5
Perda ao fogo -		51,0	51,0	51,0	51,3
SiO <sub>2</sub>	1,9	0,9	1,5	1,5	0,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,7	0,9	0,8	1,0	0,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,2	1,0	0,7	0,7	0,7
FeO	0,0	0,5	0,7	0,7	0,8
CaO	0,2	1,1	1,1	0,8	1,2
MgO	86,7	43,9	43,6	43,7	43,6
TOTAL	93,7	99,3	99,4	99,4	99,4

(\*) base calcinada

Os teores de sílica são inferiores a 2% e os de

óxido de cálcio são inferiores a 1,5%. O teor de óxido de magnésio é elevado, situando-se em torno de 44%.

O depósito de Riacho Fundo (nº 39) está situado no extremo sudoeste da faixa magnesífera. Dista 7,5 km a sudoeste da cidade de Jucás, na margem esquerda do rio Jaguaribe, o mais importante do Estado.

A jazida é formada por uma lente de magnesita com direção N50°E, 350 m de extensão e largura da ordem de 35 m. No contato superior ocorre calcário cristalino e calcário dolomítico. A encaixante das rochas carbonáticas é um biotita-gnaiss e o qual inclui faixas xistosas. As rochas pelíticas mostram-se dobradas, a direção da foliação varia de N15°E a N60°E e o mergulho de 75°SE a vertical.

A magnesita é branca, tem granulação fina a média, e está associada ao talco o qual ocorre principalmente nas juntas.

A análise de uma amostra coletada na frente de lavra revelou o seguinte resultado percentual:

Perda ao fogo	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO
49,9	1,7	1,2	1,0	0,9	1,3	43,5

Segundo Bodenlos (1950), a sílica contida no minério raramente excede 2,4%; o conteúdo de óxido de cálcio é sempre menor do que 1% e o teor médio de óxidos de alumínio e ferro é de 1,3%.

#### 4.6.5 - Lavra

A lavra dos depósitos do Ceará é efetuada em escala muito reduzida e desenvolvida a céu aberto (fotos 8 e 9), preferencialmente nos pontos onde a magnesita aflora. Em algumas minas o processo de lavra é intermitente e realizado com ferramentas manuais, método rudimentar e primitivo (foto 10). Consequentemente a produção dessas minas é irregular e muito baixa.

Noutras minas, a lavra se processa de modo mais racional, onde o descapeamento é feito com trator; as bancadas variam de 5 m a 10 m de altura; a furação é feita com marteletes pneumáticos e o desmonte com dinamite. O minério desmontado é reduzido de tamanho com o auxílio de marretas, para obter seixos com 2 kg a 6 kg, ou seja, de 10 cm a 30 cm de diâmetro. A magnesita com menos de 2 kg é desperdiçada. Esse minério é transportado para um pátio de estocagem por caminhões ou em carros de mão (foto 11).

#### 4.6.6 - Beneficiamento

As minas do Ceará produzem apenas magnesita calcinada em fornos verticais contínuos, tendo a lenha como fonte de energia calorífica (foto 12).

O minério, reduzido de tamanho e selecionado manualmente, é transportado em caminhões para os fornos situados na área da mina. A temperatura dos fornos varia de 700°C a 1.000°C e esse processo de calcinação da magnesita reduz o

seu peso em cerca de 50%.

A magnesita calcinada é ensacada em sacos de 50 kg e transportada por rodovia para o sul do país. Uma pequena parte do produto calcinado segue por ferrovia para Fortaleza.

Numa das minas estudadas a magnesita calcinada é britada manualmente e peneirada duas vezes. Esse produto com granulometria de areia não é ensacado, sendo apenas colocado em caminhões e coberto com lona, e assim transportado para São Paulo. O esquema de processamento da magnesita desta mina está representado em anexo.

Em 1972, o preço da tonelada de magnesita calcinada e ensacada na boca da mina variou de Cr\$ 150,00 a Cr\$ 280,00. Neste mesmo ano, o preço médio do transporte rodoviário de Iguatu para São Paulo foi de Cr\$ 110,00 por tonelada. O preço atual oscila entre Cr\$ 130,00 e Cr\$ 150,00 por tonelada.

Em 1972, as produções de magnesita bruta e calcinada foram da ordem de 11.200 toneladas e 5.900 toneladas, respectivamente. O teor do produto calcinado é da ordem de 90% MgO.



# ESQUEMA DE PROCESSAMENTO DE MAGNESITA NUMA MINA DO CEARÁ



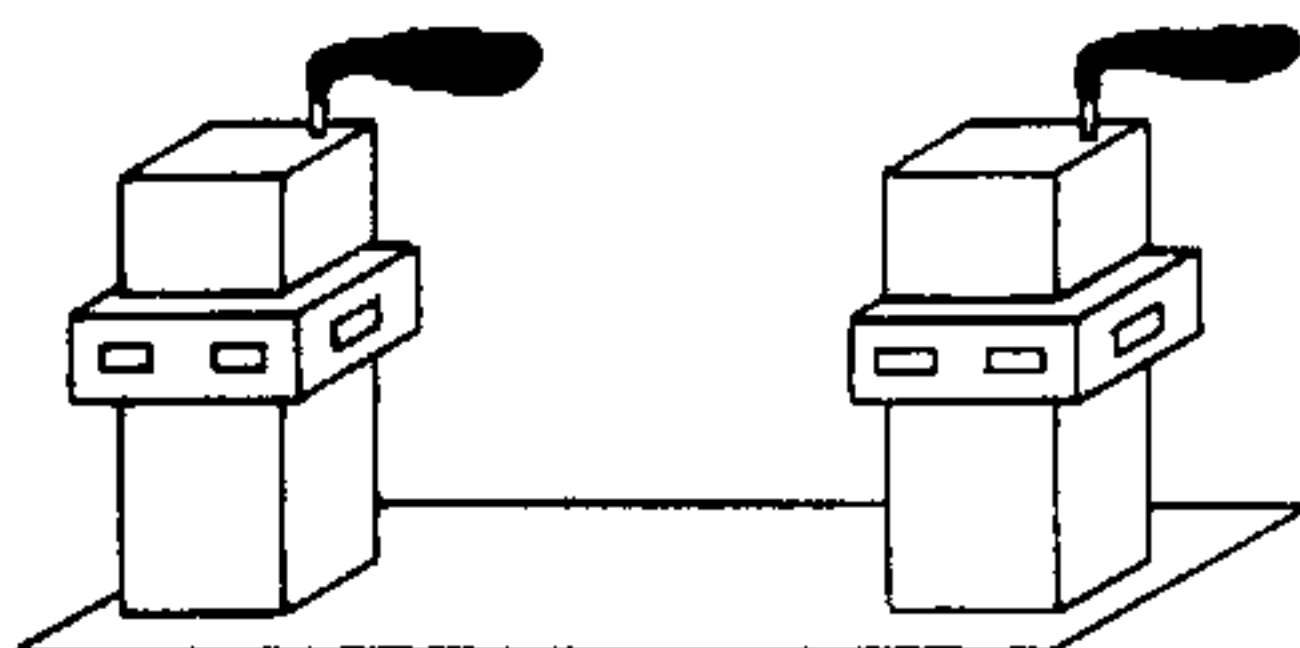
MINÉRIO DESMONTADO

CAMINHÕES



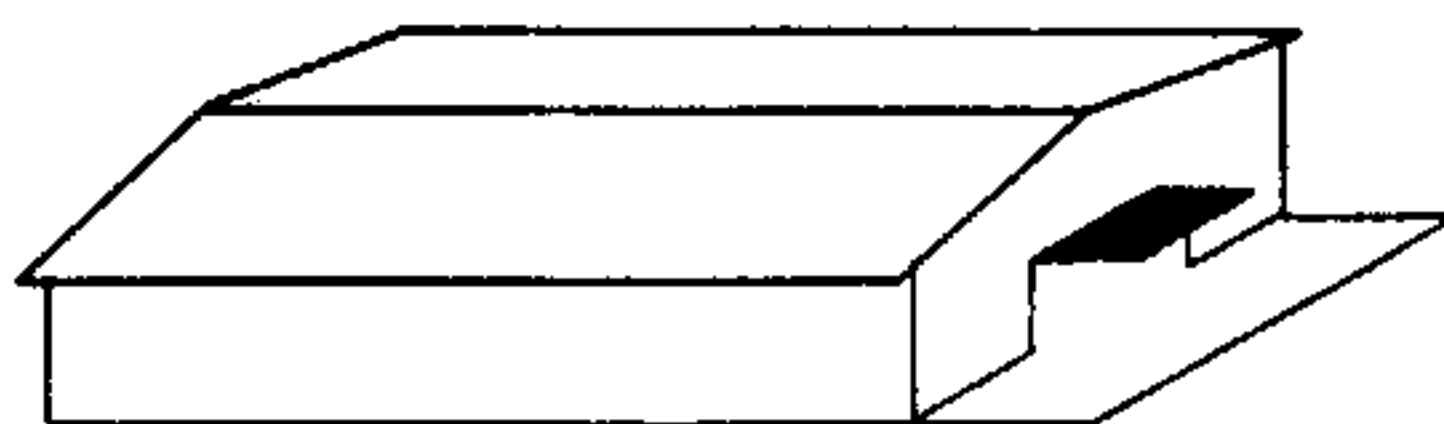
PÁTIO DE ESTOCAGEM  
MINÉRIO FRAGMENTADO  
MANUALMENTE

VAGONETES



FORNOS VERTICAIS  
CONTÍNUOS A LENHA

VAGONETES



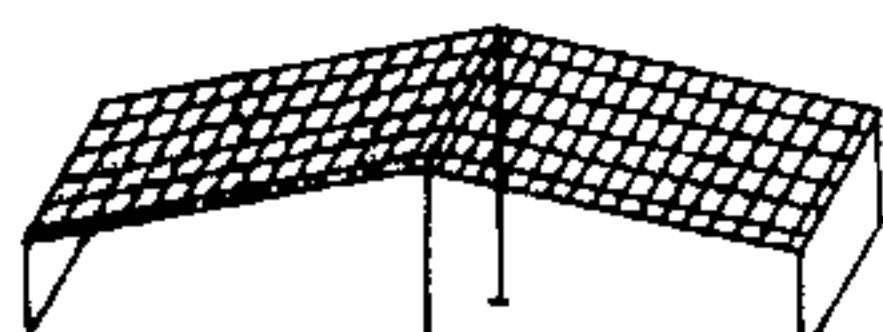
GALPÃO DE RESFRIAMENTO  
DA MAGNESITA CALCINADA E  
DA TRITURAÇÃO MANUAL

CARRO DE MÃO



PENEIRAS MANUAIS

CARRO DE MÃO



REPENEIRAMENTO  
EM PENEIRA FIXA

#### 4.7 - SUGESTÕES, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os depósitos de magnesita do Ceará têm a forma de lentes e bolsões de dimensões variáveis e estão associados a calcários dolomíticos e dolomitos. Segundo Bodenlos, op.cit., esse tipo de jazimento é formado pela substituição do cálcio de um calcário ou dolomito original pelo magnésio, provavelmente oriundo de soluções hipogênicas.

A magnesita desses depósitos é cristalina, de granulação variando de fina a grossa, com cores branco, cinza claro e escuro, sendo menos frequente a cor rósea.

O talco é a principal impureza dos depósitos do Ceará, ocorrendo associado ao minério, principalmente preenchendo suas juntas. A presença do talco acarreta um aumento no teor de sílica no minério e a conseqüente diminuição do teor de óxido de magnésio.

Dos três distritos mineiros estudados o mais importante é o de José de Alencar o qual engloba cinco jazidas e possui a maior reserva de minério. Acresce a esse fato, a melhor localização geográfica desse distrito.

As reservas globais estimadas da faixa magnesífera do Ceará avultam em 300.000.000 de toneladas e o teor do minério está dentro dos limites de economicidade, situando-se a média em torno de 44% MgO.

Apesar das suas enormes reservas, o Estado do Ceará é um pequeno produtor de magnesita, contribuindo com menos

de 10% da produção nacional. Isso decorre do fato de existir enormes reservas de magnesita no centro sul da Bahia, com teor de óxido de magnésio algo mais elevado do que o do Ceará.

O jazimento de Brumado, na Bahia, tem localização geográfica privilegiada em relação ao do Ceará, por se encontrar bem mais próximo dos centros consumidores.

A infra-estrutura viária de todos os depósitos estudados pode ser considerada muito boa, permitindo fácil e rápido escoamento da magnesita calcinada por via férrea e rodovia para Fortaleza e Recife, e por rodovia para o sul do país, através da BR-116. Presentemente está sendo asfaltada a estrada que liga Iguatu a Icó, o que virá beneficiar sobre maneira os distritos magnesíferos de José de Alencar e Orós, uma vez que a jazida mais distante dessa estrada, estará apenas a cerca de 10 km.

Para aumentar a produção de magnesita torna-se necessário mecanizar as minas e substituir os atuais fornos de calcinação por outros mais modernos e de maior capacidade.

Para melhorar a qualidade da magnesita do Ceará será necessário uma concentração mecânica ou gravimétrica do minério para separação do talco associado, o qual poderá ser recuperado como sub-produto. A magnesita destinada a sinterização deve conter no máximo 1,5% de sílica. Quando o conteúdo desta é superior ocasiona a formação excessiva de compostos silicosos durante a sinterização, prejudicando a quali

dade do produto final. Um estudo integrado da faixa magnésífera do Ceará, visando a reavaliação da mesma, seria aconselhável. Esse trabalho constaria essencialmente de mapeamento geológico de detalhe, abertura de trincheiras e sondagem rotativa a diamante. O estudo geológico econômico realizado por Bondelos (op. cit.) e as pesquisas desenvolvidas pelas firmas concessionárias dos depósitos, deveriam ser aproveitadas para evitar repetição de serviços e diminuir os custos. O estudo integrado poderia ser efetuado por distrito mineiro e apenas nas áreas onde não houvessem os dados geológicos necessários para determinação das reservas. As áreas sem cobertura geológica de detalhe seriam levantadas com prancheta e alidade ou teodolito, na escala de 1:2.000 ou 1:5.000 conforme a extensão das mesmas, objetivando a delimitação dos corpos de magnetita e as rochas carbonáticas que os envolvem. Durante essa fase seriam necessárias aberturas de trincheiras para melhor demarcação dos contatos litológicos. Após a integração dos mapas de todos os depósitos seriam executadas sondagens dentro de uma malha ampla e nas áreas não pesquisadas em profundidade.



5 - G I P S I T A

## 5.1 - GENERALIDADES

A gipsita ou gipso é um sulfato de cálcio hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), de composição química ideal: 32,5% de  $\text{CaO}$ , 46,6% de  $\text{SO}_3$  e 20,9% de  $\text{H}_2\text{O}$ . Sua variedade transparente, cristalina, é denominada de "selenita" enquanto que o tipo de granulação finíssima, branco, compacto, muitas vezes translúcido é usualmente chamado "alabastro".

O sulfato de cálcio anidro ( $\text{CaSO}_4$ ) constitui o mineral anidrita e, é geralmente considerado em estatísticas comerciais como sendo equivalente ao gipso; sua composição química ideal em óxido é 41,2% de  $\text{CaO}$  e 58,8% de  $\text{SO}_3$ .

Na natureza, tanto a gipsita como a anidrita são encontradas formando massas compactas e/ou fibrosas, geralmente de cor branca com matizes variegados em função da natureza e quantidade das impurezas presentes. Essas impurezas comumente se apresentam sob a forma de anidrita, calcário, dolomito, folhelho, e argila, e sua quantificação é extremamente importante para o aproveitamento industrial do gipso (na prática, o mínimo de pureza para classificação do material como gipsita é 70% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Os depósitos de gipsita constituem lentes ou camadas intercaladas em sedimentos, predominantemente em folhelhos, dolomitos, calcários e margas. Na escala de tempo geológico, têm uma ampla distribuição, desde o Cambriano até o Recente, havendo inclusive jazimentos em formação atualmente, como por exemplo no Mar Mediterrâneo, junto à costa espa

nhola.. Nos Estados Unidos os extensos depósitos que ocorrem ao longo de uma faixa que vai desde o Iowa até o Texas, são associados a sedimentos permianos. No Brasil, notadamente no Nordeste, a gipsita é encontrada constituindo depósitos de significação econômica, em sedimentos de origem marinha datados do Cretáceo Inferior (Veiga, 1966).

A origem dos principais jazimentos de gipso existentes no mundo 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.

## 5.2 - CAMPOS DE APLICAÇÃO

A importância econômica da gipsita advém principalmente de seu baixo custo de produção, de sua abundância relativa no globo terrestre e de seu vasto campo de utilização no mundo moderno.

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 retardar o tempo de pega. Entretanto, uma quantidade substancial é empregada em agricultura como corretivo de solos alcalinos devido à sua capacidade de reagir com o carbonato de sódio formando compostos mais favoráveis (sulfato de sódio e carbonato de cálcio) 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  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

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 à base de gesso, possuem propriedades que lhes conferem uma grande vantagem sobre outros produtos; são incombustíveis, isolantes térmico e acústico, 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 como 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 briquetagem de carvão, suporte para operações de moagem e polimento.

Na fabricação da cerveja se utiliza gipsita no processo de fermentação do levedo. É usada ainda na produção de sulfetos de cálcio e sulfato de amônio, na fabricação de vidros, e, como carga em produtos de madeira, em tintas, em papel e inseticidas e na indústria têxtil.

A anidrita é utilizada na produção de sulfato de amônio e ácido sulfúrico, e em tipos anidros de argamassa para paredes.

Ácido sulfúrico e cimento como co-produto, podem ser produzidos a partir da gipsita e/ou da anidrita, utilizando-se uma técnica conhecida como Processo Müller-Kuhne; este, consiste essencialmente em se proceder a calcinação do sulfato de cálcio com carvão coque, sílica e argila em fornos rotativos. Para cerca de duas toneladas de gipsita utilizada obtém-se 1 tonelada de ácido sulfúrico e 1 de cimento.

O gipso pode também ser empregado para a obtenção de enxofre elementar; o processo, em síntese, consiste em reduzi-lo a sulfato de cálcio, que é então transformado em gás sulfídrico; posteriormente, utilizando-se o Processo Claus, obtém-se o enxofre.

A intensificação progressiva do uso da gipsita pela indústria de cimento, a fim de atender à demanda crescente, como também, o desenvolvimento de técnicas mais sofisticadas na construção civil, abrem perspectivas bastante animadoras à ampliação dos campos de aplicação da gipsita.

### 5.3 - RESERVAS E TEORES

Os depósitos de gipsita acham-se amplamente distribuídos, constituindo reservas inferidas praticamente ilimitadas em relação às necessidades mundiais.

As reservas norte-americanas de gipso, relativas a 23 Estados da Federação, foram estimadas em 20 bilhões de toneladas, mais do que suficientes para atender à demanda interna até o ano 2.000, se mantidos os atuais níveis de produção.

As estimativas das reservas do Canadá giram em torno de 400 milhões de toneladas.

A grande totalidade das reservas brasileiras de gipsita acha-se concentrada em alguns Estados Nordesteiros, tais como Maranhão (municípios de Barra do Corda, Codó, Balsas e Carolina), Piauí (municípios de Jaicós, Paulistana e Simões) Ceará (municípios de Santana do Cariri, Crato, Barbalha, Missão Velha, Porteiras e outros), Rio Grande do Norte (municípios de Dix-Sept Rosado e Açu) e principalmente Pernambuco (municípios de Araripina, Ouricuri, Bodocó, Serrinha, Ipubi e Exu). Também em outros Estados brasileiros foi constatada a existência de depósitos de gipso, os quais embora ainda sejam destituídos de grande importância econômica, merecem referência por constituir uma reserva em potencial. Sondagens realizadas nas regiões de Socorro, Laranjeiras, Carmópolis, etc., (Sergipe) e de Camamu e Marau (Bahia) descobriram camadas de gipsita e anidrita em profundidade. No litoral do Rio de Janeiro, nas proximidades do Cabo de São Tomé, foram encon

trados cristais centimétricos de gipsita imersos em camadas argilosas de sedimentos cretáceos. Outras ocorrências conhecidas de gipso estão localizadas nas cabeceiras do rio Cautário (Rondônia), nos vales dos rios Manuel Alves e Tocantins (Goiás) e em terrenos cretáceos do Acre e em sedimentos carboníferos do Amazonas.

O I Anuário Mineral Brasileiro, editado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - MME - 1972, p. 76, relaciona as reservas nacionais de gipsita e seus respectivos teores como se segue:

Estados	RESERVAS ( $10^3$ toneladas)			TEORES	
	Medida	Indicada	Inferida	% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	
Maranhão	1.395	nd	nd	nd	
Piauí	809	200	nd	82	a 92%
Ceará	715	9.852	10	92	a 95%
R.G.do Norte	2.280	nd	nd	85	a 92%
Pernambuco	30.610	46.010	311.657	88	a 98%
TOTAL	35.809	56.062	311.667	-	

Porém, esses dados são relativos apenas a concessões de lavra, sendo portanto bastante conservadores. Basta dizer que somente as reservas da Chapada do Araripe (Ceará, Piauí e Pernambuco) foram estimadas em aproximadamente 500 milhões de toneladas (Munis, 1971, p. 14). Uma área de 2.000 ha, selecionada pela SUDENE com bases geofísicas, na região de Trindade (PE), revelou através de sondagens uma reserva medida de 54 milhões de toneladas de gipsita com, no máximo, 20 m de capeamento.

#### 5.4 - PRODUÇÃO E CONSUMO NACIONAL; ASPECTOS SETORIAIS

Dados estatísticos relativos à produção mundial de gipsita em 1968 - a qual foi de aproximadamente 48 milhões de toneladas provenientes de 64 países - apontam os Estados Unidos como o maior produtor, contribuindo com cerca de 19% do total.

Os principais países produtores e as respectivas quantidades produzidas em  $10^3$  toneladas, relativas a 1968 foram em ordem decrescente:

Estados Unidos	9.088
França	4.990
União Soviética	4.536
Reino Unido	4.491
Canadá	4.465
Itália	3.266
Espanha	3.084
Irã	1.810
Índia	1.361
México	1.152
Outros	9.838

Fonte: Braz Pereira, E - 1973 - fls. 18

O Brasil, em 1968, produziu 218.382 t de gipsita (I Anuário Mineral Brasileiro), sendo que mais de 90% desse total foi proveniente da Chapada do Araripe (Ceará, Piauí e Pernambuco).

O Rio Grande do Norte, por mais de 20 anos, foi o maior produtor de gipsita do país. Porém, os depósitos da Chapada do Araripe, principalmente em Pernambuco, oferecendo melhores condições de exploração - menor distância do mercado consumidor, existência de boas rodovias e de ferrovia, amplas reservas em ótima situação de lavra, etc. - desde logo assumiram a posição de principal fonte produtora de gipso do país e a mantém até hoje.

O Piauí e o Maranhão, embora com reservas razoáveis, têm uma produção limitada e irregular devido à distância do mercado e, principalmente, por carecerem de condições de transporte adequadas.

A produção brasileira de gipsita em 1971, por Estados foi a seguinte:

Maranhão	24.837 toneladas
Piauí	2.246 toneladas
Ceará	20.237 toneladas
Pernambuco	186.658 toneladas
TOTAL	233.978 toneladas

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, p. 76.

Em termos globais, a produção brasileira no período de 1960 a 1971 assim se apresentou:

<u>Anos</u>	<u>Toneladas</u>
1960	135.545
1961	131.549

<u>Anos</u>	<u>Toneladas</u>
1962	112.184
1963	68.674
1964	67.637
1965	94.677
1966	140.181
1967	122.043
1968	218.387
1969	229.668
1970	173.749
1971	233.978

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, p. 76

Como se pode observar pelos números, a produção de gipsita no Brasil tem sido bastante irregular; a partir do ano de 1960 entrou em declínio para culminar em 1964 com uma baixa de 50% em relação ao início da década. Isto deveu-se principalmente à diminuição constante das atividades mineradoras de gipso no Rio Grande do Norte, que nesse curto espaço de 5 anos passou de maior produtor para uma situação de nenhuma produção. A partir de 1965, porém, com o desenvolvimento das jazidas do Araripe, especialmente em Pernambuco, a produção de gipsita recebeu um novo impulso, atingindo, de modo geral, níveis sempre crescentes. As estimativas para 1972 são otimistas; referem-se a uma produção da ordem de 440.000 toneladas de gipsita.

Como a maior parte da gipsita nacional é utilizada na indústria de cimento, e esta tem se mantido em constante crescimento, é de se supor que as variações na produção afe-

tam principalmente o mercado de gipsita calcinada, ainda não muito desenvolvido no país.

Segundo estimativa do CONDEPE (Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco), o consumo de gipsita pela indústria de cimento no período de 1959 a 1969 atingiu 85% da demanda; em 1971, o consumo total de gipsita foi de 360.000 t, sendo 300.000 t utilizadas na fabricação de cimento portland e as restantes 60.000 t, como gipsita calcinada. Verifica-se portanto, que a indústria de cimento ainda é responsável por mais de 80% do consumo nacional. Já nos Estados Unidos, por exemplo, ocorre a situação inversa; a gipsita calcinada é responsável por quase 70% da demanda total de gipsita.

O Ministério do Planejamento estimou um crescimento em torno de 8% a.a. para a indústria cimenteira nacional (CONDEPE, 1968 - p. 62), na suposição de que o acréscimo real do PIB será mantido pelo menos no mesmo nível dos últimos anos. A partir daí, calculou-se que a demanda de gipsita pelo parque industrial cimenteiro do Brasil corresponde a 3% da produção de cimento, o que leva à seguinte estimativa do consumo de gipsita para cimento no período de 1972 a 1979:

Ano	Toneladas
1972	323.900
1973	349.800
1974	377.700
1975	407.700
1976	440.200
1977	474.100



Anos	Toneladas
1978	510.600
1979	549.900

Fonte: CONDEPE, 1968 -p. 62

Não existem muitos dados disponíveis sobre o consumo de gipsita calcinada no Brasil, porém, calcula-se que nos últimos anos ele tenha sido apenas da ordem de 15% do total. Embora este seja potencialmente o mercado mais importante para a indústria nacional de gipso, a distância das minas aos centros consumidores, o elevado custo de transporte, a ainda relativamente pequena aceitação de alguns produtos pela indústria da construção civil, constituem fatores desfavoráveis ao desenvolvimento do mercado da gipsita calcinada. Entretanto, a tendência atual de se construir rapidamente e em escalas cada vez maiores sem prejuízo da qualidade, exige a utilização de produtos mais sofisticados que substituam com vantagens alguns dos tradicionais materiais de construção; este fato, aliado à infra-estrutura que está sendo montada pelo Governo nos setores de transporte e comunicações, abrem perspectivas bastante animadoras para o crescimento do consumo da gipsita calcinada no Brasil. Como uma constatação disso, já estão sendo instaladas duas fábricas pioneiras de placas divisórias à base de gipsita calcinada, ambas no Nordeste (Maranhão e Pernambuco).

O emprego da gipsita natural como corretivo de solos alcalinos é praticado no Brasil, porém em escala tão reduzida que pode ser considerado como uma fração desprezível no

cômputo geral do consumo.

A obtenção de ácido sulfúrico ou enxofre a partir da gipsita em escala industrial, apresenta-se como um projeto altamente atrativo, porém, no momento, é considerado inviável no Brasil.

## 5.5 - COMÉRCIO EXTERIOR, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO BRASILEIRA

O comércio do Brasil com outros países, no que se refere à gipsita, tem se limitado quase que exclusivamente a importações do material já beneficiado (gesso). No período de 1960 a 1970 o quadro geral das importações brasileiras foi o seguinte:

Ano	Quantidade (kg)	Valor (US\$)
1960	22.105	1.546
1961	23.158	1.702
1962	31.742	2.986
1963	40.000	4.133
1964	930.429	24.502
1965	855.000	27.988
1966	2.046.405	69.263
1967	1.244.251	45.235
1968	1.620.470	50.419
1969	3.122.070	83.738
1970	1.087.659	36.244

Obs.: Em 1971 foram importados 2.332.597 kg no valor de US\$ 82.349.

Fonte: CACEX - CIEF

Ainda segundo a mesma fonte, em igual período (1960-1970) só houve de parte do Brasil uma pequena exportação de gesso em 1964, num total de 91 kg, com o valor de US\$ 14.00.

Pode parecer paradoxal que, um país com enormes reservas de gipsita, de ótima qualidade, como é o caso do

Brasil, necessita importar grande quantidade de material já beneficiado (gesso) para suprir sua demanda interna. Na realidade, o ainda sub-desenvolvido mercado interno de gipsita calcinada (gesso) é bastante irregular; este fato, acrescido de certos aspectos infra-estruturais (transportes, por exemplo) que oneram demasiadamente o produto, constituem um desestímulo à ampliação e sofisticação do setor produtivo nacional.

Entretanto, a extraordinária fase de desenvolvimento que ora atravessam os setores de transporte e de construção civil é um fator altamente favorável ao crescimento e consolidação do mercado nacional de gesso; isto trará como consequência lógica, um aumento de produção e assim, um alívio na pauta de importação brasileira.

## 5.6 - PREÇOS; FATORES CONJUNTURAIS

A cotação da gipsita no Mercado de Londres, CIF portos europeus mantém-se em torno de £ 1,75 a £ 2,25/tonelada longa (US\$ 3,96 a US\$ 5,09/tonelada) desde 1971.

No maior mercado de gipsita do mundo, o norte-americano, não existe uma cotação de preços nem para o material já calcinado, nem para o mineral em sua forma primária; as transações ou são efetuadas através contratos previamente estabelecidos ou constituem simples operações cativas onde o próprio produtor é o consumidor. Além disso, os custos de produção das minas exercem profunda influência nos preços da gipsita; assim por exemplo, em 1968, o produto das minas da Califórnia valia US\$ 2,65/t enquanto que o mesmo material, proveniente das minas de Nova York tinham o preço de US\$ 2,13/t. Por outro lado, nesse mesmo ano (1968), a gipsita procedente de outros países, devido a seu baixo custo de extração, era colocada no mercado norte-americano pelo preço médio de US\$ 2,40/t.

No Brasil, não existe uma cotação de preços para a gipsita. O I Anuário Mineral Brasileiro menciona que em 1971 foram vendidas 152.560 toneladas de gipsita proveniente das minas brasileiras por Cr\$ 4.857.277,00 o que dá um valor unitário de venda de Cr\$ 31,84/t (US\$ 6,00/t com o dólar cotado em Cr\$ 5,287 naquele ano); entretanto não faz referência ao tipo de material transacionado, se gipsita calcinada ou não, o que impossibilita o estabelecimento de preços unitá -

rios reais para a gipsita nacional. Por outro lado, no mesmo ano (1971) a tonelada de gipsita calcinada proveniente das importações, atingiu o mercado brasileiro a um preço médio de US\$ 35,30/t.

A maior parte das minas brasileiras de gipsita, apesar de extraírem minério de alta pureza através de lavra a céu aberto, apresentam uma mecanização incipiente ou inexistente; isto é devido principalmente à disponibilidade de mão de obra abundante e barata e, ao baixo investimento necessário à mineração. Como consequência imediata, os custos de extração tornam-se relativamente mais elevados o que irá se refletir no preço da gipsita.

Entretanto, no Brasil, o que mais onera o custo final do produto é o transporte. A enorme distância das principais minas brasileiras aos centros consumidores, a inadequação dos meios de transporte, as características irregulares da carga (geralmente minério em bruto) tanto em volume como no tipo, são fatores que encarecem o frete, incidindo conseqüentemente, sobre o preço unitário do produto.

## 5.7 - DEPÓSITOS ESTUDADOS

### 5.7.1 - Introdução

O Ceará é atualmente um dos principais produtores de gipsita do país, sendo sobrepujado nesse mister somente por Pernambuco e Maranhão. Seus depósitos da Chapada do Araripe, no sul do Estado, ainda bastante sub-utilizados, constituem em imensas reservas de minério com razoável grau de pureza, as quais, num estágio mais avançado desta fase desenvolvimentista brasileira, serão certamente aproveitadas de maneira integral e correta.

No Estado do Ceará existem diversas empresas de mineração relacionadas à pesquisa e/ou lavra de gipsita, sendo as principais: CHAVES & CIA. - a única ora em franca atividade no Estado, operando as minas Pedra Branca, Ponta da Serra e Conceição Preta; sua sede é em Parangaba, município de Fortaleza, à rua Germano Franck nº 266, onde dispõe inclusive de instalações para calcinação da gipsita. Atualmente, fornece material "in natura" às fábricas de cimento de Sobral (CE) e João Pessoa (PB); o produto calcinado destina-se ao centro consumidor do sul do país.

EMPRESA INDUSTRIAL GESSO MOSSORÓ LTDA., associada à Mineração Rosado S/A, com sede na praça Presidente Vargas em Mossoró (RN) e representante no Crato (CE) à Av. Duque de Caxias, nº 476. A não ser por um Alvará de Pesquisa no município de Brejo Santo, suas atividades encontram-se paralisadas no Ceará.

GESSO NACIONAL TAPUIO LTDA. - atualmente, também, com suas atividades suspensas no Estado. Trabalhou durante alguns anos as jazidas da Serra do Mãozinha e do sítio Romualdo do Meio. Sua sede é na Av. Almirante Barroso, nº 63, sala 415 Rio de Janeiro - GB, tendo representante no Crato à rua Mons. Assis Feitosa, 560. A fábrica localiza-se em São Paulo à Av. Raimundo Pereira de Magalhães, nº 757 - Lapa. Esta firma pertence hoje ao grupo EMPRESA MARANHENSE DE MINERAÇÃO - rua Major Sertório nº 80 - São Paulo, SP. No período de 1967 a 1971 as minas cearenses da GêssO Nacional Tapuio produziram 16.800 t de gipsita das quais 8.300 t foram destinadas à fábrica de São Paulo para calcinação; as 8.500 t restantes foram vendidas em Sobral (CE) e Mossoró (RN).

SOCIEDADE MINERADORA ITAGUAÇÚ LTDA. - com sede à rua Mons. Assis Feitosa, nº 562, Crato (CE), ainda está em organização.

Outras empresas de mineração, há alguns anos, tiveram atuação destacada na exploração da gipsita cearense, porém, hoje, as mesmas carecem de qualquer importância para a indústria mineira local, razão pela qual não são mencionadas.

#### 5.7.2 - Localização e Acesso

Os depósitos de gipsita do Ceará acham-se localizados nas faldas da Chapada do Araripe, distribuindo-se por vários municípios do sul do Estado, tais como, Santana do Cariri, Crato, Abaiara, Barbalha, Missão Velha, Brejo Santo, Porteiras. No âmbito estadual, essa região é relativamente bem dotada de vias de acesso e comunicação, dispondo de estações



de micro-ondas que a põem em contato com qualquer ponto do país, de uma ferrovia que a liga com a capital e de uma vasta rede de rodovias que a interliga com as principais cidades do Brasil. Além disso, Crato e Juazeiro do Norte, dois importantes centros econômico-culturais do Estado, possuem aeroportos razoáveis com linhas regulares para algumas capitais do país.

No quadro em anexo, acham-se relacionados os principais meios de acesso às sedes dos municípios onde se situam os depósitos estudados, as distâncias a partir de Fortaleza e a posição dos jazimentos em relação àquelas sedes.

### 5.7.3 - Aspectos geológicos regionais

A geologia da região está representada essencialmente por rochas metamórficas pertencentes ao embasamento cristalino e por rochas sedimentares mais recentes (vide mapa nº 6, anexo).

As unidades litológicas mais antigas, referidas ao Pré-cambriano, são predominantemente granito-gnaisses e gnaisses cataclásticos a biotita na base, em contato com xistos e filitos ardosianos; a zona de contato geralmente apresenta-se falhada e muitas vezes milonitizada. Toda essa faixa de rochas metamórficas exhibe uma orientação preferencial dos planos de foliação e/ou xistosidade segundo a direção ENE-WSW com mergulhos variáveis para sul e parece constituir a aba sul de um anticlinal cujo eixo localiza-se nas proximidades de Caririaçu. Granitos porfiróides, supostamente intrusivos,

Cidades	Acessos Principais			Depósitos	Estudados
Sede do Município	Distância Rodoviária de Fortaleza	Rodovias Utilizadas e Quilometragem	Distância Ferroviária de Fortaleza	Nº de Ordem	Posição relativa a Sede do Município
Abaiara	532 km	BR-116 - 509 km CE- 96 - 16 km Carroç - 7 km	-	40	7,1 km a SSW
Brejo Santo	520 km	BR-116 - 520 km	-	41	10,2 km a WNW
Missão Velha	538 km	BR-116 - 509 km CE- 96 - 29 km	566 km	42, 43 44 46 47, 48 49	13,0 km a SSE 7,5 km a SSE 14,5 km a SSE 15,0 km a SSW 17,5 km a SW
Porteiras	537 km	BR-116 - 525 km Carroç - 12 km	-	45	4,4 km a N
Barbalha	559 km	BR-116 - 509 km CE- 96 - 50 km	604,462 km	50	5,8 km a S
Crato	581 km	BR-116 - 509 km CE- 96 - 72 km	600,633 km	51	5,5 km a SSE
Santana do Cariri	630 km	BR-116 - 509 km CE- 96 - 108 km CE- 57 - 13 km	-	53, 52, 54, 55 56 57	3,0 km a ESE 6,0 km a NNE 0,8 km a NE 2,0 km a NNE

são encontrados em alguns pontos da região, sempre associados aos xistos e filitos.

Sobrejacente às rochas do embasamento cristalino, em discordância com aquelas, ocorre regionalmente uma sequência sedimentar constituindo cinco unidades estratigráficas distintas, a saber: Formação Mauriti (Siluriano-Devoniano inferior), Formação Brejo Santo (Jurássico superior), Formação Missão Velha (Jurássico superior), Formação Santana (Cretáceo inferior) e Formação Exu ou Feira Nova (Cretáceo inferior) (Veiga, 1966 mod.).

A Formação Mauriti é constituída essencialmente por conglomerados e arenitos grosseiros, arcóscios, com mergulhos razoáveis para rumos diversos, sobrepondo-se discordantemente ao embasamento cristalino; estratificação cruzada irregular é uma característica bastante comum nessas rochas. A espessura média de toda a Formação é da ordem de 50 metros (segundo Veiga, P. - p.18). Sobre ela, repousam discordantemente sedimentos do Jurássico superior (Formações Brejo Santos e Missão Velha) com predominância de folhelhos sílticos, argilitos e margas, geralmente fossilíferos, na base, e, siltitos e arenitos finos contendo madeira silicificada no topo. A espessura deste pacote sedimentar é estimada em aproximadamente 300 metros. O contato entre a Formação Missão Velha (Jurássico superior) e a Formação Santana (Cretáceo inferior), imediatamente sobreposta, é gradacional; apesar disso, ambas as Formações exibem características litológicas e fossilíferas nitidamente diferentes.

A Formação Santana apresenta-se constituída por u ma seqüência de folhelhos betuminosos, calcários, laminados, siltitos, arenitos calcíferos, folhelhos argilosos, argilitos, gipsita e folhelhos com concreções calcárias geralmente fossi líferas. Sua espessura é da ordem de 250 metros (Veiga, op. cit.). Possui extraordinária importância geo-econômica pelos imensos depósitos de gipsita e calcário que encerra.

A Formação Exu ou Feira Nova, regionalmente a de maior extensão aflorante, apresenta-se como uma seqüência sub horizontal de siltitos e arenitos argilosos intercalados em arenitos grosseiros, relativamente pobre em conteúdo fossilífero; sua espessura pode atingir no máximo 280 metros (Veiga, op. cit.). Seu contato basal com a Formação Santana, apesar de mascarado por depósitos de talus, parece ser gradativo.

Nas margens e leitos dos rios e riachos que dre nam a região, ocorrem frequentemente aluviões quaternários que constituem importante fonte de areias e argilas.

#### 5.7.4 - Aspectos geológicos dos jazimentos

Todos os depósitos de gipsita do Ceará apresen tam-se como grandes lentes irregulares ou camadas descontí nuas de aspecto maciço e/ou fibroso, intercaladas nos sedimen tos da Formação Santana. De uma maneira geral, a seqüência litológica dessa Formação é a seguinte: folhelho betuminoso ou siltito calcífero na base, aparecendo logo acima um pacote de calcários finamente laminados com pequenas folhas fósseis e intercalações de margas, argilas e folhelhos; seguem um

calcário de cor creme e um folhelho cinza-azulado contendo bancos de calcário; os depósitos gipsíferos, com espessura bastante variável, podendo localmente alcançar no máximo 30 metros. acham-se intercalados nesse folhelho. Em direção ao tópo da formação ocorrem siltitos, calcários e argilitos com concreções calcárias contendo peixes fósseis de vários tamanhos e associados comumente a ostracodes; na parte superior da Formação aparecem margas, folhelhos e argilas, contendo conchostráceos, frequentemente cobertos por depósitos de talus originados pela desintegração de blocos da Formação Feira Nova. Não existe nenhuma evidência de que a Formação Santana tenha sido afetada por falhamentos.

A espessura do capeamento dos depósitos de gipsita na região do Cariri, é bastante variável; nas minas visitadas era da ordem de 10 metros em média, o que possibilita lavra a céu aberto.

Os caracteres peculiares a determinados jazimentos estudados serão abordados a seguir, no item 5.7.5.

#### 5.7.5 - Características individuais dos depósitos

Foram visitados 18 locais de ocorrência de gipsita sendo que 14 constituem minas, das quais somente 3 estavam em atividade na ocasião.

De leste para oeste, conforme os números de ordem que lhes foram atribuídos, os depósitos de gipsita assim se distribuem:

nº 40 - Sítio São Felipe - município de Abaiara  
proprietário: João Tavares de Lima  
situação atual: mina paralizada

A Mineração Rosado lavrou gipsita neste local no período de 1954 a 1958, extraíndo cerca de 7.000 toneladas; a frente lavrada tem cerca de 50 m de extensão, sendo que o capeamento foi todo removido. A gipsita acha-se intercalada em folhelhos com bancos de calcário, apresentando-se muito dobrada e fraturada; o material observado na parte basal da camada é relativamente impuro, o contato com os folhelhos que lhe são sotopostos é brusco. A área apresenta características muito boas para a existência de outros depósitos.

nº 41 - Sítio Olho d'Água - município de Brejo Santo  
proprietário: João José Pereira  
situação atual: ocorrência pequena

A Mineração Rosado abriu uma escavação para pesquisa nêsse local há alguns anos; apesar da espessura do capeamento ser da ordem de 5 m, o que favorece uma lavra a céu aberto, a camada de gipsita é de pequeno porte e o material relativamente impuro. A encaixante é um folhelho com bancos de calcário exibindo um ligeiro mergulho para oeste.

nº 42 - Mina Mossoró - município de Missão Velha  
(Morro do Mãozinha-sul)  
situação atual: mina paralizada

Essa jazida foi trabalhada durante alguns anos u-

utilizando pás, picaretas, um pequeno trator e cerca de 15 homens em média; a produção mensal, em torno de 80 toneladas, era toda transportada para São Paulo, Guanabara, Minas Gerais e Pernambuco. O capeamento da gipsita constituído essencialmente por folhelhos e calcários finamente alternados, não ultrapassa 12 metros de espessura; a ele se sobrepõe cerca de 20 m de um arenito branco, mais ou menos friável, provavelmente pertencente à Formação Exu ou Feira Nova que está exposta em toda a extensão da porção central do Morro do Mãozinha. Aparentemente, esta mina teve suas atividades paralizadas pelo fato da lavra haver atingido o limite legal da concessão.

nº 43 - Mina Matarazzo - município de Missão Velha

(Morro do Mãozinha - sul)

proprietário: Mineração Matarazzo

situação atual: mina paralizada

Esta área é contígua à da Mina Mossoró a leste; foi trabalhada até 1969 utilizando somente pás e picaretas, segundo um corte de direção aproximada N-S, com cerca de 200 m de extensão e 10 m de altura. A espessura da camada de gipsita exposta neste local foi estimada em 3 m. As características do minério e do capeamento são idênticas às encontradas na mina Mossoró. A foto 13 dá uma visão geral do morro do Mãozinha.

nº 44 - Sítio Canafístula - município de Missão Velha

proprietário: Gêso Nacional Tapuio

(Morro do Mãozinha - norte)

situação atual: mina paralizada

Esta jazida foi explorada pela Mineração Tapuio, há alguns anos atrás; a produção, que em 1955 foi além das 5.000 toneladas, caiu em 1963 para cerca de 3.000 toneladas, tendo sido posteriormente paralizada devido às condições de lavra que foram julgadas anti-econômicas. A camada de gipsita localmente tem 5 m de espessura visível, é observada apenas esporadicamente na base das escavações existentes em pontos onde os depósitos de talus não a recobriram (foto 14); apresenta-se bastante dobrada e fraturada, sob um capeamento constituído de folhelhos, calcários e argilas contendo concreções calcárias fossilíferas, com 10 a 12 m de espessura. Mais para o topo dessa sequência sedimentar afloram os arenitos da Formação Exu ou Feira Nova. As características dos depósitos do morro da Mãozinha sugerem a possibilidade de que a camada de gipsita apresente uma continuidade lateral ao longo da elevação.

nº 45 - Sítio Guaribas - município de Porteiras  
proprietário: Arlindo Rocha  
situação atual: mina paralizada

Esta área foi lavrada pela Mineração Tapuio até 1961; atualmente, depósitos de talus recobrem inteiramente as antigas frentes de trabalho. Informações locais indicam que a camada de gipsita tinha cerca de 4 m de espessura, sob um capeamento da ordem de 6 m constituído essencialmente por folhelhos com concreções calcárias fossilíferas. Recentemente este local foi objeto de intensa lavra clandestina para obtenção de peixes fósseis.



Do outro lado do riacho que drena este local, a Mineração Rosado extraiu gipsita, durante alguns anos, tendo paralisado suas atividades em fins de 1960.

nº 46 - Sítio Cercadinho - município de Missão Velha  
proprietário: Joaquim Alves  
situação atual: mina paralisada

Este local foi explorado pela Gêssos Mossoró em 1969. Atualmente, a frente trabalhada é pequena e está totalmente coberta por talus. A encaixante da gipsita é o mesmo folhelho com bancos de calcário observado nos outros depósitos da região.

nº 47 - Sítio Santa Maria - município de Missão Velha  
proprietário: Joaquim Faustino  
situação atual: ocorrência pequena

nº 48 - Sítio Valentim - município de Missão Velha  
proprietário: José Furtado Quental  
situação atual: ocorrência pequena

nº 49 - Sítio Serra do Mato - município de Missão Velha  
proprietário: Heitor Santana do Nascimento  
situação atual: ocorrência pequena

Todas essas três ocorrências apresentam características bastante similares; o manto de talus e a vegetação impedem a observação da gipsita, entretanto segundo informa

ções nos três locais a camada ou lente é de porte pequeno. O capeamento é constituído por um material argiloso com concreções calcárias fossilíferas.

nº 50 - Sítio Santa Rita - município de Barbalha  
proprietário: Mozart Cardoso de Alencar  
situação atual: mina paralisada

Este local foi trabalhado pela Mineração Tapuio, estando abandonado desde 1950; segundo informações, as chuvas e as nascentes que brotam da Chapada foram os principais responsáveis pela paralisação dos trabalhos. O manto de talus e de outros materiais que recobrem a frente outrora lavrada, não permitem a observação da gipsita.

nº 51 - Sítio Romualdo - município do Crato  
proprietários diversos  
situação atual: mina paralisada

Esta foi uma das primeiras jazidas da região a serem explotadas pela Mineração Tapuio; a lavra processou-se por desmonte ao longo de um corte com cerca de 80 m de comprimento e 20 m de altura. A gipsita ocorre sob a forma de uma camada maciça bastante irregular, com espessura visível da ordem de 5 m (foto 15); a cobertura de talus no local, é bastante grande, pelo que se torna praticamente impossível precisar a verdadeira possança do depósito; informações de fontes diversas, entretanto, asseguram que a camada de gipsita, localmente, tem uma espessura da ordem de 20 m. O capeamento

é constituído por uma alternância de folhelhos escuros com arenitos finos de cor creme, contendo uma grande quantidade de concreções calcárias fossilíferas.

nº 52 - Mina Conceição Preta - município de Santana do Cariri

proprietária: Etelvina Guedes

concessionária: Chaves & Cia.

situação atual: mina em atividade

Mina de porte pequeno, constando essencialmente de uma escavação semi-circular com cerca de 40 m de diâmetro de onde se extrai gipsita utilizando apenas pás e picaretas. A camada ou lente de gipsita, exposta na base do corte, é em sua maior parte constituída por um material de cor marrom escura denominado localmente de "gesso preto"; sua espessura visível é da ordem de 3 m em média. Associado à gipsita ocorre um mineral de cor clara por vezes azulado, que recebe a designação local de "gesso pesado"; a análise espectrográfica executada pelo LAMIN-CPRM, o identificou como um sulfato de estrôncio (Celestita), empregado comumente na preparação de sais de estrôncio para fogos de artifício, balas traçadoras e refinação do açúcar de beterraba. Ao que se sabe, este material ainda não é aproveitado pela concessionária. O capeamento, constituído por folhelhos com bancos de calcário, não ultrapassa 3 m de espessura. Nesta área, as camadas apresentam-se bastante onduladas; destaca-se inclusive uma zona onde a continuidade lateral das camadas é bruscamente interrompida por uma fratura vertical, preen-

chida por uma mistura de blocos angulosos do arenito Exu (ou Feira Nova) e material detrítico mal selecionado, sugerindo uma estrutura de colapso (foto 16).

nº 53 - Mina Pedra Branca nº 1 - município de Santana do Cariri

proprietário: Chaves & Cia.

concessionária: Chaves & Cia.

situação atual: mina paralizada

Faz parte de uma série de 4 minas, todas de concessão da Chaves & Cia; das quais apenas uma, a de nº 2, encontra-se atualmente em atividade. Na realidade, parecem constituir várias frentes de lavra em um mesmo corpo mineral com características peculiares nos diversos pontos de exposição.

A Mina 1 foi trabalhada através de um corte com cerca de 250 m segundo a direção N-S; a produção era da ordem de 1.500 a 2.000 toneladas de gipsita por mes. O capamento, constituído por folhelhos com bancos de calcário, não ultrapassa 10 m enquanto a camada de gipso subjacente atinge mais de 14 m de espessura (foto 17); neste local a gipsita apresenta-se de cor cinza azulado e aspecto maciço, cortado erráticamente por veios de material branco, fibroso. O contato superior com os folhelhos é brusco (foto 18).

nº 54 - Mina Pedra Branca nº 2 - município de Santana do Cariri

proprietário e concessionário : Chaves & Cia.  
situação atual: mina em atividade

Lavra a céu aberto através de uma escavação semi-circular com cerca de 80 m de diâmetro (foto 19); a Mina opera com 14 homens, 3 compressores com capacidade para 4 martelos cada, um pequeno trator Allis-Chalmers, pás, picaretas, martelos, etc.; entretanto, a maior parte desse equipamento ou é sub-utilizada ou está em tão precárias condições que seu uso é impraticável. A produção da mina é por isso bastante variável, oscilando de 30 a 80 toneladas por dia; o material em bruto segue para a cidade de Crato onde é pesado e, em sua maior parte, embarcado para Fortaleza; o restante destina-se geralmente a Sobral (CE) e João Pessoa (PB). A gipsita em bruto destinada a Fortaleza é transportada, juntamente com a produção da Mina Ponta da Serra, por ferrovia, num total de 12 vagões semanais (400 a 500 t gipsita/semana); ali em instalações da própria empresa o gipso é calcinado, embalado e vendido para São Paulo.

A gipsita encontrada na Mina nº 2 é também de cor cinza azulado, maciça, com veios de material fibroso, e apresenta-se como uma camada de aproximadamente 10 m de espessura. O capeamento (folhelhos com bancos de calcário) onde não foi totalmente removido, é de 8 a 10 m (foto 20).

A Mina nº 3, em área próxima, foi abandonada logo após terem sido iniciados os trabalhos de lavra, pois, segundo informações locais, o material era de qualidade inferior.

nº 55 - Mina Pedra Branca nº 4 - município de Santana do Cariri

proprietária e concessionária: Chaves & Cia.

situação atual: mina paralisada

Tanto a camada de gipsita como o capeamento, neste local, apresentam-se deformados e ondulados; a espessura do capeamento se reduz de 10 m para cerca de 1,5 m (foto 21). No mais, esta mina apresenta características idênticas às das minas nº 1 e 2. A lavra foi paralisada devido à frente de trabalho encontrar-se já próxima de algumas casas.

nº 56 - Mina Ponta da Serra - município de Santana do Cariri

proprietário: Didi Leopoldino

concessionária: Chaves & Cia.

situação atual: mina em atividade

Lavra a céu aberto por desmonte de escarpa (foto 22). A camada de gipsita, com cerca de 10 m de espessura, apresenta aspecto maciço e cor cinza azulada; em alguns pontos aparece a variedade marrom escura alternando-se com a anterior, o que confere ao corpo uma estrutura bandeada. O capeamento, com aproximadamente 15 m de espessura, é constituído por folhelhos com bancos de calcário (fotos 22 e 23). A produção da mina oscila em torno de 40 a 80 t por dia; o material em bruto, é levado para Fortaleza por ferrovia.

nº 57 - Sítio Lama - município de Santana do Cariri

proprietário: Luiz Leopoldino

concessionária: Mineração Rosado  
situação atual: mina paralisada

Este local foi trabalhado até 1965, através de um corte segundo a direção N-S, com cerca de 100 m de extensão: A camada de gipsita exposta na frente lavrada apresenta aspecto maciço, cor esbranquiçada e cerca de 5 m de espessura visível. O capeamento, constituído também por folhelhos com bancos de calcário, foi parcialmente removido, mas sua espessura não deveria ultrapassar 5 m. Aparentemente, o volume de gipsita extraída foi bem pequeno.

O quadro em anexo permite estabelecer uma comparação qualitativa entre os depósitos amostrados a partir da composição teórica da gipsita. As análises foram feitas pelo Laboratório de Análises Mineraiis (LAMIN) da CPRM.

#### 5.7.6 - Aspectos da lavra e beneficiamento da gipsita

Os principais fatores que normalmente devem ser levados em consideração para a lavra a céu aberto de depósitos de gipsita são: tipo e espessura do capeamento, reserva e teor, posição geográfica da jazida em relação ao mercado e condições de acesso e transporte.

Nas minas mecanizadas o capeamento removido normalmente por meio de "scrapers", pás carregadiças, dragas de arrasto ou outros equipamentos mais sofisticados. De modo geral, a gipsita é lavrada seletivamente (para evitar diluição

DEPÓSITOS		MUNICÍPIOS	AMOSTRAS	ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA					ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA POR DIFRAÇÃO RAIO X
Nº	TOPONÍMIA			P.F. %	R.I. %	CaO %	SO <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MINERAIS IDENTIFICADOS
40	SÍTIO S. FELIPE (MINA ROSADO)	ABAIARA	EF-R-17a	20,1	0,1	32,1	46,1	0,3	GIPSITA
			EF-R-17b	26,0	1,7	34,1	37,1	1,0	GIPSITA
41	SÍTIO OLHO D'ÁGUA	BRUNO SANTO	EF-R-18	20,1	3,2	31,7	44,8	0,4	GIPSITA
45	SÍTIO GUARIBAS	PORTOIRAS	EF-R-19	21,6	0,7	31,3	45,7	0,5	GIPSITA
52	MINA CONCEIÇÃO PRETA	SANTANA DO CARIRI	EF-R-15a	-	-	-	-	-	CELESTINA + CALCÁRIO
			EF-R-15b	20,7	0,2	32,2	46,0	0,4	GIPSITA
53	MINA PEDRA BRANCA 1	"	EF-R-11a	20,8	0,4	31,2	47,4	0,3	GIPSITA
			EF-R-11b	20,6	0,2	32,5	46,7	0,2	GIPSITA
54	MINA PEDRA BRANCA 2	"	EF-R-13a	20,3	0,5	30,7	48,2	0,5	GIPSITA
			EF-R-13b	20,4	0,4	30,7	48,2	0,2	GIPSITA
			EF-R-13c	20,5	0,1	31,1	47,2	0,9	GIPSITA
55	MINA PEDRA BRANCA 4	"	EF-R-12a	20,2	0,4	31,2	47,7	0,3	GIPSITA
			EF-R-12b	21,0	0,5	30,3	48,0	0,2	GIPSITA
56	MINA PONTA DA SERRA	"	EF-R-14a	20,2	0,3	31,0	46,2	0,7	GIPSITA
			EF-R-14b	19,7	0,4	30,8	48,7	1,0	GIPSITA
57	SÍTIO LAMA (ROSADO)	"	EF-R-16	20,6	0,4	32,6	46,6	0,4	GIPSITA
COMPOSIÇÃO TEÓRICA DA GIPSITA				20,9	-	32,5	46,6	-	



do teor) em bancadas, utilizando da maneira mais conveniente os martelotes e explosivos a fim de obter a fragmentação adequada; o material desmontado é colocado mecanicamente em caminhões e transportado para beneficiamento. Este, consiste essencialmente em britagem, moagem e, se necessário aos fins a que se destina o produto, calcinação e flutuação. Para a britagem primária e secundária utiliza-se britadores de mandíbulas, giratórios, de rôlo e moinhos de martelo enquanto que a moagem final é feita em moinhos de rolos. A calcinação é realizada usualmente em fornos de panela ou em fornos rotativos semelhantes aos utilizados na fabricação de cimento.

As minas brasileiras de gipsita, em sua grande maioria, são pouco ou nada mecanizadas. A lavra é realizada a céu aberto, de maneira bastante rudimentar; o capeamento geralmente é removido por trabalhadores braçais, utilizando pás e picaretas. O desmonte da gipsita, normalmente, é efetuado com o auxílio de picaretas, alavancas de ferro e, se houver disponibilidade, de algum explosivo; a seleção do material é feita por catação sendo os blocos maiores reduzidos às dimensões desejadas por meio de marretas. O carregamento dos caminhões é também feito manualmente.

A situação das minas de gipsita no Ceará é exatamente essa; a mecanização é incipiente ou inexistente, a mão de obra disponível é abundante e barata, e, como consequência, os custos de lavra são relativamente mais elevados do que se fossem feitos mecanicamente.

## 5.8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os depósitos de gipsita do Estado do Ceará, apresentam-se em grandes lentes irregulares ou camadas descontínuas, capeamento espesso existente praticamente em todos os depósitos, cuja remoção torna a lavra bastante onerosa.

A gipsita é de boa qualidade conforme atestam as análises e ensaios tecnológicos efetuados.

As características praticamente idênticas dos depósitos estudados, desde a extremidade leste da Chapada do Araripe até próximo a Santana do Cariri, sugerem uma extrapolação lateral ao longo de toda a encosta da chapada, constituindo um único e grande jazimento de gipsita.

As jazidas localizadas no Estado de Pernambuco apresentam melhores condições de mineração, em virtude de o capeamento ser pouco espesso e a camada de gipsita possuir maior potência. As minas são mecanizadas e se encontram mais próximas dos centros consumidores, tornando a lavra mais econômica.

O sub-aproveitamento da gipsita cearense deve-se ao pouco conhecimento que se tem das reservas globais; a mecanização incipiente ou inexistente; falta de orientação, técnica. O problema de transporte e comunicação já vem sendo sanado pelo governo.

Uma pesquisa bem planejada e orientada, visando a avaliação em termos globais de toda a faixa gipsífera do Cariri cearense, poderá revelar a viabilidade econômica de lavra em larga escala, o que propiciará matéria prima indispensável para a implantação de importantes indústrias de base no Estado. Acrescenta-se ao fato de a indústria do cimento continuar crescendo em ritmo acelerado, bem como um projeto para a utilização da gipsita do Nordeste na produção de ácido sulfúrico e cimento como co-produto, poderá vir a se tornar viável em futuro próximo; numerosas nações já utilizam o processo com resultados bastante satisfatórios.

6 - DIATOMITO

## 6.1 - GENERALIDADES

O diatomito, também chamado de terra diatomácea ou o termo alemão Kiesekkuhr, é um depósito mineral de origem orgânica, formado por um agregado de minúsculas conchas ou carapaças silicosas de algas diatomáceas.

É constituído essencialmente de sílica amorfa ou opalina, contendo certa quantidade de água combinada que varia de 2% a 10%. Comumente contém matéria orgânica, cujo conteúdo pode exceder 30%, e quantidades variáveis de impurezas inorgânicas tais como areia, sílica criptocristalina, argilas, cinza vulcânica, carbonatos de cálcio e de magnésio e sais solúveis. No estado natural o diatomito possui de 10% a 65% ou mais de água livre.

Os depósitos são de idade Terciária ou Quaternária, localizando-se em ambientes aquosos fechados, de água doce ou salgada, principalmente em baixadas, terrenos pantanosos, lagoas. Alguns depósitos estão situados em terrenos secos e elevados, mas em épocas pretéritas havia uma depressão que possibilitou a acumulação em ambiente aquoso. Pelo modo de ocorrência, os depósitos têm a forma lenticular, com disposição côncava, cuja espessura decresce do centro da bacia para os bordos.

O diatomito é muito leve, poroso e pulverulento, quando seco. O material úmido e carregado de matéria orgânica tem aspecto de lama, não plástica, friável, de coloração

cinza escuro ou negro. Esse material exposto ao ar atmosférico torna-se ressecado pela perda de água por evaporação. Calcinando-o, adquire a cor branca, quando isento de óxido de ferro. A presença deste óxido imprime tons amarelos. O diatomito seco ou úmido lançado na água, flutua durante alguns segundos graças a sua leveza, mas submerge quando saturado pela água absorvida em virtude da sua elevada porosidade, produzindo durante o fenômeno, desprendimento de bolhas de ar.

O valor comercial do diatomito é devido principalmente à combinação de três importantes propriedades: o reduzido peso específico aparente, a elevada porosidade e a resistência ao ataque por substâncias químicas.

O peso específico aparente varia de 0,2 a 0,5 e o real oscila de 1,9 a 2,2, que corresponde ao material opalino que forma as frústulas do diatomito.

A porosidade é da ordem de 80% a 90% para o material acamado sem compressão. De um modo geral, a permeabilidade também é muito elevada.

Sendo o diatomito formado por partículas microscópicas de material opalino, as suas características abrasivas são notáveis.

Outra propriedade importante é a baixíssima condutibilidade térmica, a qual é ocasionada pela elevada porosidade do material.

## 6.2 - USOS E APLICAÇÕES

A combinação singular de propriedades físicas e químicas, confere ao diatomito mais de 1.000 aplicações industriais.

Como coadjuvante de filtração - cerca de 50% do consumo de diatomito destina-se a filtração, constituindo-se portanto, o maior campo de aplicação. É uma decorrência da elevada permeabilidade, associada à capacidade de retenção dos materiais sólidos, entre as partículas que o compõem, além da excelente inércia química. Presta-se para a filtração rápida e eficiente de óleos, de xaropes, soluções de açúcar, líquidos corrosivos e bebidas em geral.

Como isolante térmico e acústico- esse emprego é consequência do baixo coeficiente de transmissão de calor e do reduzido peso por metro cúbico. É apropriado para isolamento tanto em alta como em baixa temperatura; usado sob a forma de pasta e pó, preenchendo espaços vazios, e também na fabricação de tijolos refratários.

Como abrasivo moderado - Na fabricação de pasta dental, para limpeza de prata, cristais e jóias. Para este fim deve ser isento de grãos de quartzo que poderiam arrastar os objetos pela maior dureza.

Como suporte ou carga industrial - Para inseticidas sólidos ou líquidos, artigos de borracha e papel, agindo pela capacidade de absorção e grande poder de dispersão.

Como absorvente - Pelo fato de possuir grande porosidade é usado para absorver ácidos, óleos e líquidos em geral. Usa-se muito na embalagem de frascos contendo líquidos corrosivos para absorvê-los, em caso de ruptura do recipiente.

Sob a forma de pó, o diatomito tem sido empregado como suporte para inúmeros catalisadores, principalmente níquel e vanádio. Tem largo emprego como constituinte de tintas, esmaltes e lacas. Como agente de pulverização nos adubos de nitrato de amônio, assegurando melhor dispersão; é matéria prima para a fabricação do silicato de cálcio sintético e uma das principais cargas empregadas na fabricação de plásticos.



### 6.3 - PRODUÇÃO, CONSUMO E PREÇOS

Segundo o I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM, 1972, a produção nacional de diatomito no período de 1965 a 1971, apresentou o seguinte comportamento:

ANO	TONELADAS
1965	1.805
1966	1.517
1967	476
1968	871
1969	834
1970	3.160
1971	4.370

O recente levantamento efetuado por Sousa (1973), forneceu os seguintes dados de produção:

ANO	TONELADAS
1968	6.077
1969	5.616
1970	4.871
1971	4.935
1972	6.481

O Estado do Ceará é o maior produtor de diatomito bruto, ocupando o R. Grande do Norte o segundo lugar. Porém, esse último Estado desponta na primeira posição em se tratando

de diatomito beneficiado para os seus diversos fins mais no  
bres.

Grande parte da produção cearense não é contabilizada porque é oriunda de numerosos garimpos que utilizam o material para confecção de tijolo de alvenaria, destinado a construção civil.

De acordo com um levantamento efetuado por técnicos do DNPM, baseado nos decretos de lavra, apurou-se que a produção brasileira de diatomito, no período de 1942 a 1970, foi de 35.000 a 40.000 toneladas, oriundas, quase totalmente das jazidas cearenses, mineradas pela empresa Diatomita Industrial Ltda. Atualmente esse estado perdeu a hegemonia para o Rio Grande do Norte na produção de diatomito beneficiado.

Atualmente, 16 empresas mineram diatomito no Brasil, porém, apenas cinco são responsáveis por cerca de 90% da produção nacional. As principais firmas são as seguintes: Sinval Duarte Pereira S.A. - Agroindustrial e Mineração - Natal, R.G.N.; Diatomita Industrial Ltda. - Fortaleza, Ceará; Cearita - Empresa de Mineração e Indústria Ltda - Fortaleza, Ceará; Interminas Ltda. - São Paulo; e Brasil-Minas Ltda. - São Paulo.

O consumo nacional de diatomito é absorvido quase totalmente pelas três principais aplicações: filtração, isolante e carga industrial.

Segundo levantamento efetuado pela Incrementa Empreendimentos S/A, o consumo nacional de diatomito apresenta a seguinte distribuição setorial:

U S O	PERCENTAGEM
Filtração	53
Isolantes	40
Carga Industri <u>al</u>	7

Os estudos levados a efeito pela firma acima mencionada revelaram ainda que os consumidores nacionais preferem o produto importado porque oferece uma filtração de maior rendimento e melhor qualidade.

O consumo setorial nos Estados Unidos, no período de 1965 a 1970, apresentou os seguintes valores percentuais:

U S O	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Filtração	44	46	48	55	58	58
Carga Industrial	20	20	18	21	20	19
Isolantes	6	5	4	4	4	4
Diversos	30	29	30	20	18	19

Fonte: Minerals Yearbook, 1969 - 1970.

A análise dos dois quadros mostra que o maior consumo do diatomito é para filtração, tanto no Brasil como nos Estados Unidos. Porém, a percentagem do consumo nacional

para isolantes é muito elevada, ocupando o segundo posto, enquanto que no outro país é baixa, assumindo o terceiro lugar no consumo do produto.

O consumo na América do Norte para carga industrial ocupa o segundo lugar e no Brasil a demanda é muito reduzida, situando-se em terceiro lugar.

Com os dados de produção e importação de diatomito, registrados no I Anuário Mineral Brasileiro, deduzimos o consumo aparente do país, no quadro a seguir.

#### CONSUMO APARENTE DE DIATOMITO NO BRASIL

A N O	T O N E L A D A S		
	Produção	Importação	Consumo Aparente
1965	1.805	1.694	3.499
1966	1.517	2.025	3.542
1967	476	1.387	1.863
1968	871	684	1.555
1969	834	988	1.822
1970	3.160	1.234	4.394
1971	4.370	625	4.995

Em 1970, o consumo interno duplicou em relação ao ano anterior.

O preço do diatomito beneficiado varia de acordo

com a pureza e a granulometria do produto final; também varia conforme o material seja não calcinado, calcinado ou fluxo-calcinado, e ainda se o produto é vendido sem embalagem ou acondicionado em sacos apropriados.

Para atender as especificações do mercado, relativamente às suas numerosas aplicações, o diatomito é comercializado sob três formas distintas: não calcinado, calcinado e fluxo-calcinado.

O produto não calcinado é obtido através de secagem, moagem e classificação pneumática. O diatomito calcinado passa pelo seguinte processamento: calcinação, pulverização e classificação pneumática. O produto fluxo-calcinado é obtido por calcinação do material, adicionando-se 3% a 10% de carbonato de sódio (barrilha), e em seguida sofre classificação pneumática.

Os processos de calcinação e fluxo-calcinação acarretam alterações nas propriedades filtrantes do diatomito e fundem algumas impurezas, convertendo-as em escória.

A cotação de diatomito nos Estados Unidos, segundo as diversas aplicações, no período de 1967 a 1970, apresentou a seguinte evolução:

U S O S	US\$ / t			
	1967	1968	1969	1970
Coadjuvante de filtração ....	61,15	67,74	70,14	61,67
Isolante térmico ou acústico	54,31	44,50	46,12	47,84
Abrasivos .....	131,73	128,70	134,19	119,19
Suporte ou enchimento .....	53,13	57,20	61,26	53,26
Agregados leves .....	-	-	39,30	42,08
Outros usos .....	37,93	35,34	33,16	33,58
M É D I A .....	52,54	57,98	60,96	54,63

Fonte: Minerals Yearbook - 1968 a 1970

Da observação do quadro depreende-se que o diatomo destinado para abrasivos tem cotação muito superior aos demais. Em valor, assume o segundo lugar o produto usado para filtração.

De 1967 a 1969 os preços foram aumentados em virtude de mais altos custos de produção, envolvendo, principalmente, mão-de-obra, materiais e transporte.

Os preços em 1970 variaram consideravelmente em relação ao ano anterior. Houve diminuição dos preços para filtração, suportes e abrasivos. Por outro lado, verificou-se um pequeno acréscimo nos preços do produto destinado para agregados leves e para isolantes. Essas variações são indicativas de mudanças nas aplicações do produto final e usos de materiais substitutos.

De acordo com os valores fornecidos pelo I Anuário Mineral Brasileiro, os preços médios unitários das importações brasileiras de diatomito, no período de 1965 a 1971, foram os seguintes:

A N O	VALOR (US\$/t. C.I.F. )
1965	144,40
1966	143,20
1967	143,11
1968	145,58
1969	150,99
1970	162,75
1971	201,29

Do quadro acima denota-se que os preços se mantiveram estáveis de 1965 a 1967; porém, a partir de 1968 têm ocorrido aumentos sucessivos, de tal forma que houve um acréscimo de 40% do valor médio registrado em 1967 em relação ao de 1971.

Segundo Sousa (op. cit.), os preços de diatomito da firma Sinval Duarte Pereira S.A., posto em Natal, Rio Grande do Norte, conforme as três principais aplicações, no período de 1969 a 1973, são estabelecidos no quadro a seguir.

U S O S	1969	1970	1971	1972	1973
	Cr\$/t.	Cr\$/t.	Cr\$/t.	Cr\$/t.	Cr\$/t.
Filtração	500,00	700,00	700,00	1.000,00	1.000,00
Isolantes	350,00	500,00	500,00	600,00	630,00
Suportes	-	-	800,00	800,00	800,00
M É D I A	425,00	600,00	666,00	800,00	810,00

É interessante notar que no quadro acima não consta o diatomito destinado para abrasivos, o qual nos Estados Unidos possui a maior cotação (vide quadro).

No Brasil, o diatomito de maior valor é aquele utilizado para filtração.



#### 6.4 - RESERVAS E TEORES

As maiores reservas mundiais de diatomito estão nos Estados Unidos, as quais avultam em cerca de 600 milhões de toneladas. Em ordem de importância seguem a Rússia, a França, a Itália e a Alemanha Ocidental.

No Brasil são registrados depósitos de diatomito em quase todos os Estados da Federação, porém, as principais reservas estão situadas nos seguintes Estados:

#### RESERVAS BRASILEIRAS DE DIATOMITO

E S T A D O	T O N E L A D A S		
	Medida	Indicada	Inferida
Santa Catarina .....	787.000	-	9.000
Ceará .....	332.000	-	-
Rio de Janeiro .....	120.000	12.000	-
Bahia .....	99.000	103.000	-
Rio Grande do Norte..	66.000	-	-
Alagoas .....	52.000	-	-
T O T A L .....	1.456.000	115.000	9.000

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM - 1972

Santa Catarina desponta em primeiro lugar no país em reservas de diatomito, detendo o Ceará a segunda posição. Porém, as reservas desse último Estado são estimadas em 700.000 toneladas, pois existe grande número de depósitos que não foram pesquisados.

A qualidade do diatomito é bastante variável, dependendo principalmente do teor de sílica, do conteúdo e tipo de impurezas, bem como da dimensão, forma e arranjo das carapaças silicosas das algas diatomáceas que formam o minério. Essas características assumem especificações diversas, conforme o emprego do material na indústria. Assim, para filtração o diatomito deve ter alto teor em sílica e baixo conteúdo de impurezas, sobretudo óxido de ferro. O material deve conter no máximo 10% de alumina ( $Al_2O_3$ ) e menos de 2% de óxidos de ferro, cálcio e magnésio. O tipo, tamanho, arranjo e percentagem das frústulas, influenciam no grau de filtrabilidade. A presença de argilas é prejudicial porque diminui o poder filtrante do diatomito.

Para isolante térmico, o peso específico aparente desejável é de 10 libras por pé cúbico ( $0,160 \text{ g/cm}^3$ ) e o teor de sílica deve ser superior a 75%.

O teor de sílica dos depósitos de diatomito normalmente varia de 58% a 91%. O material com percentagem de sílica inferior a 50%, constitui um depósito de baixo teor.

A análise química típica de diatomito beneficiado pelos três diferentes processos, em base seca, é expressa a seguir:

## Percentagens

Constituintes	não calcinado	calcinado	fluxo-calcinado
SiO <sub>2</sub> .....	86,8	91,0	87,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,1	4,6	5,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,6	1,9	1,1
CaO .....	1,7	1,4	1,1
MgO .....	0,4	0,4	0,3
Perda ao fogo..	4,6	0,3	0,1
Indeterminado..	0,8	0,4	3,6
<b>T O T A L</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Mineral Facts and Problems - 1960

Com o objetivo de mostrar a distribuição, a variação e as percentagens dos constituintes dos depósitos de diatomito, apresentamos no quadro a seguir os teores médios das principais jazidas do mundo.

Análises Químicas de diatomito das Principais Jazidas do Mundo

Constituintes	Base seca (percentagem)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Sílica (SiO <sub>2</sub> )	89,70	84,83	83,20	75,62	79,55	68,30	71,99	92,78
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3,72	3,05	5,15	5,75	8,18	1,57	3,00	2,63
Óxido Férnico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,09	0,92	1,58	2,56	2,62	2,37	1,12	1,21
Óxido de Titânio (TiO <sub>2</sub> )	0,10	-	0,20	0,20	0,70	0,11	0,13	-
Óxido de Cálcio (CaO)	0,35	0,29	1,30	3,30	0,25	tr.	8,15	0,66
Óxido de Magnésio (MgO)	0,65	0,78	1,41	1,50	1,30	0,18	2,30	0,29
Álcalis (como Na <sub>2</sub> O)	0,82	1,48	1,40	2,16	1,31	0,84	0,63	0,46
Perda ao fogo (água combinada, CO <sub>2</sub> e mat. org.)	3,70	8,37	5,95	8,22	5,80	26,50	12,68	2,22
SO <sub>3</sub> e Cl .....	-	0,90	-	-	-	-	-	-
T O T A L ...	100,13	100,62	100,19	99,31	99,71	99,87	100,00	100,25

Fonte: Industrial Minerals and Rocks - 1949

A - Lompoc, Califórnia, Estados Unidos. Considerada a maior jazida do mundo

B - Jalisco, México.

C - Monterey County, Califórnia, Estados Unidos

D - Los Angeles County, Califórnia, Estados Unidos

E - Maryland, Estados Unidos

F - Alemanha Ocidental

G - Oran, Argélia

H - Nova Escócia, Canadá. Considerada a maior jazida deste país.

## 6.5 - EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO

No Brasil não há exportação de diatomito. A produção doméstica tem sido insuficiente para atender a demanda e como consequência o mercado interno é suprido através de importações.

As importações brasileiras de diatomito, no período de 1965 a 1971, estão registradas no quadro abaixo.

A N O	Quantidade t.	Valor US\$ C.I.F.
1965	1.694	244.617
1966	2.025	289.985
1967	1.387	198.502
1968	684	99.583
1969	988	149.183
1970	1.234	200.833
1971	625	125.809

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro,  
DNPM - 1972.

## 6.6 - DEPÓSITOS ESTUDADOS

No Estado do Ceará existe cerca de uma centena de ocorrências de diatomito, as quais, em sua grande maioria, estão distribuídas em toda a faixa litorânea.

Muitos depósitos se localizam na periferia da cidade de Fortaleza e municípios vizinhos, desfrutando, por conseguinte, da infra-estrutura da capital, energia elétrica, água, porto marítimo e boas estradas, as quais possibilitam rápido e eficiente escoamento do produto.

Alguns depósitos estão sobrepostos a sedimentos pertencentes ao grupo Barreiras, considerados de idade terciária, porém, a maioria está assentada sobre dunas antigas ou fósseis, julgadas do Pleistoceno ou início do Quaternário. De um modo geral, dunas recentes circundam os depósitos e em alguns casos observa-se o avanço das dunas sobre os mesmos, sugerindo a possibilidade de muitos deles estarem recobertos por esses sedimentos arenosos.

Via de regra os depósitos se encontram em lagoas de água doce, de dimensões variadas e forma geralmente arredondada. Muitas dessas lagoas secam durante o verão e, por vezes, exibem o material. Pelo ambiente em que se formam, os depósitos têm caráter lenticular, com arqueamento côncavo, tendo a maior espessura no centro da bacia, e se adelgaça em direção aos bordos ou margens.

O diatomito quando retirado do fundo da lagoa

tem cor marrom escuro, cinza escuro ou negro, em virtude da matéria orgânica sempre presente em quantidades variáveis. Esse material está saturado de água, graças a sua elevada porosidade, a qual corresponde, em média, 50% do peso do material; mas, posto para secar ao ar livre, torna-se bastante leve pela perda da água por evaporação e assume cor branca quando isento de óxido de ferro. A presença deste imprime uma coloração amarelada ao material seco. Em alguns casos se sobrepõe à lente de diatomito uma lente de argilas de espessura variável; noutros a lente de diatomito está intercalada em sedimentos argilosos; ainda existem depósitos isentos de camadas argilosas (vide cortes geológicos anexos). Também ocorrem lagoas que apresentam apenas argilas.

As principais impurezas do diatomito são argilas, matéria orgânica, sílica cristalina sob a forma de areia, óxido de ferro e carbonato. A matéria orgânica consiste de restos de vegetais superiores e diferentes espécimes de espongiários, radiolários e foraminíferos. Em certos depósitos ocorrem alta percentagem de espículas de espongiários, formadas por minúsculas agulhas silicosas que causam coceira e irritação na pele. Quando essas espículas predominam, o material recebe o nome de espongilito.

Existe grande número de ocorrências de diatomito carentes de pesquisa, na acepção técnica do termo. Por outro lado, a maior parte dos depósitos é objeto de garimpagem para fabricação de tijolo de alvenaria, destinado a construção civil. Cerca de 90% das construções de Fortale-

za e municípios vizinhos são edificadas com tijolo diatomífero. Isso se constitui uma sub-utilização e uma verdadeira dilapidação dos depósitos, cujo minério deveria ser empregado para as suas diversas aplicações mais nobres. Por causa disso, importantes depósitos estão exauridos, pois a extração do diatomito para esse fim vem sendo efetuado há cinquenta anos ou mais. Capper de Souza em 1938 verificava que toda a cidade de Fortaleza era construída com tijolos diatomíferos, e determinou que o consumo de diatomito para esta finalidade era da ordem de 100.000 toneladas anuais.

Da década de 30 até o presente não houve nenhum progresso para a manufatura do tijolo; todo o processo é de natureza muito rudimentar. O operário mergulha na lagoa e munido de pá, corta o barro diatomífero e despeja numa pequena balsa; em seguida conduz o material para a margem da lagoa onde outro operário mistura o barro diatomífero com argilas e pisoteia a massa para lhe conferir maior uniformidade (esse operário é chamado de amassador). Concluída essa etapa, o material é conduzido em carrinhos de mão, da margem da lagoa para uma área próxima onde estão as formas de madeira; outro operário, chamado moldador, com muita habilidade reúne uma porção da massa na mão e lança na forma; antes, porém, envolve o bolo diatomífero-argiloso com um pouco de areia de duna colhida no próprio local, para evitar que a massa não fique aderente nas mãos do operador e na forma. Os tijolos nos seus moldes permanecem ao ar livre para secagem, durante três dias; no quarto dia, é feito um forno, através do empilhamento dos tijolos



secos, alimentado à lenha, para calcinação dos mesmos. Após esta operação o tijolo está pronto. Pelo método rudimentar empregado, o rendimento é muito baixo e há grande desperdício de material. Os tijolos que ficam na periferia do forno, sofrem apenas um pequeno aquecimento e são rejeitados. Os operários costumam chamar o diatomito de barro tremedor e as argilas de barro cortador.

Existem duas empresas de mineração que operam o diatomito do Ceará: A Diatomita Industrial Ltda. e a Cearita - Empresa de Mineração e Indústria Ltda. Essas firmas beneficiam o diatomito para fins mais nobres; porém, a lavra carece de mecanização e acreditamos que as instalações de beneficiamento poderiam oferecer um melhor rendimento e um produto final de qualidade superior mediante a assistência de um Engenheiro de Minas especialista em tratamento de minérios.

Foram efetuados estudos preliminares em 25 depósitos e a relação dos mesmos é apresentada, a seguir:

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICÍPIO</u>
58	Lagoa Rasa	Beberibe
59	Lagoa do Araçazinho	Jacaúna-Aquiraz
60	Lagoa da Pataca	Aquiraz
61	Lagoa do Araçá	Jacaúna-Aquiraz
62	Lagoa do Souza	Cascavel
63	Lagoa de Cima	Aquiraz
64	Lagoa do Moita	Aquiraz
65	Lagoa das Canas	Jacaúna-Aquiraz
66	Lagoa Canavieira Sítio Galante	Pacajus

<u>NÚMERO</u>	<u>NOME</u>	<u>MUNICÍPIO</u>
67	Lagoa do Tapuio	Aquiraz
68	Lagoa do Ipú	Pacajus
69	Lagoa Tacaca	Messejana-Fortaleza
70	Lagoa do Eusébio	Eusébio-Aquiraz
71	Lagoa Parnamirim	Aquiraz
72	Lagoa Pabussú	Caucaia
73	Lagoa Sucurijubinha	Caucaia
74	Lagoa da Araticuba	Caucaia
75	Lagoa Pajuçara	Caucaia
76	Lagoa Damião	Caucaia
77	Lagoa Tapacaú	Caucaia
78	Lagoa da Banana	Caucaia
79	Lagoa Tanupaba	Caucaia
80	Lagoa de Eganambi	S.Gonçalo do Amaran te
81	Lagoa das Poeiras	Itapipoca
82	Lagoa do Tanque	Itapipoca

Segundo Sousa (op. cit.), ainda existem no Ceará, os seguintes depósitos:

<u>NOME</u>	<u>DISTRITO-MUNICÍPIO</u>
Mina Lagoa Parangabuçu	Fortaleza
Mina Alagoinha	Aquiraz
Mina Lagoa do Mato	Aquiraz
Mina Lagoa das Pombas	Eusébio-Aquiraz
Base - Michá	Trairi
Lagoa Cajazeiras (Gabriel)	Trairi
Lagoa Cará	Trairi

<u>NOME</u>	<u>DISTRITO-MUNICÍPIO</u>
Lagoa Marreca	Trairi
Lagoa Seca	Trairi
Lagoa Salgado	Trairi
Lagoa Paus	Barrento-Itapipoca
Capeba	S.Bento da Amon-tada-Itapipoca
Lagoa São Vicente	S.Bento da Amon-tada-Itapipoca
Lagoa do Jardim	S.Bento da Amon-tada-Itapipoca
Lagoa de Santana	Beberibe
Lagoa Encantado	Jacaúna-Aquiraz
Lagoa dos Pires	Jacaúna-Aquiraz
Lagoa Guaribas	Aquiraz
Lagoa dos Porcos	Aquiraz
Lagoa Tampada	Caucaia
Lagoa Redonda	Messejana-Fortaleza
Cachoeira	Cachoeira-Missão Velha

Leonardos (1946) descreve os seguintes depósitos, não indicados nas relações anteriores.

<u>NOME</u>	<u>DISTRITO-MUNICÍPIO</u>
Lagoa do Opaio	Fortaleza
Sítio Piauí	Fortaleza
Lagoa Itapiri	Fortaleza

<u>NOME</u>	<u>DISTRITO-MUNICÍPIO</u>
Lagoa Maraponga	Fortaleza
Lagoa Catão	Fortaleza
Lagoa Palmeirim	Fortaleza
Lagoa Funda	Aquiraz
Lagoa das Garças	Aquiraz
Lagoa Crassuí	Caucaia (antiga Soure)
Lagoa do Junco	Caucaia
Lagoa de Pedra	Caucaia
Lagoa do Garrote	Caucaia

Pelo número de depósitos conhecidos, os dois distritos diatomíferos mais importantes são os de Aquiraz e Caucaia. O primeiro está a sudeste de Fortaleza e encerra 18 depósitos, e o segundo, a oeste da Capital, com 13 depósitos estudados.

A situação legal junto ao DNPM de alguns depósitos é expressa a seguir:

<u>LOCAL</u>	<u>MUNICÍPIO</u>	<u>SITUAÇÃO LEGAL</u>
Lagoa das Pombas	Aquiraz	Concessionária Diatomita Industrial Ltda. Mina em processo de caducidade, reserva esgotada.
Alagoinha	Aquiraz	" " "
Lagoa do Tapuio	Aquiraz	" " "
Lagoa do Mato	Aquiraz	" " "
Lagoa do Opaio	Fortaleza	Concessionário Diatomita Industrial Ltda. Lavra suspensa.

<u>LOCAL</u>	<u>MUNICÍPIO</u>	<u>SITUAÇÃO LEGAL</u>
Lagoa Canavieira	Pacajús	Concessionário Diatomita Industrial Ltda. concessão em vigor.
Lagoa Porangabuçu	Fortaleza	Concessionário Mário Holanda Bessa: área urbanizada.
Lagoa Crassui	Caucaia	Concessionário Diatomita Industrial Ltda. Mina em processo de caducidade.
Lagoa dos Araçás	Aquiraz	Alvará de pesquisa 01/10/68 Cearita Ltda.
Lagoa do Jardim	Itapipoca	Pedido de pesquisa em 1971, Diatomita Industrial Ltda.
Lagoa do Cachimoo	Itapipoca	" " "
Lagoa Rasa	Beberibe	Pedido de pesquisa em 1972, Cearita Ltda.
Lagoa das Canas	Aquiraz	" " "
Lagoa dos Pires	Aquiraz	" " "

Os depósitos estudados pelos técnicos do Projeto serão descritos a seguir, na ordem numérica em que foram registrados nos mapas, fotos aéreas e fichas de cadastro de ocorrências minerais, anexos. Dados complementares sobre os depósitos investigados poderão ser observados nas respectivas fichas de cadastro de ocorrência, numeradas de 58 a 82.

Foram realizadas análises químicas quantitativas de 44 amostras de diatomito, com um total de 308 determinações. Também foram efetuados estudos micro-paleontológicos de 10 amostras de diferentes ocorrências.

As áreas de ocorrência de diatomito situadas a sudeste de Aquiraz e a noroeste de Caucaia foram mapeadas na escala de 1:25.000 (vide mapas n<sup>os</sup> 7 e 8, anexos). Em ambas, os caracteres geológicos e geomorfológicos são idênticos.

O solo é essencialmente arenoso; o terreno é plano ou suavemente ondulado e a rede de drenagem difusa, geralmente obstruída e isolada pelas dunas antigas e recentes, dando origem a numerosas lagoas que constituem o ambiente de formação dos depósitos diatomíferos.

A estratigrafia é representada por sedimentos areno-argilosos, algo compactados e cimentados, do Grupo Barreiras, datado do Terciário, os quais geralmente são capeados por cobertura arenosa. Estreitas faixas de aluviões argilosos, com possibilidade de encerrar diatomito, e dunas antigas fixas, do Quaternário. Finalmente, dunas recentes, móveis, de areias finas, alvas, bem selecionadas.

Na área a sudeste de Aquiraz estão delimitadas quatro lagoas diatomíferas designadas lagoa de Cima, Araçá, Pataca e Araçazinho, sendo esta última a de maior porte.

A área a noroeste de Caucaia apresenta maior quantidade de aluviões argilosos, prospectivas para diatomito. Nela estão delimitadas sete lagoas diatomíferas conhecidas pelas seguintes denominações: Araticuba, Pajuçara, Damião, Sucurijubinha, Tanupaba, Tapacau e Banana. Essas duas últimas estão bem próximas e parece que outrora, formavam uma única lagoa, a qual foi desmembrada em duas pelo retra-

balhamento de dunas. Em conjunto formam o maior depósito da região, e podem ser lavrados como se tratasse de uma única jazida.

#### 6.6.1 - Características Individuais dos Depósitos

A ocorrência da Lagoa Rasa (nº 58) está a 5 km su deste da Cidade de Beberibe. Essa área foi requerida para pesquisa em 1972 pela Cearita - Empresa de Mineração Industrial Ltda. A lagoa tem forma grosseiramente elítica, com ei xo maior orientado segundo NE-SW, medindo 600 m; o eixo menor tem cerca de 450 m de comprimento. Essa lagoa está cercada por dunas formadas de areia fina, bem selecionada, e contém uma lente de diatomito com espessura média provável de 60 cm, estando associada a uma camada argilosa. Estima-se um volume de minério de 162.000 m<sup>3</sup>. O depósito é objeto de desenfreada garimpagem para fabricação de tijolo de alvenaria, cuja produção avulta em 300.000 tijolos por semana.

O resultado analítico de quatro amostras, coleta das, em diferentes pontos, é dado a seguir em percentagem.

(Material seco a 110° C)

<u>Amostra</u>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-41	75,8	9,9	2,3	0,3	0,1	0,3	11,2	99,0
GM-S-42	79,5	6,6	1,3	0,3	0,1	0,2	12,1	100,1
GM-S-43	82,5	6,4	0,9	0,2	0,2	0,2	9,1	99,5
GM-S-44	81,7	8,3	0,8	0,2	0,2	0,2	8,4	99,8

O teor de sílica dessa ocorrência é elevado, mas não foi efetuado estudo micro-paleontológico para determinação do conteúdo de diatomáceas, posto que os espongiários também são formados à base de sílica. O teor de alumina é um pouco alto, sugerindo percentagem relativamente alta de argilas. Os demais constituintes apresentam valores que se enquadram nos padrões internacionais.

A ocorrência da Lagoa Araçazinho (nº 59) está a 10 km sudeste da cidade de Aquiraz. Essa lagoa é alongada e de forma irregular, sugerindo tratar-se de um antigo leito de rio, isolado por retrabalhamento de dunas (vide mapa nº 7). A lagoa ocupa uma área aproximada de 150.000 m<sup>2</sup> e a lente diatomífera tem espessura estimada de 0,70 m, correspondendo a um volume inferido de 105.000 m<sup>3</sup> de minério.

A Lagoa da Pataca (nº 60) encontra-se a 9,5 km a sudeste da cidade de Aquiraz. Essa lagoa tem forma aproximadamente circular, com diâmetro da ordem de 80 m, a qual está cercada por areias de dunas (vide mapa nº 7). Ocorre uma lente de diatomito com espessura média estimada de 1,5 m, contendo argilas e matéria orgânica como impurezas visíveis. A área abrangida pelo depósito é pequena, mas sua potência é bastante expressiva; estima-se um volume de 7.500 m<sup>3</sup> de minério. Esse depósito é garimpado para fabricação de tijolo comum, cuja produção diária avulta em 10.000 unidades.

A Lagoa do Araçá (nº 61) está a 12,3 km a sul da cidade de Aquiraz. Essa lagoa tem forma grosseiramente elí



tica, com eixo maior orientado segundo NW-SE medindo 450 m; o eixo menor mede 250 m. Possui uma lente de diatomito com espessura que varia de 0,15 m a 3,80 m. Essa área foi objeto de pesquisa cuja titular é a Cearita - Empresa de Mineração e Indústria Ltda. Os trabalhos exploratórios consistiram de 208 furos de trado e revelaram uma cubagem de 126.000 m<sup>3</sup>.

Estudos micro-paleontológicos de duas amostras coletadas pelos técnicos do Projeto, indicaram a predominância de diatomáceas no minério e raras espículas de espongiários.

A análise química de seis amostras coletadas em diferentes pontos, revelou a seguinte composição percentual:

(Material seco a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-7a	66,7	4,0	0,7	0,3	0,3	0,2	27,9	99,5
GM-S-7b	75,0	5,2	0,7	0,4	0,2	0,3	17,9	99,7
GM-S-8a	68,0	7,5	0,8	0,2	0,3	0,4	22,6	99,8
GM-S-9a	63,6	4,9	0,8	0,4	0,2	0,2	29,4	99,5
GM-S-10a	68,6	6,4	0,9	0,3	0,2	0,3	22,8	99,3
GM-S-10b	64,9	10,4	1,4	0,3	0,5	0,5	21,5	99,5

O conteúdo dos constituintes é variável; a percentagem de sílica é um pouco baixa, porém, dentro do limite de economicidade. A percentagem de perda ao fogo é alta, sugerindo elevado conteúdo de matéria orgânica e/ou água combinada na estrutura das frústulas das diatomáceas. A composição dos demais óxidos tem baixo valor percentual. Em suma, com certas reservas pelo pequeno número de amostras analisadas,

infere-se que o minério tem composição semelhante a algumas jazidas importantes de outros países.

A Lagoa do Souza (nº 62) localiza-se a cerca de 18,4 km a oeste da cidade de Cascavel, pela estrada para o povoado de Guanacés. Essa lagoa tem forma aproximadamente e lítica, com eixo maior medindo 300 m, segundo a direção NNW-SSE, e o eixo menor com 200 m de comprimento. Contém um depósito diatomífero, representado por uma lama negra, pouco argilosa. Na base da lente diatomífera ocorrem sedimentos arenosos de espessura desconhecida, tal como o minério. Circundando a lagoa existem areias bem selecionadas, como remanescentes de dunas pretéritas. Trabalhos rudimentares são realizados para extração de diatomito com a finalidade de fabricar tijolos comuns, cuja produção semanal se eleva a 60.000 unidades.

A Lagoa de Cima (nº 63) situa-se a 12,2 km a sul da cidade de Aquiraz. Tem forma aproximada de uma elipse com eixo maior medindo 350 m, orientado segundo NE-SW, e o eixo menor com 250 m de extensão (vide mapa nº 7). Contém uma lente de diatomito a qual se sobrepõe um horizonte argiloso, sendo esta mudança gradacional. O depósito é circundado por areias de dunas. Através de métodos rudimentares são produzidos, diariamente, 30.000 tijolos de alvenaria.

A Lagoa do Moita (nº 64) está a 15 km ao sul da cidade de Aquiraz, em linha reta. Tem forma aproximadamente elítica com eixo maior medindo 200 m, segundo a direção E-W e o eixo menor com 150 m de comprimento. No fundo da lagoa ocorre uma lente de diatomito, cujo conteúdo de argilas

decrece em profundidade, até atingir o material puro. Areias de dunas recobrem toda a área. Garimpagem depreciável se desenvolve nesse depósito para a produção, semanal, de 60.000 tijolos de alvenaria. As argilas necessárias para a fabricação do tijolo, provêm de outra lagoa.

A Lagoa das Canas (nº 65) localiza-se a 10,3 km a SSW da cidade de Aquiraz. Tem forma aproximada de uma garrafa com bojo circular, cuja dimensão maior possui 550 m, segundo E-W. Nela ocorre uma lente diatomífera, assentada sobre um horizonte arenoso, ambos de espessura desconhecida. Areias de dunas cercam a lagoa. A área foi autorizada para pesquisa em favor da Cearita - Empresa de Mineração e Indústria Ltda. Esse depósito produz, por processos rudimentares, 50.000 tijolos de alvenaria por semana. As argilas que entram na composição do tijolo são transportadas de outra lagoa.

A Lagoa Canavieira (nº 66) está a 10 km NNE da cidade de Pacajus. Tem forma elítica com eixo maior medindo 350 m, segundo a direção E-W, e eixo menor com 250 m de comprimento. No piso da lagoa ocorre uma lente de diatomito, o qual é argiloso no topo e torna-se mais puro na base. A lagoa é cercada por areias de dunas. A área está em lavra, sendo a concessionária a Diatomita Industrial Ltda. O depósito está sendo lavrado para produção de tijolo comum. As argilas indispensáveis para a confecção do tijolo provêm de outra lagoa.

A Lagoa do Tapuio (nº 67) situa-se a cerca de 10 km WSW da cidade de Aquiraz. Tem forma grosseiramente retangular, de contorno sub-arredondado, com as dimensões aproximadas de 500 m por 440 m. Encerra uma lente diatomífera algo argilosa, com potência média estimada de 0,5 m. O depósito foi lavrado pela Diatomita Industrial Ltda.; atualmente suas reservas estão exauridas e a mina encontra-se em processo de caducidade. Presume-se que foi extraído um volume de 110.000 m<sup>3</sup> de material, para a produção de tijolo diatomífero.

A Lagoa do Ipu (nº 68) está a 4 km NNE da cidade de Pacajus. Tem forma aproximadamente circular com 300 m de diâmetro e está envolvida por antigas areias de dunas. Este depósito é objeto de concessão de lavra da Diatomita Industrial Ltda, e vem sendo operado de modo intermitente desde 1941. Segundo Leonardos (1946), a camada de diatomito mede 30 cm nos bordos da lagoa e 1,20 m no centro, correspondendo a uma espessura média de 50 cm, numa área de 114.173 m<sup>2</sup>, donde o volume de 57.086 m<sup>3</sup>. É recoberta por um manto areno argiloso com 1,20 m de potência. Além das frústulas diatomáceas, são abundantes no diatomito, espículas de espongiários. Atualmente, todo o material extraído é destinado ao fabrico de tijolos de alvenaria, com uma produção diária de 10.000 tijolos. As argilas necessárias para confecção dos tijolos procedem de outra área.

A composição percentual do material bruto, em base seca, foi analisada pelo Instituto Nacional de Tecnologia, como se segue.

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Umidade	Perda ao fogo	Total
86,96	5,07	2,79	nihil	2,14	0,73	2,34	100,03

A Lagoa Tacaca (nº 69) está a 12 km a sudeste de Messejana, por estrada, em parte, carroçável. Tem forma aproximadamente elítica, com dimensões aproximadas de 300 m por 100 m; está cercada por areias brancas, bem selecionadas, oriundas de dunas antigas. Nela existe uma lente de diatomito com potência média estimada de 1 m; presume-se para este depósito uma cubagem de 30.000 m<sup>3</sup>. Dele se extrai, de modo intermitente, o diatomito para a confecção de tijolo comum, cuja produção semanal se eleva a 20.000 unidades.

A análise química de quatro amostras coletadas em pontos diferentes revelaram a seguinte composição percentual:

(base seca a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-45	70,3	12,8	1,2	0,3	0,2	0,4	15,0	100,2
GM-S-46	74,7	9,7	0,8	0,3	0,2	0,4	13,4	99,5
GM-S-47	80,3	7,9	0,7	0,3	0,2	0,4	9,8	99,6
GM-S-48	80,5	7,7	0,6	0,3	0,2	0,4	10,1	99,8

De um modo geral os constituintes se enquadram com os valores de importantes jazidas do mundo. A percentagem de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) é ligeiramente alta, sugerindo presença um tanto frequente de material argiloso.

A Lagoa do Eusébio (nº 70) situa-se a 9 km a WNW da cidade de Aquiraz, na margem esquerda da rodovia para Messejana. A lagoa de forma grosseiramente circular com diâmetro da ordem de 200 m, está cercada por areias de dunas antigas. Nela jaz uma lente de diatomito de espessura desconhecida, a qual já foi muito garimpada para a produção de tijolo diatomífero, destinado à construção civil. Na época da visita o depósito não estava sendo garimpado.

A Lagoa Parnamirim (nº 71) localiza-se a 10 km a WNW da cidade de Aquiraz, na margem direita da rodovia para Messejana. Possui forma elítica, com eixo maior medindo cerca de 400 m, segundo a direção E-W, e o eixo menor com 250m de extensão; está circundada por areias de dunas antigas. Nela jaz uma lente de diatomito que, segundo Leonardos(1946), foi estimada sua espessura em 0,30 m e a cubagem aproximada de 150.000 m<sup>3</sup>, considerando-se uma área de meio quilômetro quadrado. De acordo com esse autor o depósito vem sendo operado desde 1939 e a primeira autorização de pesquisa foi outorgada a Paulo Albuquerque em 22/11/1939. Com esse diatomito foi produzida grande quantidade de tijolo para alvenaria mas no momento a garimpagem foi suspensa, em virtude da profundidade da lagoa.

A Lagoa Pabussu (nº 72) encontra-se dentro da cidade de Caucaia, na parte oeste da mesma. Possui forma grosseiramente elítica com eixo maior medindo 300 m, segundo a direção NE-SW e o eixo menor com 200 m de extensão. O capeamento extensivo nas imediações é arenoso, de dunas pretéritas. Esse depósito já foi bastante garimpado para a produ

ção de tijolo diatomífero.

A Lagoa Sucurijubinha (nº 73) está a 21,5 km a NW da cidade de Caucaia por estrada carroçável e dista 1,5 km a oeste da praia de Parazinho. Possui forma alongada, tendo o eixo maior cerca de 500 m, orientado segundo WNW-ESE e o eixo menor mede 100 m. Está cercada por areias de dunas antigas, recobertas por dunas mais recentes (vide mapa nº 8). Contém uma lente de diatomito que segundo Leonardos (1946) a cubagem medida foi de 27.300 m<sup>3</sup>, correspondendo a uma área de 39.000 m<sup>2</sup> e a espessura média de 0,70 m. A autorização de pesquisa numa área de 35 hectares foi outorgada a J.A. Furtado Memória, em 28/04/1941. O engº H. Pinheiro Costa, registrou além da presença de diatomáceas no depósito, a incidência de espículas de espongiários. Desse depósito já foi extraída grande quantidade de diatomito para a fabricação de tijolo de alvenaria. Na época da visita os trabalhos estavam paralizados.

Duas amostras examinadas ao microscópio indicaram a presença dominante de restos orgânicos não carbonizados e pouca quantidade de diatomáceas e espículas de espongiários.

A composição percentual da análise química de cinco amostras coletadas em diferentes pontos, é mostrada a seguir:

(Material seco a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-22	85,1	6,0	0,9	0,2	0,1	0,8	6,5	99,6
GM-S-23	28,3	3,6	0,8	0,4	0,5	0,1	66,0	99,7
GM-S-24	30,4	4,2	0,5	0,5	0,4	0,2	63,3	99,5
GM-S-25	47,1	15,2	0,5	0,1	0,4	0,3	36,2	99,8
GM-S-26	24,6	3,8	0,7	0,4	0,5	0,2	69,7	99,9

Os resultados analíticos revelaram que este depósito é muito impuro e que seus constituintes variam bastante. Os altos teores de perda ao fogo indicam elevado conteúdo de matéria orgânica, correspondendo a uma sapropelito. A alta percentagem de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) em uma das amostras .... (15,2%), sugere um elevado conteúdo de argilas.

A Lagoa Araticuba (nº 74) localiza-se a 9 km a NW da cidade de Caucaia. Possui forma grosseiramente elítica com eixo maior estendendo-se por 500 m na direção NE-SW, e o eixo menor com 200 m de comprimento (vide mapa nº 8). Nela existe uma lente diatomífera com espessura média estimada de 0,80m, presumindo-se um volume de material de 80.000 m<sup>3</sup>. O estudo micro-paleontológico de uma amostra revelou a predominância de espículas de espongiários e raras diatomáceas. Nas margens da lagoa existem indícios de que o material foi outrora extraído para a confecção de tijolos de alvenaria. A lâmina d'água no centro da lagoa tem cerca de 3 m de altura.

A constituição percentual de três amostras coletadas em pontos diversos, é apresentada a seguir.



(Base seca a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-37	83,0	6,8	1,1	0,3	0,1	0,3	8,9	100,5
GM-S-38	80,6	9,7	0,5	0,8	0,3	0,2	7,9	100,0
GM-S-40	73,1	10,9	2,4	0,3	0,3	0,5	12,6	100,1

À luz dos resultados analíticos obtidos deduz-se que o material é de boa qualidade e poderá competir com similares de importantes jazidas. Porém, vale salientar que essa conclusão deve ser encarada com reservas em virtude do reduzido número de amostras analisadas.

A Lagoa Pajuçara (nº 75) está a 17,5 km a NW da cidade de Caucaia. Tem a forma alongada, estendendo-se por cerca de 1 km segundo a direção N35°W e largura média de 250 m (vide mapa nº 8). Areias de dunas cercam a lagoa e são abundantes na região. No fundo da lagoa ocorre uma lente de diatomito que segundo Leonardos (1946) possui uma possança média de 0,60 m, donde se deduz um volume de 150.000 m<sup>3</sup>. Na estiagem a lagoa seca quase completamente. Autorizou o decreto nº 5.769 de 06/06/1940 ao Sr. Nestor Barbosa Leite, a pesquisa de diatomito desta lagoa e a lavra foi concedida à Diatomita Industrial Ltda. pelo decreto nº 12.763 de 28/06 / 1940, numa área de 16,15 hectares. A lavra está paralizada há bastante tempo e segundo informações no local grande quantidade de material já foi extraído para a confecção de tijolo de alvenaria. Provavelmente suas reservas estão esgotadas.

A Lagoa Damião (nº 76) dista 19 km a NW da cidade de Caucaia. Dunas antigas circundam a mesma. A lagoa tem forma aproximadamente elítica com eixo maior orientado NW-SE, com 500 m de extensão e o eixo menor estendendo-se por 300 m (vide mapa nº 8). Nela ocorre uma lente diatomífera de potência desconhecida. Sabe-se que o primeiro alvará de pesquisa deste depósito data de 16/07/1941. Muito tijolo de alvenaria já foi produzido a partir do material, mas atualmente os trabalhos estão paralisados e a lavra em processo de caducidade, possivelmente pela exaustão das reservas.

A Lagoa Tapacau (nº 77) localiza-se a 22,5 km a NW da cidade de Caucaia. Possui forma alongada com a maior dimensão medindo 500 m na direção E-W e largura média aproximada de 150 m. Encontra-se bem próxima da lagoa da Banana a qual ocupa grande área e parece que foi derivada desta através do retrabalhamento das areias de dunas, abundantes na região. Na lagoa Tapacau ocorre uma lente diatomífera com espessura média estimada de 0,80 m, correspondendo a um volume de material da ordem de 60.000 m<sup>3</sup>.

A Lagoa da Banana (nº 78) está a 22 km a NW da cidade de Caucaia. Trata-se de uma grande lagoa de forma irregular, estendendo-se para leste através de vários braços ou ramificações. Sua maior extensão tem 1.100 m e a maior largura com 700 m, ocupando uma área mínima de 770.000m<sup>2</sup>. Nela ocorre uma lente diatomífera com potência média estimada de 1,20 m, presumindo-se uma cubagem total de 820.000 m<sup>3</sup>. O primeiro alvará de pesquisa dessa área data de 1941, sob o nº 8.185, envolvendo 97 hectares.

A composição química de quatro amostras coletadas em diferentes pontos em um dos braços da lagoa, é apresentada a seguir, em percentagem.

(Base seca a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-29	66,3	6,5	1,5	0,3	0,5	0,3	24,2	99,6
GM-S-30	39,6	12,1	1,6	0,4	0,3	0,3	45,4	99,7
GM-S-31	74,2	8,5	1,8	0,4	0,1	0,6	14,4	99,8
GM-S-32	72,2	9,2	1,8	0,4	0,1	0,5	15,8	100,0

Os resultados analíticos mostram teores elevados de perda ao fogo, o qual pode ser interpretado por grande quantidade de matéria orgânica. Também sugerem impurezas argilosas em graus variáveis. O teor de sílica (SiO<sub>2</sub>) varia de modo inversamente proporcional ao conteúdo de matéria orgânica.

A Lagoa Tanupaba (nº 79) está a 21 km a NW da cidade de Caucaia. Uma pequena lagoa de forma aproximadamente circular, com diâmetro de 250 metros. Contém uma lente de diatomito com uma espessura média estimada de 1,50 m.

Uma amostra estudada ao microscópio mostrou abundância de espículas de espongiários e pequena percentagem de diatomáceas, recebendo o material a classificação de espongilito.

O resultado analítico, em percentagem, de três

amostras coletadas em pontos diversos, é expresso a seguir.

(Base seca a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-33	82,6	7,9	1,6	0,3	0,2	0,2	6,7	99,5
GM-S-34	87,1	6,6	1,3	0,3	0,1	0,2	4,5	100,1
GM-S-36	82,3	6,4	0,5	0,2	0,2	0,3	9,8	99,7

O teor de sílica (SiO<sub>2</sub>) são expressivos, mas pode ser devido a presença de espongiários. Os outros constituintes estão dentro das especificações aceitáveis pelas indústrias.

A Lagoa de Eganambi (nº 80) situa-se a 10 km a leste da cidade de São Gonçalo do Amarante. Tem forma irregular, alongada segundo a direção E-W, cujo comprimento é da ordem de 500 m e a largura em torno de 200 m. No fundo da lagoa ocorre uma lente diatomífera com potência média estimada de 0,60 m, donde se deduz um volume de material de 60.000 m<sup>3</sup>. Esse depósito é objeto de garimpagem desenfreada para fabricação de tijolo comum, cuja produção semanal se eleva a 400.000 unidades.

Duas amostras estudadas sob o microscópio revelaram, em uma delas, a predominância de diatomáceas e pequena contribuição de espículas de espongiários, e na outra haviam poucas diatomáceas e abundância de espículas; tal fato sugere uma distribuição irregular desses elementos no material.

A análise química de seis amostras coletadas em diferentes pontos, mostrou os seguintes resultados percentuais:

(Base seca a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-1	78,3	7,7	1,6	0,2	0,2	0,3	12,2	100,5
GM-S-2a	77,7	6,6	1,9	0,2	0,2	0,3	13,4	100,3
GM-S-3	81,4	5,9	1,2	0,2	0,1	0,2	10,8	99,8
GM-S-4a	71,4	9,2	3,0	0,4	0,2	0,4	15,4	100,0
GM-S-5	75,4	6,2	1,7	0,3	0,1	0,3	16,5	100,5
GM-S-6	72,9	6,0	0,9	0,3	0,2	0,4	18,8	99,5

Com exceção da percentagem de perda ao fogo, os demais constituintes estão compatíveis com os teores das melhores jazidas. O teor de perda ao fogo é alto, provavelmente em virtude de acentuado conteúdo de matéria orgânica no material.

A Lagoa das Poeiras (nº 81) localiza-se a 28,8km ao norte da cidade de Itapipóca. É pequena, de forma aproximadamente circular, com diâmetro de 200 m. Na ocasião da visita a lagoa estava seca e se podia observar uma lente de diatomito com potência média estimada de 0,60 m, capeada por um nível argiloso com cerca de 0,20 m de espessura. O diatomito tinha cor bastante alva, pela perda da água, mas, em alguns pontos, era creme. O material é extraído por meio de pás e enxadas, e vendido à Diatomita Industrial Ltda., a qual faz o beneficiamento do mesmo.

Os estudos micro-paleontológicos de duas amostras revelaram que numa delas havia predominância de diatomáceas e poucas espículas de espongiários e na outra dominava essas últimas, sendo pequena a contribuição de diatomáceas. Conclui-se que a distribuição desses elementos no material é variável e portanto, faz-se mister o estudo sistemático do mesmo.

A análise química de quatro amostras coletadas em pontos diversos, mostrou a seguinte composição percentual:

(Base seca a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-11	79,4	6,5	0,5	0,2	0,1	0,5	12,5	99,7
GM-S-12	78,3	6,0	0,6	0,2	0,1	0,3	14,2	99,7
GM-S-15	82,7	6,3	0,3	0,2	0,1	0,3	9,6	99,5
GM-S-16	86,1	5,5	0,4	0,3	0,1	0,3	7,7	100,4

A percentagem de perda ao fogo é um pouco elevada, evidenciando conteúdo relativamente alto de matéria orgânica no material. O teor de sílica (SiO<sub>2</sub>) pode ser considerado muito bom; os demais constituintes estão dentro dos limites aceitáveis para os diversos fins industriais.

A Lagoa dos Tanques (nº 82) está a 31 km ao norte da cidade de Itapipoca, pela estrada carroçável que passa no povoado de Barrento. Tem forma grosseiramente circular com 300 m de diâmetro. Encerra uma lente de diatomito

com potência média estimada de 1,50 m, ocorrendo níveis impuros, argilosos, intercalados; no topo, o horizonte argiloso tem cerca de 10 cm de espessura. O depósito vinha sendo garimpado e o material era vendido à Diatomita Industrial Ltda. Porém, na época da visita os trabalhos tinham sido suspensos porque o material apresentava um teor relativamente alto de óxido férrico.

Os valores percentuais da análise química de cinco amostras coletadas em diferentes pontos, são apresentados a seguir.

(Base seca a 110° C)

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Perda ao fogo	Total
GM-S-17	76,1	8,3	2,0	0,3	0,2	0,4	12,3	99,6
GM-S-18	73,9	10,5	2,4	0,2	0,1	0,5	11,9	99,5
GM-S-19	80,7	6,3	1,5	0,2	0,1	0,3	11,2	100,3
GM-S-20	80,8	7,3	1,9	0,2	0,1	0,3	9,8	100,4
GM-S-21	73,0	11,5	2,6	0,2	0,1	0,5	11,4	99,8

O teor de sílica (SiO<sub>2</sub>) é considerado muito bom; as percentagens de óxido de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e perda ao fogo são altas; a presença de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> imprime ao diatomito seco uma colocação amarelada e acarreta restrições para certas aplicações, como filtração. O elevado conteúdo de matéria orgânica é responsável por valores acentuados de perda ao fogo. Também os teores de óxido de titânio são algo elevados.

## 6.7 - SUGESTÃO PARA PESQUISA

Propomos a criação de um Projeto específico denominado diatomito/argilas, cujos objetivos seriam a quantificação e a qualificação dos numerosos depósitos de diatomito da faixa litorânea do Estado do Ceará, bem como das argilas para cerâmica vermelha na região de Fortaleza.

A área abrangida por esse projeto tem cerca de 18.600 km<sup>2</sup>, limitando-se pelo Oceano Atlântico e por vértices com as seguintes coordenadas geográficas:

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1) 40°00' - 3°15' | 7) 39°00' - 4°15'  |
| 2) 39°45' - 3°15' | 8) 38°45' - 4°15'  |
| 3) 39°45' - 3°30' | 9) 38°45' - 4°30'  |
| 4) 39°30' - 3°30' | 10) 38°00' - 4°30' |
| 5) 39°30' - 4°00' | 11) 38°00' - 5°00' |
| 6) 39°00' - 4°00' | 12) 37°30' - 5°00' |

Para a delimitação da área (vide mapa 9) levou-se em conta o posicionamento geográfico das ocorrências promissoras a serem pesquisadas, bem como a disponibilidade de fotografias aéreas na escala de 1:25.000.

Como justificativas técnicas e econômicas podemos dizer que dentro da área proposta para pesquisa, existe pouco menos de uma centena de depósitos de diatomito conhecidos e pelo menos 600 feições sugestivas de encerrarem depósitos dessa importante matéria prima. Essas áreas prospectivas estão situadas em toda a faixa litorânea do Estado, a qual pos



sua largura média aproximada de 30 km. Uma parte considerável desses depósitos e feições encontra-se em situação geográfica privilegiada, pois se localiza na periferia de Fortaleza e municípios circunvizinhos, desfrutando, portanto, da infra-estrutura da Capital, água, energia, boas estradas e porto marítimo. Constatamos, também, que poucos depósitos foram devidamente pesquisados e a maioria deles é objeto de garimpagem desenfreada para a fabricação de tijolos comuns de alvenaria. Este processo constitui uma sub-utilização do produto e uma verdadeira dilapidação dos depósitos. Mais de 90% das construções de Fortaleza e municípios vizinhos, são feitas com tijolos diatomíferos. Faz quase meio século que se vem extraíndo diatomito de diversos depósitos com essa única finalidade, ocasionando a exaustão de muitos deles. As reservas potenciais de diatomito do Ceará são imensas e esse projeto pretende oferecer os subsídios básicos necessários para transformar o Estado no maior produtor do país de diatomito para todas as nobres aplicações, evitando assim as importações desse produto. Através de uma pesquisa ampla e bem orientada serão descobertas novas jazidas e indicados os depósitos de baixo teor que poderão ser operados para a confecção de tijolo comum. Paralelamente com esse trabalho, serão descobertas novas jazidas de argilas para cerâmica vermelha para atender ao desenvolvimento da construção civil. Assim, o governo terá condições de evitar o arrasamento de importantes reservas de diatomito, substituindo o tijolo diatomífero por tijolos vermelhos.

A seguir, apresentamos a metodologia adequada para a execução do Projeto.

a) Foto-interpretação de toda a área do projeto, visando a locação e delimitação dos depósitos conhecidos e das numerosas feições sugestivas de diatomito e argilas, por meio de fotos aéreas na escala de 1:25.000. Deverão ser delimitadas todas as lagoas, depressões fechadas, braços isolados de rios e outras feições, uma vez que os depósitos diatomíferos se formam nesses ambientes. Quanto as argilas para cerâmica vermelha deverão ser delimitados as aluviões dos principais rios, como o Jaguaribe, o Pirangi, o Choró, o Pacotí, o Cocó, o Ceará e outros.

b) Reconhecimento e cadastramento de todas as feições sugestivas de diatomito previamente foto-interpretadas, bem como, o levantamento de todos os depósitos conhecidos. O mesmo trabalho referente às ocorrências de argilas.

c) Pesquisa dos depósitos mais promissores de diatomito e argilas, envolvendo as seguintes etapas:

- Delimitação dos depósitos por meio de prancheta e alidade ou teodolito.
- Amostragem dentro de uma malha adequada, utilizando trados apropriados para a recuperação de testemunho contínuo.

d) Trabalhos de laboratório consistindo de:

- Análise química quantitativa das amostras de diatomito.
- Estudos micro-paleontológicos para a caracterização dos elementos que formam o depósito,

identificando a forma, dimensões, arranjo e distribuição percentual.

- Ensaios tecnológicos visando o aproveitamento do produto para suas nobres finalidades, tais como filtração, abrasivo, suporte e isolante.
- Para a caracterização completa das argilas deverão ser efetuados os seguintes ensaios: Raios X, perda ao fogo, densidade aparente, porosidade aparente, absorção de água, queima simples, plasticidade, retração, granulometria e módulo de ruptura.

e) Análise da situação atual dos processos de lavra e beneficiamento, objetivando o melhor e mais rentável aproveitamento dos depósitos de diatomito e argilas.

f) Relatório final contendo, além de outros itens, os mapas de detalhe, a cubagem dos depósitos e a localização dos mesmos nas plantas topográficas na escala de 1:100.000, editadas pela SUDENE.

## 6.8 - RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES





'Considerando o potencial de reservas de diatomito no Ceará, temos condições de passar da atual situação de importador desse produto, para alcançar a auto-suficiência e até conquistar os mercados externos. Porém, para atingir esse objetivo torna-se necessário a adoção de um conjunto de três medidas nas quais deverão tomar parte os governos Federal, Estadual e a Empresa privada. Em primeiro lugar, deve-se extinguir a garimpagem desenfreada para evitar a sub-utilização do diatomito e a exaustão acelerada dos valiosos depósitos. Em seguida, a execução de uma pesquisa ampla e bem orientada de diatomito e argilas, conforme descrita no item anterior. Finalmente, convocar e orientar os empresários para a execução de uma lavra em larga escala, abrangendo um conjunto de jazidas, usando técnicas e equipamentos modernos; promover a instalação de um engenho de beneficiamento central, utilizando a tecnologia mais moderna de modo a permitir alto rendimento e obtenção de produtos finais de elevada qualidade que possam competir com os similares importados.

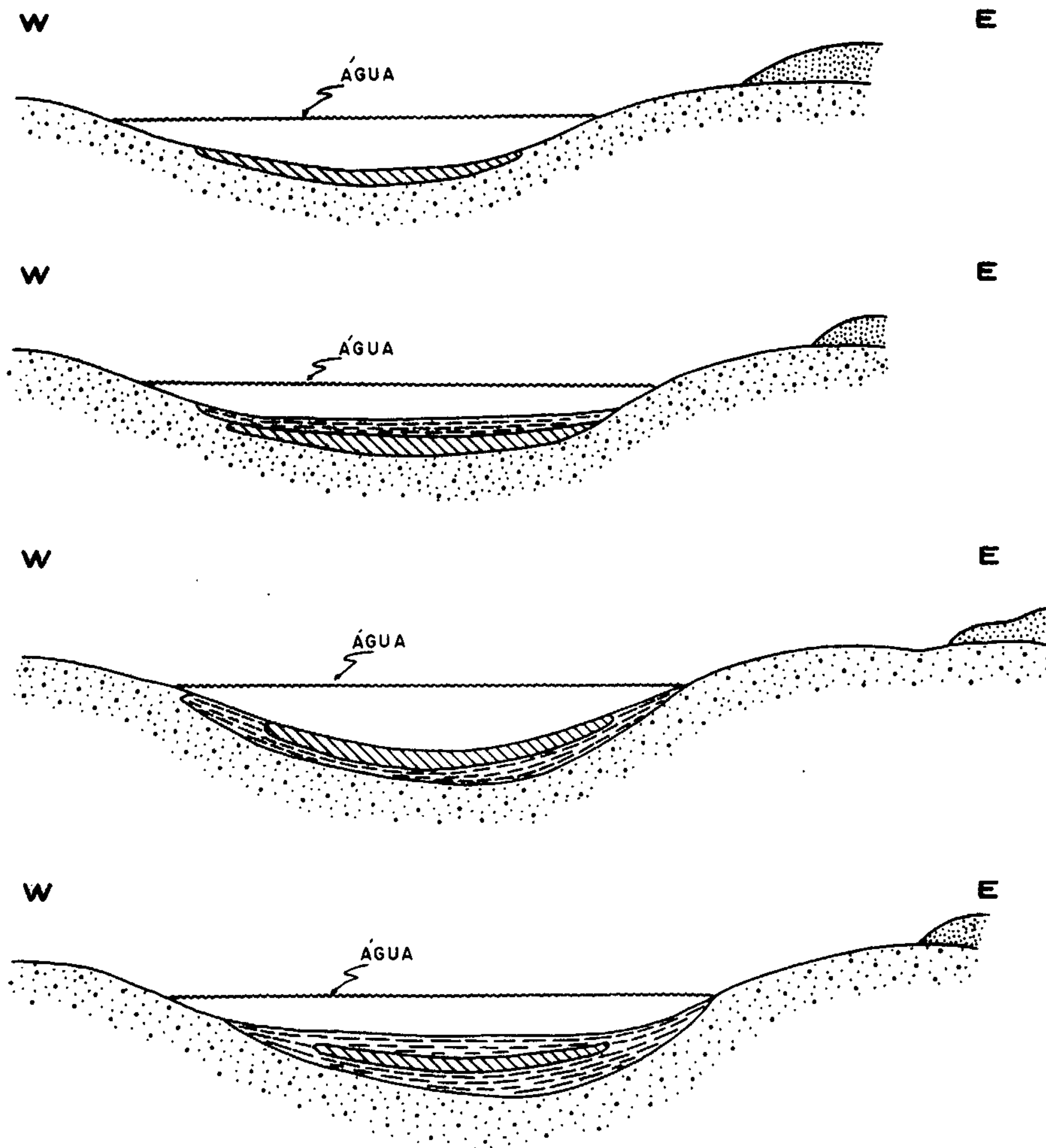
Em termos econômicos, de nada adiantará a realização de apenas uma dessas medidas, pois os efeitos notáveis advirão do somatório de esforços consignados pelas três atitudes acima enumeradas.

Tendo em vista os investimentos necessários para a consecução integral desse plano e com base na assertiva de que na atualidade, apenas os grupos fortes e bem organizados conseguem vender seus produtos, em termos competitivos,

recomendamos, às empresas engajadas nesse tipo de atividade industrial, a formação de um Consórcio de Mineração. Essa reunião de firmas trará resultados bastante benéficos, tanto do ponto de vista técnico, como também comercial e empresarial. Presentemente, é muito comum a fusão de firmas ou grupos empresariais para se tornarem mais fortes e disputarem com maior vantagem os mercados. Assim, uma nova empresa criada dentro desse raciocínio irá enquadrar-se naquilo que na Ciência Econômica é definido como Integração para Frente, tanto no sentido Horizontal, como no sentido Vertical. Está sobejamente comprovado que o processo de integração constitui um dos métodos mais lógicos para promover o desenvolvimento de uma empresa.

## PERFIS GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS DOS DEPÓSITOS DIATOMÍFEROS DO CEARÁ

- |   |                       |
|---|-----------------------|
|  | AREIA DE DUNA RECENTE |
|  | ARGILAS               |
|  | DIATOMITO             |
|  | AREIAS ANTIGAS        |



7 - CALCÁRIO

## 7.1 - GENERALIDADES

Calcários são rochas constituídas "essencialmente" por carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Este, pode se apresentar sob a forma de calcitã, mineral que se cristaliza no sistema rômboico, tem pêsso específico 2,7 e dureza 2 a 3 (escala de Mohs); ou de aragonita, com pêsso específico 2,9, dureza 3,5 a 4 (escala de Mohs), cristalizando no sistema ortorrômboico. A variedade cristalina e transparente de calcita é denominada "espato de Islândia", bastante utilizado na construção de prismas para polarização da luz devido às suas propriedades de dupla-refração.

Geneticamente os calcários são originados ou pelo acúmulo de restos orgânicos (corais, micro-organismos, etc) ou por precipitação química de soluções; Pettijohn (1957), distingue calcários autóctones, formados "in situ", dos calcários alóctones constituídos por material transportado.

Na natureza praticamente inexiste um calcário de composição 100% de  $\text{CaCO}_3$  (calcita); o que se observa são rochas contendo uma mistura em proporções variáveis de calcita e dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), além de impurezas argilosas e silicosas. A frequente presença do magnésio nos calcários é explicada como sendo esse elemento proveniente ou dos próprios organismos que originaram a rocha ou de alterações post deposicionais por processos de precipitação química acompanhados de recristalização, a partir de soluções magnesianas de origem marinha ou magmática (dolomitização). Na dependência da percentagem de  $\text{MgO}$  contido, a rocha deixa de ser con-



siderada um calcário, sendo então denominada dolomito. Tentativamente, Pettijohn estabeleceu uma classificação das rochas calcárias em função do teor de MgO:

nomenclatura	% MgO
calcário .....	0 a 1,1
calcário magnesiano .....	1,1a 2,1
calcário dolomítico .....	2,1a 10,8
dolomito calcítico .....	10,8a 19,5
dolomito .....	19,5a 21,7

Fonte: Pettijohn - Sedimentary Rocks - 1949.

Em 1968 Mabesoone sugeriu a seguinte classificação de misturas de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ):

% Calcita	nomenclatura	% dolomita
100	..... calcários .....	0
95	..... calcários magnesianos .....	5
90	..... calcários dolomíticos .....	10
50	..... dolomitos calcários .....	50
10	..... dolomitos .....	90
0	..... dolomitos .....	100

Fonte: Mabesoone - Sedimentologia - 1968.

Os calcários geralmente contêm quantidades variáveis de argila, o que determina sua utilização comercial para êste ou aquêle fim. Uma classificação de misturas de calcário e argila com finalidades industriais é mostrada a seguir:

% calcário	% argila
100	0
..... calcário branco .....	
90	10
..... calcário de cal hidráulica .....	
75	25
..... calcário de cimento .....	
70	30
..... cal romano .....	
60	40
..... cimento Portland .....	
25	75
..... argilas para tijolos .....	
10	90
..... argila refratária .....	
0	100

Fonte: Mabesoone - Sedimentologia - 1968.

A greda, ou "chalk" ou "gêssó cré" é o calcário natural, pulverulento, amorfo, de consistência terrosa, contendo frequentemente restos de foraminíferos e outros micro-organismos marinhos. O gêssó cré também pode ser obtido artificialmente por precipitação do carbonato de cálcio. A denominação de "gêssó" para este produto não quer dizer que ele tenha a mesma composição do verdadeiro gêssó; deriva-se simplesmente do seu aspecto, semelhante àquele.

Mármorees são calcários metamorfizados, compactos, resistentes às intempéries, exibindo cores variegadas, os quais são utilizados em ornamentações e construções.

Os depósitos de calcários apresentam-se largamente distribuídos na natureza sob a forma de lentes e camadas encaixadas geralmente em rochas sedimentares e/ou metamórfi

cas de diversos períodos geológicos, do Pré-Cambriano ao Terciário; ou ainda, como depósitos de acumulação, em diversas áreas preferenciais da crosta terrestre. O material tem um aspecto bastante diversificado conforme sua origem, modo de ocorrência, composição química, ambiente de deposição, etc. As cores são bastante variegadas, indo desde o branco até o cinza-escuro, quase preto, passando por matizes azulados, na dependência do tipo e quantidade das impurezas. As variações texturais e granulométricas dos calcários assumem características puramente locais.

## 7.2 - CAMPOS DE APLICAÇÃO

A extraordinária diversificação de usos para o calcário atualmente, tanto "in natura" como beneficiado, a par de sua abundância relativa no globo terrestre, tornam essa rocha extremamente importante para o mundo moderno. As principais utilizações para o calcário são mencionadas a seguir.

Usos dos calcários relacionados ao setor de construções:

- como pedra britada, constituindo um agregado para concreto em pavimentação de estradas ou um lastro para leitos de ferrovias.
- como mármore, para pisos e revestimentos de paredes.
- como matéria prima essencial na fabricação do cimento Portland, desde que tenha baixo teor em MgO (as atuais normas brasileiras permitem um teor de até 6% de MgO no cimento). A partir do clinker de cimento Portland, através misturas adequadas com outros materiais, pode-se obter o cimento Pozolana e cimento para altos fornos.
- como margas, na preparação do cimento natural.
- como calcário ou dolomito na obtenção de cal para construção ou cal virgem (cálcica ou magnésiana); o tratamento desta pela água, em proporções adequadas, dará a cal hidratada, que também pode ser cálcica ou magnésiana, conforme a matéria prima utilizada.
- como matéria prima para a fabricação da cal hidratada hi-

dráulica, desde que o calcário tenha sílica e alumina em sua composição.

Os usos dos calcários para fins metalúrgicos e químicos, de modo geral, são:

- como fundente em altos fornos, para remover a sílica e a alumina, na metalurgia dos metais ferrosos; o material utilizado não deve conter mais do que 1,5% de sílica.
- como fonte de cálcio metálico e ligas, a partir de uma cal de boa qualidade com um mínimo possível de bário, estrôncio e álcalis. O cálcio, por sua vez, é utilizado como redutor na produção de urânio, tório, titânio, etc., no refino de certos não ferrosos, etc.
- na obtenção de hidrato de cálcio de uso bastante difundida.
- na fabricação de álcalis, para o que o calcário deve ter baixo teor em materiais argilosos e arenosos.
- na obtenção do hipoclorito de cálcio; o calcário deve ter alto teor em cálcio, baixo teor em magnésio, apenas traços de óxidos de ferro e manganês; não pode conter argilas.
- na obtenção de carbonato de cálcio.
- como fonte de dióxido de carbono, para o que deve ter elevado grau de pureza.
- como agentes neutralizantes em vários processos químicos (fabricação de sabão, inseticidas, goma, etc.).

Outros usos dos calcários e de seu produto mais imediato, a cal:

- na refinação de açúcar utiliza-se a cal como agente precipitador.
- como calcário finamente moído, com um mínimo de óxido de ferro, é utilizado na fabricação de vidros.
- na indústria cerâmica, o calcário é utilizado como "gesso cré", mármore ou simplesmente moído; é também empregado como constituinte de louças cerâmicas e esmaltes.
- na indústria têxtil, a cal bastante cálcica é utilizada para tratamento das fibras vegetais.
- como cal hidratada e/ou virgem, no tratamento de couros.
- principalmente como cal hidratada com alto teor em cálcio e óxidos de ferro e manganês, é empregado na fabricação de vernizes.
- na fabricação de papel, como calcário ou cal de elevado teor em cálcio.
- como abrasivo utiliza-se preferencialmente o dolomito.
- no tratamento de água utiliza-se tanto a cal virgem como a hidratada, desde que o teor em cálcio seja superior a 68%.
- na fabricação de tijolos de sílica, como cal virgem ou mesmo como cal hidratada.
- como cal hidratada de grã finíssima, com teor em hidróxido de cálcio superior a 90%, no máximo com 1,5% de magnésia e 1,0% de sílica, é empregada na fabricação de graxas.
- como calcário "in natura" ou mesmo, como dolomito misturado com argila, na fabricação de lã mineral, usada como isolante térmico.

- como cal com mais de 90% de  $\text{CaCO}_3$ , é utilizada no tratamento de minérios (células de flotação).
- como a variedade transparente de calcita (espató de Islândia), é utilizado na confecção de instrumentos óticos.
- na agricultura, como corretivo de solos ácidos (calagem).
- como cal, na estabilização de solos para rodovias.
- no tratamento de esgotos e na pulverização de minas.

### 7.3 - RESERVAS E TEORES

Embora as reservas norte-americanas de calcário e dolomito sejam abundantes e largamente distribuídas, os depósitos com material de alta pureza constituem apenas uma pequena fração do total de jazimentos situados suficientemente próximos à superfície para serem explorados economicamente. Em algumas áreas, inclusive, os depósitos de alto teor estão praticamente exauridos. A maioria dos Estados orientais, incluindo Kentucky e Tennessee, e muitos outros do meio oeste dos Estados Unidos, bem como aqueles situados no Platô de Ozark, possuem extensos depósitos de calcários e dolomitos.

No Brasil, jazimentos dos diferentes tipos de calcário são encontrados em praticamente todos os Estados da Federação. O quadro a seguir dá uma idéia da distribuição das reservas brasileiras pelos diversos Estados e Territórios.



RESERVAS BRASILEIRAS DE CALCÁRIO

ESTADOS	MEDIDA (t)	INDICADA (t)	INFERIDA (t)
Pará .....	28.515.000	57.786.000	83.700.000
Maranhão .....	19.000.000	19.000.000	20.000.000
Ceará .....	40.311.000	49.000.000	60.000.000
R.G.do Norte ...	-	4.998.000	-
Paraíba .....	64.620.000	17.000.000	10.000.000
Pernambuco .....	96.449.000	76.428.000	169.033.000
Alagoas .....	6.058.000	942.000	942.000
Sergipe .....	121.506.000	51.308.000	36.000.000
Bahia .....	232.641.000	464.000	500.000
Minas Gerais ...	1.234.522.000	883.862.000	470.592.000
Espírito Santo..	111.879.000	2.160.000	284.909.000
Rio de Janeiro..	509.412.000	125.397.000	232.349.000
Guanabara .....	780.000	-	1.350.000
São Paulo .....	464.965.000	435.457.000	582.572.000
Paraná .....	822.475.000	1.015.667.000	1.040.826.000
Santa Catarina..	13.495.000	89.647.000	26.444.000
R.G.do Sul .....	11.372.000	11.329.000	10.907.000
Mato Grosso .....	8.980.000	3.077.000	-
Goiás .....	64.866.000	106.200.000	7.000.000
Distrito Federal	-	102.321.000	-
<b>TOTAL .....</b>	<b>3.851.846.000</b>	<b>3.052.043.000</b>	<b>3.037.124.000</b>

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro - DNPM, 1972.

Alguns dos números apresentados no quadro anterior parecem bastante conservadores; um levantamento recente efetuado pelo 4º Distrito do DNPM na área sob sua jurisdição (de Alagoas até o Maranhão), revelou uma reserva medida de aproximadamente 382 milhões de toneladas de calcários da qual 50% acha-se localizada em Pernambuco. Segundo Lima, em sua Monografia do Calcário - DNPM - 4º Distrito - 1973, é a seguinte a distribuição das reservas na área do Distrito:

Estados	Reservas (t.)		
	Medida	Indicada	Inferida
Maranhão	28.500.000	28.500.000	30.000.000
Ceará	41.160.955	50.530.000	60.000.000
R.G.do Norte	49.100.000	15.898.866	-
Paraíba	15.203.282	16.000.000	10.000.000
Pernambuco	193.139.005	140.868.763	178.632.400
Alagoas	55.497.116	941.000	941.000
<b>TOTAIS</b>	<b>382.600.358</b>	<b>252.738.629</b>	<b>279.573.400</b>

As reservas do Maranhão acham-se concentradas no município de Codó, onde inclusive está sendo implantada uma fábrica de cimento (Itapicuru Agro Industrial S/A) que as utilizará, pois o calcário preenche os requisitos necessários a tal fim.

As reservas do Ceará, mencionadas no quadro acima, referem-se apenas a 3 municípios: Sobral, Coreaú, onde já existe uma fábrica de cimento Portland em franca ativi-

dade (Cia. Cearense de Cimento Portland) e Barbalha, com uma fábrica de cimento em implantação.

A fábrica de cimento Itapetinga Agro Industrial S/A, recentemente instalada, aproveita as reservas de calcário localizadas no município de Mossoró, Rio Grande do Norte.

As reservas da Paraíba situam-se preferencialmente em 3 municípios; as de Caaporã, estão sendo exploradas para a fabricação de cal.

As reservas do Estado de Pernambuco localizam-se principalmente nos municípios de Goiana e Paulista, e estão sendo exploradas respectivamente pela Itapessoca Agro Industrial S/A e pela Cia. de Cimento Portland Poty, para uso na fabricação de cimento.

Finalmente, as reservas de Alagoas, localizadas no município de São Miguel dos Campos, principalmente, ainda não estão sendo lavradas.

Em se supondo que o levantamento feito pelo DNPM 4º Distrito prendeu-se simplesmente aos Relatórios de Pesquisa e de Lavra apresentados pelas Empresas de Mineração principalmente as que atuam no setor cimenteiro, poder-se-ia pensar que aquelas reservas são ainda pessimistas.

#### 7.4 - PRODUÇÃO E CONSUMO NACIONAL; ASPECTOS SETORIAIS

A produção norte-americana de cálcio contido em suas várias formas (calcários, conchas, margas, etc.) foi de 95,6 milhões de toneladas curtas em 1968 (Mineral Facts and Problems - Calcium - 1970); essa cifra refere-se apenas ao produto para usos em que suas propriedades químicas peculiares têm que ser primariamente levadas em consideração, tais como, na indústria de cimento, na agricultura, na siderurgia e em outros. Nesse mesmo ano (1968), a produção mundial foi de aproximadamente, 289,4 milhões de toneladas curtas de cálcio contido, também para fins agrícolas, cimenteiros, metalúrgicos e congêneres.

A produção brasileira de calcário tem evoluído em função da sua demanda por três setores principais: setor de construção, como matéria prima essencial na fabricação de cimento e cal; setor metalúrgico, como fundente e no setor agrícola, como corretivo de solos. O comportamento da produção nacional de calcário, no período de 1960 a 1971, foi o seguinte:

<u>Anos</u>	<u>Produção em toneladas</u>
1960	8.489.484
1961	8.487.755
1962	9.583.134
1963	10.055.051
1964	10.943.616
1965	10.457.287
1966	11.634.205

Anos	Produção em toneladas
1967	11.394.623
1968	13.320.269
1969	13.899.980
1970	16.524.765
1971	13.076.594

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro-DNPM

Por êsses dados estatísticos verifica-se que a produção de calcário no Brasil, de modo geral, vem evoluindo para níveis mais satisfatórios, embora de maneira não uniforme. A partir de 1968, por exemplo, com o advento do Plano Nacional de Habitação e o incremento de obras públicas e particulares, a produção aumentou consideravelmente.

Em 1971 a produção de calcário em toneladas por Estados da Federação foi a seguinte:

Pará	163.639
Ceará	281.210
Paraíba	11.715
Pernambuco	1.972.723
Sergipe	149.320
Bahia	339.843
Minas Gerais	3.668.541
Espírito Santo	512.415
Rio de Janeiro	2.326.885
São Paulo	1.906.285
Paraná	517.401
Santa Catarina	262.737

R. G. do Sul	460.746
Mato Grosso	469.861
Goiás	32.854
Distr.Federal	419
TOTAL	13.076.594

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro - DNPM, 1972

Como as indústrias consumidoras de calcários no Brasil, geralmente possuem jazidas próprias para suprir suas necessidades, e, como o comércio exterior dessa matéria prima é praticamente inexistente, não se incorreria em erro grave ao considerar o consumo interno aparente como igual à produção.

Atualmente, o consumo interno de calcário, dolomito e conchas calcárias por setores de aplicação, assim se distribui:

Indústria de cimento .....	69,0%
Fabricação de cal .....	16,0%
Metalurgia .....	7,0%
Agricultura (corretivo) .....	1,5%
Outros usos .....	6,5%

Fonte: (CPRM - DIVEM)

Daí se depreende que o consumo nacional de calcário é, em sua maior parte, garantido pela indústria de cimento. Esta, esteve mais ou menos estagnada até 1967, quando então, sustentada por investimentos públicos em usinas, pontes, barragens, viadutos, auxiliada pelo Plano Nacional da Habita

ção (BNH) começou a expandir-se rapidamente. A produção de cimento que naquele ano (1967) esteve em torno de 6,4 milhões de toneladas, atingiu 9,0 milhões de ton. em 1970 e 11,4 milhões ton. em 1972 (cf. Sindicato Nacional das Indústrias de Cimento). No primeiro semestre de 1973 já foram produzidas 6,2 milhões de toneladas. O Brasil conta hoje com 40 fábricas de cimento em funcionamento e 15 em implantação. Estima-se que a taxa de crescimento anual desse setor da economia seja da ordem de 12%. Para se produzir uma tonelada de cimento consome-se cerca de 1,2 ton. de calcário; isto equivaleria a dizer que existe atualmente uma demanda desse minério para o setor cimenteiro da ordem de 13,5 milhões de toneladas.

Nos últimos anos, o consumo de calcário para cal, fundente e corretivo de solo não teve taxa de crescimento tão elevada quanto a do setor de cimento. A precariedade dos dados disponíveis a esse respeito, entretanto, não nos permite estimativas concretas.

## 7.5 - COMÉRCIO EXTERIOR: IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO BRASILEIRA

O comércio externo de calcários e alguns produtos diretamente relacionados apresentou-se bem pouco desenvolvido nos últimos anos. Segundo o I Anuário Mineral Brasileiro - DNPM, houve uma pequena exportação de pedras calcárias para fabricação de cimento (0,88 toneladas) em 1960 e uma importação do mesmo material (6,1 toneladas no valor CIF de US\$ 184) no ano de 1970.

No período de 1960 a 1971 o comércio exterior de cal, incluindo cimento hidráulico, apresentou-se da seguinte maneira:

Ano	<u>Exportação</u>	
	Quantidade (t)	Valor (US\$ FOB)
1960	-	-
1961	-	-
1962	-	-
1963	7,2	70
1964	30,2	113
1965	-	-
1966	-	-
1967	2,3	145
1968	14,2	746
1969	13,5	665
1970	15,0	599
1971	-	-

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro - DNPM, 1972.



Nesse mesmo período houve apenas uma pequena importação de cal em 1971 (10,1 ton. no valor de US\$ 1.825 CIF).

A partir de 1967, graças à política governamental no setor de construção civil (planos de financiamento do BNH e maciços investimentos em obras públicas e privadas), ocorreu um extraordinário aumento no consumo interno de cimento; segundo a Fundação Getúlio Vargas e a Associação Brasileira de Cimento Portland o crescimento per capita do consumo, no quinquênio 1967-1971 foi de 41,1%. O conseqüente aumento da produção de cimento revelou-se entretanto insuficiente para atender à demanda interna obrigando o país a recorrer à importação. Assim, no período de 1968 a 1972, as quantidades importadas de cimento Portland e os respectivos valores foram:

Ano	Toneladas	Valor em 10 <sup>3</sup> US\$
1968	583.153	11.214
1969	607.208	11.901
1970	331.041	7.313
1971	276.444	6.078
1972	241.663	5.313

Fonte: CACEX - CIEF

Observa-se que a redução nas importações de cimento Portland de 1969 a 1972 foi da ordem de 60%, o que bem demonstra o crescimento paulatino da produção brasileira. O programa de ampliação da indústria cimenteira para o quinquênio 1973-1977, orçado em cerca de US\$ 500 milhões, constitui o mais ambicioso plano de investimento da iniciativa privada no país; a meta é, praticamente, dobrar a capacidade de produção

ção instalada em apenas cinco anos, colocando o Brasil em condições de atender suas necessidades no setor e exportar o excedente.



Segundo Lima (op. cit.), no 1º semestre de 1971, o preço do calcário para cal, posto na porta do comprador após transporte a pequena distância, era de aproximadamente ..... Cr\$ 3,00/ton; o mesmo material após calcinado (cal virgem) era comercializado a Cr\$ 35,00/ton.

O custo de mineração nas grandes jazidas de calcário para cimento, oscila entre Cr\$ 4,00 e Cr\$ 5,00/ton. Lima, (op. cit.). A este, deve ainda ser adicionado o custo do transporte da jazida para a fábrica de cimento, que é bastante variável com a distância, volume da carga, tipo de transporte, etc.

## 7.7 - DEPÓSITOS ESTUDADOS

### 7.7.1 - Introdução

Os depósitos de calcário do Ceará acham-se distribuídos por vários municípios do Estado, constituindo fontes de matéria prima principalmente para as indústrias de cimento e cal. Calcário adequado à fabricação de cimento, de modo geral, pode ser encontrado na região de Sobral (a noroeste do Estado), na zona do Cariri ao sul e na Chapada do Apodi a Nordeste do Estado; calcários para cal, metalurgia, corretivo de solo, etc., ocorrem de maneira irregular em várias regiões do Estado, preferencialmente nos municípios de Uruburetama, Caridade, Canindé, Redenção, Aracoiaba e Iguatu.

As principais empresas que atualmente trabalham com calcário para cimento ou cal no Ceará são:

COMPANHIA CEARENSE DE CIMENTO PORTLAND - possui uma fábrica de cimento em franco funcionamento na cidade de Sobral; utiliza matéria prima proveniente de jazida própria.

INDÚSTRIA BARBALHENSE DE CIMENTO PORTLAND (IBACIP) - possui uma fábrica de cimento em implantação; é concessionária da jazida de calcário do Sítio Santa Rita, no mun. de Barbalha.

QUIMINDÚSTRIA S/A - lavra o calcário da jazida de Santana da Cal (mun. de Canindé) principalmente para o fabrico de cal; possui modernas instalações de calcinação de calcário nas proximidades da cidade de Canindé.

MINÉRIOS CALCÁRIOS DO CEARÁ LTDA. - trabalha principalmente

com o calcário procedente da jazida que se localiza nas imediações da cidade de Redenção; produz cal, calcário para corretivo de solo e dolomito para cerâmica.

Outras: HIDROQUIM S/A, MINERAÇÃO E INDÚSTRIA; INCAESA INDÚSTRIA DE CAL E CERÂMICA; QUINDERÉ, MINERAÇÃO E INDÚSTRIA S/A.

Além disso, numerosos depósitos de calcário em quase todo o Estado, são minerados por garimpagem, geralmente pelos próprios proprietários das terras; o material extraído é normalmente calcinado em fornos rudimentares, sendo o produto ou utilizado localmente, ou vendido às empresas correlatas ou ainda, fornecido diretamente aos centros consumidores. Algumas dessas áreas, estão cobertas legalmente junto ao DNPM apenas por alvará de pesquisa, entretanto, a maioria não dispõe nem desse documento.

#### 7.7.2 - Localização e Acesso

Os depósitos de calcário estudados localizam-se em diversos municípios do Estado, dentre os quais se destacam Crato, Canindé, Redenção, Sobral, Crateús, etc..

A grande maioria das cidades sedes desses municípios portadores de jazimentos de calcário, dispõem de estação de micro-ondas que as colocam rapidamente em contato com qualquer ponto do Estado; além disso, as condições de tráfego das rodovias de acesso a esses locais, de modo geral, são de regulares a boas, o que é facilmente constatado pelas linhas regulares de ônibus que os ligam com a capital

e outros pontos do Estado. A Rede Ferroviária Federal, através de seus troncos e ramais, partindo de Fortaleza, atinge Crateús e Sobral ( e a partir daí, o porto de Camocim ), respectivamente a oeste e noroeste do Estado, e Iguatu, Crato, Juazeiro do Norte ao sul.

As cidades de Sobral, Crateús, Iguatu, Crato e Juazeiro do Norte dispõem ainda de aeroportos razoáveis, sendo que as duas últimas são ligadas por linhas regulares a diversas capitais do país.

No quadro a seguir, acham-se relacionados os principais meios de acesso às sedes dos municípios onde se situam os depósitos estudados, as distâncias a partir de Fortaleza, e a posição dos jazimentos em relação às sedes.

### 7.7.3 - Aspectos geológicos dos jazimentos

Os calcários do Estado do Ceará, agrupados segundo suas idades, estão relacionados a diversos períodos geológicos, a saber:

- Calcários do Pré-Cambriano: em decorrência da predominância de rochas pertencentes a êsse período na constituição geológica do Ceará, os depósitos de calcário associados estão espalhados por quase todo o Estado. Ocorrem geralmente sob a forma de lentes, intercaladas nos xistos e gnaisses do Grupo Ceará e/ou do Pré-Cambriano indiviso; apresentam-se altamente cristalinos, com textura sacaroidal, cor branca ou cinza claro, mais ou menos magnesianos conforme o local de ocorrência; provavelmente foram formados por recristalização durante

Cidades	Acessos Principais			Depósitos	Estudados
	Sede do Município	Distância Rodoviária de Fortaleza	Rodovias Utilizadas	Distância Ferroviária de Fortaleza	Nº de Ordem
Uruburetama	132 km	BR-222; CE-112	-	83	19,0 km ESE
Sobral	228 km	BR-222	218 km	84	28,0 km WSW
Frecheirinha	291 km	BR-222	-	85	1,0 km W
Maranguape	27 km	BR- 20	29,246 km	86	33,0 km SSW
Caridade	112 km	BR- 20	-	87	30,0 km NE
				88	31,5 km NE
				97	11,5 km SE
				99	13,5 km SSE
Redenção	72 km	CE- 01	70 km	89 - 90	11,5 km E
				91	10,0 km ESE
				92	11,5 km ESE
				93	7,0 km ESE
				94	6,5 km ESE
				95	7,0 km SSE
				96	6,5 km SSE
				98	8,0 km S
Canindé	128 km	BR- 20	-	100	17,0 km W
				101	17,0 km WSW
				102	19,0 km ECE
Crateús	395 km	BR-222; CE-183 CE- 55; CE- 61 CE- 46; CE- 75	406 km	103	10,0 km SSE
Farias Brito	503 km	BR-116; CE-176 CE- 55	-	104 105	7,0 km ENE 6,5 km SSW
Crato	581 km	BR-116 - 509 km CE- 96 - 72 km	600,633 km	106	6,0 km SSE
Barbalha	559 km	BR-116 - 509 km CE- 96 - 29 km	604,462 km	107	5,5 km S



a fase de metamorfismo regional. Essas lentes, de porte variável, são explotadas principalmente para a obtenção da matéria prima necessária ao fabrico da cal e subsidiariamente para usos como corretivo de solo e na indústria Cerâmica. Tal é o caso dos depósitos situados nas proximidades de Acarape (município de Redenção), Umirim (município de Uruburetama), Inhuporanga e Itapebussu (município de Caridade), Crateús e Canindé. Localmente, esses calcários, devido ao alto grau de metamorfismo a que foram submetidos, chegam a constituir verdadeiros mármores compactos de colorações variegadas que se prestam sobremaneira à construção civil (pisos e revestimentos); nos municípios de Cariús e Orós encontram-se vários exemplos.

Também desse período são os calcários de Iguatu e Orós, que constituem a capa das possantes jazidas de magnetita da região; quanto à sua composição química, eles variam desde dolomitos até calcários tipicamente magnesianos conforme seu afastamento do corpo de magnetita.

- Calcário do Eo-Cambriano superior: na região noroeste do Estado, principalmente nos municípios de Sobral, Frecheirinha e Coreaú, ocorrem extensos depósitos de calcários referidos ao Grupo Bambuí (Formação Frecheirinha); o material desse local apresenta aspecto homogêneo, cor cinza azulado a cinza escuro, cortado por numerosos veios de calcita. O teor em MgO nesse calcário é relativamente baixo, sendo esta uma das características que o torna excelente matéria prima para a indústria do cimento. Está sendo lavrado atualmente no município de Sobral pela Companhia Cearense de Cimento Portland, do Grupo Votorantim (José Ermírio de Moraes).

- Calcários do Cretáceo: na região da Chapada do Araripe, no sul do Estado do Ceará, desde o município de Santana do Cariri até o de Missão Velha, ocorrem extensas camadas de calcário com intercalações de folhelhos, constituindo a base da Formação Santana (Cretáceo inferior); a espessura visível dessas camadas calcárias é da ordem de 8 metros. Esse calcário apresenta-se finamente laminado, bastante uniforme, com diversas incrustações de calcita; tem cor creme clara e sua composição química o torna adequado para a indústria do cimento, a despeito das ligeiras variações no teor de sílica que apresenta em certos locais. Os principais depósitos da região, localizam-se nos municípios de Crato e Barbalha; neste último, inclusive, a fábrica de cimento ora em implantação nas proximidades da sede municipal deverá aproveitar o calcário de sua própria jazida, localizada no Sítio Santa Rita.

Os calcários da Chapada do Apodi, na região fronteira do Ceará com o Rio Grande do Norte, também pertencem ao Cretáceo inferior (Formação Jandaíra); entretanto, são bastante semelhantes aos seus homônimos do Araripe, estando também dentro das especificações exigidas para sua utilização na indústria de cimento.

O quadro a seguir, mostra a composição química percentual dos diversos tipos de calcário encontrados no Ceará, suas procedências e os principais campos de aplicação em que podem ser utilizados. As análises químicas quantitativas foram efetuadas por diversos laboratórios, a saber:

LAMIN - Laboratório de Análises Mineraiis da CPRM

LPM - Laboratório da Produção Mineral do DNPM (extinto)

Laboratório da SUDENE - Recife

Laboratório de Química da SUDEC (Superintendência do Desenvolvimento Econômico Cultural do Ceará), hoje agregado à Secretaria de Obras e Serviços Públicos - SOSP - Ceará.

Laboratório da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Ceará.

#### 7.7.4 - Características individuais dos depósitos estudados

Durante os trabalhos do Projeto, foram visitados 25 locais de ocorrência de calcário, dos quais apenas 3 eram objeto de lavra na ocasião.

De norte para sul, conforme os números de ordem que lhes foram atribuídos, os depósitos de calcário estudados assim se distribuem:

nº 83 - Sítio Preguiça - município de Uruburetama  
proprietário: Antonio Plácido, residente em Umirim  
situação atual: em garimpo

Lente calcária de pequeno porte, de onde é extraído material para alimentar um forno rudimentar existente no local. Numerosos outros corpos semelhantes a este ocorrem na região, principalmente entre os povoados de Umirim e Caxitoré (fotos 24 e 25); a maior parte deles também está sendo "garimpado" para cal (vide mapa 10).

ANÁLISES QUÍMICAS DE CALCÁRIOS DO CEARÁ

DEPÓSITOS			AMOSTRA Nº	ANÁLISES QUÍMICAS QUANTITATIVAS					LABORATÓRIO ANO	PRINCIPAIS USOS
Nº OR- DEM	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO		P.F. %	R.I. %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO %	MgO %		
84	-	Sobral	JF-R-83	39,4	9,8	1,2	46,1	1,2	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-85	43,3	1,2	0,6	50,6	1,6	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-86	38,1	8,9	4,7	42,6	2,2	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-87	41,6	2,9	1,5	48,4	1,4	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-88	41,6	3,8	1,7	48,4	1,2	CPRM-1973	Cimento
-	-	Ubajara	-	41,8	3,8	0,4	53,0	0,5	LPM-1954	Cimento
85	-	Frechei- rinha	JF-R-73	38,9	10,2	1,9	44,7	2,2	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-74	41,2	5,7	1,8	45,6	3,2	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-75	40,9	6,4	0,7	47,7	1,3	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-76	40,8	7,2	1,5	44,9	3,4	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-77	42,4	2,6	1,2	50,2	1,2	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-78	41,8	5,0	0,7	48,6	1,0	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-79	39,4	9,9	1,7	43,7	2,5	CPRM-1973	Cimento
-	-	Coreaú	JF-R-82	42,0	3,6	0,9	46,1	1,1	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-84	41,5	5,9	0,8	47,3	1,0	CPRM-1973	Cimento
-	-	Sobral	JF-R-80	41,6	4,3	1,0	49,2	0,8	CPRM-1973	Cimento
-	-	"	JF-R-81	40,5	5,2	1,5	48,2	1,0	CPRM-1973	Cimento
88	Faz. Formo- -sa.	Caridade	EF-S-11	39,8	4,2	0,3	48,2	1,9	CPRM-1973	Cal e Corretivo
-	"	"	-	40,6	5,2	3,4	48,8	1,4	LPM-1968	Cal
-	"	"	-	41,7	4,1	2,9	50,2	1,1	LPM-1968	Cal

DEPÓSITOS			AMOSTRA Nº	ANÁLISES QUÍMICAS QUANTITATIVAS					LABORATÓRIO ANO	PRINCIPAIS USOS
Nº OR- DEM	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO		P.F. %	R.I. %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO %	MgO %		
-	Faz. Formosa.	Caridade	-	39,6	9,4	2,1	46,6	1,7	LPM-1968	Cal
101	Santana do Cal	Canindé	JF-R-64	46,7	1,4	6,6	29,8	21,0	CPRM-1973	Cal e Corretivo
-	"	"	-	45,4	3,1	0,5	32,1	18,6	LPM-1970	Cal e Corretivo
-	-	"	JF-R-59	42,2	5,4	0,9	49,5	1,2	CPRM-1973	Cal
-	Lagoa do Mato	"	-	37,0	16,5	0,9	28,6	16,0	SUDENE-1969	Cal e Corretivo
103	Faz. Deserto.	Crateús	JF-R-16	34,7	19,8	1,2	43,1	0,8	CPRM-1973	Cal
-	-	Redenção	-	nd	1,1	1,1	31,5	20,1	LPM-1952	Cal, Corretivo e Cerâmica
-	Sítio Cantagalo	"	-	33,4	2,6	1,3	47,8	21,7	LPM-1968	Cal, Corretivo e Cerâmica
-	"	"	-	44,4	3,6	0,4	32,2	18,6	LPM-1968	Cal, Corretivo e Cerâmica
-	Chapada do Apodi	Jaguaruana	-	42,8	1,7	0,4	54,0	0,7	LPM-1954	Cimento
-	"	"	-	40,4	9,8	0,2	48,4	0,7	SUDEC-1970	Cimento
-	-	Frecheirinha	-	42,6	2,9	0,5	52,4	1,3	LPM-1953	Cimento
-	-	"	-	42,0	3,8	0,7	52,1	1,2	LPM-1954	Cimento
105	Sítio S. Romão	F. Brito	GM-R-86	42,2	2,5	0,7	53,5	0,7	LAMIN-CPRM 1973	Cal
"	"	"	GM-R-87	42,6	2,0	0,6	53,8	0,6	LAMIN-CPRM 1973	Cal

DEPÓSITOS			AMOSTRA Nº	ANÁLISES QUÍMICAS QUANTITATIVAS					LABORATÓRIO ANO	PRINCIPAIS USOS
Nº OR- DEM	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO		P.F. %	R.I. %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO %	MgO %		
105	Sítio S. Romão	F. Brito	GM-R-88	42,6	1,9	0,6	53,8	0,6	LAMIN-CPRM 1973	Cal
"	"	"	GM-R-89	42,1	3,4	0,6	51,8	1,7	"	Cal
"	"	"	GM-R-90	42,2	2,9	0,7	51,2	2,5	"	Cal
-	-	"	-	44,7	0,5	0,3	47,8	6,1	LPM-1953	Cal
-	-	Iguatu	JF-R-65	37,3	13,2	3,0	42,0	3,5	CPRM-1973	Cal
106	Sítio Romualdo.	Crato	GM-R-63	42,1	0,5	1,2	54,0	1,7	LAMIN-CPRM 1973	Cimento
"	"	"	GM-R-64	43,4	0,5	1,2	52,8	1,7	"	Cimento
"	"	"	GM-R-65	42,6	0,8	1,9	52,8	1,7	"	Cimento
"	"	"	GM-R-66	43,1	0,9	1,4	53,1	1,1	"	Cimento
"	"	"	GM-R-67	43,9	0,3	0,7	53,1	1,5	"	Cimento
"	"	"	GM-R-68	42,0	0,9	2,7	52,6	1,5	"	Cimento
-	"	"	-	43,7	0,4	0,7	53,5	0,9	LPM-1953	Cimento
-	"	"	-	41,1	4,8	3,6	45,8	2,1	"	Cimento
107	Sítio Santa Rita.	Barbalha	GM-R-69	38,2	14,4	5,8	38,7	2,6	LAMIN-CPRM 1973	Cimento
"	"	"	GM-R-70	42,0	5,2	1,9	49,3	1,1	"	Cimento
"	"	"	GM-R-71	42,4	3,9	1,9	50,4	0,9	"	Cimento
-	"	"	-	40,4	4,0	5,0	50,0	1,0	UFe, Ce. (IBA-CIP) - 1966	Cimento
-	"	"	-	39,1	5,3	4,9	49,8	0,9	"	Cimento
-	"	"	-	38,7	6,4	5,6	48,0	1,0	"	Cimento

nº 84 - município de Sobral

proprietário e concessionário: Cia. Cearense de Ciment  
to Portland

situação atual: mina em atividade

O calcário dessa jazida é utilizado pela fábrica de cimento que a concessionária possui em Sobral, a cerca de 34 km de distância. A gipsita utilizada, para retardar a pega do cimento vem das jazidas de Chaves & Cia. em Santana do Cariri, via Crato. O porto de Camocim, uma das possíveis vias de escoamento do produto já manufaturado, situa-se a 128,920 km por ferrovia e 140 km por rodovia da cidade de Sobral.

nº 85 - cidade e município de Frecheirinha

situação atual: em garimpo

Este depósito atualmente está sendo garimpado para a fabricação da cal. O calcário deste local é um pouco mais magnesiano que o de Sobral.

Os depósitos de Sobral e Frecheirinha fazem parte dos grandes corpos de calcário do Grupo Bambuí existentes na região noroeste do Estado; segundo o DNPM (Monografia do Calcário) as reservas existentes nos municípios de Coreaú e Sobral são:

Medida:	40.310.955	t
Indicada:	49.000.000	t
Inferida:	50.000.000	t

O mapa geológico nº 11 anexo, mostra a área de ocorrência do calcário da região, bem como as unidades litológicas encaixantes.

nº 86 - Fazenda Ilha Grande - município de Maranguape  
situação atual: em garimpo (foto 26)

Calcário cristalino utilizado localmente para a fabricação de cal.

nº 87 - Fazenda Formosa - município de Caridade  
proprietário: João Batista Mota  
situação atual: em garimpo

Pequena lente de calcário cristalino usado localmente para o fabrico da cal.

nº 88 - Fazenda Formosa - município de Caridade  
proprietário: João Batista Mota  
situação atual: simples ocorrência de calcário pulverulento (foto 27).

nº 89 - Garapa de Cima - município de Redenção  
situação atual: simples ocorrência garimpada anteriormente para cal (foto 28).

nº 90 - Garapa - município de Redenção  
proprietário: Pedro Brígido  
situação atual: em garimpo

Lente de calcário cristalino garimpada para o fabrico de cal (foto 29).

nº 91 - Garapa - município de Redenção  
proprietário: Dedé Pastor  
situação atual: simples ocorrência



nº 92 - Caieira Olho d'Água - município de Redenção  
situação atual: em garimpo

Calcário cristalino utilizado localmente para a  
fabricação de cal.

nº 93 - Cantagalo - município de Redenção  
proprietário: José de Albuquerque Craveiro e ou-  
tros.

Vários fornos de calcinação para a produção de  
cal (foto 30).

nº 94 - Caieiras - município de Redenção  
proprietário: Augusto Régis  
situação atual: em garimpo (foto 31)

nº 95 - Caieira São José - município de Redenção  
proprietário: José Ferreira da Costa  
situação atual: em garimpo (foto 32)

nº 96 - Sítio Frade - município de Redenção  
proprietário e titular da pesquisa: Francisca de  
Oliveira Castro  
situação atual: com Relatório de Pesquisa aprovado

A empresa Minérios Calcários do Ceará Ltda., uti-  
liza o material extraído deste local principalmente para a  
fabricação de cal; produz também calcário para corretivo  
de solo e calcário dolomítico para a indústria cerâmica,  
(foto 33).

Todos esses depósitos do município de Redenção estão plotados no Mapa Geológico Preliminar da região, (mapa 12), em anexo; os de nº 93 a 96 fazem parte de uma grande lente de calcário cristalino com cerca de 5 km de comprimento por 400 m de largura, destacando-se caracteristicamente na topografia local. Essa lente vem sendo explorada por garimpagem já há muitos anos; o material extraído é calcinado "in loco" em fornos contínuos e/ou rudimentares.

Na hipótese de que os depósitos de nº 89 a 92 constituam uma única grande lente contínua, as reservas de calcário da área de Acarape (Redenção) seriam da ordem de alguns milhões de m<sup>3</sup>.

nº 97 - Fazenda Morada Nova - município Caridade  
situação atual: em garimpo

Lente de calcário cristalino garimpada para o fabrico da cal.

nº 98 - Sítio Oirizeiro - município de Redenção  
proprietário: Ubi Tinoco  
situação atual: em garimpo

Lente de calcário sem expressão topográfica, garimpada para o fabrico de cal; o material extraído de escavações no solo é calcinado no próprio local:

nº 99 - Fazenda Serrote - município de Caridade  
situação atual: em garimpo

Lente de calcário cristalino garimpado para a fabricação de cal; a calcinação é feita em fornos rudimentares no próprio local.

nº 100 - Fazenda Estrela - município de Canindé  
situação atual: em pesquisa, mas há vários anos produz cal em fornos rudimentares (foto 34).

Lente de calcário dolomítico, ocorrendo sem constituir qualquer expressão topográfica. Essa ocorrência faz parte da mesma lente carbonática onde está situada a jazida de Santana do Cal, 1,5 km ao sul (vide mapa 13).

nº 101 - Santana do Cal - município de Canindé  
proprietário e concessionário: Quimindústria S/A e José Clerton F. Bezerra  
situação atual: em lavra

Lente de calcário cristalino, bastante magnesiáno (dolomito), mostrando expressão topográfica característica (foto 35). O material extraído atualmente é transportado para as modernas instalações de calcinação que a Quimindústria possui às margens da rodovia BR-020 nas proximidades de Canindé; a estrada de acesso à jazida, a partir da sede do município está inclusive em vias de asfaltamento. Futuramente, pelo menos uma parte da calcinação deverá ser realizada pelo forno que se acha instalado no próprio local da mina. A produção atual da Quimindústria é de 40 ton/dia, utilizando material proveniente de vários locais, inclusive de depósitos situados no vizinho município de Caridade.

As reservas desta rocha nas áreas de Santana do Cal, Faz. Estrela e outras do mesmo local, estão estimadas em alguns milhões de toneladas.

O Mapa Geológico Preliminar (Mapa 13) em anexo, mostra a situação geológica dos depósitos de calcário dolomítico na área de Santana do Cal.

nº 102 - Fazenda Santa Helena - município de Canindé  
situação atual: simples ocorrência

Calcário cristalino contendo um pouco de pirita, grafita e muscovita.

nº 103 - Fazenda Deserto - Município de Crateús  
situação atual: em garimpo

Lente de calcário cristalino, contendo diminutos cristais de pirita e calcopirita; está sendo garimpado atualmente para o fabrico de cal.

nº 104 - Sítio Braúna e outros - município Farias Brito  
situação atual: em garimpo

Lente de calcário cristalino de porte grande: 7 a 8 km de comprimento por 100 metros de largura (foto 36); o material é pouco magnésiano sendo extraído para cal.

nº 105 - Sítio São Romão e outros - município Farias Brito  
situação atual: ocorrência grande

Constitui grande lente de calcário cristalino , semelhante à anterior (foto 37).

Esses dois depósitos, conjuntamente, dão reservas estimadas da ordem de alguns milhões de m<sup>3</sup>. O mapa em anexo, de nº 14, mostra a posição dessas duas lentes bem como dos depósitos nº 106 e 107.

nº 106 - Sítio Romualdo - município de Crato

Grande ocorrência de calcário sedimentar (foto 38), adequado para a indústria de cimento. Estima-se que neste local as reservas sejam superiores a 4 milhões de toneladas.

nº 107 - Sítio Santa Rita - município de Barbalha

concessionário: IBACIP - Ind. Barbalhense de Cimento Portland

situação atual: em lavra (foto 39)

Jazida de calcário utilizado na indústria de cimento; está sendo lavrada em pequena escala pela IBACIP como matéria prima para sua fábrica de cimento, ora em implantação nas proximidades de Barbalha. Segundo Lima (op. cit.), as reservas nesse local são as seguintes:

Medida: 850.000 t

Indicada: 1.530.000 t

#### 7.7.5 - Aspectos da lavra e beneficiamento do calcário

Os depósitos de calcário são minerados geralmente a céu aberto, pelos métodos convencionais. A lavra é normalmente feita por desmonte em bancadas, com o auxílio de martelletes, explosivos, "scrapers", "wagon drills", pás carregadeiras, etc.; o material é desagregado, reduzido ao tamanho desejado e transportado para as instalações de processamento, através correias transportadoras, caçambas e/ou caminhões. De modo geral, por razões de economicidade, as instalações de uma fábrica de cimento ou de fornos de calcinação, devem se situar relativamente próximas à jazida; o material em bruto não comporta transporte a grande distância, em virtude do seu baixo valor unitário.

No Ceará, o único depósito de calcário que atualmente está sendo explorado dentro da técnica, é o de Sobral; a lavra é efetuada por desmonte em bancadas, utilizando "wagon drills", explosivos, carregadeiras mecânicas, etc., para desagregar o material e reduzi-lo ao tamanho adequado; em seguida, é transportado por caminhões até às instalações da fábrica de cimento da própria concessionária, a cerca de 34 km de distância. Os numerosos depósitos de calcário cristalino do Estado, são, em sua grande maioria, explorados para cal, utilizando métodos rudimentares, sem nenhuma técnica específica; o material é extraído por escavações no solo ou por desmonte, quando o calcário possui expressão topográfica; em seguida, é calcinado em fornos geralmente rústicos no próprio local do depósito ou a pequena distância.

Para a fabricação da cal, o calcário não necessita de nenhum tratamento especial; basta reduzir os blocos desagregados às dimensões desejadas (o que no Ceará é feito por processos manuais) e colocá-los nos fornos; estes podem ser contínuos, nos quais os processos de alimentação, calcinação e retirada do produto final não sofrem solução de continuidade, ou rudimentares (caieiras) onde cada um daqueles processos são estanques; esses últimos são comumente usados no Ceará e são alimentados a lenha.

Para a fabricação do cimento, o calcário após lavrado, é transportado para os pátios de estocagem da fábrica; se o processo de fabricação é por via úmida, o material sofre uma britagem primária, em seguida é colocado em compartimentos onde é diluído e misturado com argila, seguindo depois o fluxo normal; se o processo for por via seca, o material deve sofrer uma britagem mais apurada, sendo depois misturado com argila; em seguida, a mistura passa por um processo de moagem, seguindo então o fluxo normal. Conforme já foi referido anteriormente, necessita-se de aproximadamente 1,2 toneladas de calcário para produzir 1 t de cimento.

O calcário para fundente em siderurgia pode ser usado em seu estado natural (britado ou em pó) ou sob a forma de cal; em menor escala, pode-se utilizar também o dolomito como fundente, se bem que é mais empregado como matéria prima para a fabricação de tijolos refratários para fornos de aço (S.M. básicos, L.D., elétricos). Uma das fina

lidades do calcário como fundente é escorificar materiais silicosos. Na metalurgia do ferro e do aço, é importante a presença de enxofre no calcário, o que ocorre em proporção variável no calcário Bambuí, sob a forma de pirita. Para se obter 1 tonelada de aço são necessários 200 kg de calcário ou cal; estima-se o consumo de dolomito em 100 kg/ t aço.



## 7.8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os calcários do Estado do Ceará prestam-se às mais diversas aplicações, principalmente àquelas tradicionalmente consideradas como básicas à economia do país: na fabricação de cimento e cal, na agricultura, na indústria química e na siderurgia.

O Programa de Expansão da indústria cimenteira nacional, com vultosos investimentos, prevê a duplicação da capacidade produtiva instalada para 1977; dentro desse programa, estima-se que o Ceará produza no mínimo 160.000 t de cimento em 1975; nesse mister, as enormes reservas de calcário para cimento existentes no Estado do Ceará, garantem o suprimento de matéria prima.

A produção cearense de cal, apesar de bastante irregular, parece suficiente para atender o mercado local; entretanto, a precariedade dos métodos de lavra e calcinação do calcário para cal, empregados em cerca de 95% dos depósitos conhecidos, torna-os sub-utilizados.

A expansão do parque siderúrgico nacional, premiada pelas necessidades sempre crescentes da indústria nacional, já começa a se tornar uma realidade. Além da ampliação da capacidade produtiva de algumas das nossas já tradicionais Companhias Siderúrgicas, está prevista a implantação de uma siderurgia em Itaqui, no Maranhão, visando aproveitar parte do minério de ferro dos Carajás; estimativas atuais pretendem que em 1980, Itaqui esteja produzindo 12 mi-

lhões de toneladas de aço; para isso seriam necessários cerca de 2 milhões de toneladas de calcário para fundente, entre outras substâncias. As reservas de calcário do Ceará constituem a fonte em potencial mais viável economicamente àquele projeto. O grande volume das reservas cearenses, a qualidade do material, a distância relativamente pequena via marítima até Itaqui, a acessibilidade dos maiores depósitos (Sobral, Redenção e talvez até Umirim em Uruburetama), servidos por rodovias pavimentadas e ferrovia, dentre outras, são condições que asseguram ao calcário do Estado uma posição bastante favorável. Enfoque bastante especial deve ser dado à possibilidade de aproveitamento do porto de Camocim, a noroeste do Estado; apesar de estar sendo aterrado paulatinamente, bastaria dotá-lo de alguns melhoramentos e ele estaria em condições de escoar o minério das jazidas de Sobral, Frecheirinha e Coreaú.

É lógico que daqui até o efetivo aproveitamento das reservas de calcário do Estado pela siderúrgica de Itaqui são necessários ainda muitos estudos e testes, visando estabelecer a economicidade do projeto. Entretanto, fica desde logo aventada a possibilidade, que à primeira vista parece a mais promissora.

Seria de todo aconselhável que os órgãos governamentais, tanto no âmbito federal como no estadual, a curtíssimo prazo, estabelecessem um projeto específico visando qualificar e quantificar de maneira definitiva as reservas de calcário para fins metalúrgicos no Estado do Ceará,

e definir as necessidades infra-estruturais para o real aproveitamento das mesmas.

8 - ARGILAS

## 8.1 - GENERALIDADES

As argilas formam um importante grupo de minerais industriais. 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. Geneticamente, as argilas são produtos da decomposição de alguns minerais constituintes das rochas sedimentares, ígneas e metamórficas, principalmente os feldspatos e as micas.

Os depósitos de argilas podem ser secundários e residuais; os primeiros ocorrem associados a sedimentos de diferentes idades geológicas, sendo formados pela ação dos ventos ou das águas, depositando-se em diversos ambientes de sedimentação. Os residuais resultam da decomposição dos silicatos aluminosos das rochas e acumulação no próprio local, ou seja, "in situ".

As argilas apresentam tonalidades bastante variadas, conforme o tipo e conteúdo das impurezas. Podem ser amarelas pela impregnação de óxido de ferro; castanhas devido a transformação do óxido férrico em limonita; vermelhas devido a presença de hematita finamente disseminada; purpúras quando contém dióxido de manganês hidratado e limonita; verdes pela presença de clorita ou glauconita; cinzas a negras, quando ricas em matéria orgânica.

As argilas podem ser classificadas em três grupos : Caulinita, constituída essencialmente de silicatos

hidratados de alumínio; grupo da montmorilonita, composta de silicatos hidratados de alumínio, magnésio e ferro; e o grupo da illita compreendendo as variedades micáceas.

Para fins estatísticos de produção e consumo, o U.S. Bureau of Mines classifica as argilas em seis grupos: Caulim, "ball clay" ou argila plástica, argila refratária, bentonita, terra fuller e argilas diversas. O caulim tem como mineral predominante a caulinita. A "ball clay" consiste principalmente de caulinita, mas a relação sílica/alumina é superior a do caulim; além disso, o conteúdo de matéria orgânica e outras impurezas é normalmente muito maior do que no caulim e a granulação muito mais fina. A "ball clay" tem elevada plasticidade e é comumente usada para cerâmica branca. As argilas refratárias são basicamente cauliniticas, mas possuem também outros argilo-minerais e impurezas. Suas cores após a queima podem ser rosa, creme e cinza. A bentonita é constituída essencialmente por minerais do grupo da montmorilonita. A terra fuller compõe-se predominantemente de montmorilonita e atapulgita. As argilas diversas incluem os folhelhos e outros tipos de argilas, não enquadrados nos grupos precedentes. Podem conter caulinita e montmorilonita, mas há dominância da illita.

O caulim foi objeto de estudo pelos técnicos do Programa de Áreas Pegmatíticas, uma vez que os depósitos desse material foram originados pela decomposição dos feldspatos constituintes dos pegmatitos.

## 8.2 - CAMPOS DE APLICAÇÃO

As principais aplicações das argilas estão diretamente relacionadas à sua composição química e às suas propriedades físicas. Argilas de composição química semelhantes podem apresentar propriedades físicas inteiramente diferentes, o que acarreta usos industriais bastante diversificados. De modo geral, as principais características das argilas que condicionam seu emprego neste ou naquele setor, são o tamanho das partículas, plasticidade, índice de contração, refratariedade e tixotropia.

As argilas têm um vasto campo de aplicação em diversos setores industriais. Na indústria de cerâmica vermelha para a confecção de tijolos, telhas, manilhas e ladrilhos; na cerâmica branca para a fabricação de peças sanitárias, azulejos, louças e porcelanas; na indústria de material refratário aluminoso e sílico-aluminoso. Na indústria de borracha e plástico como cargas ativas ou inertes. Na indústria metalúrgica para a moldagem de peças e como aglomerante na pelletização de minério de ferro. Em inseticidas as argilas são empregadas como diluentes primários e secundários. Constituem matéria prima para a indústria de cimento. Na indústria de papel e papelão usa-se o caulim ou a "ball clay" de elevada pureza, como carga ou enchimento. Como agente descorante de óleos comestíveis e derivados de petróleo. As argilas também são usadas na preparação de lamas densas para a perfuração de poços em sondagem de petróleo e de água, e como catalizadores no

"cracking" do petróleo para a produção de gasolina.

Numerosos outros empregos podem ainda ser mencionados como na manufatura de minas para lápis, carga para sabão e tecidos, pigmentos para tintas, na fabricação de produtos farmacêuticos e de agregados leves.



## 8.2 - RESERVAS E TEORES

As reservas mundiais dos diversos tipos de argilas são imensas. No quadro a seguir, são apresentadas as estimativas das reservas mundiais, em milhões de toneladas curtas, dos principais tipos. O grupo classificado como argilas diversas têm reservas ilimitadas.

	caulim	"ball clay"	argilas refrat.	bentoni ta	terra fuller
Estados Unidos	3.350	870	11.000	800	3.700
URSS	2.200	-	15.000	250	-
Reino Unido	2.000	240	15.000	-	500
Europa	1.500	-	-	75	-
Ásia	1.500	-	10.000	-	-
África	750	-	5.000	50	150
Austrália	500	-	5.000	50	-
América do Sul	200	-	5.000	25	-
Canadá e México	200	-	10.000	-	100
Outros	-	-	-	150	100
TOTAL .....	12.200	1.110	76.000	1.400	4.550

Fonte: Mineral Facts and Problems, 1970

No Brasil, depósitos de argilas são encontrados em todo o território nacional. À luz dos dados disponíveis torna-se impossível estabelecer a real potencialidade dessa matéria prima no país. O DNPM, com base nos relatórios de pesquisa e de lavra fornecidos pelos mineradores, calculou as seguintes reservas de argilas, excluindo caulim e bento-

nita: 77.864.000 toneladas medidas, 38.998.000 toneladas indicadas e 11.024.000 toneladas inferidas. No âmbito estadual, ocupa o primeiro lugar o Estado de São Paulo com 43.331.000 toneladas medidas, cabendo a Minas Gerais a segunda posição, com reservas medidas de 23.878.000 toneladas. Merecem referência especial, os imensos depósitos de caulim recentemente descobertos por técnicos da CPRM na região do rio Capim, Estado do Pará, cujas reservas são da ordem de 500 milhões de toneladas.

#### 8.4 - PRODUÇÃO E CONSUMO NACIONAL - ASPECTOS SETORIAIS

Segundo o I Anuário Mineral Brasileiro op. cit., a produção nacional de argilas, excluídos caulim e bentonita, no período de 1960 a 1971, elevou-se a 6.873.047 toneladas. O primeiro Estado produtor é São Paulo, com uma produção de 365.412 toneladas em 1971; o segundo lugar pertence a Minas Gerais, cuja produção em 1971 ascendeu a 137.219 toneladas. Essas quantidades, entretanto, compiladas dos relatórios apresentados ao DNPM pelas empresas detentoras de concessões de lavra, são bastante conservadoras, uma vez que existem em todo o país grande número de pequenas cerâmicas e olarias, operando depósitos de argilas na base do garimpo, sem que se tenha qualquer registro oficial de produção.

Em 1972, um levantamento efetuado por técnicos do 4º Distrito do DNPM, em ação conjunta com a Superintendência dos Serviços de Estatística de Pernambuco, junto a grande maioria de olarias e cerâmicas desse Estado, revelou os seguintes dados de produção, referentes ao ano de 1971:

Tijolos .....	93.000.000	unidades
Telhas .....	28.000.000	"
Manilhas :.....	867.000	"
Lajes .....	895.000	"
Outros .....	80 t	de argilas

A quantidade requerida de argilas para a fabricação de todas as peças acima mencionadas, é da ordem de

500.000 toneladas, portanto, muito superior à produção oficial do Estado de São Paulo, no mesmo ano.

Segundo informações do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), a quantidade de argila necessária para produzir 1 tonelada de cimento é de 300 kg. Na área de atuação do 4º Distrito do DNPM (de Alagoas ao Maranhão), conforme a produção de cimento em 1971-1972 e as previsões para o período de 1973 a 1975, o consumo de argila, em 10<sup>3</sup> toneladas, para esta finalidade é o seguinte:

Estados	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Maranhão	-	-	15	30	30	30
Ceará	27	27	27	48	48	48
R.G.do Norte	-	15	30	30	30	30
Paraíba	90	150	150	150	150	150
Pernambuco	261	261	261	261	261	261
Alagoas	-	-	-	-	-	148
<b>TOTAL</b>	<b>378</b>	<b>453</b>	<b>483</b>	<b>519</b>	<b>519</b>	<b>667</b>

Fonte: Monografia de Argila - DNPM, 1973.

Nas indústrias situadas nos Estados de Pernambuco e Alagoas, segundo informações dos produtores, o consumo de argila refratária em 1972 foi de somente 8.000 toneladas.

O maior consumidor de argilas plásticas do Nordeste é a Indústria de Azulejos S/A (IASA); sua fábrica em Pernambuco, consumiu 14.670 toneladas de argilas em

1972, para a produção de 2.887.780 m<sup>2</sup> de azulejos.

A título de comparação, a produção norte-americana de argilas (incluindo caulim) em 1968 foi de 57 milhões de toneladas, contra um consumo de 55,8 milhões de toneladas.

## 8.5 - COMÉRCIO EXTERIOR; IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO BRASILEIRA

A despeito das imensas reservas de argilas existentes em todo o território nacional, o país tem sido obrigado a importar certas quantidades dessa matéria prima, para alguns fins específicos. Essas importações em 1971, referentes as argilas especiais e refratárias, foram de 1.707 toneladas e 230 toneladas, correspondendo aos valores de US\$ 171.619 e US\$ 29.383, respectivamente.

As exportações de argilas são pequenas e esporádicas; segundo o I Anuário Mineral Brasileiro op. cit., em 1971 foram embarcadas apenas 32 toneladas ao preço de US\$ 1.338. Porém, as perspectivas para o futuro são animadoras, em virtude da recente descoberta dos imensos depósitos do rio Capim (Pará), cujo material é de excelente qualidade para a fabricação de papel.

## 8.6 - PREÇOS; FATORES CONJUNTURAIS

Os fatores econômicos que afetam as argilas variam em importância com o tipo, qualidade e o campo de aplicação do material. Os custos de transporte são críticos para as argilas diversas e muito importantes para as refratárias. As argilas de melhor qualidade, sendo menos abundantes e tendo um valor unitário mais alto, podem ser comercializadas a maiores distâncias do centro produtor. Como a maioria das argilas são materiais de baixo valor unitário no estado bruto, os custos de mineração devem ser mantidos os mais baixos possíveis.

Os preços das argilas no Brasil são bastante variáveis, não existindo ainda uma cotação específica talvez devido às numerosas minas cativas e à grande diversificação dos materiais.

Na praça de São Paulo, os preços em vigor no fim do ano de 1972 eram os seguintes:

- Argila Refratária: Cr\$ 10,00/t FOB e Cr\$ 40,00/t - posto em São Paulo (Fonte: IBAR) - Cr\$ 40,00 a 50,00/t - posto em São Paulo (Fonte: Cerâmica São Caetano) - Cr\$ 60,00 /t FOB - Jazida de São Simão (Mineração Matheus Leme Ltda.)
- Argila para fundente: Cr\$ 50,00 a 60,00/t - posto em São Paulo (Fonte: Cerâmica São Caetano).
- Argila para cerâmica vermelha: Cr\$ 30,00 a 40,00/t - posto em São Paulo (Fonte: Cerâmica São Caetano).

- Argilas diversas: Cr\$ 6,00/t boca da mina (Fonte: Armando Angelim - Minérios Itaqueri) - Cr\$ 40,00 a 60,00/t FOB Jazida Suzano (Fonte: Mineração Matheus Leme Ltda.)
- Argila cinza: Cr\$ 50,00/t FOB (Fonte: Empresa de Mineração Joseph Negri Ltda.).
- Argila Marrom: Cr\$ 33,00/t FOB (Fonte: Empresa de Mineração Joseph Negri Ltda.).

Embora haja uma carência quase que absoluta de dados sobre o consumo de argilas no Brasil, pode-se prever um aumento crescente na demanda dessa matéria prima principalmente pela diversidade de usos que apresentam. Os futuros avanços tecnológicos podem abrir perspectivas bastante favoráveis ao crescimento da demanda; atualmente, já se estuda a possibilidade de produzir alumina a partir das argilas em escala industrial, bem como o seu uso potencial como matéria prima para a manufatura de zeólitas sintéticas.



## 8.7 - DEPÓSITOS ESTUDADOS

### 8.7.1 - Introdução

Depósitos de argilas são pesquisados e lavrados nos três principais polos de desenvolvimento do Estado do Ceará: Fortaleza, Sobral e Crato-Juazeiro do Norte. É neste último centro econômico do Estado que se observa o maior progresso no que diz respeito ao aproveitamento das argilas, principalmente pela Cerâmica Norguaçu S/A, Empresa de Mineração com áreas de pesquisa em Crato e Nova Olinda.

Na região de Fortaleza não há grande atividade com relação às argilas em virtude de a maior parte da indústria de construção civil ser suprida por tijolos diatomíferos. Porém, a recente intervenção do Governo Federal, através do Departamento Nacional da Produção Mineral, nos garimpos de diatomito, visando impedir o arrasamento dos valiosos depósitos, provocará uma corrida às numerosas ocorrências de argilas da região.

Para atender à crescente demanda de materiais para cerâmica vermelha na Grande Fortaleza, deverão ser pesquisadas as aluviões dos rios como o Baixo Jaguaribe, o Pirangi, o Choró, o Pacoti, o Cocó, o Ceará e outros.

Em Sobral existem numerosas pequenas olarias que fabricam tijolos de alvenaria e telhas, mas a principal empresa no setor de argilas é a COSMAC - Companhia Sobralense de Material de Construção, a qual além de abastecer

a cidade, supre parte considerável do consumo da Capital.

#### 8.7.2 - Características Individuais dos Depósitos Estudados

Foram estudados nove depósitos de argilas, os quais estão numerados de 108 a 116 nos mapas, fichas de cadastro de ocorrências e fotos aéreas anexas. Cinco desses depósitos investigados, 108 a 111 e 115, estão localizados na área de influência de Fortaleza, sendo que quatro são formados por aluviões de rios e um, o de Lagamar Gereraú (108), ocorre em lagoa de água doce. As ocorrências numeradas de 112 a 114, encontram-se na região de Crato-Juazeiro do Norte, e se apresentam como camadas sedimentares, intercaladas em arenitos da Formação Missão Velha. O depósito de nº 116, é representado pela jazida da Companhia Sobralense de Material de Construção -COSMAC, servindo a área de influência de Sobral.

Foram realizadas pelo Laboratório de Análises Minerais-LAMIN da CPRM, um total de 32 análises de argilas, sendo 25 por difração de raio X e 7 por microscopia eletrônica. Os resultados obtidos através da difração de raio X revelaram que, de um modo geral, tanto os depósitos do sul do Estado como os da região de Fortaleza, apresentam a mesma composição mineralógica: caulinita, minerais do grupo das micas e do grupo da montmorilonita, e quartzo, variando apenas o conteúdo desses componentes; além desses, eventualmente ocorre feldspato em baixa concentração. A microscopia eletrônica confirmou a presença marcante de caulinita mal cristalizada, sem evidência de halloysita, sendo identificada também a presença de montmorilonita.

A seguir serão descritos os depósitos estudados nos três principais centros de desenvolvimento econômico do Estado.

Na área de influência de Fortaleza foram levantadas as seguintes ocorrências: Lagamar Gereraú, Sítio Umarituba, Sítio Riachão, Sítio Prado e as aluviões argilosas do rio Curú.

A ocorrência de Lagamar Gereraú (108) localiza-se a 9 km ao norte do Distrito de Catuana, no município de Caucaia. É uma lagoa com dimensões de 2 km de largura por 2,5 km de comprimento, contendo um depósito argiloso de espessura desconhecida, cuja impureza mais comum é areia. Na região ocorrem migmatitos e sedimentos do Grupo Barreiras; no local da ocorrência, existem areias remanescentes de dunas antigas. O material argiloso é misturado com diatomito para produção de 15.000 tijolos de alvenaria por semana.

A ocorrência do Sítio Umarituba (109) está 64 km a oeste de Fortaleza, na margem esquerda da rodovia asfaltada BR-222, pertencendo ao Distrito de Umarituba, município de São Gonçalo do Amarante. Constitui um depósito argiloso formado pelas aluviões do rio São Gonçalo, com as seguintes dimensões: 300 metros de comprimento, 100 metros de largura e 3 metros de espessura estimada. Na região ocorrem migmatitos parcialmente recobertos por areias bem selecionadas de dunas pretéritas. A análise por difração de raio X de 3 amostras do sedimento argiloso, acusou a presença de caulinita, minerais do grupo das micas, montmorilonita, quartzo e feldspato.

A ocorrência do Sítio Riachão (110) está 30 km ao sul de Fortaleza pela BR-116, na margem esquerda do rio Pacoti. Constitui um depósito argiloso formado pelas aluviões do rio Pacoti, com cerca de 1.000 m de comprimento, 500 m de largura e espessura provável de 2 m. Trata-se de um importante depósito que fornece matéria prima para uma pequena olaria, a qual produz 15.000 telhas por semana. A cubagem desse depósito foi estimada em 1.000.000 de metros cúbicos. A geologia regional é representada principalmente por biotita-gnaisses, pertencentes à Série Ceará, recobertos em parte por dunas antigas. Os resultados analíticos por difração de raio X de 6 amostras do sedimento argiloso, revelaram a presença de caulinita, minerais do grupo das micas, montmorilonita, quartzo e feldspato.

A ocorrência do Sítio Prado (111) localiza-se a 1 km a leste da cidade de Aracati, às margens da rodovia pavimentada Aracati-Mossoró. Trata-se de um importante depósito argiloso para cerâmica vermelha, cujas dimensões aproximadas são 500 m x 500 m e espessura de 3 m. Na área ocorrem sedimentos do Grupo Barreiras recobertos por areias de dunas. A cubagem do depósito foi estimada em 750.000 m<sup>3</sup>. Essa área foi requerida para pesquisa por Arnaldo José Rodrigues Praça. As análises de Laboratório, por difração de raio X, em 4 amostras identificaram os seguintes minerais: caulinita, montmorilonita, minerais do grupo das micas (ilitas), quartzo e feldspato.

O jazimento formado pelas aluviões do rio Curú (nº 115), dista 110 km de Fortaleza pela rodovia asfaltada BR 222. Nesse local, à margem da estrada, está a cidade de São

Luiz do Curú, banhada pelo referido rio. A partir dessa cidade, 10 km para sul e 10 km para norte, o depósito com direção geral NNE-SSW, apresenta uma largura média estimada de 200 m. Admitindo-se uma potência média de 1 m para a camada argilosa e sendo de 2,2 a densidade do material, deduz-se uma reserva estimada de 8,8 milhões de toneladas. O depósito está diretamente sobreposto ao embasamento cristalino, constituído por metassedimentos do Grupo Ceará, cuja litologia principal na área é o gnaíse. No sentido transversal, o depósito tem forma lenticular uma vez que a erosão modelou a superfície topográfica do embasamento segundo um arqueamento côncavo, cuja cota mais baixa corresponde ao leito do rio. Por esta razão a potência da jazida cresce em direção a calha do rio. De um modo geral as argilas têm cor cinza quando úmida, mas adquire cor marrom claro quando seca ao ar livre; intercalações sílticas são frequentes e mostram diminutas lâminas de muscovita, conforme ilustra o perfil vertical típico em anexo.

Próximo a cidade de São Luiz do Curú existem vários garimpos operando o depósito para a fabricação de tijolos e telhas; cinco deles serão descritos a seguir. Junto a cada garimpo é feita a moldagem e queima das peças em fornos rústicos, formados pelo empilhamento das próprias peças. A superfície externa do forno é revestida por massa argilosa para evitar perda de energia.

O garimpo de Valdir Lima situa-se entre as pontes rodoviária (BR-222) e ferroviária sobre o rio Curú, na cidade de São Luiz do Curú. Neste local, as argilas têm cor cinza claro e apresenta intercalações centimétricas de material síl

tico, onde se destacam diminutas palhetas de muscovita, irregularmente distribuídas. As escavações do garimpo são espalhadas ao acaso e apresentam uma profundidade média de 1,0 m, correspondendo a espessura do depósito neste local (foto 40).

O garimpo de Luiz Chaves está a cerca de 200 m a jusante da ponte rodoviária referida anteriormente. O sedimento argiloso é capeado por um solo síltico, rico em matéria orgânica, com 0,30 m de espessura. A camada argilosa tem 1,20 m de potência e apresenta delgadas intercalações sílticas impregnadas de diminutas partículas de mica; na base ocorre gnaíse, superficialmente alterado.

O garimpo de Luiz Bezerra encontra-se detrás do Mercado Novo da cidade de São Luiz do Curú. Escavações distribuídas ao acaso numa área de 50 m de largura por 200 m de comprimento. O solo é pouco espesso, argiloso e rico em matéria orgânica. A camada argilosa tem espessura média de 1,5 m, coloração cinza escura, contendo níveis sílticos e arenosos que atingem até 20 cm de potência, onde se nota pequenas palhetas de muscovita. Esse garimpo produz 60.000 tijolos maciços e 20.000 telhas por trimestre.

O garimpo de Celestino Justino Alves está a 50 m ao norte da área operada por Luiz Bezerra. Trata-se de uma escavação semi-circular com diâmetro da ordem de 20 m. O perfil vertical é o seguinte: 30 cm de solo argilo-arenoso com matéria orgânica; uma camada argilosa cinza escura, com 2 m de espessura, apresentando delgadas intercalações sílticas ricas em muscovita de dimensões milimétricas; na base ocorre gnaíse alterado.

O garimpo de Raimundo Tabosa está a cerca de 30 m ao norte do anterior e a geologia é idêntica ao descrito acima. Quatro operários desmontam o material e fabricam 40.000 tijolos maciços e 12.000 telhas por mês, sendo os produtos vendidos no local aos preços de Cr\$ 35,00 e Cr\$ 80,00 o milheiro, respectivamente.

Na confluência do Riacho Maniçobinha com o rio Curú, a cerca de 1,5 km a noroeste da cidade de São Luiz do Curú, existem vários pequenos garimpos que produzem tijolos maciços e telhas. A camada argilosa tem espessura máxima de 1 m e como nos demais garimpos estudados, possui níveis sílticos, micáceos, intercalados.

Na região de Crato-Juazeiro do Norte existem diversos níveis argilosos intercalados em arenitos da Formação Missão Velha, os quais vêm sendo garimpados em vários locais para a fabricação de tijolos e telhas. Nesta região foram estudados três depósitos, revelando que a espessura da camada argilosa varia de 3 m a 6 m e que sua extensão varia bastante de um nível para outro, atingindo 5-10 km em alguns locais.

A ocorrência do Sítio Grossos ou Jurema (nº 112), está a 3 km a oeste da cidade de Nova Olinda, na margem esquerda da estrada em direção ao Distrito de Aratama. Numa escavação semi-circular com cerca de 25 m de diâmetro e 4 m de profundidade, ocorre uma camada argilosa com cores variando de verde-amarelada no topo a marrom na base, com espessura total de 3 m. Está encaixada em rochas sedimentares pertencentes a Formação Missão Velha, constituída essencialmente de

arenitos e siltitos, datados do Jurássico. A Cerâmica Norguacú S/A Empresa de Mineração é detentora do alvará de pesquisa desse depósito. Três amostras analisadas por difração de raio X mostraram a seguinte composição mineralógica: caulinita, minerais do grupo das micas, minerais do grupo da montmorilonita e quartzo.

A ocorrência do Sítio Lagoinha (113) está localizada a 8 km ao norte da cidade de Crato, na margem direita da rodovia asfaltada para Farias Brito. O depósito é constituído por uma camada de argilito laminado, bem compactado, de cor azul clara no topo e marrom da parte média da camada até a base. A espessura média da camada é de 3 m. A geologia provincial é representada essencialmente por arenitos claros, avermelhados, pertencentes à Formação Missão Velha. O depósito argiloso foi requerido para pesquisa pela Cerâmica do Cariri S/A (CECASA), mas vem sendo garimpado desde 1965, estimando-se em 23.000 m<sup>3</sup> o volume do material extraído. O resultado analítico por difração de raio X de 9 amostras coletadas nessa área, mostrou a seguinte composição: caulinita, minerais do grupo das micas, minerais do grupo da montmorilonita, quartzo e algum feldspato.

A ocorrência do Sítio Cafundó (114) situa-se a 1 km ao sul da cidade de Crato. Trata-se de uma camada argilosa horizontal, com espessura aproximada de 6 m, intercalada em arenitos da Formação Missão Velha. O material argiloso tem cor esverdeada no topo, com 1 m; na parte intermediária, ocorre uma faixa marrom com 3 m de possança; e a parte basal com 2 m de cor amarelada. Esse depósito está sendo pesquisado



pela Cerâmica Norguaçu S/A, detentora do alvará nº 858 de 09/11/70.

Para a região de Sobral existe o grande jazimento formado pelas aluviões do rio Acaraú que banha aquela cidade. Os depósitos do rio Jaibaras, afluente do Acaraú, cuja confluência está a cerca de 1 km ao sul do perímetro urbano de Sobral, constituem também reservas significativas, embora muito inferiores ao do Acaraú. O jazimento deste rio tem direção geral NNE-SSW e o do rio Jaibaras se estende por 15 km segundo NE-SW. Ao norte da cidade de Sobral a camada argilosa é mais larga, tendo ao longo de 20 km de comprimento, largura média de 2 km. Ao sul daquela cidade, numa extensão de 20 km, a largura média inferida é de 1 km. O potencial de reservas, segundo a extensão total considerada de 40 km, avulta em torno de 120 milhões de toneladas de argilas. Com base no comprimento investigado (15 km) no depósito formado pelo rio Jaibaras, e estimando-se a largura média de 500 m e potência média de 1 m para a camada argilosa, tem-se um potencial de reservas de 15 milhões de toneladas. Portanto, as reservas globais estimadas para a área de influência de Sobral se elevam a 135 milhões de toneladas. Levando-se em conta a produção atual de argilas dessa área, avaliada em 10.000 toneladas anuais, essas reservas são praticamente inesgotáveis.

Na periferia da cidade de Sobral, além da Cerâmica COSMAC, existem diversos garimpos os quais são descritos a seguir. Na área em estudo, o jazimento do rio Acaraú repousa sobre migmatitos heterogêneos, os quais têm direção geral  $N20^{\circ}E$  e mergulho de  $60^{\circ}$  para noroeste.

A jazida da Companhia Sobralense de Material de Construção - COSMAC (nº 116), é a mais importante da região e opera numa área de 36 hectares. Localiza-se na margem direita do rio Acaraú, a cerca de 1 km a sudeste do perímetro urbano de Sobral. A uma distância de 300 m das instalações industriais (foto 41), existem duas frentes de lavra, uma com forma irregular com 100 m de comprimento e 70 m de largura e a outra de forma grosseiramente circular com diâmetro da ordem de 100 m. Sob um capeamento de solo com 0,30 m de espessura, ocorre a camada argilosa de cor cinza escura, com delgadas intercalações lenticulares de material síltico a arenoso. (vide perfis verticais anexos). A espessura média da camada é de 2 m e nela se observa fragmentos milimétricos de quartzo, feldspato e mica. A COSMAC produz tijolos de alvenaria de vários tipos, maciços e com furos, telhas, manilhas, e outras peças cerâmicas com uma produção mensal variando de 350.000 a 400.000 unidades. A empresa vende no local o milheiro de tijolo com oito furos à razão de Cr\$ 200,00, e o milheiro de telha ao preço de Cr\$ 320,00.

O garimpo de João Bandeira está a cerca de 200 m ao norte da área da COSMAC. A frente de lavra tem forma irregular, medindo 20 m a maior dimensão (foto 42). A camada argilosa tem 1,5 m de espessura, capeada por 50 cm de solo. A parte superior da camada, com 1 m de potência, é formada por argilas mais puras, com raros fragmentos milimétricos de quartzo e feldspato, mas a parte inferior, com 0,5 m de espessura, é impura, apresentando delgados níveis sílticos e maior percentagem de grãos angulosos de quartzo e feldspato. As argilas mais puras são usadas para o fabrico de telhas e as impuras

para a confecção de tijolos (foto 43). Esse garimpo produz mensalmente 80.000 tijolos maciços e 25.000 telhas, fornecendo mão-de-obra a 15 operários.

O garimpo de Francisco Assis Alves localiza-se a 100 m ao sul do anterior. Sob um capeamento de solo com 0,20 m de possança, ocorre a camada argilosa de cor cinza escura com muita impureza de silte e areia, tendo espessura de 1,5 m. A produção mensal é de 60.000 tijolos maciços e 25.000 telhas.

O garimpo de Felizardo Parente está junto ao marco quilométrico 231 da ferrovia Fortaleza-Sobral. A situação geológica desse garimpo é idêntica ao do anterior.

A 800 m ao norte do marco 231 encontra-se um garimpo abandonado, com uma escavação de 150 m de extensão, 50 m de largura, e profundidade de 1,5 m. A camada argilosa, sob um solo de 0,5 m de espessura, tem cor cinza escura, potência variando de 1,0 m a 1,5 m, com níveis areno-sílticos na base.

O garimpo do Javan encontra-se a 1,5 km a oeste da Cerâmica COSMAC. O perfil litológico vertical desse garimpo é o seguinte: Solo argiloso, rico em matéria orgânica, com 0,5 m de potência, 1 m de argilas de cor cinza escura, com delgados níveis de silte e areia, diminutos grãos angulosos de quartzo, feldspatos e micas; segue-se 1,5 m de argilas cinza escuras, com maior grau de pureza, contendo alguns grãos milimétricos de quartzo e feldspatos; na base, 20 cm de uma mistura de areia e argilas; areia grossa. Essa olaria produz tijolos maciços e telhas, mas a produção mensal não foi fornecida.

O garimpo João Poço está a 1,5 km ao sul do Javan e na ocasião da visita estava abandonado, com a única escavação parcialmente entulhada.

O garimpo Vicente Francisco de Souza está a 700 m a sul do garimpo João do Poço, também na margem direita do rio Acaraú. Uma escavação grosseiramente circular, com 30 m de raio, mostra sob um capeamento de solo com apenas 0,20 m de espessura, a camada argilosa com 2 m de potência, cor cinza escura, contendo delgadas intercalações sílticas, e diminutos grãos dispersos de quartzo, feldspatos e muscovita. Na base ocorre o gnaiss bastante decomposto. Esse garimpo produz anualmente 200.000 tijolos maciços e 100.000 telhas.

O garimpo de Manoel Pixú (foto 44), está na margem esquerda do Acaraú, próximo da confluência do rio Jaibaras, distando apenas 3 km do centro da cidade de Sobral. A espessura do solo mede 0,30 m e a camada argilosa um total de 2 m, sendo a parte superior com 1 m de material de elevada pureza; logo abaixo, um nível síltico-arenoso, de 0,20 m, com diminutas placas de muscovita; a seguir, uma faixa argilosa pura com 0,30 m; outro nível síltico-arenoso com muscovita (0,20 m) e na base argilas de alta pureza com 0,30 m de potência. Esse garimpo produz anualmente 300.000 tijolos maciços e 200.000 telhas.

## 8.8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os depósitos de argilas (exclusive o caulim), conhecidos até o momento no Estado do Ceará, pelas características químicas do material, parecem prestar-se muito bem à indústria de cerâmica vermelha. Entretanto, esse tipo de indústria ainda é bastante incipiente, principalmente na zona de influência da capital do Estado; basta que se diga que determinados produtos cerâmicos, manufaturados por fábricas localizadas na região do Cariri, a 600 km de distância, são colocados no mercado de Fortaleza a preços competitivos. Deve ser levado em consideração também o fato de que mais de 90% dos tijolos que abastecem Fortaleza e circunvizinhanças, são provenientes de numerosas olarias que utilizam o material extraído das incontáveis lagoas diatomíferas existentes ao longo da faixa costeira cearense. Isto, além de constituir um desestímulo ao desenvolvimento da indústria de cerâmica vermelha, acarreta a dilapidação dos depósitos de diatomito, matéria prima mineral responsável por uma grande evasão de divisas no Brasil. Com a recente decisão governamental (DNPM) de extinguir todos os "garimpos" de diatomito a fim de preservar os depósitos para utilização em fins mais nobres, o problema fica parcialmente resolvido; as consequências que advirão desse ato, porém, devem ser consideradas rápida e objetivamente pelas autoridades governamentais, tanto no âmbito federal como no estadual; assim, por exemplo, a suspensão da garimpagem de diatomito, pode ocasionar uma queda brusca no suprimento de tijolos de alvenaria para o mercado da região de Fortaleza, se não forem encontradas novas

fontes de matéria prima que substituam economicamente àque-  
las. Há que se levar em conta, também, o problema social do  
desemprego, que pode trazer consequências bem mais graves.

Como uma solução viável para o problema, recomen-  
da-se de imediato, a execução de uma pesquisa sistemática  
na região de Fortaleza, visando encontrar, qualificar e quan-  
tificar depósitos de argilas para cerâmica vermelha; concomi-  
taneamente deve ser realizada a avaliação das reservas diato-  
míferas ao longo da faixa costeira cearense, objetivando pos-  
sibilitar a utilização imediata dessa matéria prima para su-  
prir a demanda interna do país e, talvez, o aproveitamento  
das argilas associadas pela indústria cerâmica. Estes traba-  
lhos poderiam ser feitos através da criação de um projeto  
específico para diatomito/argilas, como foi sugerido anteri-  
ormente (item 6.7).

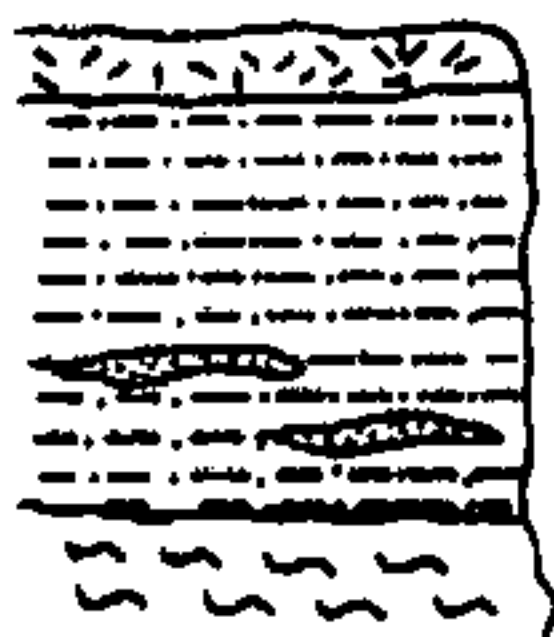
O potencial de reservas de argilas da região de  
Sobral, é imenso, avultando em 120 milhões de toneladas e o  
material é reconhecidamente adequado para a cerâmica verme-  
lha.

## PERFIS VERTICAIS TÍPICOS DOS JAZIMENTOS DE ARGILAS

### JAZIDA DO RIO ACARAÚ NA CIDADE SOBRAL

ESCALA 1:100

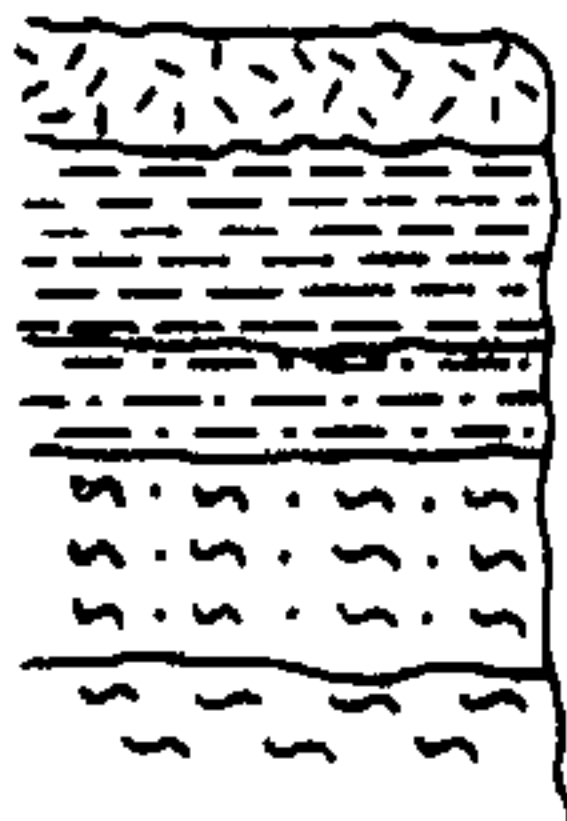
①



SOLO ARGILO-ARENOSO COM MATÉRIA ORGÂNICA.

ARGILAS CINZA ESCURAS COM DIMINUTOS GRÃOS DE QUARTZO, FELDSPATO E NICAS, DELGADAS INTERCALAÇÕES LENTICULARES SÍLTICAS A ARENOSAS.

GNAISSE DECOMPOSTO.



SOLO ARGILO-ARENOSO COM MATÉRIA ORGÂNICA.

ARGILAS CINZA ESCURAS, COMPACTAS, COM RAROS GRÃOS DE QUARTZO E FELDSPATO.

ARGILAS IMPURAS, COM DELGADOS NÍVEIS SÍLTICOS, BASTANTE QUARTZO E FELDSPATO.

GNAISSE DECOMPOSTO, MATERIAL ARGILOSO RICO EM QUARTZO.

GNAISSE SEMI-ALTERADO.

### JAZIDA DO RIO CURÚ NA CIDADE DE SÃO LUIZ DO CURÚ

ESCALA 1:100

②



SOLO SÍLTICO COM MATÉRIA ORGÂNICA.

ARGILAS CINZA ESCURAS, RICAS EM MUSCOVITA; DELGADAS INTERCALAÇÕES SÍLTICAS.

GNAISSE ALTERADO.

9 - OUTRAS OCORRÊNCIAS



## 9 - OUTRAS OCORRÊNCIAS

Embora não constassem no Programa Oficial do Projeto foram estudadas e cadastradas cinco ocorrências de barita, duas de fluorita, quatro de talco, duas de ametista e uma de vermiculita.

Considerando-se as necessidades crescentes do mercado interno e o interesse cada vez maior dos consumidores domésticos e externos, o coordenador do Projeto sugeriu o levantamento das ocorrências de barita e fluorita do Estado.

Os outros depósitos foram estudados em virtude de terem sido localizados durante os deslocamentos para as áreas pré-estabelecidas. Por esta razão, também foram investigados dois corpos intrusivos supostamente mineralizados em cobre, cromo, níquel e outros metais valiosos. Porém, as análises espectrográficas de amostras daquelas rochas não revelaram anomalias dos metais valiosos que encerram. Na fazenda Souza, a cerca de 12 km a leste da cidade de Canindé, ocorre uma rocha máfica granular, com extensão da ordem de 5 km segundo a direção geral E-W, largura mínima de 40 m, envolvido por gnais se migmatizado. Ao microscópio a rocha foi classificada como gabro, sendo o félsico mais abundante o plagioclásio básico e o máfico predominante o piroxênio tipo pigeonita.

O outro corpo localiza-se a 1,5 km do povoado de Borges, no município de Aracoiaba. Trata-se de uma rocha ultrabásica, ocorrendo numa área de 200 m x 600 m, sendo N70° W a direção do maior comprimento. É densa, compacta, textura fanerítica grosseira, verde escura, mas superficialmente mar

ron pela oxidação. Ao microscópio foi caracterizada como hornblenda-piroxenito, sendo os piroxênios e anfibólios os minerais essenciais e o espinélio praticamente o único acessório.

As ocorrências que serão descritas a seguir estão numeradas de 117 a 130 nos mapas, fichas de cadastro e fotos aéreas, anexas.

## 9.1 - BARITA

Este mineral, também chamado de baritina ou espato pesado, tem cor geralmente branca, elevada densidade para um mineral não metálico (4,5), dureza baixa entre 3,0 e 3,5 e quimicamente trata-se de sulfato de bário, cuja fórmula é  $BaSO_4$ .

Os cristais, transparentes e translúcidos, são usualmente tabulares com clivagem perfeita paralela à base.

A estrutura dos depósitos de barita é de vieiros ou massas irregulares, formados à custa de soluções hidrotermais, da fase epitermal. Podem estar encaixados em rochas ígneas, sedimentares ou metamórficas. Nas rochas sedimentares podem ocorrer sob a forma de camadas intercaladas em calcários, pela dissolução e substituição destes.

Mais de 80% da barita produzida é empregada no preparo de lama densa para a perfuração de poços de petróleo, gás e água subterrânea. Este mineral é a principal fonte de bário utilizado na fabricação de substâncias químicas. Também é usado nas indústrias de tinta, de vidro, borracha e no preparo de concreto denso para fins de proteção nos reatores nucleares, proporcionando absorção de radiações eletromagnéticas. O sulfato de bário precipitado, chamado branco fixo, é empregado para dar corpo ao papel e aos tecidos.

No Brasil, as principais reservas de barita estão localizadas na Bahia (nas ilhas Grande e Pequena, situadas

na baía de Camamu), e no Paraná, nos municípios de Cerro Azul e Rio Branco do Sul.

Segundo o I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972, as reservas e teores dos dois Estados assim se distribuem:

Estado	Res.Medida(t)	Res.Indicada(t)	Res.Inferida(t)	teor
Bahia	1.842.000	949.000	510.000	86-94,5 % BaSO <sub>4</sub>
Paraná	35.000	80.000	17.000	70% BaSO <sub>4</sub>
<b>Total</b>	<b>1.877.000</b>	<b>1.029.000</b>	<b>527.000</b>	

As jazidas de Camamu, na Bahia, ocorrem sob a forma de massas irregulares em calcário, são suficientes para suprir o mercado interno e manter estoques para exportação.

A Pigmina S.A., detentora das concessões de lavra das jazidas de Camamu, é a maior produtora e exportadora de barita do País. Em 1967, esta empresa teve aprovado na SUDENE um projeto de expansão, visando elevar sua produção para 60.000 toneladas anuais.

A produção brasileira de barita, no período de 1965 a 1971, é expressa a seguir:

Ano	Toneladas
1965	64.591
1966	37.220
1967	54.399
1968	75.097

Ano	Toneladas
1969	46.852
1970	33.503
1971	39.692

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

No quadro a seguir, apresentamos a exportação Nacional de barita, no período de 1965 a 1971. O valor médio dessas exportações foi de oito dólares por tonelada (US\$8,00t) sendo o frete e seguro por conta do comprador (F.O.B.).

Ano	Toneladas	Valor US\$ FOB
1965	22.087	176.685
1966	48.768	390.144
1967	49.068	392.544
1968	12.292	98.336
1969	18.292	146.344
1970	18.342	146.736
1971	25.495	206.928

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

Apesar de exportador, o Brasil importa pequenas quantidades de barita, conforme mostra o quadro a seguir.

Ano	Toneladas	Valor US\$ CIF	US\$ / t
1965	30,3	5.992	199,73
1966	46,2	8.262	179,61
1967	6,9	1.307	186,71
1968	84,0	14.384	171,24
1969	25,0	3.875	111,00
1970	29,6	4.646	156,95
1971	62,7	14.910	236,67

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

O preço médio da barita importada é muito superior a que o país exporta. Isso se deve, entre outras razões, ao frete e seguro pago pelo vendedor e a certas especificações do produto.

Além disso, o país importa grandes quantidades de produtos químicos a base de bário, como o hidróxido, o óxido, o peróxido, o sulfeto, o sulfato, o nitrato, o carbonato e o cloreto de bário, cujo peso e valor, no período de 1965 a 1971, foram os seguintes:

Importações de produtos químicos de bário

Ano	Toneladas	Valor US\$ CIF
1965	3.041,81	446.026
1966	3.869,61	551.119
1967	5.059,52	682.716
1968	5.015,53	728.600
1969	5.521,32	747.017
1970	5.326,64	725.774
1971	4.479,78	617.514

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

Com relação a esses compostos químicos, o mercado brasileiro depende quase que totalmente dos fornecedores estrangeiros, não havendo interesse na sua industrialização interna, devido à utilização cada vez menor do litopônio (mistura íntima de sulfeto de zinco e sulfato de bário) o qual tem sido substituído por pigmentos à base de óxido de titânio ( $TiO_2$ ). Também a pequena quantidade de outros compostos de bário consumidos no país, não permite as economias de escala

necessárias a tal industrialização.

O consumo setorial de barita nos Estados Unidos, no período de 1968 a 1970, apresentou o seguinte comportamento:

Uso	1968 %	1969 %	1970 %
Sondagem	73	77	79
Indústria química	13	11	10
Indústria de vidro	5	5	4
Indústria de tinta	4	3	3
Indústria de borracha	3	1	2
Outras aplicações	2	3	2

Fonte: Minerals Yearbook - 1970.

No Brasil, o consumo percentual de barita para sondagem é superior a 80%, uma vez que a industrialização para produtos químicos é bastante reduzida.

Os preços da barita bruta e moída no mercado internacional, variam de acordo com as negociações entre compradores e vendedores. As cotações publicadas servem como um guia geral e não refletem, necessariamente, as transações atuais.

Segundo a revista Engineering and Mining Journal (1969 a março de 1973) os preços da barita assim se apresentaram:

Ano	( 1 ) US\$ / t	( 2 ) US\$ / t	( 3 ) US\$ / t
1968	49,60 a 54,00	22,05 a 22,60	25,35 a 28,66
1969	49,60 a 54,00	22,05 a 22,60	25,35 a 26,46
1970	49,60 a 85,98	22,05 a 25,90	34,17 a 39,68
1971	60,63 a 85,98	24,80 a 27,01	38,58 a 46,31
1972	60,63 a 85,98	24,80 a 27,01	40,78 a 48,50

Os preços em março de 1973 eram os mesmos daqueles registrados em 1972.

O tipo (1) refere-se a barita destinada à indústria química e contém 99,5% de  $BaSO_4$ ; o tipo (2) também para uso químico, tendo 95% de  $BaSO_4$  e 1% de ferro; e o tipo (3) corresponde a barita moída utilizada no preparo da lama de sondagem, cujos teores são 83-93% de  $BaSO_4$  e 3-12% de ferro.

#### 9.1.1 - Depósitos estudados

São descritos cinco depósitos de barita, sendo três no município de Cococi, um no de Quixeramobim e outro no município de Caridade.

Esses depósitos são do tipo vieiro, resultante do preenchimento de fraturas subverticais. Quatro desses depósitos são discordantes da encaixante, tanto em direção como em mergulho.

As ocorrências situadas na região de Cococi foram



estudadas por geólogos da CPRM, integrantes do Projeto Cococi. Nesta região os depósitos estão encaixados em sedimentos da fácies folhelho do Grupo Cococi que forma a bacia sedimentar de mesmo nome.

Os depósitos de Quixeramobim e Caridade estão encaixados em rochas metamórficas datadas do Pré-cambriano, pertencentes a Série Ceará.

As ocorrências descritas a seguir estão numeradas de 117 a 121 no mapa de localização, fotos aéreas e respectivas fichas anexas.

A ocorrência da fazenda Carnaubinha (nº 117) encontra-se na base da falda oeste da serra de Baturité e dista 18 km a leste, por estrada carroçável, do distrito de Inhuporanga, no município de Caridade. Trata-se de um vieiro vertical de barita, com espessura em torno de 0,5 m, em contato com um veio de quartzo com cerca de 0,5 m, de potência. O vieiro tem extensão aproximada de 2 km sendo observado em um local, largura da ordem de 3 m. É concordante com a encaixante em direção e discordante em mergulho. A encaixante é um biotita-xisto, com direção N-S e mergulho de  $17^{\circ}$  para leste, que faz parte do complexo migmatítico regional. A barita é branca, leitosa, apresentando-se geralmente em agregados. Também ocorre barita de cor amarronzada pela impregnação de óxido de ferro. Dessa ocorrência, através de trabalhos rudimentares, já foram extraídas várias toneladas de barita, mas atualmente os trabalhos estão paralizados. Segundo Pouchain(1962),

técnicos do DNPM executaram alguns poços e dois furos de sonda neste vieiro e concluíram que o mesmo não apresenta continuidade em sub-superfície.

A ocorrência da Lagoa do Senador (nº 118) localiza-se a 11 km WNW do distrito de Madalena por estrada carroçável, no município de Quixeramobim.

Ocorre um vieiro de barita que foi observado em dois pequenos poços; está associado a um vieiro de quartzo leitoso com largura estimada de 2 m. O vieiro parece ser discordante da encaixante tanto em direção como em mergulho. A direção dele é aproximadamente E-W e o mergulho parece sub-vertical. A cobertura de solo e cascalho dificulta as observações. A potência do vieiro de barita foi estimada em 30 cm a 40 cm. A barita tem cor branca, leitosa, dispondo-se como agregado de cristais tabulares, com arestas que atingem até 3-4 cm de comprimento. A encaixante no local da ocorrência é um biotita-xisto com direção N-S e mergulho horizontal, sugerindo tratar-se da charneira ou área de maior curvatura de uma dobra. Essa rocha xistosa pertence ao complexo migmatítico regional.

A análise química de uma amostra de barita revelou as seguintes percentagens dos constituintes:

62,7% BaO e 32,7% SO<sub>3</sub>.

A ocorrência da fazenda Canaã (nº 119) está a cerca de 4 km a NW da cidade de Cococi, por estrada carroçável.

Ocorre um veio de barita com direção aproximada  $N15^{\circ}E$  e espessura máxima de 1 m. Os cristais de barita são brancos ou róseos, ligeiramente encurvados, translúcidos e raramente apresentam pontos de pirita. O veio está encaixado em sedimento argiloso verde a cinza, com atitude  $N50^{\circ}W/54^{\circ}SW$ , pertencente a fácies folhelho da Formação Jucá, do Grupo Cococi.

A ocorrência de Tabuleiro (nº 120) está a cerca de 13 km a oeste da cidade de Cococi, pela estrada carroçável para o povoado de Barra. Um veio sub-vertical de barita com direção  $N55^{\circ}E$  e espessura aproximada de 80 cm. Os cristais de barita são em geral tabulares, de cor branca a rósea.

A rocha encaixante do veio é um arenito arcossia no conglomerático quartzo-feldspático, avermelhado, silicificado, apresentando pequenas fraturas preenchidas por barita. Tem direção aproximada E-W e mergulho para sul. Pertence a secção da Bacia Sedimentar do Cococi, Grupo Cococi, fácies folhelho.

A ocorrência de Veados (nº 121) localiza-se a cerca de 14 km a oeste da cidade de Cococi, pela estrada carroçável para o povoado de Barra. Um veio sub-vertical de barita, com direção  $N45^{\circ}E$  e espessura máxima de 2 m. A barita é algo impura, bastante avermelhada em certas zonas, mas noutras tem cor esbranquiçada. O veio está encaixado discordantemente em arenito avermelhado, siltoso, cuja atitude é  $N65^{\circ}W/54^{\circ}NE$ , pertencente a Fácies Folhelho do Grupo Cococi que forma a Bacia Sedimentar de mesmo nome.

### 9.1.2 - Sugestões, conclusões e recomendações

Como essas áreas de ocorrência de barita estão livres, ou seja, não foram requeridas ao DNPM para pesquisa, poderão ser investigadas por empresas interessadas neste mineral, com a finalidade de abastecer as indústrias petrolífera e de tintas do Nordeste.

Pelo estudo realizado, a área de Cococi foi a que se revelou mais interessante para uma prospecção sistemática e subsequente pesquisa. Na Bacia Sedimentar do Cococi ocorrem numerosas fraturas que podem estar preenchidas por barita, além daquelas conhecidas.

As ocorrências cadastradas na Bacia do Cococi evidenciam uma atividade hidrotermal que deu origem a esses depósitos de barita, após a formação das rochas sedimentares que constituem a referida bacia.

O projeto Cococi, que consiste no mapeamento geológico dessa região na escala de 1:100.000, está sendo executado por técnicos da CPRM para o DNPM, oferecerá o condicionamento geológico-estrutural dos depósitos de barita, bem como os elementos básicos para a prospecção desse mineral em toda a região.

## 9.2 - FLUORITA

A fluorita ou espatofluor é um mineral vítreo, com dureza 3, peso específico 3,2, cuja constituição química é o fluoreto de cálcio ( $\text{CaF}_2$ ). Apresenta-se em cristais bem formados, cúbicos ou octaédricos, exibindo várias cores, sendo a verde e a roxa as mais comuns.

Os depósitos de fluorita são considerados de origem hidrotermal, ocorrendo sob a forma de filões ou vieiros e em jazidas de metamorfismo de contato, podendo estar encaixados em todos os tipos de rochas, ígneas, sedimentares e metamórficas.

Mais de 50% da fluorita produzida é destinada à indústria siderúrgica onde é usado como poderoso fundente na fabricação do aço. É a principal fonte de fluor; a criolita, um fluoreto de sódio e alumínio ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) é outra fonte, porém, muito mais rara, é usada principalmente na metalurgia do alumínio. Existe a criolita artificial, fabricada a partir da fluorita. A criolita artificial também é usada em inseticida como aerosol.

A fluorita empregada na siderurgia deve conter no mínimo 85% de  $\text{CaF}_2$ , no máximo 5% de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e 0,3% de enxofre. O consumo de fluorita para esta finalidade é da ordem de 3 kg por tonelada de aço fabricado.

A segunda aplicação da fluorita é na indústria quí

mica para a fabricação de ácido fluorídrico e diversos compostos, como o fréon 12, usado em aparelhos de refrigeração e como agente dispersor (aerosol). Para a indústria química a fluorita deve conter mais de 98% de  $\text{CaF}_2$ , no máximo 2,5% de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e menos de 0,1% de óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Os cristais límpidos, transparentes, incolores, sem manchas, inclusões e fraturas, são empregados na indústria ótica.

A fluorita também é usada como fundente nas indústrias de cerâmica e de vidro.

Segundo o estudo realizado por técnicos da Seção de Geologia Econômica e Comercial do DNPM em 1970, as reservas brasileiras de minérios de fluorita avultam em 1.270.000 toneladas, com teor variando de 75% a 85% de fluoreto de cálcio ( $\text{CaF}_2$ ). Esse minério após beneficiamento primário de lavagem e classificação granulométrica oferece um concentrado com 90% de fluorita.

Dessa quantidade, 1.200.000 toneladas estão situadas na província fluorítica do Estado de Santa Catarina, distribuídas pelas 12 jazidas em lavra, e 70.000 toneladas se encontram na Serra do Ramalho, no Estado da Bahia.

Praticamente, toda a produção nacional de fluorita provém das jazidas catarinenses. No período de 1965 a 1971 essa produção evoluiu da seguinte maneira:

Ano	Toneladas
1965	1.876
1966	9.988
1967	10.292
1968	15.685
1969	33.308
1970	36.568
1971	56.011

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

Como se observa no quadro acima a produção tem crescido vertiginosamente para atender à crescente demanda interna e para exportação, animada pela excelente cotação do mineral no mercado externo. Os r cordes sucessivos de produ o foram alcançados graças a reorganiza o, reaparelhamento das minas e amplia o das reservas.

A partir de 1963 o país deixou de importar fluorita tornando-se auto-suficiente neste mineral. Porém, no ano de 1967 houve pequena importa o do produto, totalizando 25,5 toneladas, assumindo o valor de 3.935 dólares C.I.F..

A partir de 1968 o Brasil, passou a exportador desse produto, cujas quantidades exportadas e respectivos valores até 1971, são expressos a seguir.

Ano	Toneladas	US\$ FOB
1969	10.337	320.452
1970	20.650	609.150
1971	22.095	929.830

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

Mas, o Brasil importa quantidades consideráveis de criolita natural e artificial, conforme mostra o quadro a seguir.

Importações de criolita natural e artificial

Ano	criolita natural		criolita artificial	
	toneladas	US\$ CIF	toneladas	US\$ CIF
1965	1.003,4	250.145	703,1	160.187
1966	1.093,0	287.054	731,0	170.957
1967	1.139,3	297.268	1.023,8	253.411
1968	1.389,4	365.775	372,0	97.305
1969	1.159,9	314.171	1.543,9	378.227
1970	2.171,1	599.102	2.082,6	640.950
1971	919,4	343.042	3.071,4	1.091.212

Fonte: I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

As importações de produtos químicos de fluor também são elevadas e entre eles destacam-se os fluoretos de alumínio, sódio, amônio, fluor-silicatos e ácido fluorídrico. O fluoreto de alumínio é o que mais incide na pauta tanto em quantidade como em valor. Em 1971 foram importadas 2.902,9 toneladas daquele produto, totalizando US\$ 1.241.407.

9.2.1 - Depósitos Estudados

Foram estudados dois depósitos de fluorita, situando-se o primeiro no município de Solonópole e o segundo no município de Mucambo. Esta última ocorrência foi descrita por



técnicos do Projeto Jaibaras, do Convênio DNPM/CPRM.

Os dois depósitos descritos a seguir são identificados nos mapas, fichas de cadastro de ocorrência e fotos aéreas, anexos, pelos números 122 e 123.

A ocorrência da fazenda Caetano (nº 122) está a cerca de 8 km SSW da cidade de Mucambo, através da estrada carroçável que liga esta cidade ao povoado de Pirituba. Trata-se de delgados veios de fluorita, contendo também specularita, quartzo e epidoto. A potência máxima dos veios é de 5 cm. Ocorre no local um granito avermelhado, de granulação grosseira, constituído essencialmente de feldspato potássico cor de carne, quartzo e massas irregulares de hornblenda verde. Esta rocha corresponde a fácies alcalina do "Stock" granítico do Mucambo. No local a rocha sofreu intenso fraturamento o qual foi invadido por soluções mineralizantes da fase hidrotermal ou pneumatolítica, originando os veios. A ocorrência não tem importância econômica por ser muito pequena, porém indica a possibilidade de mineralizações de maior porte em sítios mais favoráveis do maciço granítico, principalmente nas zonas de contato com os calcários da Formação Frecheirinha.

A cobertura de espesso solo residual na maior parte do corpo granítico, bem como nas áreas de calcário, impossibilita a localização de mineralizações eventuais, sendo necessário a aplicação de métodos indiretos para a prospecção das mesmas.

A ocorrência da fazenda Casa Nova do Boqueirão e sítio Vera Cruz (nº 123) está próxima do povoado de Boqueirão e a leste do açude Riacho do Sangue no município de Solonópole (vide mapa 1). Ocorre um vieiro de fluorita com potência estimada variando de 5 cm a 40 cm e extensão total da ordem de 4 km. Parece que o vieiro é de fluorita pura, sendo identificadas as variedades hialina e roxa do mineral. O vieiro é longitudinal e conforme com a atitude da encaixante, cujos parâmetros são N-S/75° E. A rocha encaixante é um gnaiss migmatizado e cataclástico, exibindo zonas de intensa feldspatização alternadas com bandas formadas por quartzo, biotita e muscovita. O gnaiss forma uma faixa de direção meridiana, com largura aproximada de 2 km e extensão superior a 10 km. Intenso fraturamento afetou essa rocha; diversas fraturas de direção norte-sul são preenchidas e numa delas foi constatada a mineralização. O fraturamento transversal mais importante orienta-se segundo N85°E/65°SE, sendo alguns preenchidos por pegmatitos. Sobrepoem-se a esta faixa, gnaisses bandeados e migmatitos heterogêneos. Na base ocorre uma sequência de quartzito, biotita-xisto e gnaiss granítico com migmatitos homogêneos que formam a unidade basal (vide mapa nº 15). Na fazenda Casa Nova do Boqueirão, situada na margem leste do açude Riacho do Sangue, o vieiro foi lavrado até cerca de 15 m de profundidade, na década de 40, através de uma trincheira longitudinal com 100 m de comprimento e cerca de 2 m de largura (foto 45). No sítio Vera Cruz, situado a 4 km a sul de Casa Nova do Boqueirão, ocorre o vieiro, exibindo na lapa um vieiro de quartzo leitoso com 30 cm de espessura, concordante com o gnaiss encaixante. Aí também foi aberta uma trincheira longitudinal

com 100 m de comprimento e cerca de 2 m de largura (foto 46). Parece tratar-se de outro vieiro paralelo, pois está a cerca de 200 m a leste do anterior. Segundo informações de um garimpeiro que trabalhou durante a lavra, foram produzidas 1.200 toneladas de fluorita. As trincheiras foram abertas por meio de martelletes acionados por compressores e usou-se dinamite para o desmonte. Segundo Leonardos (1946) esse depósito foi descoberto em 1941 e em julho de 1942 já haviam sido extraídas 70 toneladas de fluorita. Informou também que este mineral é geralmente de excepcional pureza e de coloração roxa escura. O vieiro do sítio Vera Cruz foi requerido para pesquisa em 1943, envolvendo uma área de 30 hectares. As operações extrativas do mineral foram paralizadas na década de 50.

#### 9.2.2 - Sugestões e recomendações

Considerando-se a importância e a necessidade cada vez maior de fluorita, principalmente para o crescente parque siderúrgico e metalúrgico do país, bem como da indústria química e petroquímica, achamos viável uma criteriosa prospecção ao longo da faixa cataclástica que encerra o vieiro da fazenda Casa Nova do Boqueirão e do sítio Vera Cruz, município de Solonópole. Importantes jazidas com quadro geológico semelhante, ocorrem na província fluorítica de Santa Catarina.

A existência daquelas ocorrências atesta o aporte de soluções mineralizantes na área, através de manifestações hidrotermais que preencheram fraturas, originando os

filões de fluorita. A incidência de grande número de fraturas direcionais preenchidas, paralelas à do filão fluorítico, evidenciam possibilidades de serem descobertos novos depósitos.

A prospecção de fluorita nessa área é dificultada porque o fraturamento visado é paralelo à foliação das rochas, sendo mascarado pela mesma. Acresce o fato de que o filão conhecido é de espessura reduzida. Contudo, uma fotointerpretação detalhada na escala de 1:10.000, na referida área, com a subsequente verificação no campo, daquele fraturamento, poderá revelar novos vieiros.

### 9.3 - TALCO

É um hidrosilicato de magnésio de cor geralmente branco a esverdeado, mole, riscado facilmente com a unha, dureza muito baixa (1 na escala de Mohs), que se desenvolve em placas ou massas macias e untuosas.

O talco resulta da alteração de minerais magnesianos de rochas básicas, ultrabásicas e calcários. É produto de um lento metamorfismo hidrotermal, auxiliado por simples metamorfismo dinâmico.

O talco pode ser comercializado em blocos, mas é sob a forma de pós que é usado em 90% das suas aplicações.

O preço do talco bruto varia de acordo com suas propriedades, pureza, localização da mina, custo de transporte e área de influência da mina.

Esse mineral possui numerosas aplicações industriais, tais como: inseticidas, cosméticos, cerâmica, enchimento de asfalto, materiais refratários, tintas, borrachas, agricultura, indústrias têxtil e de plástico e outras.

Em inseticidas é usado como diluente e carga, misturado com DDT, BHC ou outras substâncias. Para este fim o talco deve ser quimicamente inerte, macio e não deixar resíduos na peneira de 200 mesh.

Como cosmético é empregado na fabricação de talco perfumado, boricado, cremes, rouges, e sabonetes. As características exigidas são alvura, micro-pulverizado a 325 mesh, isento de impurezas, pH neutro, homogêneo.

Os principais produtos cerâmicos que utilizam talco na sua composição são: porcelana, ladrilhos, azulejos, isoladores de alta frequência, queimadores de gás. As impurezas indesejáveis são óxido de manganês ( $MnO_2$ ) e óxido de ferro ( $Fe_2O_3$ ) porque mancham os produtos.

O consumo setorial nos Estados Unidos no ano de 1956 assim se distribuiu:

Suporte para inseticidas .....	27 %
Cerâmica .....	23 %
Enchimento de asfalto .....	18 %
Refratários .....	14 %
Tintas .....	8 %
Borrachas .....	3 %
Usos diversos (ind.têxtil,plástico, agricultura, etc.) .....	7 %

Fonte: Abreu (1965).

No Brasil, as principais aplicações do talco em ordem decrescente são as seguintes: inseticidas, tintas, cosméticos, borracha e agricultura.

As maiores reservas e os maiores produtores nacionais são os Estados da Bahia, Paraná, Minas Gerais e São Paulo.

As grandes jazidas da Bahia, associadas a enormes depósitos de magnesita, estão situadas na Serra das Éguas, no município de Brumado. Esse talco é considerado o mais puro do país e vem sendo lavrado, juntamente com a magnesita, pela empresa Magnesita S.A.

### 9.3.1 - Depósitos Estudados

Além das ocorrências de talco associadas ao jazimento magnésífero do Ceará, citadas anteriormente, foram estudados quatro depósitos, os quais estão numerados de 124 a 127, no mapa de localização e fichas de cadastro de ocorrência mineral, anexos.

A ocorrência da fazenda Cacimba da Pedra (nº 124) está a 18 km a noroeste do Distrito de Madalena, no município de Quixeramobim. Uma lente de talco, contendo cristais de tremolita de hábito radial, associado a meta-sedimentos calco-magnesianos. A espessura da lente talcífica é desconhecida. O talco é lamelar, branco, untuoso, aparentemente de boa qualidade. A encaixante no local é um xisto de direção meridiana e mergulho para leste, que fazem parte dos meta-sedimentos do Grupo Ceará.

A ocorrência da fazenda Boa Esperança (nº 125) situa-se a 52 km a NE da cidade de Tauá pela estrada para a cidade de Boa Viagem. Lentes de talco interfoliadas em talco-xisto friável, o qual se desagrega com facilidade em placas ou escamas. Superficialmente o talco é branco, mas a parte interna é verde claro. Nesta área também ocorrem

faixas de anfíbolito e actinolítico com asbestificação incipiente, encaixados no gnaisse regional. Essa rocha tem direção variando de N15°W e mergulho de N55°E a N65°E. A ficha de análise petrográfica anexa (amostra JF-R-23) traz o resultado do estudo microscópico da rocha talcífica, a qual foi classificada como talco-clorita-actinolita-xisto.

A ocorrência da fazenda Nova Santana (nº 126) é alcançada após percurso de 39 km pela estrada Tauá-Boa Viagem, tomando-se variante a direita por mais 13,5 km. Ocorre um horizonte de talco-actinolita-xisto, cujo conteúdo de talco é apreciável. A rocha é mole, macia, esbranquiçada, com espessura da ordem de 50 m, estendendo-se por mais de 300 m. Sua atitude é N50°E/65°NW. A encaixante do horizonte talcífero é um gnaisse quartzo-feldspático, contendo ainda biotita e muscovita.

A análise química de uma amostra representativa da rocha talcífica revelou a seguinte composição percentual:

Amostra	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Perda ao fogo	Total
JF-R-27b	55,7	27,6	2,8	8,5	0,2	4,2	99,0

O conteúdo de sílica da amostra é um pouco baixo e o de óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) bastante elevado, sendo o produto imprestável para as indústrias cerâmica e de cosméticos. As percentagens dos demais constituintes são comparáveis às de importantes jazidas.



Ao microscópio a rocha talcífica foi classificada como actinolita-talco-xisto, cuja descrição petrográfica encontra-se em ficha anexa, amostra JF-R-27a.

A cerca de 6 km a oeste da fazenda Nova Santana, em terras da fazenda Talhado, ocorre outro depósito de rocha talcífica com 40 m de potência e extensão superior a 100 m. Esta rocha é mole, macia, untuosa, de cor superficial esbranquiçada, mas internamente é cinza. A encaixante tem atitude  $N20^{\circ}E/40^{\circ}SE$ , e é idêntica a de Nova Santana.

A constituição química percentual de uma amostra da rocha talcífica é expressa a seguir.

Amostra	$SiO_2$	MgO	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	CaO	Perda ao fogo	Total
JF-R-28b	47,4	29,2	4,9	8,8	3,2	5,5	99,0

O teor de sílica ( $SiO_2$ ) está abaixo da média das grandes jazidas do país; o teor de óxido férrico é alto, da mesma forma o de alumina e óxido de cálcio (CaO), evidenciando, que o talco dessa amostra não é de boa qualidade. Contudo, esse resultado não deve ser generalizado para toda a rocha talcífica.

A análise ao microscópio de uma amostra da rocha talcífica, recebeu a identificação de talco-clorita-actinolita-xisto, conforme ficha petrográfica anexa, amostra JF-R-28a.

A ocorrência da fazenda Chico Dias, (nº 127) localiza-se no topo da serra do mesmo nome, a 14,5 km a noroeste da cidade de Nova Olinda. Ocorre uma estreita faixa de talco-actinolita-xisto, mostrando asbestificação incipiente. Há uma concentração de mica nos contatos da faixa talcífica, a qual se estende por cerca de 300 m e cuja espessura parece inferior a 1,0 m. Essa ocorrência está próxima do limite norte do pacote de rochas sedimentares que forma a chapada do Araripe. A rocha encaixante do horizonte talcífero é um gnaiss migmatítico, cuja atitude é N80°E/50°SE.

A análise química de duas amostras coletadas em dois pontos distantes de 300 m é apresentado a seguir, em termos percentuais.

Amostra	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Perda ao fogo	Total
JF-R-30	57,9	19,7	4,6	6,8	2,9	7,7	99,6
JF-R-31	56,6	27,3	4,6	8,1	0,3	2,9	99,8

O conteúdo de sílica (SiO<sub>2</sub>) é um pouco baixo; o teor de óxido de magnésio (MgO) na amostra JF-R-30 é baixo; em ambas as amostras as percentagens de óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) são altas, da mesma forma as de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). O conteúdo de 2,9% de óxido de cálcio (CaO) é algo elevado. Pelos resultados obtidos conclui-se que o talco é de qualidade inferior, porém, torna-se arriscada a extrapolação dessa conclusão para toda a ocorrência em virtude do reduzido número de amostras analisadas.

Ao microscópio a rocha talcífica foi descrita como talco-clorita-actinolita-xisto (vide ficha petrográfica anexa, amostra JF-R-30).

### 9.3.2 - Conclusões

Ao nível dos estudos realizados, as ocorrências de talco inventariadas não despertam maior significado econômico em virtude da pequena dimensão das mesmas e por apresentarem impurezas em graus relativamente elevados.

#### 9.4 - AMETISTA

É uma variedade de quartzo que apresenta cor roxa ou violeta e geralmente exhibe cristais bem formados, tratando-se de uma pedra semi-preciosa. Segundo Dana(1969) essa cor característica é aparentemente ocasionada por pequenas quantidades de ferro férrico.

A principal aplicação desse mineral é para fabricação de objetos de adorno, tais como broches, pulseiras, colares, anéis.

O Estado do Ceará é produtor de uma das mais belas e valiosas ametistas do país, procedentes da mina Batoque, situada no município de Santa Quitéria.

A seguir, são descritas duas ocorrências de ametista, as quais estão identificadas pelos números 128 e 129, no mapa de localização, fichas de cadastro de ocorrência e foto aérea, anexos.

Ambas se dispõem sob a forma de veios, resultantes do preenchimento de fraturas por soluções hidrotermais ricas em sílica. Os cristais bem formados de ametista estão envolvidos por uma massa de quartzo criptocristalino.

A ocorrência da fazenda Castanho (nº 128) localiza-se a 18,5 km ao sul da cidade de Crateús, pela estrada para a cidade de Novo Oriente. Ocorre um veio de quartzo vítreo de cor verde claro contendo no seu interior cris

tais bem formados de ametista de dimensões variadas. O veio de quartzo tem um metro de espessura e extensão visível de 40 metros. Dele, foram extraídas algumas toneladas de ametista em 1962, mas atualmente os trabalhos estão paralizados.

Localmente, a encaixante do veio é um biotita-xisto contendo cristais esverdeados de apatita, mas regionalmente ocorrem gnaisses e migmatitos.

A ocorrência da Serra do Kinamuiú (nº 129) encontra-se a 2,5 km a sudoeste da cidade de Tauá. Ocorrem veios hidrotermais de quartzo hialino e leitoso, com matizes violetas contendo no seu interior cristais bem formados de ametista com dimensões que atingem até 7 cm de comprimento por 3 cm de largura. A mineralização se deu nas fraturas da zona da falha de Tauá no local onde forma a Serra do Kinamuiú. De ambos os lados da falha ocorrem gnaisses cataclásticos granatíferos de acentuada recristalização, pertencentes a Faixa Ectinítica de Tauá e ao Complexo Migmatítico-Granitóide de Parambu. Esses veios estão sendo trabalhados para a extração da ametista. Essa ocorrência foi estudada por técnicos do Projeto Cococi durante o mapeamento geológico dessa região através do Convênio DNPM/CPRM.

#### 9.4.1 - Conclusões

Embora aparentemente constituam ocorrências de pequeno porte, as ametistas desses veios são muito puras, bem desenvolvidas e devem ter muito boa aceitação no mercado.

## 9.5 - VERMICULITA

É um mineral com estrutura micácea lamelar, exibindo notável clivagem basal, composto essencialmente de silicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro.

A principal característica da vermiculita é a propriedade de expansão ou esfoliação que adquire quando aquecida a uma temperatura superior a  $150^{\circ}\text{C}$ . Essa expansão se processa em ângulo reto ao plano de clivagem e ocasiona um aumento de volume de 6 a 20 vezes, em média 16 vezes, em relação ao mineral não expandido.

Com exceção à expansão, as outras propriedades físicas são semelhantes as das demais micas. Tem dureza 1,5, peso específico 2,3 a 2,8; porém, após a expansão é cerca de 0,9; a cor é marron ou verde escuro a preta, mas quando expandida assume as cores amarelo ouro, amarelo bronze, marron, preta ou esbranquiçada. A temperatura de fusão é elevada, variando de  $1.320^{\circ}\text{C}$  a  $1.350^{\circ}\text{C}$  e o coeficiente de condutibilidade térmica é baixo, qualificando-se como excelente isolante calorífico. A condutibilidade elétrica e sonora também são baixas e apresenta elevada capacidade de absorção de líquidos. Esse mineral é incombustível, insolúvel, inerte em solventes orgânicos e de pH essencialmente neutro (7,0).

A origem da vermiculita é controvertida, mas alguns autores consideram como hipótese mais provável a de alteração hidrotermal de biotita, flogopita e clorita.

A vermiculita está comumente associada a rochas ultrabásicas como dunito, peridotito e piroxenito.

A vermiculita é um mineral industrial pouco conhecido no Brasil, porém muito procurado nos mercados externos, onde apresenta extraordinária evolução graças ao grande número de aplicações.

O mineral é utilizado industrialmente em função da sua granulometria e seu grau de expansão. A seguir, apresentamos as diversas aplicações segundo as especificações granulométricas (Rosenburg, 1969).

De 1/4 polegada (0,635 cm) a 20 mesh - Isolantes térmicos e acústico em residências e indústrias. Uma parede de argamassa de vermiculita com 2,5 cm de espessura tem o mesmo poder isolante-acústico de outra com 18 cm e o mesmo poder isolante-térmico que uma parede de 50 cm de espessura de argamassa comum. Assim, aquele material é usado em refrigeradores domésticos, revestimento acústico, revestimento de adegas e dispensas, no revestimento de canos condutores, caldeiras, colher de fundição; na fabricação de tijolos refratários e cimento isolante.

Na granulometria de 20 mesh a 40 mesh é empregada como isolantes térmicos em automóveis, aviões, carros, frigoríficos, vagões ferroviários de passageiros; em painéis de paredes como isolante térmico e acústico; em filtros, inclusive aqueles destinados ao tratamento de resíduos radioativos; como isolante térmico em instalações de

refrigeração e de frio; na t<sup>ê</sup>mpera de a<sup>ç</sup>o, extintores de in<sup>c</sup>êndio, e como leitos no topo de caçambas para evitar a oxidação de metal fundido.

Entre 40 mesh e 120 Mesh é usada em linóleos, coberturas, marquises; dielétricos para quadro de contrôle.

Nas dimensões entre 120 mesh e 200 mesh é utilizada em graxas lubrificantes, plásticos, produtos de borra-cha principalmente em pneus de viaturas.

Na granulometria de 200 mesh a 270 mesh é empregada em papéis de paredes impressas, em tintas, em óleos para aumentar a sua viscosidade; em papelão à prova de fogo para filmes.

Acima de 270 mesh usa-se como extensor em tintas para pintura de ouro e bronze.

A vermiculita tem vasto emprego na agricultura devido à propriedade de reter água, tornando-se útil no desenvolvimento de raízes e germinação de sementes e mudas. Como condicionador de solos argilosos bastante duros, tornando-os friáveis e porosos. Nos programas de reflorestamento a vermiculita é bastante utilizada no transporte de mudas, em raízes nuas ou em torrões, pois permite a preservação por mais tempo da umidade, mantendo o ambiente poroso e arejado. Na indústria de fertilizantes é usada como anti-empedante do produto em pó. Esse mineral teve grande utilidade na transformação do deserto de Negev, no Estado de



Israel, em solo fértil e produtivo.

O consumo setorial de vermiculita expandida nos Estados Unidos, no período de 1967 a 1969, assim se distribuiu em:

U S O S	1967 %	1968 %	1969 %
Agregados (concreto, argamassas, cimento)	43	40	44
Isolante .....	36	40	34
Agricultura .....	17	16	15
Vários .....	4	4	7

Fonte: Bureau of Mines - jan. 1969, jan. 1971.

Geralmente, os preços da vermiculita no mercado internacional, não sofrem grandes flutuações. Segundo o *Engineering and Mining Journal* a cotação de uma tonelada curta de vermiculita bruta ou crua em março de 1971, dos dois maiores produtores mundiais foi a seguinte:

Estados Unidos (FOB mina) .....	US\$ 21 - 35
África do Sul (CIF portos do Atlântico).....	US\$29,55-40,15

Para evidenciar a estabilidade do preço da vermiculita a estatística comprova que praticamente não houve variação dos valores cotados entre 1968 e 1971.

Em 1968, o preço médio nos Estados Unidos de uma tonelada curta (20 libras) de vermiculita não expandida foi de US\$ 19,60 FOB mina, e o produto expandido assumiu o valor médio de US\$ 79,08 FOB usina de expansão.

Em 1970, o Brasil exportou 100 toneladas de vermiculita bruta para Portugal no valor unitário de US\$ 33,50 CIF até o porto de embarque.

Segundo o I Anuário Mineral Brasileiro (op.cit.), as reservas nacionais de vermiculita em toneladas e seus respectivos teores assim se distribuem:

Estado	Medida	Indicada	Inferida	Teor
Goiás	13.006.000	5.442.000	3.956.000	Minério com mais de 6% de vermiculita.
São Paulo	379.000	-	-	10% de vermiculita no minério.
Total	13.385.000	5.442.000	3.956.000	

Geralmente a lavra de vermiculita é realizada a céu aberto e o desmonte com pá mecânica. Em alguns casos é utilizado explosivos para facilitar as operações extrativas. Quando o material tem profundidade superior a 5 m usa-se o sistema de bancadas para a continuidade da lavra.

Modernamente, o beneficiamento é feito por via úmida para evitar a produção de poeira nociva a saúde.

Basicamente, o tratamento do material se processa em três fases: Separação do mineral útil da ganga e de alguma biotita ou flogopita; delaminação da vermiculita até uma espessura aceitável da lâmina de 0,8 mm aproximadamente; e a terceira fase consiste de classificação em diferentes tama

nhos de acordo com os diversos fins industriais. Em linhas gerais a usina de concentração compõe-se de britadores de martelos, de barra, classificador Rake, peneiras, hidrociclones e mesas que concentram a vermiculita. Uma lavagem posterior remove as argilas e outras impurezas aderentes. A secagem subsequente é feita em centrifugadores e secadores rotativos de chama direta.

A vermiculita não expandida tem alguns usos como desidratante, catalizador na preparação de compostos orgânicos e outros; mas é na forma expandida que tem as maiores aplicações. A expansão é realizada em fornos horizontais pouco inclinados e fornos verticais, revestidos por tijolos refratários. A expansão da vermiculita é mais rápida e completa quando o concentrado introduzido no forno possui tamanho uniforme. A temperatura ideal de expansão varia de acordo com as características do material; em alguns casos a expansão máxima é atingida a cerca de 870°C, noutros é de 650°C. O tempo de expansão é normalmente de 5 a 6 segundos e logo após a mesma, o material é retirado e esfriado.

A usina de expansão é instalada o mais próximo possível do centro consumidor devido ao grande volume ocupado pelo material após a esfoliação o que ocasiona um acréscimo considerável nos custos de transporte. Por esta razão, a vermiculita é exportada sob a forma não expandida.

#### 9.5.1 - Depósito estudado

Foi estudada uma importante ocorrência de vermi

culita a qual pode ser identificada nos mapas, ficha de cadastro de ocorrência e foto aérea, pelo nº 130.

A ocorrência da fazenda Pau Branco (nº 130) está situada a 5,7 km a leste da cidade de Acarape. Esta cidade localiza-se a 68 km ao sul de Fortaleza por rodovia asfaltada. Ocorre um corpo alongado segundo a direção  $N50^{\circ}E$ , com extensão aproximada de 2.600 m e largura máxima de 1.000 m (vide mapa nº 12). Essa rocha tem cor escura (foto 47), granulacão grosseira e compõe-se essencialmente de vermiculita e diopsídio. A concentração de vermiculita na rocha foi estimada em 40% ou mais. A vermiculita tem cor verde escura a preta, com placas que atingem mais de 1 cm de diâmetro e está arranjada na rocha hospedeira em agregados irregulares, envolvendo cristais verdes claros de diopsídio. O corpo geológico aflora em alguns locais (foto 47), mas é coberto por solo na maior parte, estando encaixado em gnaisse com atitude  $N35^{\circ}-50^{\circ}E / 45^{\circ}NW$ , constituído de feldspato róseo, quartzo e micas. Na região também ocorrem micaxistos encaixando lentes de quartzito e calcário cristalino.

Em anexo, segue a descrição petrográfica de uma amostra representativa da rocha portadora de vermiculita, a qual foi classificada como vermiculita-diopsidito (amostra JF-R-66).

#### 9.5.2 - Conclusões

Pelas dimensões do corpo e conteúdo de vermiculit

ta que encerra, essa ocorrência é promissora e merece ser pesquisada. Deve-se ressaltar a localização geográfica favorável desse depósito, pois está apenas a 74 km de Fortaleza, sendo que somente 6 km do percurso é desprovido de asfalto.

10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos recursos minerais estudados, os que melhores perspectivas apresentam para o desenvolvimento mineiro do Estado são a magnesita, a grafita, o calcário, a gipsita, a diatomita, as argilas e a fluorita.

O posicionamento estratégico aliado ao grande potencial de reservas de magnesita, grafita e calcário poderá situar o Ceará como o principal fornecedor daquelas matérias primas para o maior parque siderúrgico da América Latina, o qual será instalado em Itaqui, no Maranhão. Esta usina que em 1980, deverá produzir 12 milhões de toneladas de aço, tem no Ceará a mais próxima fonte de suprimento daqueles insumos. Em vista disso, é recomendável que o Governo cearense mobilize os setores competentes no sentido de conquistar esse enorme mercado.

O consumo de magnesita cresce proporcionalmente com a produção siderúrgica. Estima-se que o consumo de produtos derivados de magnesita pela futura usina de Itaqui, será sensivelmente superior à demanda total do país no presente.

O quadro a seguir mostra a evolução do consumo aparente de magnesita e da produção siderúrgica nacional, no período de 1965 a 1969.

ANO	CONSUMO APARENTE DE MAGNESITA (1.000 t)	PRODUÇÃO SIDERÚRGI CA (1.000 t)
1965	93,7	2.983
1966	125,1	3.782
1967	104,8	3.734
1968	135,2	4.453
1969	163,4	4.925

Fonte: Inst. Bras. Siderurgia (Anuários) e I Anuário Mineral Brasileiro, DNPM-1972.

Considerando-se que 70% da produção de magnesita é destinada à siderurgia, estima-se em cerca de 250.000 toneladas, a quantidade requerida do mineral para a produção anual de 12 milhões de toneladas de aço.

O processamento de 250.000 toneladas de magnesita para a fabricação de refratários, requer novas instalações industriais de grande porte, comparáveis as da Magnesita S.A. na Bahia e em Minas Gerais.

A grafita é outro mineral importante cujo consumo está ligado à produção siderúrgica. As perspectivas daquela matéria prima no Ceará são animadoras, mas ainda carecem de uma pesquisa ampla e bem orientada para a completa avaliação das suas reais possibilidades. Recomenda-se a definição qualitativa e quantitativa dos depósitos, visando o suprimento da usina de Itaqui, sem esquecer também a possibilidade de fornecimento desta matéria prima para a fábrica de eletrodos



de grafita instalada na Bahia.

Segundo Souza (Relatório da Seção Econômica do DNPM-1971), a participação da grafita na siderurgia corresponde a 54% do consumo total do país. O referido técnico elaborou o quadro a seguir correlacionando a evolução do consumo de grafita com a produção de aço.

ANO	CONSUMO APARENTE DE GRAFITA (t)	PRODUÇÃO DE AÇO 1.000 t
1965	13.002	2.983
1966	15.395	3.782
1967	13.926	3.734
1968	17.583	4.453
1969	16.416	4.925

Com base nos dados apresentados, estima-se que o consumo de grafita para a produção anual de 12 milhões de toneladas de aço, será da ordem de 20.000 toneladas. Note-se que essa quantidade é superior à demanda total do país em 1969 e ao dobro da produção doméstica registrada no mesmo ano pela Seção Econômica do DNPM.

Quanto ao calcário, o consumo nacional nos últimos anos, tem evoluído mais em função do crescimento da indústria de cimento do que qualquer outro setor, inclusive o siderúrgico. Atualmente 69% da produção de calcário destina-se à fabricação de cimento, enquanto que somente 7% é utilizado na siderurgia. Porém, com a implantação da usina de

Itaquí, essas percentagens serão alteradas. A proximidade, a qualidade e as reservas de calcário do Ceará assumem grande importância para aquele projeto siderúrgico. Vale ressaltar que num raio de 450 km de Itaquí, as únicas jazidas de grande porte estão situadas na região de Frecheirinha (mapa 11). Por outro lado, importantes depósitos de calcário dolomítico ocorrem nos municípios de Canindé, Rendeção e Uruburetama, os quais também desfrutam de posição geográfica favorável. Estima-se que para a produção de aço prevista no Maranhão, serão necessários cerca de 2 milhões de toneladas de calcário. Torna-se necessário, portanto, a pesquisa destas áreas e o estudo de viabilidade econômica para o aproveitamento dos referidos depósitos pela siderúrgica de Itaquí.

A gipsita é outro bem mineral que poderá transformar a atual conjuntura mineira do Estado. Considerando como um todo, os depósitos de gipsita do Cariri cearense constituem um único extenso jazimento, presumidamente capaz de suportar uma lavra em larga escala. Este jazimento deverá abastecer por longos anos a indústria de cimento do Estado, em franca expansão. Também poderá atrair grupos empresariais para a instalação de fábricas de peças pré-moldadas de gesso, muito difundidas nos Estados Unidos e Europa, bem como para sua utilização numa futura planta de ácido sulfúrico, como acontece em nações desenvolvidas.

O potencial de reservas de depósitos diatomíferos no Ceará avulta em 700.000 toneladas e por conseguinte, merece uma avaliação criteriosa dos parâmetros qualitati

vos e quantitativos dos numerosos depósitos. Com a resolu  
ção das reservas, da qualidade do material e dos problemas  
tecnológicos de modo a atender os requisitos e especifica-  
ções dos mercados internos e externos, o Estado poderá su-  
prir toda a demanda nacional e assegurar cotas para exporta  
ção, em termos competitivos. Presume-se que os maiores en-  
traves na atual indústria extrativa de diatomito no Ceará  
residem no controle da qualidade do material e na tecnolo-  
gia de beneficiamento. Tais fatos acarretam restrições para  
a comercialização em larga escala dos produtos industriali-  
zados.

Para atender a crescente demanda de material ce-  
râmico na Grande Fortaleza, onde o setor da construção ci-  
vil se desenvolve em ritmo acelerado, faz-se mister o le-  
vantamento dos depósitos de argilas da região. A recente de-  
cisão governamental de extinguir os garimpos de diatomito  
no Ceará, os quais são responsáveis por cerca de 90% da pro-  
dução de tijolo de alvenaria, impõe o estudo imediato dos  
sedimentos argilosos na região de Fortaleza, visando a pro-  
dução de cerâmica vermelha. O potencial de reservas desta  
região, desde o vale do rio Curú até a planície do Baixo  
Jaguaribe, é realmente de grande vulto e o material parece  
adequado para o fabrico de tijolos e telhas.

A fluorita é outro recurso mineral que merece  
uma investigação mais detalhada em virtude de se constituir  
uma importante matéria prima para siderurgia. Sugere-se uma  
prospecção ao longo da faixa cataclástica que encerra o vi-  
eiro da fazenda Casa Nova de Boqueirão, no Município de So-

lonópole, pois há possibilidade de se descobrir novos filões fluoríticos.

11 - A ATIVIDADE MINEIRA NO ESTADO DO CEARÁ

## 11 - A ATIVIDADE MINEIRA NO ESTADO DO CEARÁ

O Ceará é um Estado de características predominantemente agrícolas e sua produção industrial tanto a de transformação como a extrativa mineral são incipientes. A indústria de transformação evoluiu nos últimos anos para uma posição de certo destaque na economia nordestina, através da utilização de incentivos fiscais especiais para o Nordeste (SUDENE), que colocou Fortaleza como um dos polos industriais desta região. A indústria extrativa mineral no Estado do Ceará não ocupa lugar de destaque na produção industrial do Estado, muito embora as perspectivas da produção mineral cearense sejam excelentes. Para um estudo da evolução da situação mineral do Ceará, temos uma análise comparativa no quadro I, entre o Ceará, o Nordeste e o Brasil (entre os anos 1971/72). Muito embora não tenha havido nenhuma concessão de lavra em 1971, a atividade mineral do Estado do Ceará, evoluiu em índices bem maiores que as do Nordeste e mesmo do Brasil.

Em 1972 e 1973 estes índices evoluíram bem mais, chegando a uma situação atual, bastante otimista (vide quadro II), onde a pesquisa mineral além de intensa é bastante diversificada demonstrando desta forma o potencial do Estado.

Para efeito de uma melhor visão da situação da pesquisa e da lavra mineral no Estado do Ceará, dividimos o mesmo em micro-regiões de características semelhantes tanto geológicas, como econômicas e mesmo sociais, fatores estes

de importância fundamental na resolução da problemática mineral de qualquer região.

Consideramos 9 micro-regiões (vide quadro III) , com suas principais características geo-econômicas e suas ocorrências e jazidas em pesquisa ou lavra.

I. Litoral

Pesquisa e lavra de diatomito, argila, calcários, talco, água mineral, caulim, titânio e zirconio.

II. Nordeste do Ceará

Situam-se nesta micro-região as importantes ocorrências cupríferas de Pedra Verde e Sobral (em pesquisa), além da lavra de calcário para a produção de cimento.

III. Jaguaribe

No vale do Jaguaribe, ocorrências de calcário e pegmatitos ricos em lítio estão sendo pesquisados. Não existe nenhuma lavra oficialmente.

IV. Orós

Na micro-região do Açude Orós situam-se importantes jazidas de magnesita, em lavra.

V. Baturité

Nesta micro-região situam-se pegmatitos ricos em berilo, tantalita, minerais de lítio, etc. e ocorrências de calcário e argilas. Todas em estágio de pesquisa.

VI. Centro Norte

Situam-se nesta micro-região pegmatitos ricos em berilo e ocorrências de calcários do lomítico e dolomito.

VII. Inhamuns

Ocorrências de gemas (esmeralda, ametista, turmalina, berilo, etc.), rutilo, quartzo, caulim, amianto fazem parte desta micro-região, uma zona bastante promissora do ponto de vista mineral.

VIII. Centro-Ceará

Micro-região rica em pegmatitos com berilo, turmalina, minerais de lítio etc. e ocorrências de cromita, scheelita, grafita, talco, etc. É a zona mais pesquisada atualmente no Estado do Ceará e a de maior diversificação de ocorrências minerais.

IX. Cariri

Situam-se nesta micro-região minerações de gipsita, calcário e argila e ocorrências de amianto em pesquisa.

Uma tentativa de análise econômica da produção mineral cearense pode ser feita, baseando-se nos dados disponíveis.

A produção mineral efetiva pode ser resumida nas seguintes substâncias minerais: Calcário para a produção de



cimento (Cariri e Noroeste do Ceará) e para a produção de cal; Argila para construção civil, bem disseminada por todo território cearense; Magnesita, cuja lavra é dificultada pela concorrência da produção baiana no mercado nacional e pela falta de um mercado local mais receptivo; Diatomito, com produção em ascensão nos últimos anos; Gipsita, cuja produção se encontra em declínio devido ao depósito de Pernambuco, que dispõe de melhores jazidas, mais bem localizadas em relação a principal região consumidora, o centro-sul; e finalmente, a produção de gemas e outros minerais de pegmatitos, por garimpagem e cujo controle é um problema de cunho nacional

A pesquisa mineral (autorizações e requerimentos) apresenta um quadro bastante favorável, substâncias de importância extraordinária para o país, tais como: cobre, grafita, gemas, abrasivos diversos, etc., estão sendo intensamente pesquisadas em todo o Estado.

Salienta-se ainda, ocorrências minerais, não pesquisadas atualmente por motivos diversos tais como: falta de mercado local, inexistência de laboratórios especializados, falta de estudos geológicos básicos. Entre estas ocorrências destacam-se ouro e cianita na região noroeste do Ceará; titânio, zircônio e monazita no litoral; chumbo e zinco em diversas ocorrências distribuídas pelo Estado, etc.

QUADRO I

	PEDIDOS DE PESQUISA		AUMENTO VERIFICADO %	AUTORIZAÇÕES DE PESQUISA		AUMENTO VERIFICADO %	CONCESSÕES DE LAVRA		AUMENTO VERIFICADO %
	1970	1971		1970	1971		1970	1971	
CEARÁ	25	47	88,0	3	14	366,6	2	-	-
NORDESTE	706	1040	47,3	289	439	51,9	13	20	53,8
BRASIL	2840	5322	87,4	859	1426	66,0	68	76	10,5

FONTE: I Anuário Mineral Brasileiro - DNPM/MME - 1972

QUADRO II

QUADRO COMPARATIVO DA SITUAÇÃO MINERAL DO CEARÁ  
Em Setembro - 1973

MINÉRIO	PEDIDOS DE PESQUISA	AUTORIZ. DE PESQUISA	CONCES. DE LAVRA	PRODUÇÃO (Ton) *(litros)			RESERVAS (Ton)		
				CEARÁ	BRASIL	%	CEARÁ	BRASIL	%
Água Marinha	-	1	-	-	n.d.d.	-	-	n.d.d.	-
Água Mineral	2	1	3	666.306*	116.881.345*	0,57	-	-	-
Ambligonita	-	3	-	-	n.d.d.	-	-	n.d.d.	-
Ametista	11	3	1	n.d.d.	n.d.d.	-	n.d.d.	n.d.d.	-
Amianto	2	4	-	-	19.197	-	-	4.930.000	-
Areia Quartzosa	-	3	-	-	-	-	-	n.d.d.	-
Argila	5	8	-	-	663.640	-	-	77.864.000	-
Barita	1	-	-	-	n.d.d.	-	-	n.d.d.	-
Bentonita	-	2	-	-	27.773	-	-	1.986.000	-
Berilo	16	9	1	n.d.d.	n.d.d.	-	50	467	10,71
Calcário	27	15	7	281.210	13.076.594	2,15	40.311.000	3.851.846.000	1,05
Calcita	2	2	-	-	n.d.d.	-	-	n.d.d.	-
Caulim	4	-	1	-	227.694	-	-	59.179.000	-
Cassiterita	-	-	1	n.d.d.	3.453	-	20	48.299	0,21
Cobre	4	5	1	-	5.266	-	36.689	340.785	10,76

MINÉRIO	PEDIDOS DE PESQUISA	AUTORIZ. DE PESQUISA	CONCES. DE LAVRA	PRODUÇÃO (Ton)			RESERVAS (Ton)		
				CEARÁ	BRASIL	%	CEARÁ	BRASIL	%
Cromita	2	1	-	-	319.502		-	1.536.300	-
Diatomito	10	3	3	1.695	4.370	38,79	332.000	1.456.000	22,80
Dolomito	2	4	1	n.d.d.	460.543		n.d.d.	94.162.000	-
Esmeralda	5	-	-	-	n.d.d.		-	n.d.d.	-
Espodumênio	1	4	1	n.d.d.	n.d.d.		2.240	3.368	66,51
Feldspato	-	1	1	n.d.d.	44.669		3.900	2.683.469	0,20
Ferro	-	3	1	-	37.675.671		-	4.718.411.146	-
Fluorita	1	-	-	-	56.011		-	459.000	-
Gipsita	-	-	13	20.237	233.978	8,65	750.000	35.809.000	2,00
Grafita	19	2	-	-	23.709		-	314.728	-
Granada	6	2	-	-	n.d.d.		-	n.d.d.	-
Lepidolita	-	6	-	-	n.d.d.		-	26.784	-
Magnesita	-	-	11	10.427	233.042	4,74	32.324.000	111.413.000	29,01
Manganês	-	5	-	-	2.376.541		-	40.486.000	-
Mármore	2	2	-	-	33.495		-	152.125.000	-

MINÉRIO	PEDIDOS DE PESQUISA	AUTORIZ. DE PESQUISA	CONCES. DE LAVRA	PRODUÇÃO (Ton)			RESERVAS (Ton)		
				CEARÁ	BRASIL	%	CEARÁ	BRASIL	%
Mica	1	6	-	-	160		-	469.000	-
Níquel	-	1	-	-	3.162		-	294.610	-
Petalita	-	1	-	-	7.069		-	1.136.000	-
Quartzo	7	1	-	-	n.d.d.		-	n.d.d.	-
Rubelita	-	1	-	-	n.d.d.		-	n.d.d.	-
Rutilo	2	-	1	-	n.d.d.		400.000	400.000	100.00
Scheelita(Tungstênio)	2	3	-	-	1.480		-	16.177	-
Talco	5	2	-	-	41.651		-	6.494.000	-
Tantalita	-	-	1	n.d.d.	353		-	43.404	-
Titanita	-	3	-	-	n.d.d.		-	n.d.d.	-
Turmalina	11	6	-	-	n.d.d.		-	n.d.d.	-
Zirconio	-	3	-	-	4.229		-	63.692	-
T O T A L	150	116	48	-	-		-	-	-

n.d.d. - nenhum dado disponível

FONTES: DNPM (4º Distrito)

I ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO - DNPM/MME, 1972

QUADRO III
MICRO-REGIÕES MINERAIS

	MUNICÍPIOS	CONCESSÕES DE LAVRA	AUTORIZAÇÕES DE PESQUISA	PEDIDOS DE PES- QUISA
1	<u>LITORAL</u>			
	Fortaleza	4	1	1
	Aquiraz	-	2	7
	Caucaia	-	-	3
	Pacajus	1	2	-
	Cascavel	-	2	1
	Pacatuba	-	1	1
	S.Gonçalo do Amaran- te	-	-	1
	Beberibe	-	-	2
	Aracati	-	10	4
Itapipoca	-	4	2	
		5	22	22
2	<u>NORDESTE DO CEARÁ</u>			
	Sobral	1	6	2
	Coreaú	4	-	-
	Viçosa do Ceará	1	5	2
		6	11	4
3	<u>JAGUARIBE</u>			
	Alto Santo	-	3	-
	Morada Nova	-	1	-
	Jaguarauna	-	-	1

QUADRO III  
MICRO-REGIÕES MINERAIS

	MUNICÍPIOS	CONCESSÕES DE LAVRA	AUTORIZAÇÕES DE PESQUISA	PEDIDOS DE PES- QUISA
3	<u>JAGUARIBE</u>			
	Russas	-	8	1
	Jaguaretama	-	-	1
	Limoeiro do Norte	-	-	2
	Quixeré	-	3	-
	Iracema	-	-	3
	Pereiro	-	-	1
		0	15	9
4	<u>ORÓS</u>			
	Cariús	-	-	1
	Iguatu	6	-	4
	Jucás	2	-	-
	Icó	3	-	-
		11	-	5
5	<u>BATURITÉ</u>			
	Itapíúna	5	-	1
	Aracoiaba	-	5	1
	Redenção	-	4	7
	Pacoti	-	-	1
	Guaramiranga	1	-	1
		6	9	10

QUADRO III
MICRO-REGIÕES MINERAIS

6	<u>CENTRO NORTE</u>			
	Santa Quitéria	1	10	2
	Canindé	1	6	15
	Novas Russas	-	1	-
	Pentecoste	-	-	1
	Caridade	-	-	3
	Uruburetama	-	-	4
		2	17	25
7	<u>INHAMUNS</u>			
	Independência	1	-	6
	Novo Oriente	-	3	-
	Tauá	-	5	25
	Parambu	-	-	3
	Aiuaba	-	-	2
		1	8	36
8	<u>CENTRO-CEARÁ</u>			
	Solonópole	-	5	15
	Acopiara	-	-	1
	Pedra Branca	-	1	3
	Quixeramobim	-	23	11
	Piquet Carneiro	-	-	5
	Quixadá	-	-	4
		0	29	39



QUADRO III

MICRO-REGIÕES MINERAIS

	MUNICÍPIOS	CONCESSÕES DE LAVRA	AUTORIZAÇÕES DE PESQUISA	PEDIDOS DE PES- QUISA
9	<u>CARIRI</u>			
	Barbalha	3	2	-
	Crato	1	-	-
	Santana do Cariri	6	-	-
	Missão Velha	6	-	-
	Campos Sales	-	1	-
	Nova Olinda	-	2	-
		16	5	0

ESTADO DO CEARÁ  
DECRETOS DE LAVRA

DNPM	NOME	LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	MINÉRIO	ÁREA	PROPRIETÁRIO	DECRETO
229/39	LUDGERO GARCIA	FONTE SÃO GERALDO	FORTALEZA	FORTALEZA	ÁGUA MINERAL	1 Ha	O CONCES SIONÁRIO	Nº 6.797 de 31.01.41 D.O. de 14.02.41
3369/39	DIATOMITA INDUSTRIAL LTDA.	LAGOA DAS POMBAS	EUSÉBIO	AQUIRAZ	DIATOMITA	31,50 Ha	-	Nº16.016 de 06.07.44 D.O. de 08.07.44
3369/39	"	"ALAGOI-NHA" "LAGOA DO MATO"	AQUIRAZ	"	"	6,16 Ha	-	Nº16.017 de 06.07.44 D.O. de 08.07.44
3369/39	"	"LAGOA DO TAPUIO"	"	"	"	33,15 Ha	-	Nº16.018 de 06.07.44 D.O. de 08.07.44
3369/39	"	SERRINHA NA LAGOA DE OPAIO- G KM.8 DO RAMAL DE MUCURIBE (E.F. BATURITE).	FORTALEZA	FORTALEZA	"	22,50 Ha	-	Nº16.019 de 06.07.44 D.O. de 08.07.44
3369/39	"	LAGOA DO MATO	AQUIRAZ	AQUIRAZ	"	31,92 Ha	-	Nº20.839 de 16.04.46 D.O. de 25.04.46
3588/39	"	"LAGOA CRASSUI"- MARCO AMARRADO À MATRIZ DA CIDADE DE SOURE.	CAUCAIA	CAUCAIA	"	13,87 Ha	- (+)	Nº10.792 de 02.12.42 D.O. de 16.12.42 (CADUCO).

DNPM	NOME	LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	MINÉRIO	ÁREA	PROPRIETÁRIO	DECRETO
1407/41	MAGNESITA S/A	"VILA A- LENGAR" PONTE DO RAMAL DE ORÓS SO - BRE RIA - CHO DA GANGORRA	IGUATÚ	IGUATÚ	MAGNESITA	60 Ha	-	Nº15.846 de 14.06.44 D.O. de 17.06.44
1407/41	"	VILA ALEN CAR KM435 DA E.F.BA TURITE.	"	"	"	180 Ha	-	Nº18.020 de 07.03.45 D.O. de 14.03.45
1598/41	MARIO DE HOLANDA - BESSA	PORANGABA CÚ-KM.4 + 939m DA - REDE DE VI AÇÃO CEA- RENSE.	FORTALEZA	FORTALEZA	DIATOMITA	7,90 Ha	-	Nº19.159 de 11.07.45 D.O. de 17.07.45
3030/41	MAGNESIUM DO BRASIL LTDA.	KM.446+ 729m RAMAL DE ORÓS DA R.VIA- ÇÃO CEA - RENSE.	ICÓ	ICÓ	MAGNESITA	499,40 Ha	-	Nº17.160 de 16.11.44 D.O. de 18.11.44
3272/41	"	"ORÓS"-RI O JAGUARÍ BE-RIACHO LIVRAMEN- TO.	ORÓS	ORÓS	"	110 Ha	-	Nº14.877 de 28.02.44 D.O. de 01.03.44
6123/41	"	SÍTIO MA- LHADA VER MELHA-KM. 444+733 m RAMAL DO ORÓS (E.F BATURITE)	ICÓ	ICÓ	"	449,8850 Ha	-	Nº17.161 de 16.11.44 D.O. de 18.11.44

DNPM	NOME	LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	MINÉRIO	ÁREA	PROPRIETÁRIO	DECRETO
165/42	DIATOMITA INDUSTRIAL LTDA.	LAGOA CA-NAVIEIRA-SITIO GALANTE.	PACAJÚS	PACAJÚS	DIATOMITA	16 Ha	DOS HER-DEIROS DE MANOEL FERREIRA COSTA.	Nº29.103 de 08.01.51 D.O. de 02.06.51
9283/43	MAGNESITA S/A	KM.435 DE REDE VIAÇÃO CEA-RENSE.	ALENCAR	IGUATÚ	MAGNESITA	23,30 Ha	O CONCES-SIONÁRIO	Nº35.751 de 30.06.54 D.O. de 09.07.54
12023/43	CERÂMICA GUARU - LHOS S/A	"SITIO RIACHO FUNDO"-CONF. RIACHO - FUNDO-RIO JAGUARIBE	JUCÁS	JUCÁS	"	17,50 Ha	-	Nº26.295 de 29.01.49 D.O. de 03.02.49
1619/44	MAGNESIUM DO BRASIL LTDA.	SITIO PITOMBEIRAS PONTE DA V. FERREA CEARENSE, SOBRE O RIACHO DA GANGORRA.	IGUATÚ	IGUATÚ	"	252 Ha	-	Nº25.609 de 28.09.48 D.O. de 01.10.48
5217/44	"	SITIO TORO KM.29 DA RODOVIA IGUATÚ-JUCÁS.	JUCÁS	JUCÁS	"	100,56 Ha	-	Nº25.818 de 10.11.48 D.O. de 19.11.48
5416/44	RAIMUNDO PESSOA DE SIQUEIRA CAMPOS FILHO.	"PEDRA VERDE"	GENERAL TIBÚRCIO	VIÇOSA DO CEARÁ	COBRE	32,90 Ha	O CONCES-SIONÁRIO	Nº29.963 de 13.09.51 D.O. de 23.09.51

DNPM	NOME	LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	MINÉRIO	ÁREA	PROPRIETÁRIO	DECRETO
480/45	CHAVES & CIA.	"PONTA DA SERRA".	SANTANA DO CARIRI.	SANTANA DO CARIRI.	GIPSITA	118 Ha	-	Nº28.439 de 28.07.50 D.O. de 01.09.50
481/45	"	"PEDRA - BRANCA".	SANTANA DO CARIRI/NOVA OLINDA.	"	"	228 Ha	-	Nº27.040 de 09.08.49 D.O. de 11.08.49
482/45	HERMANO CHAVES FRANCK.	"SITIO DA CONCEIÇÃO"	SANTANA DO CARIRI.	"	"	175 Ha	-	Nº26.722 de 31.05.49 D.O. de 07.06.49
7327/45	UNIÃO - NORTE - BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO E CULTURA.	"COLÉGIO-SAGRADO" "CORÇÃO" CRZ. AVS. DUQUE DE CAXIAS E VISC. R. BRANCO.	FORTALEZA	FORTALEZA	ÁGUA MINERAL.	0,9186 Ha	O COLÉGIO SAGRADO - CORÇÃO.	Nº288 de 05.12.61 D.O. de 06.12.61
1701/50	CHAVES & CIA.	SITIOS - RANGEL E SÃO GONÇALO.	SANTANA DO CARIRI.	SANTANA DO CARIRI.	GIPSITA	49,7168 Ha	-	Nº38.440 de 28.12.55 D.O. de 02.01.56
2560/53(+)	CIA. TEXTIL JOSÉ PINTO DO CARMO.	KM.2+198m DA E.F. BATURITÉ.	FORTALEZA	FORTALEZA	ÁGUA MINERAL	0,3173 Ha	A CONCES. SIONÁRIA	Nº36.868 de 04.02.55 D.O. de 08.02.55
6560/54	CHAVES & CIA.	SITIO SÃO GONÇALO.	SANTANA DO CARIRI.	SANTANA DO CARIRI.	GIPSITA	58.0327 Ha	ADRIÃO DO VALE NETO E OUTROS.	Nº54.915 de 04.11.64 D.O. de 11.01.65
7140/55(+)	COMÉRCIO E MINERAÇÃO VALE DO ASSÚ LTDA.	FAZS. ALAGOINHAS, BOA NOVA E BETÂNIA	INDEPENDENCIA.	INDEPENDENCIA.	RUTILO	499.7374 Ha	EUDES MACHADO E JERÔNIMO ALVES ARAUJO.	Nº41.910 de 29.07.57 D.O. de 31.07.57

DNPM	NOME	LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	MINÉRIO	ÁREA	PROPRIETÁRIO	DECRETO
8370/56	MINERAÇÃO DO NORDESTE BRASILEIRO LT.	FAZ. JUCÁ.	ITAPIUNA	ITAPIUNA	CASSITERITA	12 Ha	-	Nº52.936 de 26.11.63 D.O. de 06.12.63
6194/58	MAGNESIUM DO BRASIL LTDA.	SITIO FLORIANOPOLES.	JOSÉ DE ALENCAR.	IGUATÚ	MAGNESITA	61,8625 Ha	A CONCES. SIONÁRIA	Nº55.436 de 31.12.64 D.O. de 27.01.65
6444/58	AMARO PINTO DE BARROS.	SITIO SÃO JOSÉ.	PARANGABA	FORTALEZA	ÁGUA MINERAL	0,9570 Ha	A REQUE - RENTE	Nº57.452 de 16.12.65 D.O. de 22.12.65
456/59	INDÚSTRIAS BRAS. DE ART. REFRACTÁRIOS S/A-IBAR.	GANGORRA	IGUATÚ	IGUATÚ	MAGNESITA	13,90 Ha	CARLEANOS FELIX TERCEIRO.	Nº57.944 de 10.03.66 D.O. de 25.03.66
4657/59	EMPRESA ÁGUAS MINERAIS DO PAGE LT.	FAZ. OLHOS D'ÁGUA DO PAGE.	SOBRAL	SOBRAL	ÁGUA MINERAL	16,3467 Ha	MASSILLON SABOIA DE ALBUQUERQUE.	Nº70.992 de 17.08.72 D.O. de 18.08.72
7976/59(+)	CIA. CEA - RENSE DE CIM. PORTLAND.	GONÇALVES ALVES, CURRAL DE PEDRAS, PEDRA DE FOGO E LAGOA DO MEIÃO	UBAÚNA/JAIBARAS.	COREAÚ	CALCÁRIO	484,38 Ha	A CONCES. SIONÁRIA	Nº258 de 30.11.61 D.O. de 01.12.61
7976/59(+)	"	"	UBAÚNA/JAIBARAS.	SOBRAL/COREAÚ	CALCÁRIO	484,38 Ha	A CONCES. SIONÁRIA	Nº258 de 30.11.61 D.O. de 01.12.61
7977/59(+)	"	IPU E GONÇALVES ALVES.	"	COREAÚ	"	407,78 Ha	-	Nº57.110 de 19.10.65 D.O. de 05.11.65
7977/59(+)	"	"	"	SOBRAL	"	"	A CONCES. SIONÁRIA	Nº57.110 de 19.10.65 D.O. de 05.11.65

(+) "CADUCO"

DNPM	NOME	LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	MINÉRIO	ÁREA	PROPRIETÁRIO	DECRETO
7978/59(+)	CIA. CEA- RENSE DE CIM. POR- TLAND.	DATAS DE CONCEI - ÇÃO E I- TACOTIA- RA, E OU TRAS.	UBAÚNA/JA IBARAS.	SOBRAL	CALCÁRIO	356,98 Ha	A CONCES. SIONÁRIA	Nº332 de 13.12.61 D.O. de 15.12.61
2274/63	MINERAÇÃO CONDADO - LTDA.	FAZ.BATO QUE	SANTA QUI TÉRIA.	SANTA QUI TÉRIA	AMETISTA	250,88 Ha	"	Nº61.472 de 05.10.67 D.O. de 10.10.67
7644/66	INDÚSTRIA BARBALHEN SE DE CIM PORTLAND S/A.	SANTA RI TA.	BARBALHA	BARBALHA	CALCÁRIO ARGILA E GIPSITA.	73,3225 Ha	VIRGÍLIO DE SOUZA TORRES.	Nº67.169 de 11.09.70 D.O. de 15.09.70
802.148/68	IBACIP - IND.BARBA LHENSE DE CIM. POR- TLAND S/A	RIACHO - DO MEIO.	BARBALHA	"	CALCÁRIO	74,47 Ha	JOANA CO ELHO GAR CIA, E OU TROS.	Nº66.088 de 19.01.70 D.O. de 21.01.70
812.110/68	"	ÁGUA FRIA	"	"	CALCÁRIO ARGILA E GESSO.	141,61	LAURINDO MENDES, FLAVIO - TEIXEIRA E OUTROS	Nº70.987 de 10.08.72 D.O. de 17.08.72
819.003/70	GRUPAMEN- TO MINEI- RO.	-	-	COREÃO / SOBRAL	CALCÁRIO	-	O REQUE- RENTE.	( + )

( + ) - GRUPAMENTO MINEIRO - Nº 03 de 27.05.71 - D.O. de 18.06.71.

ESTADO DO CEARÁ  
MANIFESTOS

DNPM	NOME	LOCAL	MUNICÍPIO	MINÉRIO	PROPRIETÁRIO	MANIFESTO
2310/35	GESSO BRASIL LTDA	DESTERRO, SALOBRO , ORO, LAGOA DE MAS- SAPE, BELEM, MONDU- BIM, EXTREMA.	MILAGRES	GIPSITA	GESSO BRASIL LTDA	Nº194 de 30.10.35 E OUTROS.
2600/35	GESSO BRASIL LTDA E OUTROS.	SITIOS MONDUBIM E BELEM NA SERRA DA MÃOSINHA.	MISSÃO VELHA	GESSO	JULIO LEITE SAMPAIO	Nº413 de 29.04.36 S/M E OUTROS, ARREN- DATÁRIO: D. FILOMENA PEREIRA SAMPAIO.
2623/35	GESSO NACIONAL TA PUYO LTDA.	ROMUALDO DO MEIO	CRATO	GIPSITA	GESSO NACIONAL TA-	Nº31 de 27.06.35 PUYO LTDA E OUTROS
2907/35	INDUSTRIAS REUNI- DAS F. MATARAZZO - S/A.	PONTA DA SERRA	SANTANA DO CARIRI	"	DANIEL DO VALE NU-	Nº311 de 11.03.36 VENS E OUTROS AR - RENDATÁRIOS INDUS- TRIAS R.F. MATARA - ZZO.
3707/35	GESSO NACIONAL TA PUYO LTDA.	SERRA DA MÃOSINHA	MISSÃO VELHA	"	GESSO NACIONAL TA-	Nº271 de 28.01.36 PUYO LTDA.
613/36	GESSO BRASIL LTDA	SANTA MARIA	"	GESSO	PEDRO LACERDA E S/	Nº954 de 17.05.39 M. ARRENDATÁRIO: A MANIFESTANTE.
1515/36	GESSO NACIONAL TA PUYO LTDA.	FAZ. POÇÕES-SERRA DA MÃOSINHA.	MISSÃO VELHA	GIPSITA	JOSÉ GONÇALVES DE LUCENA E S/M. AR - RENDATÁRIO G. NACI- ONAL TAPUYO LT.	Nº593 de 13.02.37



12 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Sylvio Fróes - Recursos Minerais do Brasil. 2ª ed., v. 1, Rio de Janeiro, IBGE - Cons. Nac. Geog., 1965. 505 p.
- ALBUQUERQUE, Odorico Rodrigues de - Magnesita no Ceará. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral, Relat. Inédito, nº 286, Rio de Janeiro, 7 p., 1943.
- ANDRADE, Diniz Xavier de - Perspectiva de Desenvolvimento do Nordeste até 1980 - Mineração. Banco do Nordeste do Brasil, Dep. de Estudos Econômicos (ETENE), Fortaleza, 1972. 168 p.
- BODENLOS, Alfred J. - Magnesite Deposits of Central Ceará, Brazil. Geol. Surv. B., Washington, nº 962-C: 121-153, 1950.
- BRASIL, Dep. Nac. Prod. Min., I Anuário Mineral Brasileiro. 1972, 255 p.
- \_\_\_\_\_ - Fluorita no Brasil. Seção de Geologia Econômica e Comercial. Rio de Janeiro, 1970. 17 p.
- BRASIL. CONDEPE - Porto de Petrolina, Subsídios para o Projeto de Viabilidade Econômica. Recife, 1968. 6 - 101.
- BRASIL. SUDENE/ASMIC - Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe - Fotointerpretação. In: Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe. v. 2, Recife, 1967. 41 - 43.
- \_\_\_\_\_ - Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe -

- Hidrogeologia. In: Estudo Geral de Base do Vale do Jagua-  
ribe. v. 7, Recife, 1967. 124 - 132.
- BRAZ, Eliezer - Economia de Gipsita. Dep. Nac. Prod.Min., |rel.  
inédito| s. ident. | Rio de Janeiro, 28 p., 1973.
- \_\_\_\_\_ - Economic Feasibility Study on the Recovery of  
Sulfur and Sulfuric Acid from Gypsum Deposits of Northeast  
Brazil. Thesis M. Sc. Min. Econ. Colorado School of Mines.  
Colorado, U.S.A., rel. inédito, |s. ident. |, 101 p., 1972.
- CASTRO, Marcello C. de - Levantamento Geológico da Faixa a  
Leste de José de Alencar, Iguatu - Relatório de Graduação.  
CAGE, Esc. Geol. PE. Rel. inédito, |s. ident. |, Recife, 26  
p., 1961.
- COOPER, J.D. - Clays, In: Mineral Facts and Problems. Washing  
ton, Bureau of Mines, p. 923 - 938, 1970.
- COUTINHO, F.J.G. et alii - Beneficiamento de algumas Grafitas  
do Ceará. Eng. Miner. Metal., Rio de Janeiro, 54 (324) :  
245 - 249, 1971.
- CRUZ, Waldemir - Geologia da Região Oeste de José de Alencar,  
Iguatu, Estado do Ceará. Relatório de Graduação. CAGE, Esc.  
Geol. PE, Rel. inédito, |s. ident. |, Recife, 45 p., 1961.
- CUMMINS, Arthur B. & MULRYAN, Henry - Diatomite. I: Indus-  
trial Minerals and Rocks. New York, AIME, 1949, p. 294-312.  
Inclui bibliografia.

DANA, James D. & HURLBUT, Cornelius S. - Manual de Mineralogia. Trad. Rui Ribeiro Franco, Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico S.A., v. 1 e 2, 1969.

DUBU, Bernard - Exploração, Exploração e Comercialização do Amianto. In: SICEG, VIII Semana de Estudos, Minerais e Rochas Industriais. Ouro Preto, Esc. Minas, nºs 8 e 9: 34-78, 1971.

ENGINEERING AND MINING JOURNAL. New York, A McGraw - Hill Publ., 1969 a Mar. 1973.

FARINA, Mário - Quantificação dos Depósitos de Asbesto de Campestre - Alagoas. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Recife. Ser. Geol. Econ., nº 6, 37 p., 1967.

FEITOSA, José Alencar et alii - Ocorrências e Beneficiamento de Grafita em Pernambuco. Miner. Metal., Rio de Janeiro, 55 (328): 120 - 123, 1972.

FERRAZ, Celso Pinto - Vermiculita - Um importante Mineral Industrial. Geol. e Metal., Publ. Centro Moraes Rêgo, São Paulo, nº 32, p. 153 - 193, 1971.

FULKERSON, Frank B. - Barite. Minerals Yearbook, U. S. Bureau of Mines, Washington, p. 205 - 210, 1970.

GIRODO, A.C. - Amianto. Dep. Nac. Prod. Min., 6º Distrito, Rel. inédito, [s. ident.], Goiânia, 146 p., 1973.

GOIFMAN, José - Matérias Primas para a Expansão da Indústria

Siderúrgica. Geol. e Metal., Publ. Centro Moraes Rêgo, São Paulo, nº 32, p. 81 - 127, 1971.

LADOO, Raymond B. & MYERS, W.M. - Nonmetallic Minerals McGraw-Hill Book Company Inc. 2ª ed., New York, p. 574-580, 1971.

LARSON, L.P. - Gypsum. In: Mineral Facts and Problems. Anniversary Edition, U.S. Bureau of Mines Bull., Washington, p. 367 - 375, 1960.

LEWIS, Richard W. - Graphite (Natural). Mineral Facts and Problems. U.S. Bureau of Mines, Washington, p. 1025 - 1037, 1970.

LIMA, Ivonaldo E. - Monografia de Calcário. Dep. Nac. Prod. Min., 4º Distrito, Rel. inédito, |s. ident.|, Recife, 64 p., 1973.

LEONARDOS, O.H. - Asbesto no Ceará e Rio Grande do Norte. Eng. Miner. Metal., Rio de Janeiro, 4 (19): 58, 1939.

\_\_\_\_\_ - Grafita no Estado de Minas Gerais. Dep. Nac. Prod. Min., Avulso nº 26, Rio de Janeiro, 24 p., 1938.

\_\_\_\_\_ - Ocorrência de Fluorita no Ceará. Eng. Miner. Metal., Rio de Janeiro, 11 (62): 103, 1946.

\_\_\_\_\_ - Ocorrências de Diatomito no Ceará. Eng. Miner. Metal., Rio de Janeiro, 11 (61): 21 - 29, 1946.

LÚCIO, Álvaro - A Importância da Cal na Metalurgia. In: SICEG,

X Semana de Estudos - Cimento e Cal. Ouro Preto, Esc.Minas,  
nº 10, p. 15 - 38, 1969.

MABESOONE, J.M. - Sedimentologia. Recife, Univ. Fed. PE., p.  
143 - 159, 1968.

MACHADO, José de A. Campos - Talco - Talco Industrial. In:  
SICEG, VIII Semana de Estudos - Minerais e Rochas Indus  
triais. Ouro Preto, Esc. Minas, nºs 8 e 9, p. 12-22, 1971.

MACMILLAN, R.T. - Calcium. Mineral Facts and Problems. U.S.  
Bureau of Mines, Washington, p. 903-912, 1970.

MENDES, Cláudio Marçal - Aspectos Econômicos da Grafita. In:  
SICEG, III Semana de Estudos, Minerais Estratégicos e Polí  
tica Mineral. Ouro Preto. Esc. Minas, nº 3, p.17-28, 1963.

MORAES, Luciano Jacques de - Depósitos de Diatomito no Ceará.  
Eng. Min. Metal., Rio de Janeiro, 3 (15): 156, 1938.

MORAES, Simplício Jacques de - Diatomito no Norte do Brasil.  
Eng. Miner. Metal., Rio de Janeiro, 4 (23): 266, 1940.

MORAES, T. de Melo - Gipsita no Brasil. Dep.Nac. Prod. Min.,  
Rel. 732, Rio de Janeiro, 16 p. 1937.

MUNIS, M.B. - Quantificação dos Depósitos de Gipsita do Ara-  
ripe. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., 1971, 24 p., Ser.  
Geol. Econ.

OLIVEIRA, G.M. & LISBOA, M. - Amianto no Brasil. Dep. Nac.

Prod. Min., Rio de Janeiro, Bol. nº 45, 41 p., 1940.

OLIVEIRA, João Cavalcante de et alii - Projeto Cococi- Fotoin-  
terpretação Preliminar. D.N.P.M./C.P.R.M., rel. inédito, |s.  
ident.|, Recife, 1972, 35 p.

\_\_\_\_\_ - Projeto Cococi, Rela-  
tório de Progresso 03. D.N.P.M./C.P.R.M., v. I, rel. inédi-  
to, |s. ident.|, Recife, 1973.

OTIS, L.M. - Diatomite. In: Mineral Facts and Problems, Anni-  
versary Edition, U.S. Bureau of Mines, Washington, p. 275 -  
281, 1960.

PESSOA, Ricardo Ribeiro - Uma Visão do Amianto no Brasil. Univ.  
São Paulo, Dep. Eng. Minas, Curso pós-grad., Rel. inédito,  
|s. ident.|, São Paulo, 27 p., jun. 1973.

PETKOF, Benjamin - Diatomite. In: Minerals Yearbook, Washing-  
ton, Bureau of Mines, p. 501 - 503, 1970.

PETTIJOHN, F.J. - Sedimentary Rocks. Harper & Row Publ., New  
York, 2<sup>nd</sup> ed., p. 392 - 393, 1957.

PORTO, Vitório & REBELO, Antonio - O Diatomito para Refinação  
de Açúcar. Gráfica Editora Hélios Ltda., Rio de Janeiro,  
77 p.

POUCHAIN, E.B. - Calcários no Ceará. Rio de Janeiro, Dep. Nac.,  
Prod. Min., Rel. inédito, 21 p., 1954.





- SILVA, Mariano D. - Geologia Estratigráfica da Chapada do Araripe. Univ. Fed. PE, Inst. Geoc., Recife, 1967, 29 p., Ser. Científica Paleont. nº 2.
- SOUSA, José Ferreira de - Monografia de Diatomito. Dep. Nac. Prod. Min., 4º Distrito, Rel. inédito, |s.ident.|, Fortaleza, 73 p., 1973.
- SOUZA, Gutemberg F. Soares de et alii - Fluorita: Santa Catarina Abastecerá o País por Longos Anos. Miner. Metal., Rio de Janeiro, XXXVI (330); 36 - 39, jun. 1972.
- SOUZA, H. Capper Alves de & ABREU, Sylvio Fróes - Diatomito do Nordeste. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Fom. Prod. Min., Rio de Janeiro, nº 33, 1939, 56 p.
- SOUZA, José Vitorino de - Projeto Ceará: Viagem à Região de Madalena, Distrito de Quixeramobim; Barita, Talco, Calcário. Dep. Nac. Prod. Min., 4º Distrito, Rel. inédito, Fortaleza, 1969, 7 p.
- SOUZA, Petain A. - Monografia de Argila. Dep. Nac. Prod. Min., 4º Distrito, Rel. inédito, |s.ident.|, Recife, 1973, 30 p.
- SZUNDY, Alexandre - Grafite. In: SICEG, VIII Semana de Estudos, Minerais e Rochas Industriais. Ouro Preto, Esc. Minas, nºs 8 e 9, p. 23 - 33, 1971.
- TORRES, Helton Héleri et alii - Projeto Tungstênio/Molibdênio. Área de Senador Pompeu - In: Relatório Final. D.N.P.M./C.P.R.M., rel. inédito, |s.ident.|, Recife, 2.v., 242-256, 1973.

TRAJANO, R. Borges et alii - Grafitos e Seu Beneficiamento.  
Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, Bol. 14, 1945, 108 p.

UNITED STATES. Vermiculite: A Market in Transition. Industrial Minerals, p. 9 - 19, nov. 1970.

\_\_\_\_\_ - Mineral Facts and Problems, Bureau of Mines,  
Washington, Bul. 585, p. 621 - 637, 1970.

\_\_\_\_\_ - Minerals Yearbook, Bureau of Mines, Washington,  
p. 669 - 681, 1968.

\_\_\_\_\_ - Minerals Yearbook, Bureau of Mines, Washington,  
p. 657 - 663, 1969.

\_\_\_\_\_ - Minerals Yearbook, Bureau of Mines, Washington,  
p. 683 - 689, 1970.

VEIGA, P.M. de Oliveira - Geologia da Quadrícula de Juazeiro do Norte (E - 082), Folha Crato-CE. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., 1966, 57 p., Ser. Geol. Reg., nº 1.

WEAVER, Lewis K. - Graphite. Minerals Yearbook, Bureau of Mines, Washington, p. 551 - 557, 1968.

\_\_\_\_\_ - Graphite. Minerals Yearbook, Bureau of Mines, Washington, p. 539 - 545, 1969.

WERNICK, E. & CORSO, C.R. - Sobre a Ocorrência de Mineração de Grafite no Município de Peixe, Estado de Goiás. Miner. Me

tal., Rio de Janeiro, (332): 14 - 15, ago. 1972.

WEST, J.M. - Diatomite. In: Minerals Yearbook, Bureau of Mi  
nes, Washington, p. 495 - 497, 1968.

\_\_\_\_\_ - Diatomite. In: Minerals Yearbook, Bureau of Mi  
nes, Washington, p. 501 - 503, 1970.

WILLARD, David G. - Graphite. Minerals Yearbook, Bureau of Mi  
nes, Washington, p. 553 - 558, 1970.

13 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

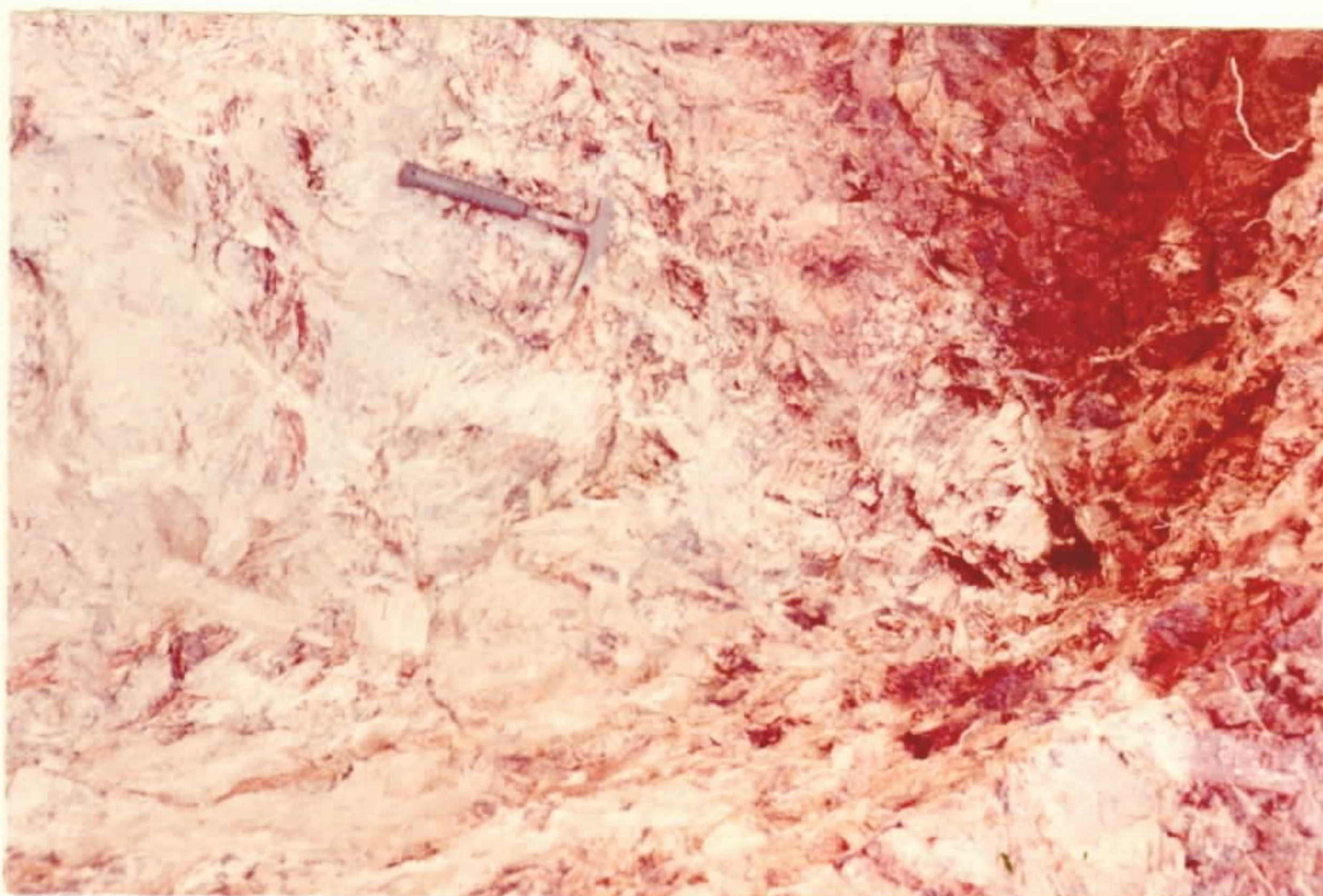


Foto 1 - Serpentinito asbestificado; à direita, minério bastante oxidado. Fazenda Taquarí do Julião, Granjeiro, Ceará.



Foto 2 - Amianto antofilítico branco, selecionado e estocado manualmente. Fazenda Taquarí do Julião, Granjeiro, Ceará.



Foto 3 - Amianto antofilítico avermelhado (impregnação de ox. de ferro), selecionado e estocado manualmente. Faz. Taquarí do Julião, Granjeiro, Ceará.



Foto 4 - Faixa grafítica com 1m de espessura, intercalada em biotita-xisto com atitude  $N30^{\circ}E/35^{\circ}NW$ . Fazenda Vazante, Piquet Carneiro, Ceará.



Foto 5 - Faixa grafítica encaixada em gnaissse com atitu de NS/60°E. Sítio Cacimbinha ou Aurora, Solonópole, Ceará.



Foto 6 - Ocorrência de grafita da fazenda Algodão; a encaixante é um gnaissse contendo veios e pequenos corpos graníticos. Corte da estrada Milhã-Solonópole.



Foto 7 - Afloramento de magnesita na mina Riacho Casquilho, Distrito de José de Alencar, mun. Iguatu, Ceará.



Foto 8 - Frente de lavra de magnesita da mina Sítio Toro, Jucás, Ceará.



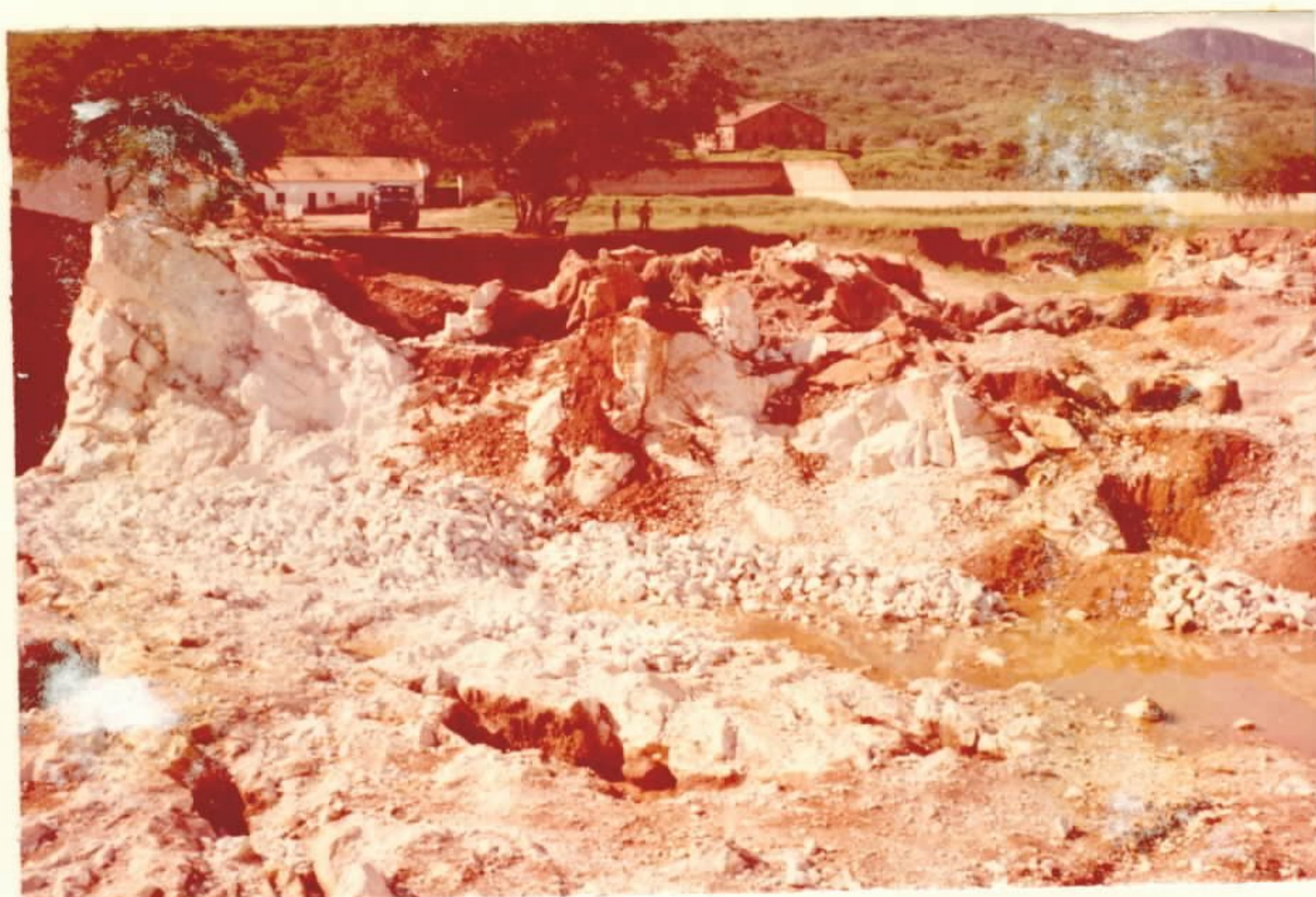


Foto 9 - Frente de lavra de magnesita; minério desmontado e fragmentado. Ao fundo vista parcial do escritório e vila operária. Mina Riacho Fundo, Jucás, Ceará.



Foto 10 - Transporte da megnesita fragmentada manualmente para a área de estocagem vizinha a de lavra. Distrito de José de Alencar, Iguatu, Ceará.



Foto 11 - Magnesita estocada junto a área de lavra. Mina Riacho Casquilho, Distrito de José de Alencar, Iguatu, Ceará.



Foto 12 - Forno vertical contínuo, alimentado a lenha, para calcinação de magnesita. Mina Sítio Torto, Jucás, Ceará.



Foto 13 - Vista geral da vertente oeste do Morro do Mãozinha. A seta indica a Mina Matarazzo no extremo sul. Missão Velha, Ceará.



Foto 14 - Camada de gipsita capeada por folhelho, calcário e argilas, da Formação Santana. Sítio Canafístula, mun. Missão Velha, Ceará.



Foto 15 - Camada de gipsita sotoposta a folhelhos e arenitos da Formação Santana. Sítio Romualdo, Crato, Ceará.



Foto 16 - Frente de lavra mostrando a camada de gipsita de cores marrom e creme, afetada por estrutura de colapso. Mina Conceição Preta, mun. Santana do Cariri, Ceará.



Foto 17 - Capeamento da camada de gipsita, formado por folhelhos e bancos de calcário (Formação Santana). Mina Pedra Branca 1, mun. Santana do Cariri, Ceará.



Foto 18 - Camada de gipsita na base, e folhelho com delgadas intercalações de calcário no topo. Mina Pedra Branca 1, mun. Santana do Cariri, Ceará.



Foto 19 - Frente de lavra de gipsita (camada com 10m de espessura); note-se que o capeamento foi removido. Mina Pedra Branca 2, mun. Santana do Cariri, Ceará.



Foto 20 - Outro aspecto da camada de gipsita e seu capeamento, na frente de lavra. Mina Pedra Branca 2, mun. Santana do Cariri.



Foto 21 - Camada ondulada de gipsita numa frente de lavra paralisada. Mina Pedra Branca nº 4, mun. Santana do Cariri, Ceará.



Foto 22 - Camada de gipsita com espesso capeamento formado por folhelhos e calcários da Formação Santana. Mina Ponta da Serra, mun. Santana do Cariri, Ceará.



Foto 23 - Aspecto geral da frente de lavra da Mina Ponta da Serra, mun. Santana do Cariri.





Foto 24 - Garimpo de calcário dolomítico. Sítio Preguiça, Distrito de Umirim, Uruburetama, Ceará.



Foto 25 - Desmonte de calcário dolomítico para fabricação de cal. Sítio Preguiça, Distrito de Umirim, Uruburetama, Ceará.



Foto 26 - Afloramento de calcário cristalino da Fazenda Ilha Grande, mun. Maranguape, Ceará.



Foto 27 - Calcário pulverulento da Fazenda Formosa, mun. Caridade, Ceará.



Foto 28 - Calcário cristalino da área de Garapa de Cima, mun. de Redenção, Ceará.



Foto 29 - Afloramento de calcário cristalino. Garapa, mun. Redenção, Ceará.



Foto 30 - Forno contínuo de calcinação do calcário dolomítico. Cantagalo, mun. Redenção, Ceará.



Foto 31 - Afloramento de calcário cristalino no local denominado Caieiras, Redenção, Ceará.



Foto 32 - Calcário cristalino das Caieiras São José, mun. de Redenção, Ceará.



Foto 33 - Afloramento de calcário cristalino no Sítio Frade, mun. Redenção, Ceará.



Foto 34 - Aspecto de um forno rudimentar para o fabrico de cal. Fazenda Estrela, mun. de Canindé.



Foto 35 - Frente de lavra de calcário dolomítico. Santana do Cal, mun. Canindé, Ceará.



Foto 36 - Afloramento de calcário cristalino. Sítio Braúna, Farias Brito, Ceará.



Foto 37 - Afloramento de calcário cristalino. Sítio São Romão, Farias Brito, Ceará.



Foto 38 - Calcário lamina  
do da base da Formação  
Santana. Sítio Romualdo,  
mun. de Crato, Ceará.

Foto 39 - Calcário  
laminado da base  
da Formação Santa  
na. Sítio Santa Ri  
ta, mun. Barbalha,  
Ceará.







Foto 40 - Depósito de argilas do rio Curú; dois fornos formados pelo empilhamento dos próprios tijolos a serem queimados. Olaria Valdir Lima, mun. São Luiz do Curú, Ceará.



Foto 41 - Vista frontal das instalações da Companhia Sobralense de Materiais de Construção. Sobral, Ceará.



Foto 42 - Frente de lavra do depósito argiloso do rio Acaraú; no primeiro plano, tijolos moldados expostos ao sol para secar. Garimpo João Bandeira, Sobral, Ceará.



Foto 43 - Área de lavra e moldagem de tijolos para alvenaria. Garimpo João Bandeira, Sobral, Ceará.



Foto 44 - Vista geral do garimpo de argilas de Manoel Pixú, na margem esquerda do rio Acaraú, próximo da confluência com o rio Jaibaras. Mun. Sobral, Ceará.



Foto 45 - Trincheira direcional, parcialmente entulhada, aberta sobre o vieiro de fluorita. Note-se a encaixante, um gnaisse migmatizado e cataclástico. Fazenda Casa Nova do Boqueirão, Solonópole, Ceará.



Foto 46 - Trincheira direcional, parcialmente entulhada, aberta sobre o vieiro fluorítico do sítio Vera Cruz, Solonópole, Ceará. A encaixante é um gnais se migmatizado e cataclástico, com atitude N-S/ $75^{\circ}$ E.



Foto 47 - Afloramento de vermiculita em concentração da ordem de 40% na rocha portadora (vermiculita-diopsidito). Fazenda Pau Branco, Distrito de Aca<sub>ra</sub>pe, mun. de Redenção, Ceará.