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

CONVÊNIO GOVERNO DO ESTADO/CPRM

SÍNTESE DO RELATORIO FINAL DO PROJETO CADASTRAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

· J	96 PHI
SURE	VI 012842

	SURE

Cicero A. Ferreira



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE ANEIRO — 1978



APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é uma síntese dos resultados alcançados pelo Projeto Cadastramento dos Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte, cujo relatório final foi concluído em outubro de 1977. O citado relatório constituído de cinco volumes, é por demais detalhado, não oferecendo condições práticas para sua publicação. Por esta razão foi elaborado o presente texto, com a finalidade de divulgar aos interessados, informações sobre a potencialidade mineral do Estado do Rio Grande do Norte.

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

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

Contém também uma visão panorâmica da situação legal dos jazimentos minerais do Estado, um mapa de pontos de afloramento da Formação Jandaíra e um mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte todos na escala de 1:500.000.



SUMÁRIO

		ragin.
4	RESUMO	1
	ABSTRACT	2
_	— INTRODUÇÃO	3
	CADASTRAMENTO MINERAL	4
4	4. 1 — Ametista	. ,
	4. 1.1 — Síntese da economia mineral	<u>.</u> .
:	4. 1.1 — Sintese da economia mineral	4 A
	4. 1.2 — Ocorrencia do Estado	1
•	4. 2 — Amianto 4. 2.1 — Síntese da economia mineral	
-	4. 2.1 — Sintese da economa mineral	S
:	•	
•	T. Z.O CONTOINGUE CONT	
	4. 3.1 — Sintese da economia mineral	 Q
		ο
	4. 3.2 — Ocorrências do Estado	0
	4. 3.3 — Conclusões e recomendações	J
	4. 4 — Barita	: 40
	4. 4.1 — Sintese da economia mineral	10
	4. 4.2 — Ocorrências do Estado	
••	4. 4.3 — Oconclusões e recomendações	11
	4. 5 — Berilo	
	4. 5.1 Sintese da economia mineral	
	4. 5.2 — Ocorrências do Estado	_
	4. 5.3 — Conclusões e recomendações	13
	4. 6 — Calcários/Mármores	
	4. 6.1 - Sintese da economia mineral	
	4. 6.2 Ocorrências do Estado	
	4. 6.3 — Conclusões e recomendações	18
	4. 7 — Cassiterita	
•	4. 7.1 — Sintese da economia mineral	
I	4. 7.2 — Ocorrências do Estado	
	4. 7.3 — Conclusões e recomendações	20



4. 8 - Caulim		
	Síntese da economia mineral2	0
	Ocorrencias do Estado2	
•	4.8.2.1 — Depositos primários2	
	4.8.2.2 — Depósitos Secundários2	
	Conclusões e recomendações2	
4. 9 — Celestita		
	Sintese da economia mineral2	4
*	Ocorrência do Estado2	5
	Conclusões e recomendações2	
4.10 - Cobre		
4.10.1 —	Síntese da economia mineral2	6
4.10.2 —	Ocorrências do Estado2	:7
4.10.3 —	Conclusões e recomendações2	!7
4.11 — Columbo	-Tantalita	-
4.11.1	Síntese da economia mineral2	:8
4.11.2 —	Ocorrências do Estado2	9
4.11.3 —	Conclusões e recomendações2	'9
4.12 — Corindor	1	-
4.12.1 -	Síntese da economia mineral2	9
4.12.2	Ocorrências do Estado3	30
. 4.12.3	Conclusões e recomendações3	30
4.13 - Diatomite	3	-
4.13.1 —	Síntese da economia mineral3	10
4.13.2 —	Ocorrências do Estado3	11
4.13.3 —	Conclusões e recomendações3	13
4.14 — Enxofre	•	۳.
4.14.1	Síntese da economia mineral3	-
	Ocorrência do Estado3	15
4.14.3 —	Conclusões e recomendações3	35
-	nênio/Ambligonita	
	On resident and the second sec	36
	Ocorrências do Estado3	
4.15.3 —	Conclusões e recomendações	37
4.16 — Ferro		
	Síntese da economia mineral	
	Ocorrências do Estado	
4.16.3 —	Conclusões e recomendações	39
4.17 — Fluorita		·
	Síntese da economia mineral	
	Ocorrências do Estado4	
4.17.3	Conclusões e recomendações4	11
4.18 — Gipsita		
	Sintese da economia mineral4	
4.18.2	· Ocorrências do Estado ⁴	
· 4183	Conclusões e recomendações	44



4.19 Mica	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
4.19.1 — Síntese da economia mineral	
4.19.2 — Ocorrências do Estado	
4.19.3 — Conclusões e recomendações	46
4.20 — Monazita	
4.20.1 — Sintese da economia mineral	46
4.20.2 - Ocorrências do Estado	47
4.20.3 — Conclusões e recomendações	48
4.21 — Ouro	
4.21.1 — Síntese da economia mineral	48
4.21.2 — Ocorrencias do Estado	48
4.21.3 — Conclusões e recomendações	50
4.22 Scheelita/Ferberita	•
4.22.1 — Síntese da economia mineral	
4.22.2 — Ocorrências do Estado	52
4.22.3 — Conclusões e recomendações	53
4.23 — Talco	
4.23.1 — Síntese da economia mineral	53
4.23.2 — Ocorrências do Estado	54
4.23.3 — Conclusões e recomendações	55
5 — PRODUÇÃO ERESERVA MINERAL DO ESTADO	
6 — CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	
7 — REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
8 - ANEXOS	
Tabelas	
Manae	• .



RESUMO

A partir do Relatório Final do Projeto Cadastramento dos Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte, concluído em outubro de 1977, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, foi elaborada a presente síntese para efeito de publicação.

Consta a mesma, de um estudo geo-econômico das substâncias minerais cadastradas (ametista, amianto, argila, barita, calcários/mármores, cassiterita, caulim, celestita, cobre, columbo-tantalita,coríndon, diatomito, enxofre, espodumênio/ambligonita, ferro, fluorita, gipsita, mica, monazita, ouro, scheelita/ferberita, e talco), onde são citadas, quando possível, as reservas, produções, consumo e preços no mercado internacional e nacional.

Além da descrição sucinta das ocorrências cadastradas, chegou-se a algumas conclusões sobre a importância econômica das mesmas fazendo-se recomendações para execução de trabalhos futuros de maior detalhe em algumas delas.

É apresentado também um panorama da produção e reserva mineral do Estado.



ABSTRACT

The present paper is a synthesis of the "Projeto Cadastramento dos Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte", final report, already done in October 1977 by the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

This includes a geo-economic study, when possible, with datas of resources, production, consumption and prices on the national and international markets of mineral substances studied such as: amethyst, asbestos, clays, barite, limestones/marbles, cassiterite, kaolin, celestite, copper, columbite-tantalite, corindon, diatomite, sulphur, spodumene/ambligonite, iron, fluorite, gypsite, mica, monazite, gold, scheelite/ferberite and talc.

Besides a short description of the occurrences studied, some conclusions about the economic importance of them and recomendation for future detailed work are given.

Also presented is a brief panorama of production and mineral resources of the State.



3. INTRODUÇÃO

A síntese do Relatório do Projeto Cadastramento dos Recursos Minerais do Rio Grande do Norte faz parte dos termos do convênio entre o Governo do Estado e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, firmado em setembro de 1975, tendo seu início operacional em novembro logo após o término do projeto original, apoiado na solicitação de serviços através do ofício número 00563-77 da Secretaria de Indústria e Comércio.

Os trabalhos desenvolveram-se de novembro de 1977 a janeiro de 1978 a cargo do geólogo Cicero Alves Ferreira, supervisionado pelo geólogo Alfeu Levy da Silva Caldasso.

este trabalho tem como objetivo proporcionar a divulgação dos conhecimentos adquiridos com a execução do Projeto Cadastramento dos Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-Superintendência Regional de Recife para o Governo do Estado, cuja principal motivação é a de estimular o descobrimento, intensificar o aproveitamento dos recursos minerais já conhecidos e elaborar conclusões e recomendações, tendo por finalidade atividades futuras de caráter específico e mais aprofundado.

Para a elaboração deste trabalho de síntese utilizou-se basicamente o Relatório Final do projeto mencionado. Os dados relativos à produção, preços, reservas e consumo dos diversos minerais foram extraídos de publicações específicas sobre economia mineral, que constam na referência bibliográfica anexa.

A locação das diversas ocorrências citadas serão apresentadas através de tabelas, onde constam as coordenadas geográficas, além da toponímia, município, análise química, rocha encaixante, etc.



4 — CADASTRAMENTO MINERAL

4.1 — Ametista

A ametista é uma variedade de quartzo de forma química SiO₂, de coloração roxa, que é atribuída ao manganês, gradando para amarela quando aquecida. Cristaliza-se no sistema trigonal, tem dureza 7 na escala de Mohs, densidade 2,5 e fratura conchoidal.

4.1.1 — Síntese da economia mineral

A principal utilização é em joalharia, sendo considerada pedra semi-preciosa; a uniformidade da coloração e ausência de fraturas são fatores importantes a se considerar na sua comercialização.

No Brasil são vários os Estados que explotam ametista, contudo as atividades de explotação concentram-se principalmente no Rio Grande do Sul, nos municípios de Livramento, Quaraí, Lajeado, Encantado e Soledade, onde ela ocorre associada ao derrame basáltico da Bacia do Paraná.

Outros Estados brasileiros também são produtores de ametista entre eles pode-se citar: Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e ocorrências no Espírito Santo e Piauí.

Comercialmente as ametistas brasileiras têm maior importância que as encontradas em Madagascar, importante produtor, em virtude de possuirem nuanças puramente roxas. Outros países produtores de ametista são a Rússia, França e Alemanha (Saxônia).

Com relação as reservas e produção, no Brasil e em outros países, não são bem definidas, entretanto sabe-se que a Alemanha é o maior importador e que as exportações brasileiras alcançaram 248.861 kg de pedras brutas no valor de US\$ 1.275.948 (f.o.b.) e 134 kg em pedras lapidadas no valor de US\$ 560.086 (f.o.b.) no ano de 1975, sendo as importações restritas a um quilograma de pedras lapidadas. No Estado do Rio Grande do Norte não se têm noticias de produção deste mineral.

Os preços no mercado são bastante variáveis, sendo difícil a obtenção de um valor médio.

4.1.2 — Ocorrência do Estado

No projeto foi cadastrada uma ocorrência de ametista localizada na fazenda Santa Rita, no município de São Paulo do Potengi.

A ametista ocorre em veio, por vezes formando drusas, geodos e bolsões (localizados), encaixados em biotita-gnaisse com contato brusco. De um modo geral os cristais de ametista são pequenos, descoloridos e corroídos. Nos maiores observa-se o truncamento das faces e arestas, além de serem fraturados e possuirem tonalidades claras. É comum nesta ocorrência a presença de sílica amorfa, branca, amarelada ou rósea, preenchendo cavidades ou envolvendo os cristais o que dificulta a explotação da ametista.

Associada à ametista ocorre barita de cor branca ou rósea em forma de pequenos cristais ou em massas irregulares.



4.1.3 -- Conclusões e recomendações

Pelo que foi observado «in loco» este depósito tem valor restrito em virtude da má qualidade da ametista, associada a dificuldade existente para a retirada da capa silicosa que recobre os cristais e que ocasiona o fraturamento e/ou o quebramento das «pedras». Entretanto aínda é válido um estudo mais rigoroso no que tange a observação em veios ácidos que ocorrem na região, que poderiam vir a ser mineralizados em ametista ou barita, quando ocorreria então uma inversão do minério principal.

4.2 — Amianto

Comercialmente são aplicados os termos amianto ou asbesto a diversos minerais silicatados fibrosos, que diferem entre si não somente do ponto de vista mineralógico e químico, como também por suas propriedades mecânicas, as quais determinam diferentes tipos de emprego industrial.

existem na natureza diversas variedades de amianto, destinguindo-se uma das outras quer pelas propriedades apresentadas, quer por suas composições química e mineralógica. Entre elas pode-se citar: crisotila, a mais procurada e a de maior valor comercial, sendo químicamente um silicato hidratado de magnésio, constituindo a forma fibrosa da serpentina; crocidolita é uma forma fibrosa de hornblenda e riebeckita, químicamente é um silicato hidratado de sódio e ferro, facilmente reconhecida pela sua cor azulada; antofilita é um silicato de ferro e magnésio de cores amarelada, esverdeada ou cinza; amosita, variedade de antofilita rica em ferro, de fibras longas; tremolita é um silicato de cálcio e magnésio; actinolita é um anfibólio que sob a forma fibrosa tem características semelhantes à tremolita, químicamente é um silicato hidratado de cálcio, ferro e magnésio.

4.2.1 — Síntese da economia mineral

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

As fibras classificadas como têxteis devem ser longas e flexíveis, características encontradas geralmente nas variedades crisotila ou crocidolita. São utilizadas na fabricação de tecidos não inflamáveis, lonas de freio, correias transportadoras resistentes ao calor, etc.

As fibras não têxteis, de uso menos nobre que o anterior, são mais curtas e pouco flexíveis, sendo empregadas em produtos de cimento-amianto, que é utilizado na fabricação de caixas d'água, filtros, papéis, chapas planas e onduladas, etc.

Como isolante térmico a variedade empregada é a amosita, que serve de revestimento para turbinas de avião a jato.

As maiores reservas conhecidas são encontradas no Canadá, principalmente na província de Quebec. Outras jazidas também importantes são encontradas na provincia de Ontario e na Columbia Britânica. Outros países também possuidores de grandes depósitos são: União Soviética, principalmente no distrito de Bazhenovo, além de jazidas no Khazaquistão e Sibéria; Rodésia; África do Sul; Suazilândia; Estados Unidos, onde destacam-se as minas de Vermont e do Arizona; Itália, China, etc.



No Brasil o amianto é encontrado em vários Estados e possui uma reserva medida de 46.275.322 t das quais 41.446.759 t são encontradas em Goiás na jazida de Cana Brava em Uruaçu.

A União Soviética mantém a liderança da produção mundial que pertencia ao Canadá até o ano de 1974. Em 1976 a produção mundial foi estimada em 5.708.000 toneladas curtas, sendo os principais produtores a União Soviética (44,3%) e o Canadá (29,6%).

A produção brasileira de amianto tanto em fibra como em minério tem aumentado nos últimos dez (10) anos e alcançou no ano de 1975, 73.978 t e 1.079.289 t respectivamente, provenientes dos Estados de Goiás, Alagoas, São Paulo e Minas Gerais. Contudo não acompanhou a demanda interna, fazendo com que o país esteja na dependência de importações, que no ano de 1975 atingiu a cota de 29.639 t no valor de Cr\$ 13.341.562 (c.i.f.) vindas principalmente da República Sul Africana, Canadá e Moçambique.

Os maiores consumidores são os países industrializados, com desenvolvido parque automobilístico e crescente atividade de construção civil, destacando-se entre eles: o Japão, Alemanha, França, Bélgica, Inglaterra e Austrália.

O preço no mercado internacional é variável, encontrando-se em ascenção na década de 1970. Entretanto, depende basicamente do tipo e qualidade da fibra e varia entre US\$ 1.204 e US\$ 104 por tonelada em Quebec e US\$ 477 e US\$ 97 por tonelada curta em Morrisville-Vermont.

No Brasil a exemplo do mercado internacional os preços são também bastante variáveis. No período março-abril de 1977 em Minaçu (GO) o preço era de 7.092,00/t (f.o.b) para o amianto de melhor qualidade e Cr\$ 467,00/t (f.o.b) para o minério.

4.2.2 — Ocorrências do Estado

Foram cadastradas nove (9) ocorrências de amianto distribuídas nos municípios de Florânia, Lajes, Santana do Matos, São Rafael, São Tomé, São Vicente, Sítio Novo (2) e Tabuleiro Grande (tab. 1).

De uma maneira geral os depósitos poderiam ser classificados em dois grupos com relação a rocha hospedeira da mineralização. O primeiro representado pela associação do amianto a rochas anfibolíticas; e o segundo pela associação com as rochas serpentiníticas. Tanto no primeiro como no segundo grupo observou-se apenas uma variedade de amianto, ou seja a antofilita.

Pertencem ao primeiro grupo as ocorrências dos municípios de Santana do Matos, São Rafael, Lages, São Tomé, Tabuleiro Grande e uma de Sítio Novo (Oiticica); ao segundo grupo as ocorrências de Florânia, São Vicente e uma de Sítio Novo (São Pedro).

O modo de ocorrência do amianto é sob a forma de veios com espessura superior a 5 cm e as fibras são bastante irregulares no que diz respeito ao tamanho, podendo ser longas ou curtas, entretanto, geralmente são pouco flexíveis e de cores variando entre branca e esverdeada.

As rochas encaixantes são os metamorfitos dos Complexos Caicó e Seridó.

Dentre os depósitos cadastrados, os mais interessantes pela associação do amianto a rochas serpentiníticas e por oferecerem melhores indícios para uma mineralização de maior porte são:

a, — Pedra Branca localizada a 24 km da sede do municipio de Lages. O amianto é do tipo antofilítico, de fibras curtas e pouco flexíveis, associado a talco-xisto. As rochas



encaixantes são xistos e quartzitos. Esta ocorrência foi descoberta em 1965 e foi garimpada durante algum tempo.

b — Areia — localizada a 3 km da sede municipal de Tabuleiro Grande, na margem esquerda do rio Apodi. O amianto é do tipo antofilítico de cor branca por vezes esverdeado, de fibras longas, aflorando numa faixa de 2 m de largura, com uma extensão avaliada entre 150 a 200 m, sendo recoberta por um espesso manto de material argiloso e argilo-arenoso aluvionar. Nas proximidades da ocorrência observa-se anfibolitos, gnaisses e pegmatitos.

c — São Pedro — dista 9 km na direção geral SW da sede do município de Sítio Novo. O amianto é antofilítico de cor branca, fibras longas, por vezes ferruginoso, estando associado a rocha ultrabásica cuja análise petrográfica revelou ser constituída essencialmente de serpentina, material opaco e quantidade subordinada de talco e antofilita.

d — Saco da Lajinha — está localizada a 9,6 km na direção NE da sede municipal de São Vicente. O amianto é antofilítico e está associado a talco, clorita e vermiculita, ocorrendo em finos veios. A rocha hospedeira é um ultrabasito muito alterado encaixado nos migmatitos heterogêneos regionais.

e — Quixodé — dista 3 km na direção NE da sede do município de Florânia. O amianto é antofilítico de fibras curtas e ásperas, ocorrendo em forma de veios, associado a ultrabasito muito alterado encaixado nos migmatitos regionais.

4.2.3 — Conclusões e recomendações

Com base nos estudos efetuados nestes depósitos e tendo em conta as reservas de amianto antofilítico no Brasil, associado ao fato de sua reduzida aceitação no mercado, adicionando-se ainda o pequeno porte das ocorrências cadastradas, não se recomenda nenhum trabalho de pesquisa para elas. Contudo, em virtude de algumas delas estarem associadas a rochas ultrabásicas seria conveniente uma pesquisa preliminar com vista a detecção de amianto crisotílico e também a prospecção de minerais metálicos, cuja gênese está ligada a estes tipos de rochas.

4.3 — Argila

As argilas constituem um importante grupo de materiais 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. Estruturalmente formam cadeias de silicatos, e a classificação está baseada na configuração espacial das células unitárias dos minerais. De uma maneira geral as argilas podem ser enquadradas em três grandes grupos:

a — Grupo da caulinita — representado por silicatos hidratados de alumínio, incluindo caulinita, diquita, haloisita, anauxita, halofana e nacrita.

b — Grupo da montmorilonita — constituído por silicatos hidratados de alumínio, magnésio e ferro, com ions trocáveis de sódio ou cálcio. Os representantes deste grupo são a montmorilonita, beidelita, nontronita, hectorita e sauconita.

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



Algumas argilas recebem nomes especiais baseadas nas suas características e propriedades. Dentre elas pode-se citar: «ball-clay» argila muito plástica de cor escura pertencente ao grupo da caulinita; «terra-fuller» argila do grupo da montmorilonita que tem a propriedade de trocar ions naturalmente.

Neste capítulo dar-se-á ênfase apenas às argilas para cerâmica vermelha e branca. Para cerâmica vermelha, as argilas podem apresentar uma elevada percentagem de impurezas minerais e orgânicas, enquanto as argilas utilizadas em cerâmica branca necessitam possuir pouca ou nenhuma impureza mineral e nem tampouco estar muito contaminadas por elementos metálicos, tais como ferro e manganés.

No que se refere a coloração as argilas apresentam tonalidades bastante variáveis, dependendo das impurezas nelas contidas.

4.3.1 — Síntese da economia mineral

As argilas têm um vasto campo de aplicação, em diversos setores, que está diretamente relacionado com a estrutura cristalina, composição química e propriedades físicas. De uma maneira geral as principais características que condicionam o uso são tamanho das partículas, plasticidade, índice de contração, refratariedade, cor de queima, tixotropia, etc.

As principais apliçações de argilas são: em cerâmica vermelha para confecção de tijolos, telhas, manilhas, ladrilhos, etc; em cerâmica branca na fabricação de louças sanitárias e domésticas, porcelana, além de peças refratárias; na indústria de borracha e plástico como carga ativa e inerte; na indústria metalúrgica, para a moldagem de peças e como aglomerante na pelotização do minério de ferro; além de ser utilizada na indústria de cimento, como diluente de inseticida, carga para sabão, agregados leves, etc.

As argilas de uso comum constituem materiais de baixo preço e relativa abundância. Havendo pouca exigência em relação a qualidade, elas possuem pouca influência no comércio entre os países.

As reservas brasileiras medidas de argila em 1975 situaram-se por volta de 211.652.794 t, distribuídas em diversos Estados, com São Paulo participando em 89.168.457 t, seguido de Minas Gerais com 46.307.025 t e os demais Estados com cotas inferiores a 15.000.000 de toneladas.

Nos últimos dez (10) anos a produção brasileira tem crescido, tendo em vista que em 1966 a produção oficial foi de 654.537 t e em 1975 alcançou 2.385.710 t. Estes índices referem-se às explotações legalizadas, mas a produção real supera amplamente tal cifra, pois a maior parte das argilas explotadas provém de garimpos não legalizados, à margem do controle do Departamento Nacional da Produção Mineral.

A partir do cálculo do Imposto Único Sobre Minerais em 1975, o Estado do Rio Grande do Norte produziu 15.889 t de argila comum no valor tributável de Cr\$ 70.682,00.

Os preços das argilas são bastante variáveis dependendo das especificações apresentadas pelas mesmas, oscilando entre Cr\$ 12.00/t e Cr\$ 319,00 t (c.i.f.).

4.3.2 — Ocorrências do Estado

Foram cadastrados 27 depósitos argilíferos no Estado do Rio Grande do Norte, distribuídos em diversos municípios (tab. 2), que são utilizados pelas cerâmicas e olarias da região.



De um modo geral os depósitos são representados por uma sequência, constituída pelas aluviões recentes depositadas nas várzeas dos rios e riachos, podendo entretanto ser encontrados nos sedimentos lagunares. As espessuras destes depósitos são bastante variáveis e podem ser observadas na tabela 2.

Os ensaios tecnológicos preliminares, realizados em amostras da maioria dos depósitos, recomendaram a utilização destes materiais em cerâmica vermelha, para fabricação de telhas, tijolos, lajota, etc. com ressalva para a realização de outros ensaios para possível utilização destas argilas na fabricação de manilhas, agregados leves ou mesmo ladrilho de piso.

No que se refere às indústrias cerâmicas no Estado, observou-se que as de maior porte se concentram nas áreas a leste do meridiano de 36º e ao norte do paralelo de 5º30' nos municípios de São Gonçalo do Amarante, Goianinha, Arês, Mossoró, Upanema, Acu, São José de Mipibu, Macaíba e Ipanguaçu, cujos depósitos são representados pelas aluviões dos rios Potengi, Trairi, Açu, Carmo, Jacu e Apodi, que são os de maiores possanças. Os demais depósitos são de pequeno porte e são utilizados por pequenas olarias de subsistência.

A explotação dos depósitos na grande maioria das cerâmicas é feita manualmente, as mais modernas utilizam pás-escavadeiras. A queima das peças é feita em fornos de campanha ou contínuo, sendo a secagem anterior à queima realizada ao ar livre ou em estufas que utilizam parte do calor dos fornos. A moldagem das peças é feita por marombas Bonfanti ou Morando acopladas a misturadores. Suas produções variam entre 10.000 a 40.000 peças por dia.

4.3.3 — Conclusões e recomendações

As principais ocorrências de argilas para cerâmica vermelha se distribuem principalmente a leste do meridiano de 36°. Na região oeste do Estado foram cadastrados pequenos depósitos que são utilizados por pequenas olarias de subsistência. Os municípios mais desenvolvidos desta região têm seu consumo de produtos cerâmicos suprido parcialmente por indústrias cearenses.

No interior do Estado observa-se a existência de uma concentração de depósitos de argila ao longo dos rios Carmo e Açu, que são explotados por cinco (5) indústrias cerâmicas.

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

Pelo que foi exposto anteriormente recomenda-se um estudo sistemático ao longo dos rios, principalmente nas áreas próximas aos grandes centros consumidores, tendo em vista o grande desenvolvimento da indústria civil do Estado, que acarretará uma maior demanda de produtos cerâmicos, com a finalidade de determinar o potencial das reservas de argilas, ao mesmo tempo que se discutiria a implantação de indústrias cerâmicas, para suprir o deficit, que se observa atualmente no Estado.



4.4 - Barita

Os principais minérios de bário são a barita (BaSO₄) e a witerita (BaCO₃). A barita também denominada baritina ou espato pesado, é a fonte mais importante de bário, utilizado nas indústrias sob a forma de cloreto, sulfato e carbonato. Quimicamente é constituída por 65,7% de monóxido de bário (BaO), 34,3% de trióxido de enxofre (SO₃) e se cristaliza no sistema ortorrômbico. A coloração varia desde branca a rósea, de transparente a opaca, podendo ocorrer manchas de óxido de ferro ou matéria carbonosa.

A witerita teoricamente possui 77,7% de BaO e 22,3% de $\rm CO_2$, cristaliza-se no sistema ortorrômbico, possuindo cor branca, cinza, amarela, verde e marrom. Apresenta menor interesse sendo produzida principalmente na Inglaterra.

4.4.1 — Síntese da economia mineral

O campo de usos e aplicações da barita é vasto devido às suas propriedades de inércia química, relativa insolubilidade em água e ácidos e elevada densidade. Um dos maiores aproveitamentos da barita consiste no preparo de lamas densas, empregadas na perfuração de poços de petróleo, gás ou água, que consome 80% a 90% da barita produzida no mundo.

A barita também é usada na indústria de vidros, na composição de diversos pigmentos, como carga inerte na fabricação de tintas, pneumáticos, plásticos e na preparação de concreto de elevada densidade para revestir ambientes que envolvem radiações, em virtude de sua resistência aos Raios — X e Raios — Gama.

Os compostos carbonato, cloreto, óxido, hidróxido, peróxido e nitrato de bário têm diversas aplicações: indústrias de lentes óticas; tubos de raios catódicos de aparelhos de televisão; agente purificante d'água; na indústria do aço; soda cáustica; materiais corantes; refinação de acúcar; preservação de madeiras; na fabricação de estabilizante para PVC, etc.

De um modo geral os diversos tipos de barita enquadram-se em dois graus denominados, grau lama de perfuração e grau químico. O primeiro apresenta 90% a 92% de BaSO₄ e a densidade mínima de 4,2; o segundo requer especificações mais rigorosas, como elevado teor de BaSO₄ (94%) e o mínimo de impurezas tais como: SiO₂, Fe₂O₃ e Al₂O₃.

As maiores reservas de barita se encontram nos Estados Unidos e atingem a cifra de 65 milhões de toneladas curtas, que representam 32,5% da reserva mundial.

No Brasil a barita é encontrada em diversos Estados, entretanto oficialmente as reservas medidas brasileiras somam 336.857 t e estão distribuídas nos Estados da Bahia (maior participação), Paraná e São Paulo.

A produção dos diversos países no ano de 1976 oscilou entre 1.129.000 toneladas curtas (EUA) e 55.000 t curtas (lugoslávia). Os maiores produtores na ordem decrescente são Estados Unidos, México, Irlanda, República Federal da Alemanha, Perú, Itália e Marrocos.

A produção brasileira apresentou nos últimos dez anos grandes desníveis, ocorrendo o pico máximo no ano de 1972 (87.614 t) e o mínimo em 1970 (33.503 t). Em 1975 a produção foi de 53.675 t.

O preço da barita (na mina) nos Estados Unidos é de US\$ 21/t. No Brasil o preço varia entre Cr\$ 100,00 e Cr\$ 1.250,00 (f.o.b).

O comércio exterior de barita no que se refere a exportação é bastante discreto. No ano de 1975 o Brasil só exportou 224 t de carbonato de bário no valor (f.o.b) de US\$ 88.040. No



que se refere a importação o Brasil importou compostos de bário e mesmo sulfato de bário ein natura» no valor de US\$ 2.446.666, onde a maior parcela corresponde a 3.041 t de carbonato no valor (c.i.f.) de US\$ 906.029 seguido do sulfato e cloreto.

4.4.2 — Ocorrências do Estado

Foram cadastradas 44 ocorrências de barita, distribuídas nos municípios de Caicó, Equador, Florânia, Ipueira, Jardim de Piranhas, Jucurutu, Lages, Ouro Branco, Parelhas, Santana do Matos, São Fernando, São João do Sabugi, São Rafael, São Vicente e Timbaúba dos Batistas, (tabela 3).

De uma maneira geral a barita ocorre geralmente em veios com espessuras variáveis superiores a 5 cm, encaixados concordantemente, na sua grande maioria, nos metamorfitos regionais.

A barita nas ocorrências cadastradas tem cor branca com variações até vermelha, por influência do óxido de ferro. Comumente encontra-se associada a quartzo e magnetita, muito raramente a minerais de cobre, como acontece nas ocorrências de Alto do Meio e Vida Nova.

A grande maioria destas ocorrências já foram explotadas através de garimpagem, cuja produção variava entre 20 e 120 t/semana, sendo vendida em Campina Grande, entretanto, atualmente grande parte dos garimpos encontram-se abandonados em função dos preços alcançados no mercado.

Com relação aos teores de BaO os mesmos oscilam entre 16% e 64% (tabela 3).

4.4.3 — Conclusões e recomendações

Dentre as 44 ocorrências cadastradas, as localizadas nos municípios de Caicó, São Fernando, São Rafael, Jucurutu, Parelhas, Santana dos Matos e Equador, merecem destaque em função da sua maior concentração nestas regiões, com possibilidades da continuação dos veios, como é o caso de Logradouro, Areia, Brandões, Sucuarana, Oscar Nelson, Samba Quixaba, Terra Santa e Coqueiros. Esta última merece ser estudada em detalhe, com a finalidade de definir suas possibilidades econômicas e a confirmação da continuidade do veio, já parcialmente garimpado. Conjuntamente com estes estudos deverá ser realizada uma pesquisa sistemática na região, visando encontrar outras ocorrências.

Por outro lado, afora as ocorrências no domínio das rochas cristalinas, salienta-se a importância dos condicionamentos geológicos na área sedimentar do Apodi, tendo em vista a existência de barita nestes sedimentos (notícias).

Muito embora tenha-se constatado a existência de garimpos para barita no Estado, não se dispõe de nenhum dado referente à sua produção.

4.5 — Berilo

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

O berilo e um silicato de alumínio e berílio e sua composição química é 14,1% de BeO, 19% de Al₂O₃, 66,9% de SiO₂, registrando até 7% de impurezas sob a forma de alcalis.



Existem vários tipos de berilo, dependendo da natureza das impurezas, podendo ser observado que a composição das impurezas é usualmente determinada pelas condições de formação do mineral.

Algumas variedades de berilo em função de sua cor, grau de cristalização e pureza são consideradas gemas, como por exemplo, pode-se citar esmeralda e água marinha, encontradas em pegmatitos sem substituição pneumatolítica.

4.5.1 — Sintese da economia mineral

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

O berílio é utilizado nas indústrias também sob a forma de óxido e em liga com o cobre.

O emprego do berílio nos diferentes campos apresenta as seguintes proporções: 48% como liga em equipamentos para indústria elétrica; 19% em componentes para indústria eletrônica; 26% em reatores nucleares e indústria aeroespacial; 7% em outros usos.

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

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

Em termos mundiais as reservas de berilo não são grandes, entretanto sabe-se da existência de outros minérios de berílio de baixo teor, que possivelmente forçaram a construção de usinas de concentração que tornaram esses minérios comercialmente exploráveis.

Em 1975 as reservas brasileiras medidas de berilo eram de 533 t distribuídas nos Estados da Bahia, Ceará, Espírito Santo e Minas Gerais, contribuindo esta última com 527 t. O Anuário Mineral Brasileiro (1976) não faz nenhuma referência à reserva dos pegmatitos da Província Pegmatítica da Borborema.

Os depósitos de berilo mais importantes do mundo encontram-se principalmente nas regiões pegmatíticas dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro.

A produção brasileira de berilo é toda praticamente oriunda de garimpos sobre os quais não são exercidos qualquer tipo de controle. No Rio Grande do Norte com base no IUM foi produzida em 1975, 274 t de berilo no valor tributável de Cr\$ 331.12000, não ocorrendo neste ano produção de água marinha.

Muito embora o Brasil seja o maior produtor mundial de berilo, esta matéria prima ainda não é processada no país destinando-se toda produção ao mercado externo. Durante o ano de 1975, as exportações brasileiras em berilo foram de 646 t, que correspondeu a US\$ 265.893 (f.o.b.) e as importações em óxido de berílio foram inferiores a uma tonelada.

Durante o ano de 1976 o preço do minério variou entre US\$ 30 e US\$ 42 por t curta, superior ao preço final de 1975 que foi de US\$ 30 por tonelada curta. Já em janeiro de 1977 ocorreu um aumento adicional de US\$ 0,11 sobre o berílio metálico em barra, que se



manteve ao preço de US\$ 154,54 e US\$ 154,60 por libra durante o ano de 1976, não sendo afetado pelo respectivo aumento. Este metal mantem esta cotação desde fevereiro de 1975.

4.5.2 — Ocorrências do Estado

Foram cadastradas através de bibliografia 139 pegmatitos cuja principal mineralização é berilo, no Estado do Rio Grande do Norte, distribuídos nos municípios de Parelhas (83), Equador (20), Santa Cruz (1), São Fernando (1), São Tomé (2), Acari (3), Carnaúba dos Dantas (24), Currais Novos (2), Jardim do Seridó (3) e 85 pegmatitos cujo berilo é subproduto de outras mineralizações. Todos os pegmatitos são encaixados concordantemente ou discordantemente nos metamorfitos dos Complexos Caicó e Séridó.

4.5.3 — Conclusões e recomendações

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

4.6 — Calcários/Mármores

As rochas constituídas essencialmente de carbonato de cálcio (CaCO₃) são denominadas de calcário, ocorrendo sob a forma de lentes ou camadas em rochas sedimentares ou metamórficas e raramente em rochas igneas. Estão distribuídas abundantemente na crosta terrestre e se formaram ao longo dos diversos períodos geológicos.

Geneticamente são originadas por precipitações químicas de soluções ou pelo acúmulo de restos orgânicos. Pettijohn (1949), distingue calcários autóctones, formados «in situ», dos alóctones constituídos por material transportado. Quando a sequência sedimentar é submetida a processos metamórficos originam-se os calcários ditos metamórficos ou mármores dependendo de suas características.

O carbonato de cálcio pode se apresentar sob a forma de calcita ou de aragonita dependendo do sistema de cristalização do mesmo.

Em virtude da afinidade geoquímica existente entre cálcio e magnésio praticamente inexiste na natureza um calcário de composição 100% de CaCO₂.O que se observa são rochas contendo uma mistura em proporções variáveis de cálcio e magnésio, acrescida de impurezas argilosas e silicosas.

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

Rocha	%	M	igO
Calcário	0		1,1
Calcário magnesiano	1,1	а	2,1
Calcário dolomitico	2,1	а	10,8
Dolomito calcítico	10,8	а	19,5
Dolomito	19.5	а	21.7



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

% Calcário	-	•		•	% Argila
100		(Calcário branco	•	. 0
90		(Calcário de cal hidráulico		10
· 75	•	. (Calcário de cimento		25
70		(Cal romano		30
60	• _		Simento Portland	_	40
25 .			Argila para tijolos		75
10		1	Argila refratária	•	90
- O		,		•	100

FONTE: Mabesoone — Sedimentologia — 1968

Por vezes o calcário exibe aspecto pulverulento e amorfo, de consistência terrosa, contendo frequentemente restos de foraminíferos e outros micro-organismos marinhos, sendo denominado nestes casos de greda, giz, «chalk» ou gesso cré. Este material pode ser obtido artificialmente por precipitação de carbonato de cálcio.

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

4.6.1 — Síntese da economia mineral

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

Os principais usos estão relacionados a seguir:

- Pedra britada constituindo agregado para concreto em pavimentação de estradas ou em lastro para leitos de ferrovias.
- Como matéria-prima essencial na manufatura de cimento Portland. Nesta utilização o calcário necessita de alto teor de CaCO₃, baixo teor de MgO (as normas brasileiras permitem um teor de até 6% de MgO), pequena proporção de óxidos de ferro e aluminio.
- Como matéria prima na fabricação de cal, onde o calcário é submetido a temperaturas da ordem de 100 °C a 1.100 °C, quando se dissocia produzindo cal virgem.
- Como corretivo de solos, servindo para diminuir a acidez, aumentando o pH. Entretanto o calcário para este uso deve possuir um teor de carbonato de magnésio superior a 5%.
- Como fundente em metalurgia, cuja finalidade é formar escórias fluídas de silicato de cálcio, que facilitam a eliminação de impurezas como fósforo e sílica durante a fabricação do aço.



- -- Na indústria química e farmacêutica, o calcário, tem várias aplicações servindo na fabricação de carboreto de cálcio, soda cáustica, bicarbonato de sódio, inseticidas, fungicidas, corantes, refinação de apucar (como agente precipitador), tintas hidro-solúveis, pigmentos, refinação de petróleo, etc.
- O calcário é utilizado na formação do silicato complexo que é o vidro, participando na proporção de 10% a 20% das cargas.
- Como pedras ornamentais são usados os mármores de diversos tipos, cores e tonalidades.
- Finalmente o calcário é utilizado na complementação de ração animal; como redutor na produção de urânio, tório, titânio e outros metais.

A produção mundial de calcário é muito grande, sendo esta substância um dos bens minerais mais consumidos, juntamente com petróleo, carvão e ferro. Os dados de produção geralmente estão divididos entre cimento e cal. As indústrias de cimento consomem praticamente a metade do calcário produzido. Os maiores produtores mundiais de cimento são a Rússia e os Estados Unidos que em 1971, produziram 168.000.000 de toneladas. O Brasil é o segundo maior produtor das Américas com uma produção de 9 milhões de toneladas que é amplamente superada pela produção dos Estados Unidos, que foi de 64.106 de toneladas, naquele mesmo ano.

Geralmente os países que mais fabricam cimento também são os maiores produtores de cal, sendo a União Soviética a maior produtora seguida dos Estados Unidos com produções em 1970 de 23.700.000 t curtas e 19.747.000 t curtas, respectivamente.

No Brasil as reservas medidas em calcário somavam em 1975, 6.575.393.762 t distribuídas em 20 Estados cujo possuidor do maior percentual é o Estado do Paraná com 1.827.411.288 t seguido por Minas Gerais com 1.698.039.243 t. O Estado do Rio Grande do Norte oficialmente possui uma reserva medida de 106.508.687 t.

A produção bruta de calcário no Brasil em 1975 somou 29.588.374 t sendo o maior produtor o Estado de Minas Gerais com 10.610.362 t, em segundo lugar São Paulo com 7.409.691 t. No Nordeste o maior produtor é Pernambuco com 1.256.790 t; em segundo lugar a Bahia com 795.584 t. A produção do Rio Grande do Norte oficialmente é de 324.906 t.

A produção brasileira de cimento Portland em 1974 foi de 13.012.318 t, sendo São Paulo o maior produtor, seguido por Minas Gerais. O Rio Grande do Norte produziu neste mesmo ano 177.825 t.

Afora o cimento Portland o Brasil também produz cimento para alto forno, branco, pozolânico e de alta resistência, sendo a produção para estes tipos de cimento de 1.120.481 t, 51.324 t e 694.303 t respectivamente, provenientes dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

No mercado exterior observa-se que no período compreendido entre 1969 e 1975, ocorreu uma significativa redução de importações de cimento, demonstrando a evolução de produção interna deste bem, sendo importado 213.942 t de cimento e exportado 45.948 t.

Acredita-se que se não houver a implantação de novas fábricas de cimento poderá ocorrer escassez do produto no final da década de 1970. Em 1979 prevê-se uma capacidade nominal de 24.000.000 t/ano para uma demanda de 25.710.000 t/ano.

Pode ser encontrada toda gama de especificações para cal, cimento e calcário. Em linhas gerais no início da década de 1970, os preços do cal nos Estados Unidos variavam entre US\$ 13.73/t curta a US\$ 18,84/t curta. O preço do cimento em 1970 oscilou em torno de US\$ 19,47/tonelada métrica.



No Brasil os preços de calcários de acordo com as especificações variavam no período março-abril de 1977 entre Cr\$ 46,00/t a Cr\$ 530,00/t (f.o.b.).

O consumo interno de calcário, dolomito e conchas calcárias pode ser assim distribuído no Brasil:

Cimento	69,0%
Cal	16,0%
Siderurgia	7,0%
Corretivo de solo ·	1,5%
Outros Usos	6.5%

4.6.2 — Ocorrências do Estado

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

Durante a etapa de campo foram cadastradas 117 ocorrências de calcário, incluindo 14 que foram explotadas para uso em construção civil (mármore) e foram cadastradas como tal (tabela 4 a 5).

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

No campo do domínio das rochas cristalinas, que são predominantes na constituição geológica do Estado, os calcários associados ocorrem geralmente sob a forma de lentes intercaladas concordantemente nos Complexos Seridó e/ou Caicó. Apresentam-se altamente cristalinos, com textura sacaroidal, granulação fina a média, de cor predominantemente branca ou cinza claro, com laivos mais escuros, e com teores de CaO e MgO bastante variáveis (tabela 4); essas lentes têm espessura e extensão bastante variáveis alcançando às vezes centenas de metros de espessura e extensão superior a 5 km. Alguns destes depósitos são utilizados para obtenção de matéria prima para fabricação de cal, onde o calcário é explotado, de maneira bastante rudimentar. Esses trabalhos normalmente são de natureza esporádica e são realizados pelos próprios proprietários das terras, ou então, os mesmos só têm participação na venda do produto.

No município de São Tomé uma dessas lentes é explotada para ser comercializada como corretivo de solo. Neste caso o calcário é britado e posteriormente moído, em moinho de bola, dando uma produção mensal de 96 t.

Nos municípios de São Rafael, São Tomé, Almino Afonso e São João do Sabugi, algumas lentes são explotadas para servirem como pedra de ornamentação na construção civil. Esta utilização é baseada na granulometria, cor, ausência de fraturamento e beleza da rocha polida. As principais companhias que explotam estes depósitos são Simwal. Normisa e União de Mármores e Granitos do Nordeste Ltda. A primeira tem seu beneficiamento instalado na cidade de Açu, e o rejeito é utilizado para fabricação de cal e filer, e as duas últimas são sediadas na cidade do Recife-PE.

No domínio das rochas sedimentares observou-se uma extensa área, que engloba diversos municípios e partes de outros, localizada ao norte do paralelo de 5⁰30' e constituída



pela Formação Jandaira, ocorrendo outras zonas de afloramento da mesma a leste do meridiano de 36º como pode ser observado no mapa geológico do Estado.

A Formação Jandaíra litologicamente é constituída por uma sequência bastante homogênea de calcários, em geral compactos, de cores creme e cinza, intercalados com sedimentos detríticos e gipsita. Em alguns locais observa-se a presença de calcários litográficos, compactos, recristalizados, de cores acinzentada a branca e calcários biodedríticos, que ocorrem preferencialmente próximos à litofáceies arenosa. A parte mais superior da formação é caracterizada por calcários maciços de granulação fina a microcristalinos, com forte diagênese, de cores creme e cinza clara, pouco fossilíferos. A espessura desta formação segundo dados de sondagens alcança mais de 200 metros, com predominância de calcários.

Esta formação repousa conçordantemente sobre os arenitos da Formação Açu com contato gradacional, é subhorizontal, mergulhando suavemente para norte, onde aparece recoberta ora por um manto arenoso de espessura variável, ora pelos sedimentos terciários do Grupo Barreiras.

Nos trabalhos de cadastramento considerou-se como uma única ocorrência, toda a área onde esta formação tem continuidade geográfica, sendo feito entretanto, uma coleta de amostra em diversos pontos (anexo 2) preferencialmente próximos de locais de explotação (tab. 6).

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

O fabrico de cal tem, sua maior área de concentração nos municípios de Dix-Sept-Rosado e Jandaira, muito embora tenha-se observado pequenas caieiras isoladas na região com funcionamento intermitente.

A maioria das caieiras observadas são de pequeno porte com volume médio de 20 m³. O transporte ao mercado consumidor é rodoviário com exceção da produção de Dix-Sept-Rosado, que é transportada por trem até a cidade de Mossoró.

Foram realizadas análises de avaliação de calcário para a grande maioria das amostras coletadas nos afloramentos visitados, as quais apresentaram uma grande variação nos teores de CaO e MgO e resíduo insolúvel, como pode ser observado na tabela 6.

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

A leste do meridiano de 36°, ocorrem diversos pontos de afloramento dos calcários da Formação Jandaira, entretanto foi cadastrada apenas uma ocorrência na localidade de Massaranduba, município de Extremoz, em virtude de nos demais locais o calcário apresentar-se bastante alterado e com um espesso capeamento resultante da alteração do mesmo.

Em Massaranduba o calcário apresenta as características gerais da formação, com intercalações de bancos de argila com até 30 cm de espessura.

Nos municípios de Pendências e Taipu foram cadastradas duas ocorrências de «greda». Na primeira a «greda» tem cor branca e aflora numa área de aproximadamente 500 m² com espessura média de 2 metros. Atualmente está sendo explotada pela Mineração Cariri, com uma produção de 25 t/dia.

A ocorrência do município de Taipú é representada por uma greda de cor creme que aflorá numa área de aproximadamente 1 ha, sendo explotada pela Mital S/A.



No local denominado Fervedeira, município de Santana do Matos foi cadastrada uma ocorrência de calcário, creme amarelado, cuja origem está ligada a fontes hidrotermais, que ocorre em camadas subhorizontais no vale do riacho Fervedeira, numa área de 10 ha aproximadamente e espessura superior a 10 m, repousando discordantemente sobre biotita-gnaisse laminado.

Atualmente este depósito está sendo explotado pela Simwal S/A e o material depois de beneficiado é vendido como mármore.

4.6.3 — Conclusões e recomendações

Os depósitos de calcário do Estado do Rio Grande do Norte podem ser classificados em três tipos: o primeiro metamórfico, tem seu campo de domínio nos Complexos Seridó e Caicó; o segundo de origem sedimentar representado pela Formação Jandaíra quase que em toda sua totalidade; e o terceiro cuja origem está ligada a fontes hidrotermais.

No que tange a sua distribuição geográfica os calcários se distribuem regularmente ocorrendo na grande maioria dos municípios norte-riograndense com exceção de alguns da faixa costeira e outros localizados na região oeste do Estado.

Quanto a sua utilização esses calcários prestam-se às mais diversas aplicações principalmente aquelas consideradas básicas à economia do país. Atualmente a maior parte das ocorrências cadastradas são utilizadas como fonte de matéria prima para fabricação de cal, cuja produção é bastante irreguiar. Em menor escala aparecem os depósitos cujo material é utilizado como corretivo de solo, filer, na indústria cimenteira e como mármore.

Tendo em vista o grande volume de calcário no Estado com teores de CaO e MgO enquadrando-se nos mais diversos tipos de aplicação recomenda-se um estudo sistemático de quantificação e qualificação, visando incentivar aumento de produção dos diversos produtos, além de definir as necessidades infraestruturais para o aproveitamento dos mesmos.

Esta recomendação têm como suporte os seguintes fatores:

- a o grande desenvolvimento na indústria civil da região, a qual obrigatoriamente aumentará a demanda de cal e cimento.
- b principalmente nas regiões cujo suporte econômico é a agricultura, onde o calcário moído será aplicado como corretivo de solo, baixando a acidez do mesmo e favorecendo a obtenção de maiores safras.
- c a ampliação e implantação de indústrias que utilizam o calcário como matéria prima.

4.7 — Cassiterita

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



O estanho é um metal branco, séctil, dúctil, com ponto de fusão de 231°C e facilmente maleável.

4.7.1 — Síntese da economia mineral

Os campos de aplicação do estanho são definidos exclusivamente sob forma "metálica, tais como:

- a Folhas de flandres esta é a principal fonte de consumo de estanho, da ordem de 45% do total mundial.
- b Estanhagem a estanhagem com ligas do estanho com zinco ou niquel fornece maior resistência à corrosão.
- c Solda o principal emprego se verifica nas indústrias de rádio, televisão, computadores, etc.
- d Ligas de estanho tipo Babblitt (estanho-antimônio-cobre) usada em mancais, ligas de fusíveis, em liga bronze-fósforo, em moedas de bronze, como metal para ornamentos e outros.
- e Bronzes os bronzes verdadeiros são a base de cobre com 10% de estanho.
- f Aditivo para ferro fundido verificou-se que a dispersão uniforme de estanho em massa de ferro fundido em quantidade abaixo de 0,1% melhora algumas de suas propriedades.
- g O estanho é ainda usado em revestimento eletrolítico, na indústria de plástico, de tintas fungicidas, manufatura de tecidos, cerâmica, desinfetante e na agricultura.

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

A produção mundial de concentrado de estanho para 1976, foi de 171.000 t pelo Internacional Tin Coucil (ITC) abaixo das 175.100 t em 1975.

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

A produção brasileira nos últimos dez (10) anos apresentou um sensível aumento tendo em 1966 produzido 2.504 t e em 1975, 6.849 t (inclusive produção de garimpos), entretanto nos anos de 1970 e 1971 ocorreu um declínio em função da paralização da garimpagem que ocorria em Rondônia.

O Estado do Rio Grande do Norte segundo o recolhimento do IUM, produziu 496 kg no valor tributável de Cr\$ 6.326,00.

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

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

As exportações brasileiras têm aumentado nos últimos três (3) anos, sendo distribuídas sob a forma de estanho metálico, manufaturados e folhas de flandres, que somaram respectivamente 3.498,24 t e 1.294 t, nos valores de US\$ 24.213.567 e US\$ 770,593



(f.o.b.). As importações foram bastante irregulares neste mesmo período ocorrendo um aumento em determinado produto e uma queda em outros, sendo o valor total das importações no ano de 1975 de US\$ 109.456.944 (c.i.f).

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

Em contraste com o longo declínio anual dos preços durante 1975, em 1976 sofreram um aumento substancial.

Em cada um dos quatro maiores mercados do mundo para estanho, Penang, Londres, Nova York e Washington o mais baixo preço veio em janeiro quando em Penang foi de M\$ 953 por picul que equivale a 133,3 lb; em Londres o preço foi de £3,053 por tonelada métrica. Logo após o natal o picul passou a M\$ 1.318 em Penang e £5.250/t em Londres.

No Brasil os preços de concentrado estão variando em Cr\$ 60,00 e Cr\$ 92,00 kg (f.o.b).

4.7.2 — Ocorrências do Estado

No Estado do Rio Grande do Norte foram cadastrados cinco (5) pegmatitos garimpados para cassiterita nos municípios de Parelhas (1), Carnaúba dos Dantas (3) Jardim de Angicos (1) e oito (8) pegmatitos onde a cassiterita era explotada como subproduto. Os pegmatitos estão encaixados nos Complexos Seridó e Caicó.

4.7.3 — Conclusões e recomendações

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

4.8 — Caulim

Do ponto de vista mineralógico o caulim pertence ao grupo denominado de «canditos», sendo que o argilo — mineral caulinita é o mais importante. Constituindo o grupo aparecem ainda os termos diquita e nacrita, polimorfos difíceis de se encontrar isolados, e a haloisita que é uma forma hidratada. O caulim é um material branco, quimicamente representado por silicatos hidratados de alumínio. Impurezas frequentes e que nos caulins puros comparecem com traços inferiores a 1%, são óxidos de ferro e de titânio e minerais alcalinos terrosos.

4.8.1 — Síntese da economia mineral

O uso do caulim é regulado pelas propriedades físicas e químicas do material, de modo que determinadas indústrias requerem matéria-prima relativamente isenta de impurezas, sem muita preocupação com respeito à cor. Algumas necessitam de caulim com



brilho excepcional ou de granulometria específica e ainda outras elaboram produtos para os quais o minério de baixa qualidade é indicado.

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

As aplicações industriais mais comuns são:

- a Cerâmica branca esta utilização é bem conhecida, embora o emprego na indústria de papel seja mais difundido. O caulim para cerâmica branca é empregado em louça doméstica e sanitária, isoladores térmicos e elétricos e materiais refratários.
- b Indústria de papel esta utilização consome cerca de 60% da produção total de caulim. Emprega-se principalmente o tipo coloidal como cobertura (coating) para fornecer brilho, maciez e alvura, ou então serve como carga.
- c Indústria de borracha e plástico nestes casos o caulim atua como reforçador ativo ou como carga inerte.
- d Fabricação de tintas e esmaltes o caulim é utilizado em virtude de ser quimicamente inerte e insolúvel no sistema, possuindo elevado poder de cobertura.
- e O caulim também é consumido nas indústrias têxteis, de adesivos, fertilizantes, cosméticos, lápis, detergentes, como auxiliar de filtração, tem funções de catalizador no refino de petróleo, constitui ingrediente em vários produtos farmacêuticos, além de alguns produtos derivados serem empregados na fabricação de vidros inquebráveis para automóveis.

Mesmo existindo diversos produtos alternativos como talco, sílica, carbonato de cálcio, magnesita e dolomita, o caulim mostra grande vantagem em virtude do custo relativamente baixo.

O caulim constitui-se num dos minerais argilosos mais encontrados na natureza, existindo depósitos espalhados por numerosas regiões do globo. Contudo são poucos os jazimentos aproveitáveis e nos quais o mineral se apresenta com grau de pureza compatível com aplicações mais nobres.

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

A produção americana (E.U.A) no ano de 1976 foi estimada em 5.700.000 t curtas sendo superior à de 1975, mas não consegue suplantar a cota de 1974, ano que alcançou a cifra de 6.400.000 t curtas.

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

Na Europa as empresas geralmente produzem minério de valor inferior, havendo no entanto exceções. Uma delas é a Alemanha Ocidental, com jazidas sedimentares no sul do país.

No Japão quase todo caulim de alta qualidade é suprido pela importação principalmente americana, embora a produção atinja 250.000 t curtas anuais.

No Brasil as ocorrências de caulim primário e secundário estão distribuídas em vários Estados da Federação. Uma parcela das reservas explotadas até o presente,



principalmente nos Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Norte e Paraíba é de origem primária, isto é, resultante da decomposição «in situ» dos feldspatos de pegmatito.

As reservas brasileiras medidas somaram 310.873.623 t, em 1975, sendo o Estado do Pará o que possui a maior reserva que era de 207.778.445 t. Este caulim é do tipo secundário que apresenta grau de pureza mais elevado que os ditos primários. O Amapá, o segundo colocado tem suas reservas medidas calculadas em 44.505.750 t.

O Estado do Rio Grande do Norte participa com 1.009.830 t e sua produção segundo o recolhimento do I.U.M. foi de 28.910 t de caulim no valor tributável de Cr\$155.837,00 no ano de 1975, ao preço médio de Cr\$5,39 sendo a produção brasileira no mesmo ano de 617.884 t, apresentando aumento constante nos últimos dez (10 ganos.

O preço de caulim no mercado internacional é bastante variável estando em total dependência da qualidade e de sua utilização na indústria. No Brasil o preço (f.o.b.) varia em Cr\$ 60,00/t, caulim utilizado em pisos a Cr\$ 1.080,00/t caulim para papel e tinta.

As exportações nacionais, relativamente pequenas, mostram uma evolução crescente nos últimos seis anos alcançando no ano de 1975, 2.845 t no valor f.o.b. de US\$187.553, e são constituídas principalmente de material para a indústria cerâmica. Os compradores tradicionais são os países da América do Sul e a partir de 1970 também seguiram cargas para o Japão e Países Baixos.

Por outro lado, as importações brasileiras mostram decréscimo a partir de 1974, sendo mais de 90% do minério importado proveniente dos Estados Unidos. O material importado destina-se a usos mais nobres como indústria de papel para coberturas especiais, caulins ativos para indústria de borracha e tipos puríssimos para uso farmaceutico. O volume deste material em 1975 alcançou a cota de 3.877 t no valor de US\$ 1.296.008 (f.o.b.).

4.8.2 — Ocorrências do Estado

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

No decorrer dos trabalhos de campo foram cadastradas duas ocorrências de caulim do tipo sedimentar ou secundário e onze de caulim primário ou de pegmatito, muito embora estes últimos não constassem como objetivo do projeto para cadastramento no campo. Entretanto, com o intento de fornecer uma descrição desses depósitos, realizou-se o cadastramento de alguns deles, desde que esses depósitos são explotados intermitentemente e constituem uma atividade econômica do Estado (tab. 7).

4.8.2.1 — Depósitos primários

Dentro desta classificação foram cadastrados onze depósitos localizados nos municípios de Equador (10) e Cerro Corá (1). Esses depósitos possivelmente fazem parte dos 21 cadastrados durante a fase de pesquisa bibliográfica.

Os caulins de origem primária ocorrem em bolsões ou «amas» e são resultado da decomposição «in situ» dos feldspatos dos pegmatitos por ação das águas meteóricas. Como impurezas a este material aparece quartzo, mica e o próprio feldspato não totalmente alterado. Em alguns desses depósitos são explotados como subproduto o berilo, a tântalo-columbita e outros minerais de pegmatito.



com o objetivo de alcançar maior rentabilidade do produto negociado, foram montados, pelos garimpeiros, tanques de decantação. Esses tanques são empregados na lavagem do minério para a retirada das impurezas. O caulim obtido após a lavagem e a decantação é seco ao ar livre ou em fornos alimentados a lenha. Nesse processo o desperdício de caulim é grande, de maneira tal que os rejeitos poderiam vir a fornecer material aproveitável.

As litologias predominantes na região de ocorrência destes depósitos são gnaisses, micaxistos, granitos, migmatitos e, principalmente, quartzitos que são atravessados por numerosos pegmatitos de potência e estruturas variáveis. A faixa quartzítica que atravessa os municípios de Junco do Seridó (PB) e Equador (RN) e que se prolonga rumo norte formando a Serra das Queimadas, encerra a maior parte dos pegmatitos cauliníferos da região.

4.8.2.2 — Depósitos secundários

Os depósitos de caulins secundários, cadastrados, estão localizados nos municípios de Macaíba e Martins. O primeiro no local denominado Mangabeira às margens da antiga estrada Macaíba-Natal. Trata-se de um espesso banco de caulim arenoso com uma espessura superior a 5 metros e uma extensão aflorante em torno de 150 metros. Este depósito faz parte dos sedimentos do Grupo Barreiras, que constitui em outros Estados jazimentos econômicos; e o segundo nas proximidades da cidade de Martins, na ladeira do Barro Branco. O caulim aí encontrado constitui um depósito estratiforme ligado aos sedimentos da Formação Serra do Martins, que são representados por arenitos argilosos, cauliníferos, ferruginosos, e lateritos. Este depósito foi objeto de pesquisa no período de novembro de 1974 a março de 1975.

4.8.3 — Conclusões e recomendações.

O caulim é um dos bens minerais mais explotados do Estado do Rio Grande do Norte, cuja produção em 1975 foi de 28.910 t no valor tributável de Cr\$ 155.837,00 ao preço médio de Cr\$ 5,39 t, com base na arrecadação do IUM. Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (1976) neste ano a produção norteriograndense foi de 1.350 t, com isso observa-se que mais de 90% da produção oficial de caulim provém da garimpagem.

A exploração racional dos jazimentos aliada a sua industrialização e comercialização poderá gerar considerável renda traduzida em tributos, multiplicação de indústrias e derivados e novas oportunidades de empregos. Associado a isto o consumo do caulim em uma nação está intimamente ligado ao produto nacional bruto, sendo de se esperar que o Brasil venha a repetir o que ocorreu em alguns países na década de 1960, que abriu um grande mercado para todas as qualidades de caulim.

Pelos dados acima citados observa-se boas perspectivas com relação a caulim no Estado, muito embora o montante das reservas conhecidas seja modesto quando comparado ao de outras regiões do país. Contudo, tais reservas poderão vir a ser ampliadas consideravelmente caso sejam realizados estudos nos sedimentos do Grupo Barreiras potencialmente ricos em caulim (bancos), além de se desenvolver a produção da região de Equador (principalmente), visando ao abastecimento do mercado interno, como também ingressar no mercado internacional. Este aumento de produção estaria ligado diretamente ao incentivo de aplicação de tecnologias modernas na explotação e beneficiamento do caulim,



associada a uma pesquisa sistemática nas áreas quartzíticas com pegmatitos ricos em caulim e na região litorânea nos sedimentos do Grupo Barreiras.

Segundo Silva (1973) o caulim de algumas das ocorrências cadastradas pode ser utilizado em cerâmica branca, refratária e revestimento de papel.

4.9 - Celestita

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

A celestita é um sulfato de estrôncio de fórmula química SrSO₄ (56,4% de SrO), cristaliza-se no sistema ortorrômbico, dureza 3 a 3,5 na escala de Mohs, peso específico 3,97 e apresenta coloração azul, branca, avermelhada, esverdeada ou amarronzada.

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

A estrocionita é um carbonato de estrôncio de fórmula química SrCO₃ (70,1% de SrO) de coloração amarelada, esverdeada e avermelhada.

4.9.1. — Síntese da economia mineral

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

- a Em liga com cobre para intensificar a dureza e diminuir as bolhas de ar.
- b Em liga com o estanho e chumbo, formando um «metal» mais duro e duradouro para acumuladores.
- c Em liga com o estanho serve para facilitar a expulsão dos gases queimados nos metais que contêm cobre, chumbo e zinco.
- d O nitrato de estrôncio é utilizado em pirotécnia, proporcionando a cor vermelha nos fogos de artifícios.

Outras aplicações de estrôncio são: em tintas, soda cáustica purificadora, para fabricação de vidros, esmaltes e em produtos químicos.

Os depósitos mais importantes de celestita se encontram na Inglaterra (Gloucester e Somerset) Alemanha (Westfalia) Itália (Sicília) Canadá (Ontário) México, Espanha, Rússia e India, contudo com exceção dos depósitos ingleses pouco se sabe com relação aos demais. Muito embora sejam encontrados diversos depósitos nos Estados Unidos, eles não apresentam condições econômicas de explotação, não podendo competir com o produto importado da Inglaterra.

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

No Brasil, segundo dados disponíveis, com relação a este metal, só se tem conhecimento de uma ocorrência nos sedimentos cretácicos do Araripe e outra nos sedimentos da Bacia do Apodi.

Segundo dados estatísticos a demanda de estrôncio no ano de 2000 atingirá cifras entre 12.700 e 21.500 toneladas, apresentando um crescimento médio anual entre 2,1% e 3,8% durante os anos de 1968 a 2000.

O preço estimado por tonelada de estrôncio contido em 1968 era de US\$ 49.



4.9.2 — Ocorrência do Estado

Na etapa de campo cadastrou-se uma ocorrência de celestita, localizada no município de Governador Dix-Sept Rosado, na fazenda Poço Comprido.

A celestita possui cor branca e azutada e ocorre sob a forma de finos veios ou pequenas lentes irregulares dentro dos calcários creme a cinza da Formação Jandaíra. Litologicamente a área é representada por argitas cinza-esverdeado, subposta ou sobreposta às camadas de calcários dolomíticos, nas proximidades de depósitos gipsíferos. Segundo Cassedane et alii (1972) a celestita também ocorre sob a forma de nódulos ou agregados cristalinos nas argitas esverdeadas.

Segundo resultado de análises a celestita apresenta um teor de 46,1% de SrO.

4.9.3 — Conclusões e recomendações.

Com base nos estudos efetuados, este depósito é de pequeno porte, entretanto, tendo em vista a não existência de depósito deste metal no Brasil se faz necessário um estudo prospectivo, principalmente na zona mediana da Formação Jandaíra onde ocorrem os argilitos e os depósitos gipsíferos. Este estudo incluiria ainda a prospecção de outros metais e/ou substâncias para as quais este ambiente seja propício a suas mineralizações.

4.10 - Cobre

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

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

Mineral	Composição	%Cų
	Cu	100
	S ₂ CuFe	34,5
•	S ₄ CuFe	63,3
	SCu ₂	79,8
	SCu	66,4
	S ₄ AsCu ₃	48,3
•	S ₇ Sb ₂ Cu	52,1
	S ₇ As ₂ Cu ₈	57,0
	Cu ₂ O	88,8
Tenorita	CuO	79,8
	CO ₃ Cu(OH) ₂ Cu	57,3
•	CO ₃ Cu (OH) ₂ Cu	55,1
Cricocola	SiO ₃ Cu.2H ₂ O	36,0
	SO ₄ Cu ₃ (OH) ₄	54,0
	SO ₄ Cu(OH) ₆	56,2
Atacamita	Cl ₂ Cu.3Cu(OH) ₂	59,4



4.10.1 — Síntese da economia mineral

O cobre é um dos principais metais da indústria na civilização moderna, sendo sua utilização muito bem difundida.

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

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

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

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

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

Com base em dados preliminares e estimado pelo Comodities Reasearch Unit (CRU) a produção das minas de cobre do mundo livre subiu para 6.431.000 t, ano de maior produção. O maior aumento, 200.000 t, veio do Chile, o qual superou a marca de um milhão de toneladas pela primeira vez, enquanto no Canadá, Zâmbia e Zaire ocorreram profundas perdas. O maior produtor mundial são os Estados Unidos com uma produção de 1.521.000 toneladas curtas no ano de 1976.

A produção de refinado subiu mais agudamente, cerca de 6,7%, refletindo a descida dos estoques de concentrado e da maior produção secundária. O Chile novamente mostrou um grande aumento, produzindo 689.000 toneladas curtas em 1976, enquanto os Estados Unidos produziram no mesmo ano 1.862.000 toneladas curtas.

No Brasil as reservas de minério de cobre estão distribuídas nos Estados da Bahia, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo e somam 45.794.093 toneladas, sendo que 42.863.278 t se encontram em Curaçá Jaguarari no Estado da Bahia.

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

Durante os anos de 1966 a 1975 a produção brasileira de minério de cobre e do metal apresentou-se da seguinte maneira: de 1966 a 1971 ocorreu um aumento na produção que alcançou a cota de 503.900 t e 5.100 t respectivamente; de 1971 a 1975 a produção sofreu uma queda atingindo em 1975 a cota de 266.077 t e 1.308 t respectivamente. Não se faz nenhuma referência a produção de cobre no Rio Grande do Norte.

As importações brasileiras de compostos químicos, do metal e de manufaturados apresentam-se relativamente estáveis durante os anos de 1974 e 1975, com o Brasil importando estes produtos no valor de US\$ 190.406.242 (c.i.f.) do metal e manufaturados e US\$ 1.925.547 em produtos químicos.

As exportações do metal e manufaturados caíram nos anos de 1973 a 1975, quando atingiram a cota de 936 t no valor f.o.b de US\$ 2.679.129.

O consumo de cobre refinado do mundo livre aumentou em 18,3% em 1976 de acordo com as estimativas de Comodities Research Unit (CRU), alcançado 7.148.000 t.



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

Os preços do cobre no mercado americano tiveram uma grande variação em 1976, com média de US\$ 0,69 por libra, apresentando um aumento de 9% sobre a média de 1975. O preço segundo o LME (London Metal Exchange) subiu de 14% mostrando o mais alto aumento, passando de 59,1 cents, para 63,9 cents por libra.

4.10.2 — Ocorrências do Estado

No decorrer do projeto foi cadastrada uma ocorrência de cobre localizada no sítio Maniçoba, município de Martins. Trata-se de um veio de quartzo com direção NE-SW, que aflora em três escavações numa área com predominância de rochas gnáissicas por vezes xistosas, e migmatitos do Complexo Caicó. O cobre ocorre sob a forma de sulfatos e carbonatos em disseminações e impregnações no veio de quartzo e na rocha encaixante (xistos), nas proximidades do contato. O atual estado em que se encontram as escavações não permitiu uma melhor observação desta ocorrência.

O cobre ocorre ainda em forma de sulfetos e carbonatos, associado a outros minerais como barita, scheelita nos tactitos e em pegmatito, como acontece na fazenda Quixaba município de Parelhas.

4.10.3 — Conclusões e recomendações.

Ao nível dos estudos realizados na ocorrência cadastrada, a mesma não apresenta boas perspectivas, entretanto poderão ser feitos estudos mais detalhados ao longo de sua direção e na área de ocorrência. Os estudos de preferência deverão ser geoquímicos, de solo ou sedimento de corrente, tendo em vista que em outros locais poderia ocorrer uma maior concentração deste metal:

As ocorrências de cobre associadas a scheelita nos tactitos também poderiam vir a ser estudadas, visando a sua explotação como subproduto. Recomenda-se o estudo do tactito de Água Fria, município de Jucurutu possivelmente um dos mais promissores.

4.11 — Columbo –Tantalita

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

A tantalita-columbita é um tântalo ou niobato de ferro-manganês, que compõe uma série isomórfica cuja forma é (Fe Mn) (TaNb)₂O₆, podendo ocorrer em todas as proporções possíveis.

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

Inúmeros minerais de nióbio e tântalo, em pegmatitos, são conhecidos porem os mais importantes são: djalmaita, euxenita, fergusonita, ixiolita e samarskita.

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



4.11.1 - Síntese da economia mineral

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

- a Carboneto de tântalo utilizado em peças resistentes ao desgaste, matrizes e máquinas trefiladoras, ferramentas de corte para torno, fresadoras, furadeiras e pontas de torno.
 - b Sais de tântalo usados como catalizadores, vidros óticos e plásticos.
- c Tântalo metálico empregos cirúrgicos, implantação de dentes, lâmpadas incandescentes de alto rendimento, transistores para sinais, medidas elétricas, telecomunicações, condensadores de para-raios, relés de tempo, condensadores para memória de computadores, amplificação nas válvulas eletrônicas, equipamentos resistentes a ácidos para indústria química, equipamento para manipulação de bromo, pás de turbina a jato, recipientes cilíndricos para urânio nos reatores de imersão, utilizado ainda no diagnóstico precoce do câncer pulmonar.

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

O nióbio tem sua principal aplicação na fabricação de aço além de um vasto campo de utilização a exemplo do tântalo.

- a Ligas e superligas têm sua utilização na construção de molas especiais.
 equipamentos militares em geral e na indústria química.
- b Supercondutores e os magnetos-permanentes são fabricados com ligas nióbio-titânio ou estanho.
- c Aços ferramentas, aços inoxidáveis, aços ligados e aços estruturais. Os principais países do mundo livre produtores de concentrado de tantalita e columbita são o Canadá, Guiana Francesa, Guyena, alguns países africanos, Brasil, Austrália, Malásia, Tailândia, Mocambique e Portugal. O maior produtor é o Canadá com uma produção estimada para 1977 de 380.000 libras de Ta₂O₅ contido. A produção de concentrado de tântalo do mundo livre, a qual tinha atingido 1,3 milhões por ano permaneceu inalterada em 1976.

Os avanços econômicos e tecnológicos em 1976 impulsionaram a utilização do Ta₂O₅ como subproduto da cassiterita onde a Tailândia tem projetada uma produção de 520.000 lb de Ta₂O₅.

A principal fonte produtora de tantalita-columbita no Brasil, são as Províncias Pegmatíticas localizadas nos Estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia, entretanto, somente a Província Estanífera de São João Del Rei em Minas Gerais é registrada pelo seu volume regular de produção.

A produção brasileira de tantalatos foi de 99,8 t em 1975 contra 92 t em 1974. O pico máximo atingido foi em 1972 com 364,2 t.

No Rio Grande do Norte segundo o recolhimento de IUM a produção de tantalita foi de 7.990 kg no valor tributável de Cr\$ 513.365,00, durante o ano de 1975.

Toda a produção de minério tantalífero se destina ao mercado externo por não existirem, implantadas no país indústrias consumidoras.

A exportação de tantalita-columbita tem caído nos últimos anos alcançando em 1975, 125 t no valor (f.o.b.) de US\$ 1.327.928.



O Metal Bulletin em fins de 1976 cotou o concentrado em US\$ 17,75 a 19,00 por libra e houve rumores de que mais altas transações tenham ocorrido no início de 1977.

4.11.2 — Ocorrências do Estado

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

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

4.11.3 — Conclusões e recomendações

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

4.12 - Corindon

O corindon é um mineral constituído por óxido de alumínio anidro (Al₂O₃) com 52,9% de alumínio e 47,1% de oxigênio. Quando transparente e colorido é considerado pedra preciosa; vermelho é rubi; azul, branco, verde, amarelo, ou em qualquer outra cor, é safira nestes casos seu brilho é adamantino.

4.12.1 — Síntese da economia mineral

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

O coríndon é utilizado como abrasivo e refratário em virtude de sua dureza e do elevado ponto de fusão da alumina (2.040^OC).

O esmeril é o coríndon impuro misturado a magnetita e outros minerais de dureza alta.

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

No Brasil o coríndon é encontrado em diversos Estados da Federação, entretanto com relação a produção não se tem dados disponíveis, e a reserva é de 7.618 t, proveniente do Estado da Bahia.

As importações de coríndon natural no ano de 1975 foram de 18 t no valor de US\$. 23.877 (c.i.f.), não ocorrendo exportação do material durante este ano.



4.12.2 — Ocorrências do Estado

Foram cadastradas duas ocorrências no transcorrer do projeto, localizadas nas fazendas Sussuarana e Domingos, no município de Parelhas.

Na ocorrência de Sussuarana o coríndon ocorre disseminado na aluvião de um riacho que corta os biotita-xistos do Complexo Seridó; na ocorrência da fazenda Domingos o coríndon aparece disseminado em uma enclave-xistosa em migmatito. O coríndon ocorre sob a forma de cristais hexagonais com até 10 cm de altura. Segundo análises petrográficas a rocha formadora da enclave é um coríndon-muscovita-biotita-xisto.

4.12.3 — Conclusões e recomendações

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

4.13 — Diatomito

A crosta terrestre possui cerca de 55% de sílica (SiO₂) combinada e 13% em estado livre, constituindo o composto mais disperso da mesma. A sílica apresenta-se na natureza sob as formas cristalina (quartzo), criptocristalina (calcedônia) e amorfa, sendo que esta última recebe diferentes denominações conforme a sua origem. A sílica amorfa de origem hidrotermal é a opala; quando de origem zoogena é designada espongilito ou terra de infusórios e diatomito quando de origem fitógena.

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

4.13.1 — Síntese da economia mineral

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

- a Como isolante térmico e acústico em virtude da sua baixa condutividade térmica, associada a sua baixa densidade, é convenientemente utilizado tanto para baixas quanto para altas temperaturas.
- b Como coadjuvante na filtração em virtude de sua alta permeabilidade, associada a capacidade de retenção de materiais sólidos, além da sua excelente inércia química.
- c Como absorvente pelo fato de possuir alta porosidade é empregado para absorver óleos, ácidos e líquidos de um modo geral.



- d Como abrasivo moderado neste caso o diatomito deve estar totalmente isento de grãos de quartzo.
- é Como suporte ou carga industrial para inseticidas sólidos e líquidos, artigos de borracha e papel esta utilização é devido a sua grande capacidade de absorção e grande poder de dispersão.
- f Além das aplicações acima especificadas o diatomito sob a forma de pó tem sido empregado como suporte para inúmeros catalizadores, principalmente níquel e vanádio. É ainda utilizado como constituinte de tintas esmaltes e lacas. Assegura melhor dispersão como agente de pulverização em adubos de nitrato de amônio. É utilizado na fabricação de silicatos de cálcio sintético e é uma das principais cargas utilizadas na fabricação de plásticos.

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

Os Estados Unidos em 1970, participaram com 1/3 da produção mundial que foi de 1.617,5 x 10^3 t.

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

Em 1975 as reservas brasileiras medidas de diatomito somavam 1.796.550 t sendo provenientes da Bahia, Rio de Janeiro, Ceará, Rio Grande do Norte e Santa Catarina. O Rio Grande do Norte, participa com 66.214 t e a maior reserva medida se encontra na Bahia (1.133.990 t).

A produção brasileira no período de 1966 a 1975 se apresenta bastante irregular, com um sensível aumento nos dois últimos anos deste período, atingindo a cota de 1.096 t e 3.704 t em 1974 e 1975 respectivamente.

O Rio Grande do Norte participou com 13.168 t no valor tributável de Cr\$204.358,00, entretanto grande parte desta produção foi realizada por garimpagem, tendo em vista que oficialmente a produção foi de 2.270 t.

Toda a produção brasileira é insuficiente para atender a demanda e como consequência o mercado interno é suprido através de importações, que durante o ano de 1975 foi de 257 t no valor de US\$ 99.924 (c.i.f.), proveniente dos EUA e Alemanha Ocidental.

Os preços do diatomito são bastante variáveis dependendo da qualidade e da maneira como o mesmo é embalado e transportado, supondo-se que com níveis relativamente estáveis até o ano 2000.

Para os países em desenvolvimento as necessidades de diatomito na purificação de água e remoção de impurezas de produtos para a alimentação serão as prioridades iniciais. A demanda prevista para o mundo no ano 2000, deverá variar entre 6,5 a 13,3 milhões de toneladas, baseada no consumo de 1968 com um aumento de 4,3% a 6,9% anual.

4.13.2 — Ocorrências do Estado

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



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

A área de predominância destes depósitos se localiza na faixa costeira, estando a maioria sobreposta a sedimentos do Grupo Barreiras, considerado de idade terciária, podendo ocorrer casos de estarem sobrejacentes a rochas cristalinas ou mesmo a dunas recentes ou fósseis, julgadas do Pleistoceno ou início do Quaternário.

A grande maioria dos depósitos se encontram em lagoas de água doce, com dimensões e formas bastante variadas, entretanto ocorrem casos onde se observou depósitos ou rios de vales chatos, como por exemplo pode-se citar: Guajiru e Córrego do Carro Quebrado.

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

O perfil observado na grande maioria dos depósitos é que o diatomito geralmente encontra-se no topo da sequência, sobrepondo camadas de argilas ou areia fina, contudo alguns depósitos fogem a esta regra geral e a camada diatomítera ocorre intercalada entre camadas de areias ou argilas e/ou areias e argilas. As cores dos diatomitos variaram entre cinza claro a preta, sendo esta cor resultado do teor de matéria orgânica contida.

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

Alguns depósitos estão sendo lavrados por firmas credenciadas perante o DNPM; muito embora tenha se observado que além dessas áreas lavradas, ocorrem um grande número que são garimpados para fabricação de tijolos de alvenaria, localizados principalmente nos municípios de Monte Alegre e Vera Cruz. Isso constitui uma sub utilização e uma verdadeira dilapidação dos depósitos, cujo minério deveria ser empregado para suas diversas aplicações mais nobres.

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

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

Segundo análises paleontológicas realizadas em amostras de cinco depósitos, verificou-se a frequência relativa de diatomáceas e de espículas, sempre superior a 70% e a frequência relativa de substância orgânica nas amostras associadas às impurezas foi sempre igual a 30%.



4.13.3 — Conclusões e recomendações

Ao nível dos estudos realizados observou-se que a maior concentração de depósitos ditomíferos está localizada próxima à costa e mais precisamente nos municípios de Ceará Mirim e Vera Cruz. No que pese a maior concentração nestes municípios, não quer dizer que em outros municípios da faixa costeira ou mesmo próximo a ela não tenham condições de possuir outros depósitos atualmente desconhecidos, tendo em vista que ao longo de toda costa aparecem feições morfológicas características de depósitos de diatomito em potencial.

Com relação às espécies diatomáceas encontradas nos estudos micropaleontológicos, são todas na sua grande maioria de água doce, e possuem uma frequência relativa diatomácea/espícula superior a 1, ao mesmo tempo revelaram predominantemente uma frequência relativa alga diatomácea e espícula superior a 70% da amostra, que equivale dizer que o conteúdo de sílica amorfa é razpável a bom.

As análises físicas (granulometria, alvura e perda ao fogo) de algumas amostras revelaram que quantitativamente esses diatomitos (analisados) podem ser classificados de razoáveis a bons, tendo em vista que granulometricamente eles são praticamente isentos de partículas arenosas, são relativamente pobres em matéria orgânica e minerais ferruginosos, já que todos queimaram com cor clara e o grau de alvura na grande maioria foi superior a 40%.

O emprego do diatomito depende de uma série de especificações, que são exigidas pelas companhias consumidoras, que divergem entre si em alguns tópicos, contudo basicamente essas especificações consistem no teor de sílica amorfa, óxido de ferro e argila, modo de beneficiamento e granulometria.

Com base nas observações de campo e o que foi explanado anteriormente, com relação a posicionamento geográfico dos diversos depósitos, recomenda-se um estudo sistemático ao longo de toda faixa costeira do Estado, visando a determinação qualitativa e quantitativa dos depósitos conhecidos e dos que serão descobertos durante estes estudos. Como justificativas a esses trabalhos apresenta-se a grande demanda interna deste produto, que atualmente é suprida parcialmente por importações.

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

4.14 — Enxofre

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

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



As principais fontes naturais de enxofre são: enxofre nativo (vulcanogênico e sedimentar); sulfetos; sulfatos; gases naturais; petróleo; folhelhos pirobetuminosos.

4.14.1 — Sintese da economia mineral

O enxofre constitui uma matéria prima de alta importância na economia mundial, sendo o consumo básico em diversas indústrias.

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

Sob a forma de ácido sulfúrico o enxofre é utilizado na indústria de fertilizantes, que consume 40% da produção; para usos químicos diversos com o consumo de 20%; 8% para uso em pigmentos; 4% na industrialização do aço; 4% na fabricação de fibra celulósica; 2% em petróleo; 7% nas indústrias de explosivos, metais não ferrosos, borracha sintética, acabamento têxtil.

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

Comercialmente o enxofre tem diversas designações de acordo com o uso e especificações. Entre elas pode-se citar: enxofre nativo, frash, recuperado, cru ou «brimstone» amorfo, coloidal, fior de enxofre, precipitado, escuro, claro, refinado, molhávet.

A produção mundial de enxofre de todos os tipos em 1976,totalizou 33.600.000 toneladas curtas, inferior em cerca de 250.000 toneladas curtas da obtida em 1975.

Nos Estados Unidos o enxofre tipo frash disponível em 1976 chegou a 6.300.000 toneladas curtas, inferior em 945.000 toneladas curtas em relação a 1975 e a produção canadense, obtida a partir das refinarias de petróleo, atingiu 6.400.000 toneladas curtas de enxofre «brimstone» 100.000 toneladas a menos que em 1975.

No Brasil as reservas conhecidas de enxofre requerem tecnologia especial para o seu desenvolvimento, como as do xisto da Formação Irati e as piritas de Ouro Preto. Nos carvões da Bacia do Paraná calcula-se haver quantidades de pirita capazes de produzir cerca de 25.000.000 de toneladas de enxofre. A usina protótipo de São Mateus do Sul (PETROBRÁS) recupera enxofre do folhelho da Formação Irati. A usina processa 1.000 toneladas de folhelhos por dia, com produção diária de 1.000 barris de óleo, 45 toneladas de enxofre, 36.500 m³ de gás e 7 toneladas de gás liquefeito.

A produção brasileira de enxofre apresentou um aumer o sensível nos anos de 1973, 1974 e 1975, neste último a produção foi de 19.514 t, neste mesmo ano importou 391.909 t de enxofre a granel, no montante de Cr\$ 33.632.920 e 66.277 t de ácido sulfúrico «oleum» no valor de Cr\$ 3.900.853.

O total das importações brasileiras em 1975 foi de US\$ 38.470.120 (c.i.f.), onde estão incluidos além do enxofre a granel e ácido sulfúrico outros produtos tais como: enxofre precipitado, bióxido de enxofre, ácido sulfônico, oxicloretos de enxofre, enxofre puro em bastões, barras e pó etc.

O consumo brasileiro de enxofre é praticamente atendido pela importação e existe uma demanda crescente, tendo em vista a expansão da indústria química, particularmente no setor de fertilizantes. Desconhecem-se depósitos de enxofre nativo de valor comercial.



Ocorrências em Trangola (RN), Potiraguá do Sul (BA) e outras menores têm sido consideradas interessantes.

As exportações brasileiras no ano de 1975 resumiram-se a 90 t de ácido sulfúrico no valor de US\$ 11.895 (f.o.b).

Em termos gerais, não ocorreram grandes modificações nos preços de enxofre tipo «brimstone» em 1976, permanecendo relativamente estáveis nos Estados Unidos. O mais importante mercado de enxofre «brimstone» naquele país está em Tampa, onde o preço por tonelada curta alcançou US\$ 65 em 1976.

Embora o enxofre disponível pareça suficiente para as necessidades mundiais até o final dos anos setenta, parece existir incerteza no que concerne ao suprimento da próxima década, pois não têm sido descobertas jazidas e planejadas novas instalações de processamento de enxofre, de grande porte.

4.14.2 — Ocorrência do Estado

No transcorrer da etapa de campo foi cadastrada uma ocorrência de enxofre localizada a 20 km de Currais Novos na fazenda Trangola.

Nesta ocorrência o enxofre apresenta-se sob a forma de eflorescência e pequenas concreções em rocha muito alterada, em um possível cone vulcânico numa área de aproximadamente 100 m². Na área de ocorrência a litologia predominante são granitóides, gnaisses e diabásio.

Segundo Abreu (1973) o enxofre resulta da alteração da pirita contida num dique de diabásio que corta o gnaisse. Os moradores locais informaram que nas proximidades da ocorrência existiam pequenas fontes termais que exalavam odores sulfurosos.

4.14.3 — Conclusões e recomendações

Esta ocorrência é de pequeno porte, tem interesse restrito.

4.15 — Espodumenio / Ambligonita

O lítio é o metal mais leve que se conhece, tem peso específico 0,54, tem baixo ponto de fusão e combina-se facilmente com gases. Caracteriza-se por uma grande atividade química e por suas propriedades semelhantes às do potássio e sódio.

Encontra-se na natureza sob a forma de silicatos e fosfato e seus principais minérios são o espodumênio, a ambligonita, a lepidolita e a petalita.

O espodumênio é um silicato de lítio (LiO.Al₂O₃.4SiO₂) branco ou levemente colorido, quando límpido é usado em joalharia, sob o nome de Kunzita e Hidenita.

A ambligonita é um fluo-fosfato de lítio (Al₂O₃.2Li F. P₂O₅), branco, dureza 6 e solúvel em ácido sulfúrico.

A lepidolita é uma mica litinífera (K₂O.Li₂.Al₂O₃.6SiO₂.2H₂O) tem cor arroxeada e contém geralmente 6% de LiO₂.

A petalita é um silicato de lítio e alumínio ($\text{LiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3.8\text{SiO}_2$) branco e insolúvel em ácidos.

O grande interesse pelo lítio surgiu com o desenvolvimento dos estudos sobre energia atômica, quando se verificou a importância dos metais leves nas operações de fusão nuclear.



4.15.1 — Síntese da economia mineral

O lítio e seus compostos apresentam uma grande variedade de usos e aplicações dentre eles pode-se citar:

- a Indústria cerâmica como fundente, além de fazer baixar a viscosidade dos silicatos fundidos, facilitam o espalhamento dos esmaltes e vernizes, aumentam a durabilidade, a resistência química e a dureza de superfície.
- b Indústrias de óleos e lubrificantes as graxas a base de lítio oferecem maior resistência ao calor.
- c Acondicionamento de ar os compostos de lítio são usados para absorver a umidade e como desumidificador.
- d Ligas metálicas o lítio confere as ligas resistência em alta temperatura, além de dar aos metais novas propriedades ou acentuar outras.
- e O lítio e seus compostos podem ser usados ainda em energia nuclear, fabrico de explosivos, na agricultura, em extintores de incêndios, purificação de gases, aditivos para gasolina, na indústria do petróleo, na produção de metais não ferrosos, drogas, reagentes, etc.

Os países detentores das maiores reservas de lítio são: Estados Unidos, URSS, Canadá, Rodésia do Sul, África do Sudoeste, Zaire, Austrália, India e China.

As reservas mundiais somaram 6.036.000 t em 1970, sendo os Estados Unidos os detentores das maiores reservas que alcançavam a cota de 5.254.000 t, seguido pela China e URSS com 500.000 t.

O maior produtor e consumidor de lítio são os Estados Unidos que consumiram 13.880 t de carbonato de lítio em 1976 o que equivale a mais de 50% do consumo mundial.

No Brasil a produção de lítio teve início em 1940, ocorrendo as primeiras explotações em Minas Gerais. As reservas do Nordeste foram em seguida descobertas e mineradas, sendo o espodumênio e a ambligonita os principais minérios explotados.

As reservas brasileiras oficialmente estão distribuídas nos Estados do Ceará e Minas Gerais e somavam 130.152 t (medidas) em 1975. A produção brasileira de lepidolita, ambligonita, petalita e espodumênio, no mesmo ano foi de 5.133 t sendo provenientes dos Estados de Minas Gerais e Paraíba, não se encontrando nenhuma referência com relação aos demais Estados da Federação.

As exportações brasileiras se apresentaram nos anos de 1973, 1974 e 1975 bastante irregulares e atingiram a cota de 4.146 t de petalita e 56 t de hidróxido de lítio no valor de US\$538.723 (f.o.b.) e US\$ 342.520 (f.o.b.) respectivamente, no ano de 1975. As importações entretanto apresentaram uma maior regularidade no mesmo período, sendo importadas 25t de espodumênio e 474.5 t de compostos químicos de lítio no ano de 1975 no valor de US\$11.261 (c.i.f.) e US\$ 1.441.116 (c.i.f), respectivamente.

De acordo com os estudos técnicos efetuados, é estimado que o consumo anual de minerais de lítio, no mercado brasileiro esteja em torno de 3,5 mil toneladas.

Os preços de lítio e seus compostos vêm experimentando uma ligeira alta no mercado internacional, variando de US\$ 8.18 a US\$ 8,68 por libra entre janeiro de 1971 a abril de 1973.

O mercado consumidor brasileiro é ainda bastante reduzido encontrando-se quase que integralmente em São Paulo, onde se localizam as grandes indústrias consumidoras de minérios de lítio.



4.15.2 — Ocorrências do Estado .

Durante a fase de cadastramento bibliográfico do projeto foram cadastrados 12 pegmatitos portadores de minerais de lítio, distribuídos nos municípios de Acari, Parelhas, Carnaúba dos Dantas e Equador. Destes pegmatitos apenas um tem como principal minério o espodumênio, nos demais os minerais de lítio (espodumênio, ambligonita e lepidolita) são subprodutos de outras mineralizações.

4.15.3 — Conclusões e recomendações

Tendo como base os estudos efetuados durante a fase de cadastramento bibliográfico, dos minerais de pegmatito, o espodumênio é um dos que tem a presença menos marcante, entretanto em virtude do mesmo ocorrer associado a outros minerais econômicos, recomenda-se um estudo dos pegmatitos em geral, visando a prospecção de minerais de lítio, tendo em vista a perspectiva do aumento da demanda de lítio no futuro.

4.16 — Ferro

O ferro é o segundo metal mais abundante na crosta terrestre, sendo a hematita (Fe_2O_3) com 70% de Fe, e magnetita (Fe_3O_4) com 72,4% de Fe e a siderita ($FeCO_3$) com 48,3% de Fe, os seus minerais mais importantes comercialmente.

Nas primeiras etapas da sua evolução, o aço era obtido diretamente do minerio, mediante a ação do carvão vegetal que pela queima fornecia o calor necessário às operações e ao mesmo tempo, atuava como redutor.

4.16.1 — Síntese da economia mineral

Na civilização moderna o ferro é o metal mais utilizado, constituindo a sua coluna vertebral. Seus usos e aplicações estão ligados diretamente à evolução das indústrias e de um modo geral à tecnologia.

Muito embora o ferro tenha diversos usos, cada um com sua esfera de utilização, particularmente o aço, entre o ferro fundido, ferro forjado e as ligas de ferro, é o mais importante e supera todos os demais.

As maiores reservas de minério de ferro são encontradas na URSS (304,3 bilhões de toneladas). O Brasil vem em 4º lugar com 65 bilhões de toneladas.

Baseado na produção de aço no mundo, cujos maiores produtores são os Estados Unidos que produziram 119,3 x 10⁶ t de aço em 1970, espera-se para 1980 uma produção mundial de aço de 911 milhões de toneladas a qual deverá exigir uma produção de 1.020 milhões de toneladas de minério de ferro. Isso significa um aumento na produção de minério de ferro de 257 milhões de toneladas sobre a produção de 1970 que foi de 763 milhões de toneladas.

Durante os últimos vinte anos a produção brasileira de minério de ferro tem aumentado rapidamente devido ao crescimento do consumo interno e a maior participação no mercado mundial, sendo a Companhia Vale do Rio Doce a maior empresa mineira do Brasil e a 4ª do Mundo Ocidental. A produção brasileira de minério em 1975, foi de 108.162.444 t



contra 21.180.587 no ano de 1966, sendo mais de 90% proveniente do Estado de Minas Gerais (108.073.441 t) o restante está distribuida nos Estados de Mato Grosso, (73.442 t) Pernambuco (13.500 t) e São Paulo (2.061 t).

As exportações brasileiras no ano de 1975 estão assim distribuídas:

- a hematita 72.521.995 t no valor f.o.b. de US\$ 920.890.720.
- b Compostos químicos 38,19 t no valor f.o.b. de US\$ 24.424.
- c Ferro e seus manufaturados 738.520t no valor f.o.b de US\$184.508.557.

As importações no mesmo ano apresentaram as seguintes cotas:

- a minérios de ferro 8 t no valor c.i.f. de US\$ 6.709.
- b compostos químicos 3.043 t no valor c.i.f de US\$ 1.712.090.
- c ferro e seus manufaturados 2.865.411 t no valor de c.i.f. de US\$1.355.564.903.

O preço do minério de ferro tem como base o minério com o teor de 64% de Fe, sendo este preço corrigido de acordo com a avaliação real do teor do minério juntamente com suas impurezas.

No Brasil o preço (f.o.b.-Abril-77) varia entre US\$ 14,25/t a US\$ 19,25/t e Cr\$19,53 e Cr\$ 34,64/t dependendo das especificações procedência, destino e aplicações industriais.

4.16.2 — Ocorrências do Estado

No desenvolvimento da etapa de campo foram cadastradas seis ocorrências de ferro distribuídas nos municípios de Barcelona, Ipueira, Jucurutu, Ouro Branco, Presidente Juscelino e São Rafael (tab. 9).

Dentre as ocorrências cadastradas a mais importante é a de Bonito no município de Jucurutu, que é representada por uma lente de itabirito, com uma extensão superior a 4 km e uma espessura em torno de 200 m, tendo a forma arqueada e encaixada em gnaisse granítico, na base e calcário e gnaisse, no topo, com atitude 35° / 170° Az. Segundo Santos (1966) o posicionamento da lente é uma terminação de perianticlinal e apresentando o minério o teor de 35% de ferro, sendo classificado como itabirito silicoso, estando ausente minerais prejudiciais para a indústria siderúrgica convencional.

Os resultados de análises químicas efetuadas pela CPRM de uma amostra foram: Fe_2O_3 -53,5%; SiO_2 -45,9%; P_2O_5 -0,23%. Outras análises foram observadas em Santos (op. cit.) onde o teor de Fe_2O_3 varia entre 42% e 52,7%, o SiO_2 entre 47% e 54,8%.

As demais ocorrências cadastradas são representadas por pequenas lentes de itabiritos silicosos associados a rochas antibolíticas, com exceção da ocorrência da fazenda Logradouro no município de Ouro Branco, que é representada por uma lente de itabirito encaixada concordantemente na estrutura regional, caracterizada mineralogicamente por hematita, quartzo, apresentando em menor escala níveis de magnetita. O resultado da análise química de uma amostra revelou os seguintes valores: Fe₂O₃-56,4%; SiO₂-37,9%; P₂O₅-0,10%; S-O,017% e 0,1% de úmidade.

Uma amostra da ocorrência de Macacos, São Rafael apresentou os seguintes resultados: Fe₂O₃-49,1%; SiO₂-40,5%; P₂O₅-0,23% e 0,5% de umidade. Segundo Santos (op.cit) os resultados de análises para esta ocorrência foram: SiO₂-34,4%; Fe₂O_{3-64,7%; P₂O₅-0,6%.}



4.16.3 — Conclusões e recomendações

Ao nível dos trabalhos realizados estas ocorrências são de pequeno porte, tendo a maior delas uma reserva inferida de 20 milhões de toneladas (Santos, op. cit), em relação aos grandes jazimentos brasileiros, associado ao seu baixo teor em ferro que gira em torno de 37%, considerando que a comercialização do minério de ferro é feita em torno de um teor de 64%.

Segundo estes critérios a utilização destas ocorrências como jazidas são bastante remotas, entretanto, levando-se em conta a escassez de boas reservas de ferro no Nordeste, associada a ausência de elementos nocivos a siderurgia e a necessidade de expansão do parque siderúrgico, é recomendável o estudo detalhado da ocorrência de Bonito para a definição de suas verdadeiras possibilidades, nas conjunturas atuais da siderurgia nordestina.

4.17 — Fluorita

A fluorita é a principal fonte comercial de obtenção de flúor e praticamente de todos os produtos químicos a base desse elemento, além de ser um mineral crítico na produção de metais, aço e alumínio.

A fluorita é composta, quando pura, por 51,1% a 51,3% de cálcio e 48,7% a 48,9% de flúor. Sua fórmula química é CaF₂, no entanto o ion Ca pode ser sustituído por terras raras, particularmente o ítrio e o césio. Apresenta marcante característica para ocorrer na forma de cristais octaédricos e cúbicos.

Outra fonte de flúor é a criolita natural (Na₃AlF₆) contudo, não é abundante na natureza, sendo composta por 54,42% de flúor, 12,8% de alumínio e 32,8% de sódio.

4.17.1 — Síntese da economia mineral.

A fluorita é utilizada na indústria de esmaltes cerâmicos e no fabrico de vidros opacos e opalescentes; como fundente tem emprego em eletrodos e como aglomerante de disco de esmeril. Em ótica a fluorita serve para corrigir cor e erros devidos a aberração esférica nas lentes de microscópios e telescópios. Sob a forma de fluoretos orgânicos («freons») é empregada em aparelhos de refrigeração e como agente dispersor nos aerossóis. O ácido fluorídrico é usado como catalizador na fabricação de álcalis para gasolina de elevada octanagem. A separação de isótopos de urânio obtida através de hexafluoreto de urânio é uma das mais recentes aplicações da fluorita. É ainda utilizada como fundente na fabricação do aço.

Três são os principais tipos comerciais de concentrado de fluorita e são classificados de acordo com o teor de CaF₂ e a granulometria em: grau metalúrgico, grau ácido e grau cerâmico.

A fluorita de grau metalúrgico, o teor médio precisa ser de 72,5% de CaF₂ e não possuir mais de 5% de sílica; a granulometria pode variar de 15 cm a 0,6 cm. A de grau ácido o teor deve ser acima de 97% de CaF₂ e conter menos de 1% de sílica. A de grau cerâmico deve possuir teores variáveis entre 85% a 97% de CaF₂ e menos de 2,5% de sílica.

As reservas mundiais são estimadas aproximadamente em 117 milhões de toneladas curtas de flúor, ou 611 milhões de toneladas curtas de minério com 35% de CaF₂.



No Brasil em 1975 as reservas medidas somaram 595.856 t, sendo provenientes dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Santa Catarina.

O maior produtor mundial de fluorita é o México que está capacitado a produzir 1.300.000 t curtas por ano e exportou 550.000 t curtas para os Estados Unidos. Ao término de 1976 as nações do mundo ocidental mantinham um estoque excedente de 800.000 t curtas, ou seja o equivalente ao consumo mundial de dois meses.

A produção brasileira tem crescido expressivamente em anos recentes, de acordo com as necessidades nacionais, e poderá atingir níveis elevados tendo em vista o consumo verificado no parque siderúrgico, principalmente em aço. Os indicadores apontam 36.578 t em 1970; 97.679 t em 1972 e 109.176 em 1975, oriunda do Estado de Santa Catarina. O Estado do Rio Grande do Norte pelo IUM recolhido, produziu 75 t no valor tributável de Cr\$59.909,00 em 1975, sendo esta produção proveniente de garimpagem.

As exportações brasileiras no ano de 1975 foram de 11.075 t de fluorita no valor (f.o.b) de US\$ 564.134. As importações neste mesmo ano cujas maiores parcelas são de criolita (2.498 t), fluoreto de alumínio (4.792 t) e fluoreto duplo de alumínio e sódio (5.026 t) atingiram o total (c.i.f) de US\$ 7.242.639.

Em 1976 os preços de fluorita permaneceram relativamente estáveis no mercado internacional. No princípio do ano os produtores mexicanos aumentaram os preços na base de 4% a 8%. Os produtores europeus não promoveram altas devido ao grande estoque acumulado.

No Brasil no período de janeiro a fevereiro, a fluorita apresentou preços que variavam entre Cr\$ 1.089,00 a Cr\$ 1.500,00 por tonelada, dependendo das especificações, procedência e destino.

As principais companhias consumidoras de fluorita de grau metalúrgico no Brasil são: Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA), Companhia Siderúrgica Mannesmann, USIMINAS, ACESITA, Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira e Companhia Siderúrgica Nacional.

4.17.2 — Ocorrências do Estado

Durante o desenvolvimento dos trabalhos de campo foram cadastradas três ocorrências de fluorita e estão localizadas nos municípios de Currais Novos (2) e Jardim do Seridó (1).

As ocorrências cadastradas se encontram no domínio do Complexo Seridó e rochas plutônicas.

Em Barra da Catunda e São Bento localizadas a aproximadamente 23 km e 20 km respectivamente da sede do município de Currais Novos, a fluorita tem coloração verde, roxa e ocorre preferencialmente próximo a zona de contato do granito com pegmatito homogêneo e secundariamente preenchendo fraturas, associada a quartzo leitoso e massa feldspática, em forma de massas irregulares e em geodos de cristais cúbicos. Tanto o contato como o fraturamento têm direção aproximada E-W.

Os trabalhos de explotação destes depósitos tiveram início na década de quarenta, sendo o minério retirado vendido em Campina Grande, com paralizações periódicas intercaladas. Os trabalhos nas ocorrências de Barra do Catunda prosseguiram até 1958, quando foram paralizados definitivamente. Esses trabalhos foram realizados através de uma



trincheira com direção E-W, com uma extensão de 200 m, largura de 2 m em média e 5 fn de profundidade. Sua produção alcançou 3000 kg por semana.

Na ocorrência de São Bento, os trabalhos de explotação foram também rudimentares e tiveram o mesmo desenvolvimento, sendo a possança máxima do veio principal de fluorita em torno de 50 centimetros.

Segundo Rolff (1944) a fluorita é posterior aos granitos e pegmatitos e a proximidade de «neck» de diabásio, juntamente com a ausência de fluorita no granito e pegmatito como acessório, levantaram a possibilidade da fluorita ter sua formação ligada a rochas vulcânicas.

Na ocorrência de Pau Ferro, município de Jardim do Seridó, a fluorita tem coloração verde, roxa e branca, ocorrendo em veio, com direção 240ºAz e está associada a rochas calcárias, sendo a encaixante do conjunto o biotita xisto do Complexo Seridó.

A explotação do minério deste depósito foi feita através de uma trincheira vertical com 10 m de extensão e 5 m de profundidade. Os trabalhos foram realizados durante os anos de 1971 a 1975 com paralizações periódicas.

4.17.3 — Conclusões e recomendações

Tendo em vista a importância e a necessidade cada vez maior de fluorita, principalmente para o crescente parque siderúrgico e metalúrgico nacional, grande consumidor deste mineral, bem como da indústria química e petroquímica, é necessário um melhor conhecimento dos depósitos deste bem mineral. Este fato implica na implantação de tecnologia para o aproveitamento da fluorita dos depósitos brasileiros e como consequência uma menor dependência do mercado externo no que se refere a produtos fluorados.

As ocorrências de São Bento e Barra da Catunda muito embora pelo que se pôde observar, em termos do volume, não se possa fazer uma avaliação concisa, recomenda-se um estudo detalhado das mesmas, levando-se em conta que os trabalhos de garimpagem normalmente só retiram a parte superficial e de mais fácil acesso, o que constitui uma limitação inerente a tai tipo de atividade; além de um estudo sistemático nos corpos graníticos e nas zonas fraturadas da região, em virtude da possibilidade de outras zonas mineralizadas.

Em Pau Ferro, onde a fluorita ocorre associada a calcários, poderia vir a ser pesquisada mais detalhadamente, principalmente ao longo da direção 240ºAz. Também se faz necessário um estudo detalhado em outras camadas calcárias uma vez que depósitos deste tipo apresentam maiores possibilidades econômicas.

Outra recomendação que poderia ser dada seria um estudo de viabilidade econômica da explotação de fluorita como subproduto na mineração de scheelita, em virtude da existência de alguns tactitos e ou escarnitos ricos neste mineral, como por exemplo a ocorrência scheelitífera de Pindoba-Mazagão, localizada nas proximidades da sede do município de São Rafael.

4.18 — Gipsita

A gipsita é um sulfato de cálcio hidratado natural cuja fórmula química é CaSO₄2H₂O; contêm 32,5% de CaO, 46,6% de SO₃ e 20,9% de H₂O, sendo também conhecida como gipso ou gesso. Outras variedades são: o alabastro, que é compacto, translúcido e de granulação fina; a selenita que é uma forma cristalina transparente; e o espato cetim,



constituído por cristais fibrosos de brilho sedoso. Ocorre também na natureza o sulfato de cálcio anidro (CaSO₄), denominado de anidrita, que contém 41,2% de CaO e 58,8% de SO₃, sendo os dois minerais comumente associados.

A gipsita é pouco solúvel em água e solúvel em ácido cloridrico a quente, sua cor é branca, variando, entretanto, em função das impurezas presentes. Geralmente é encontrada sob a forma de material compacto, de granulação fina a média.

A anidrita tem dureza que varia de 3 a 3,5 na escala de Mohs e coloração variando desde branco a tonalidades cinzas, azuis e vermelhas.

A origem dos depósitos de gipsita está relacionada a processos de precipitação química em águas marinhas de alta salinidade quando submetidas a evaporação intensa. Entretanto, admite-se que a gipsita também pode se formar a partir de calcários, por ação de gases e águas sulfúricas.

4.18.1 — Sintese da economia mineral

O baixo custo de produção, sua abundância relativa no globo terrestre e o vasto campo de utilização no mundo moderno, dão à gipsita grande importância econômica.

A gipsita calcinada ou gesso constitui matéria-prima essencial para a confecção de numerosos produtos largamente utilizados na moderna construção civil. 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, britagem de carvão, suporte para operações de moagem e polimento.

A gipsita não calcinada tem sua aplicação mais generalizada na indústria de cimento Portland, onde é adicionada ao «Clinker» na proporção de 2% a 5% com a finalidade de retardar o tempo de «pega». No entanto uma quantidade substancial é empregada na agricultura como neutralizador de solos alcalinos com excesso de sódio.

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

A partir da gipsita e/ou anidrita pode-se produzir ácido sulfúrico e cimento como co-co-produto, utilizando-se uma técnica conhecida por Processo Muller — Kuhne, sendo a proporção de uma tonelada de ácido e uma de cimento para cada duas de gipsita.

Outra utilização de gipsita é na obtenção do enxofre elementar; o processo, em síntese, consiste em reduzí-la a sulfato de cálcio, que é então transformado em gás sulfídrico e posteriormente utilizando-se o Processo de Claus, obtem-se o enxofre.

A gipsita é produzida em diversos países no mundo, entre eles pode-se citar os Estados Unidos, Brasil, Nova Escócia, México, Jamaica, República Dominicana, Inglaterra, países da Europa continental, Índia, Itália, etc.

Os Estados Unidos com base em estatísticas para os primeiros nove meses em 1976, produziram 11.500.000 toneladas curtas, valor que apresenta 14% acima dos índices de 1975, mas um pouco abaixo do que foi explotado em 1974.

No Brasil as principais reservas em explotação localizam-se na Chapada do Araripe, situada nos limites dos Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí.

As reservas brasileiras (medidas) de gipsita somam 370.946.556 t distribuídas nos Estados da Bahia, Pernambuco, Ceará, Maranhão e Ceará, Maranhão e Pará. A produção no período de 1966 a 1975 apresentou um sensível aumento com apenas uma queda que ocorreu no ano de 1970.



Em 1975 o Brasil produziu 403.847 t de gipsita, sendo a participação oficial do Rio Grande do Norte em 3.711 t, contudo segundo recolhimento de IUM o Estado produziu 60.229 t no valor tributável de Cr\$ 2.236.748,00.

Com relação ao comércio exterior, é provável que com a intensificação da lavra das reservas nordestinas, o Brasil, passe a exportar este minério em bruto e/ou beneficiado, ou ainda como produto para construção civil. As importações têm sido principalmente de gesso cru, calcinado, anidrita, gesso especial para emprego odontológico, que somaram em 1975, 668 t no valor c.i.f. de US\$ 72.645 contra US\$ 183.824 em 1974.

Os preços da gipsita no mercado internacional no ano de 1975 aumentaram de 3% a 4%. No Brasil o preço f.o.b. varia entre Cr\$ 48,00 a Cr\$ 75,00 por tonelada e o preço c.i.f apresenta-se variando de Cr\$ 428,00 a Cr\$ 519,00 por tonelada. Esta grande diferença entre o preço c.i.f e f.o.b. é devido principalmente à grande distância do centro produtor ao consumidor.

4.18.2 — Ocorrências do Estado

No desenvolvimento do projeto foram cadastradas no campo cinco ocorrências, sendo quatro delas localizadas no município de Governador Dix-Sept Rosado e uma no município de Carnaúbais (tab. 10).

Com exceção da ocorrência de Carnaúbais os depósitos de gipsita do Rio Grande do Norte apresentam-se em grandes lentes irregulares e/ou camadas descontínuas de aspecto maciço e/ou fibroso, intercaladas nos sedimentos da Formação Jandaíra.

O acesso às ocorrências pode ser realizado preferencialmente a partir da sede do município de Governador Dix-Sept Rosado, da qual distam 10 km.

As ocorrências cadastradas localizadas no município de Governador Dix-Sept-Rosado (Carrocinho, Cajazeiras, Retiro e Espinheiro) são litologicamente iguais e têm a seguinte sequência do topo para a base:argilito de coloração cinza com bancos calcários de cor creme intercalados; argilito vermelho com intercalação de finas camadas de gipsita; gipsita fibrosa com finas camadas de selenita e argilitos cinza e calcários creme intercalados.

Esta última camada apresenta uma espessura de 5 a 6 m, cujo capeamento máximo é da ordem de 5 m e as intercalações possuem espessuras variando de 10 a 30 centimetros.

Os bancos de gipsita encontrados nestas ocorrências apresentam uma espessura máxima contínua variando entre 80 cm a 100 cm. A gipsita é incolor, branca ou rósea (intercalada). Associada a gipsita ocorrem finas camadas de alabastro e/ou selenita, com concreções escamosas e brilhantes.

O único depósito que se encontra sendo lavrado intermitentemente pela Mineração Jeronimo Rosado é o depósito de Carrocinho. Os demais muito embora tenham título de manifesto de mina se encontram atualmente em completo abandono, inclusive não permitindo um estudo aprimorado nas suas frentes de lavra.

A ocorrência de Estrondadeira localizada na fazenda homônima no município de Carnaúbais, na época da visita encontrava-se recoberta d'água não dando condições para um estudo detalhado da mesma. Entretanto observou-se nas margens da laguna, vestígios de gipsita que podem ser de origem recente. Segundo moradores da região este depósito foi explotado pela Mineração Jeronimo Rosado com sede em Mossoró.

Afora estas ocorrências, colheu-se informações junto aos moradores da região, que teriam sido encontradas finas camadas de gesso, em locais próximos às oçorrências



descritas anteriormente, da Formação Jandaíra, quando foram realizadas escavações para obtenção d'água.

As análises químicas realizadas em amostras de Carrocinho e Espinheiro apresentam os seguintes resultados:

•	%R1%	R ₂ O ₃	SO ₃	CaO	H ₂ O
· Carrocinho	1.2	0,9	40,6	32,8	17,4
Espinheiro	10,1	4,5	35,5	26,9	17,3

4.18.3 — Conclusões e recomendações

Os depósitos de gipsita do Rio Grande do Norte são constituídos por lentes irregulares ou camadas descontínuas, que ocorrem na porção média da Formação Jandaíra.

Com relação a sua qualidade, de acordo com as análises realizadas e em comparação com a de outros depósitos, é de boa qualidade prestando-se aos mais diversos tipos de aplicações.

A potencialidade do mercado brasileiro de gesso revela-se promissor, principalmente no que tange a indústria de construção civil. Em contraposição a este aspecto surgem as distâncias das jazidas aos mercados e o aito preço do transporte, que são fatores limitativos para o crescimento do mercado interno de gesso.

Esta limitação poderia vir a ser ultrapassada com o aproveitamento da gipsita em indústrias de transformação do próprio Estado, em virtude da redução da distância das jazidas as indústrias de transformação. Deste modo ter-se-ia melhores condições para a indústria da gipsita competir com os produtos substitutos.

4.19 -- Mica

Mica é o designativo de um grupo de minerais, formados por silicato de alumínio e outros metais, cristalizados no sistema monoclínico com uma clivagem basal característica que lhe permitem fácil separação em lâminas finas.

A mica caracteriza-se por ser quimicamente estável, flexível, transparante e altamente resistente ao calor, fundindo-se à cerca de 800°C, tendo elevada rigidez dielétrica, alto poder isolante e alta constante dielétrica.

As micas podem ser agrupadas em dois grandes grupos, o primeiro formado pelas micas alcalinas ou graníticas (muscovita ou mica potássica, paragonita ou mica sódica, zinwaldita ou mica lítio-fluo-ferrífera, lepidolita ou mica lítio-fluo-alumínio-potássica) e o segundo constituído pelas micas piroxênicas ou magnesianas (flogopita ou mica alumínio-potássica-magnesiana, biotita ou mica ferro-magnesiana, lepidomelana, variedade de biotita, roscoelita ou mica vanadífera, fuchsita ou mica cromífera, jefferessita- variedade de vermiculita).

4.19.1 — Sintese da economia mineral

O campo de aplicação da mica é muito vasto estando ligado principalmente a indústria elétrica e eletrônica, sendo material estratégico de primeira importância. Sua



utilização nestas indústrias está ligada diretamente a seu comportamento em relação à corrente elétrica e ao calor, sendo usada como isolante térmico e elétrico.

A muscovita é a variedade mais largamente empregada e a que se apresenta com melhor transparência, melhor resistência dielétrica e maior perfeição de clivagem, podendo ser facilmente separada em palhetas de dimensões ínfimas, não resistindo ao ácido fluorídico, muito embora apresente excelente estabilidade química.

A maior aplicação da mica em nossa época deve-se à sua má condutibilidade elétrica, sendo um bom isolante e um bom dielétrico. A resistência dielétrica da mica comum, de boa qualidade, é de mais de 1.000 volts por 0,025 mm de espessura.

As placas de flogopita, que possuem propriedades que podem concorrer com a muscovita, são mais raras e não são tão bons isolantes quanto as placas de muscovita. Mesmo assim são usadas porque resistem mais ao calor e têm maior dureza.

Entre as vantagens da mica, como isolante elétrico inclui-se também a sua alta resistência à punctura (resistência a punctura é a resistência à perfuração pelo impacto da faísca elétrica), pois não é afetada nas altas temperaturas alcançadas nos instrumentos elétricos.

Durante o beneficiamento da mica, é obtido uma grande quantidade de fragmentos pequenos, que podem ser transformados em pó que é um bom isolante, com grande poder de cobertura. Os resíduos são abundantes pois somente 5% a 10% da mica bruta serve para isolante elétrico.

A classificação da mina comercialmente é feita pelo padrão internacional que é baseada no máximo retângulo que pode ser cortado ou estampado na peça e a qualidado é obtida visualmente, que se baseia na existência ou não de inclusões visíveis, tais como bolhas de ar, manchas e pintas em combinações e na quantidade de imperfeições na estrutura da mica.

Especificamente as folhas de micas são classificadas em blocos, filmes e «splittings» de acordo com a espessura e a qualidade.

Até hoje nenhum estudo foi realizado para a avaliação das reservas de mica, muito embora a mesma ocorra em todos os continentes.

As reservas brasileiras (medidas) eram de 3.353.600 t no ano de 1975 e estavam distribuídas nos Estados do Ceará, Minas Gerais (3.303.371 t) e São Paulo.

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de mica do mundo, sendo precedido pela Índia e a República Malgaxe. A Índia, o maior produtor de mica, possui excelentes variedades de muscovita e flogopita.

A produção brasileira no período de 1966 a 1975 foi muito irregular, ocorrendo uma queda no înício do período de 2.612 t para 413 t em 1967, atingiu 81 t em 1974 e em 1975 apresentou uma produção de 386 t provenientes do Estado de Minas Gerais, não se constatando nenhuma produção por parte do Rio Grande do Norte.

As exportações brasileiras de mica no período de 1973 a 1975 foram de 1.743 t, 3.225,2 t e 1.200 t respectivamente, sendo que a mica em bruto e os resíduos constituem a maior parte das exportações. A importação dos mesmos produtos (mica em bruto, blocos, pó, resíduos e mica trabalhada) totalizaram em 68 t que custaram Cr\$ 693.910,00 (c.i.f).

Comparando-se a produção nacional com a exportação verifica-se que os dados referentes a segunda nos últimos anos têm sido superiores aos da produção. Este fato se deve a dois fatores principais: o primeiro é que grande parte da produção é feita por garimpagem, cujos depósitos não são registrados e o segundo o estoque de anos anteriores, formado pelos



mineradores e exportadores que ficam aguardando melhores oportunidades do mercado internacional.

O preço da mica no mercado internacional variou do ano de 1976 entre US\$55/t e US\$ 2,65/lb (block e film) e US\$ 0,6/lb (splinttings).

4.19.2 — Ocorrencias do Estado

Durante a etapa de cadastramento bibliográfico foram cadastradas nove (9) ocorrências de mica em pegmatitos nos municípios de Parelhas (7) e Carnaúba dos Dantas (2). A mica aparece ainda em 21 outros pegmatitos como subproduto na explotação de outros minérios.

4.19.3 — Conclusões e recomendações

O número de ocorrências cadastradas de mica em relação a outros minerais de pegmatito é baixo, isso ocorrendo em função de que a mica mesmo sendo mineral essencial nos pegmatitos, é tida na grande maioria dos pegmatitos garimpados como rejeito, já que para a sua comercialização é necessário um prévio beneficiamento por parte dos produtores. Entretanto, apesar das perspectivas de uma queda no uso de lâmina de mica devido ao desenvolvimento tecnológico e a alternativa de outros materiais, estimam ao mesmo tempo, um aumento na demanda do uso de refugos e flocos de mica advindo do crescimento do uso deste materiai para cobertura e em tintas corantes, como também ao seu uso na argamassa de cimento e gesso.

Com o que foi exposto acima, a comercialização da produção brasileira poderá vir a ser aumentada em virtude dos produtos com perspectiva de maior demanda exigirem uma qualidade inferior de mica e com beneficiamento prévio bem menos oneroso, acarretando daí um possível aumento no aproveitamento das micas dos pegmatitos do Estado do Rio Grande do Norte.

4.20 — Monazita

A monazita é o mais importante mineral do grupo das terras céricas. As terras céricas incluem os elementos de menor número atômico no grupo das assim denominadas terras raras. A monazita é essencialmente um fosfato anidro de terras céricas com alguma quantidade de tório contento normalmente os seguintes teores de óxidos: óxido de cério 39% a 40%; óxido de tório 0% a 18%; óxido de zircônio 0% a 7%; óxido de ítrio 0% a 5%. Pequenas quantidades de cálcio, magnésio, ferro, alumínio, urânio, manganês, berílio, estanho, titânio e tântalo já foram detectadas em várias análises.

A monazita é um mineral transparente a subtransparente, com alta susceptibilidade magnética e não sofre alteração química ou estrutural quando aquecida a 1000°C. Sua cor apresenta várias nuanças de amarelo, tem o peso específico variando em função do teor de tório.

4.20.1 — Síntese da economia mineral

A monazita pode ser utilizada na produção de materiais nucleares, como resíduos de tório e o uranato de sódio. Outras aplicações são:



a — Na obtenção de cloretos de terras raras, utilizado na produção de elementos das terras raras individualmente ou em grupos; componentes dos núcleos de eletrodos de carvão para lâmpadas de arco; produção de «misch-metal» e outras ligas; pós de polimento fino, composição de vidro ótico e na indústria química.

b — Na obtenção de carbonatos de terras raras, que é utilizado como matéria prima para obtenção de óxidos e na indústria química.

c — Na preparação de óxidos de terras raras, utilizados no polimento de vidros óticos, polimento de tubos de televisão, etc; além dos sulfatos de terras raras, nitrato de tório, nitrato de cério e fosfato trissódico, que possuem inúmeras aplicações industriais.

O mais recente emprego da monazita consiste na obtenção do fósforo vermelho para televisão a cor, a partir dos óxidos de európio e ítrio, descoberto pela empresa Sylvania.

Austrália, Malásia e Tailândia constituem as principais fontes da monazita comprada pelos Estado Unidos, que importaram 140 t curtas no ano de 1976; valor esse inferior ao observado em 1975 que foi de 150 t curtas.

As reservas brasileiras de monazita somam 61.307 t e encontram-se distribuídas nos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, muito embora ocorram outros depósitos deste mineral no Brasil, constatando-se o pouco estudo efetuado neste setor.

A produção de monazita no Brasil durante os anos de 1966 a 1974 apresentou o pico máximo em 1970, quando produziu 2.308 t, quando no início do período foi de 746 t de monazita e em 1974 alcançou a cota de 1.196 t.

No que se refere ao mercado externo, em 1975 foram exportadas 849 t de minérios de terras raras no valor de US\$ 604.279 (f.o.b) e 212 t de metais de terras raras a US\$891.498 (f.o.b.). Por outro lado foram importadas 15 t de óxido de cério em 1975, ao preço de US\$85.647 (c.i.f).

O preço médio em 1976 de concentrado de monazita, nos Estados Unidos, foi de US\$ 233/t curta em relação a US\$ 207/t curta em 1975.

4.20.2 — Ocorrências do Estado

No Estado do Rio Grande do Norte, Abreu (op. cit - Vol.II,pg.714) e Maciel & Cruz, 1973, reportam o fato de que a Companhia Du Pont efetuou estudos no ano de 1946 que revelaram a existência de importantes concentrações de areias ilmeníticas contendo monazita no litoral potiguar, ao sul de Natal, nas proximidades de Tibau, Cunhau e Estrelas. Já em 1952, descobriram-se aluviões com monazita na área de Florânia e São Rafael, contendo tório e com teor de 0,3% de U₃O₈. Estes depósitos mostraram-se de pequeno volume, e o DNPM avaliou a reserva de 3.000 t de monazita.

Foram cadastradas, no transcorrer do projeto, duas ocorrências de monazita localizadas nos municípios de Florânia e São Rafael, nas fazendas Ipueira e Prego respectivamente (tab. 11).

Na ocorrência da fazenda Prego o minério é representado pelas aluviões de riachos afluentes dos rios Açu e Caraú. Em geral são concentrações grosseiras superficiais, onde a monazita ocorre associada a zircão, granada, etc. Segundo Santos (1968), a Orquima de São Paulo durante mais de um ano operou em fase experimental, na região, retirando algumas toneladas de monazita, em uma área de 54 km².

Na fazenda Ipueira a monazita ocorre em sedimentos aluvionares, associada a zircão, granada, ilmenita, etc. em uma área superior a 10 km².



Segundo Melo Junior (in Santos op. cit) a monazita provém da desagregação de plagioplitos que ocorrem na região.

4.20.3 — Conclusões e recomendações

Em virtude das ocorrências cadastradas não oferecerem condições para um estudo detalhado, no que diz respeito ao teor e a possança da camada mineralizada, deixa-se aqui de fazer maiores comentários sobre as mesmas. Recomenda-se no entanto um estudo em detalhe nas regiões de ocorrências deste mineral e no litoral onde são citadas na bibliografia alguns depósitos de areia monazítica, somando-se a isto a pequena reserva brasileira (oficial) que é representada principalmente pelos depósitos dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Além disto, aparece a grande evolução da tecnologia no campo de utilização das terras céricas com seus vastos campos de aplicação.

4.21 - Ouro

O ouro é um metal precioso, sendo escolhido como padrão de riqueza, em razão de suas propriedades físico-químicas e de sua raridade, tendo peso específico 19,5.

Os principais minerais econômicos do ouro consistem em ouro nativo e em quantidades menores de teluretos de ouro e amalgama. Entre os teluretos figuram a silvanita (Ag2Au2Te8), calaverita (AuTe), Krennerita (Au8Te16) e petzita (Ag3AuTe). O amalgama natural é encontrado em poucos depósitos.

4.21.1 — Síntese da economia mineral

Grande parte do ouro existente é usado para fins monetários, sendo a maior quantidade conservada em forma de lingotes como reserva e garantia das notas emitidas. A moeda dos Estados Unidos teria um lastro de 1,3714 g de ouro por dolar.

As demais aplicações de ouro são:

A— em ornamentação, principalmente em joalharia, onde se utiliza o ouro em liga com cobre, prata, níquel ou paládio em virtude de sua brandura; sua pureza é indicada em quilates, onde um quilate significa uma parte de ouro em 24 partes.

b — o ouro também é empregado em chapeado de ouro, incrustações em cristais, encadernações, decorações interiores, etc; para estes fins se emprega o ouro em fina chapa com 125 x 10⁻⁷ cm de espessura.

Além de ser empregado em odontologia e na indústria química, cabe salientar que estão surgindo novos campos de aplicação para o ouro, notadamente, na indústria aero-espacial.

A maior reserva mundial de ouro se encontra na África do Sul e representa 59,3% da reserva total, que é de 41.985 t em termos de metal contido. Os demais países produtores de ouro são: Estados Unidos, Canadá, Austrália e países de economia centralizada.

O Brasil possuía uma reserva (oficialmente) de 111.701.800 g de metal contido em 233.360.357 t de minério em 1976, sendo o principal contribuinte o Estado de Minas Gerais com 230.976.881 t de minério. Os demais Estados produtores são Amazonas, Bahia, Pará e Rio Grande do Sul.



A África do Sul é o maior produtor mundial de ouro registrando uma participação de 51,2% da produção que somou 1.382 t no ano de 1975, mesmo assim ela apresentou um decréscimo de 29,2% nos últimos cinco anos. Ocupando o segundo lugar de produtor mundial vem a URSS, que elevou sua participação de 20,8%, em 1970 para 32,0% em 1975.

A produção brasileira de ouro durante os anos de 1973 a 1975 variou entre 6.358 kg e 5.351 kg sendo esta produção as registradas nas Agências da Receita Federal.

O DNPM estima uma produção não declarada de 5.000 kg por ano resultado de garimpagem.

Os efeitos das medidas tomadas pelo Governo Federal em 1974 (dez.) quando determinou a redução do IUM, IPI e ICM tanto para o metal como para jóias, começam a se fazer sentir, uma vez que vem aumentando o registro da produção dos garimpos, restringindo-se a circulação de ouro ilegal.

O mercado mundial de joalharia absorveu mais de 800 t de ouro em 1976, 50% a mais que em 1975. Este aumento foi particularmente forte na Europa Ocidental, com o maior produtor de joalharia a Itália, mais que duplicando seu consumo.

O consumo interno aparente do Brasil é representado pelo volume total de sua produção aurifera mais a sua importação que no ano de 1975 foi de 5.147 kg contudo o dimensionamento das importações brasileiras de ouro constitui tão somente uma aproximação da situação real com que o país se defronta, uma vez que se registra uma entrada ilegal de ouro de proporção considerável.

O comportamento evolutivo da oferta mundial de ouro reflete a influência de determinadas condições que atuaram, durante longo tempo, como fator desestimulante ao incremento da produção. Assim o preço do ouro fixado em 1934 em US\$ 35 por «onça Troy» que permaneceu até o final de 1967, associado a elevação substancial dos custos de produção levou ao fechamento de várias minas e quando possível a extração de minério de mais alto valor, além do desinteresse de investir na identificação e pesquisa de novas reservas. A partir daquele ano, houve novo incremento, quando o preço internacional foi liberado.

O preço do ouro experimentou um declínio ininterrupto do final de 1974 até os nove primeiros meses de 1976. Com o preço caindo suavemente do seu ponto mais alto de US\$ 140 em janeiro para cerca de US\$ 126 nos fins de maio. O preço comum estabelecido no primeiro leilão do I.M.F. refletiu as espectativas do mercado. Em 22 de setembro o preço era de US\$ 120,75 antes de ser comercializado entre US\$ 115 e US\$ 118 em outubro. Em dezembro no quinto leilão do I.M.F. o preço comum foi de US\$ 137] «onça Troy». No Brasil o preço é baseado na «Bolsa de Metais de Londres».

O ouro é comercializado, oficialmente em cinco bolsas de metais: Londres, Hong Kong, Zurique, Paris e Nova York.

4.21.2 — Ocorrências do Estado

Durante os trabalhos de campo foram cadastradas 6 ocorrências de ouro, localizadas nos municípios de Currais Novos, Caicó, Santana do Matos, Encanto e São Fernando (tab. 12).

No município de Caicó foi cadastrada uma ocorrência localizada na fazenda Ponta da Serra.



Nesta ocorrência atualmente estão sendo realizados estudos de pesquisa visando determinar o potencial e a viabilidade econômica da mesma. Em algumas das trincheiras de pesquisa observadas verificou-se a presença de uma rocha alterada de cor avermelhada, granulação fina a média com pequenos cristais de pirita disseminados na massa, possuindo um metro da espessura. Segundo informações o ouro ocorre disseminado nesta rocha ou aínda nas aluviões de alguns riachos que drenam a área. As rochas encaixantes do minério são gnaisses claros alterados. Nas proximidades aparece biotita-xisto, migmatito e corpos granitóides.

Os trabalhos de pesquisa estão sob a responsabilidade da Mineração Medeiros Ltda.

Duas foram as ocorrências localizadas no município de Currais Novos, situadas na fazenda São Francisco e no Alto do Pelado, com o ouro ocorrendo associado a finos veios de quartzo que são encaixados no biotita-xisto às vezes granatífero do Complexo Seridó. O xisto tem atitude 50°/120°Az, sendo esta zona muito dobrada e fraturada.

Destas duas ocorrências a mais trabalhada foi a de São Francisco, onde observou-se vestígios de um trabalho de explotação bem desenvolvido como: poços, túneis e trincheiras, muito embora atualmente estejam entulhados, entupidos e com água nas escavações.

A ocorrência do Alto do Pelado parece ser continuação para SSW da mineralização de São Francisco, apresentando as mesmas características geológicas e o xisto tem atitude 60° / 130°Az.

Os veios de quartzo em ambas as ocorrências são de pequena espessura, variando de 0,5 cm até alguns centímetros e na sua grande maioria são concordantes com a rocha encaixante.

Na ocorrência de Alto do Pelado os trabalhos de explotação foram desenvolvidos por meio de poços com profundidade de até 10 m, sendo os mesmos alinhados segundo a direção das rochas.

A ocorrência do município de Encanto, denominada Mina do Cabelo, é representada por rochas quartzíticas de atitude 35º/240ºAz, com veios de quartzo concordantes e discordantes. A mesma já foi garimpada, mas atualmente as escavações encontram-se praticamente obstruídas não permitindo uma observação mais detalhada.

No município de Santana do Matos a ocorrência encontra-se localizada na fazenda Boa Vista, sendo representada por finos veios de quartzo, ao qual estava associado o ouro, concordante com o biotita-xisto, com textura cataclástica, granulação fina, constituindo por quartzo, biotita, mica branca e turmalina.

Na ocorrência de Alto do Meio, localizada no município de São Fernando, o ouro ocorre em rocha de granulação grosseira, arroxeada (alterada), ferruginosa, associado a veios de quartzo. O corpo mineralizado está encaixado em muscovita-xisto por vezes quartzoso com direção 355ºAz.

Segundo moradores do local encontra-se ouro também em alguns riachos que drenam a área.

4.21.3 — Conclusões e recomendações

Pelo que foi observado durante o trabalho de cadastramento, conclui-se que as ocorrências de Alto do Meio, Boa Vista e Mina do Cabelo, são de pequeno porte não



oferecendo grandes perspectivas para o desenvolvimento de estudo das mesmas, mas as ocorrências de São Francisco, Alto do Pelado e Ponta da Serra são passíveis de um estudo mais detalhado visando o seu potencial econômico.

As duas primeiras em virtude da sua extensão que é superior a 3 km, considerando que uma seja o prolongamento da outra e a terceira em virtude do modo de ocorrência do ouro, na qual os estudos inicialmente seriam orientados para definição litológica do corpo mineralizado em profundidade, visto que em superfície ele se encontra bastante alterado, não permitindo uma definição precisa do mesmo.

Associado ao acima exposto tem-se que o Brasil ocupa posição inexpressiva no contexto mundial e que ainda permanece pouco conhecido o potencial nacional em termos de reserva de minério de ouro.

4.22 - Scheelita / Ferberita

O tungstênio é um metal pesado, duro e resistente ao calor. Seu ponto de fusão é um dos mais altos entre os metais, 3.419°C, seu peso específico é igual ao do ouro, 19,3. Seus principais usos se baseiam na grande resistência mecânica que possui a alta temperatura; é também resistente a corrosão, bom condutor elétrico e térmico e tem coeficiente de expansão térmica baixo.

Os principais minérios de tungstênio são a.Wolframita (Fe,Mn)WO₄, 76% de WO₃, que é uma mistura isomórfica de ferberita (FeWO₄) e hubnerita (MnWO₄); e a scheelita CaWO₄, 80% de WO₃.

A scheelita é um tungstato de cálcio, com 80% de WO₃, cristaliza-se no sistema tetragonal, dureza 4,5 a 5 na escala de Mohs, transparente a translúcida e pode ter cor marrom, amarelada, preta, sendo comumente branca.

A ferberita é um dos extremos da série isomórfica da Wolframita, tem brilho sub-metálico a metálico, dureza 5 na escala de Mohs, opaca a translúcida.

A impurezas encontradas nos concentrados de scheelita e que diminuem suas qualidades são: cobre, arsênio, antimônio, bismuto, molibdênio, chumbo e zinco, cujos teores máximo segundo especificações variam entre 0,05 a 0,25%. O fósforo, o enxofre e o manganês, têm seus teores máximos variando entre 0,5% a 0,8%.

4.22.1 — Síntese da economia mineral

Os usos mais importantes para fins industriais do tungstênio são:

- a Válvulas de exaustão em motores de avião.
- b Lâmina de motor de jato.
- c Suporte de forno.
- d Componentes de combustão de motores de jato.
- e Aços para ferramentas de corte.
- f Aços indeformáveis para matrizes e trabalho quente.
- g Ligas não ferrosas de vários tipos, para soldas contatos elétricos, etc.
- h Produtos químicos para tintas e cerâmica.
- Tungstênio metálico para iluminação elétrica, aparelhos eletrônicos, veículos, etc.
- j Carburetos, fabricados a partir do pó de tungstênio e metálico, para operações mecânicas de alta velocidade, etc.



Todas estas utilizações são baseadas em suas principais propriedades: dureza e resistência ao desgaste dos carburetos, capacidade do tungsténio e suas ligas em conservar a dureza e a resistência à tração quando submetidos a altas temperaturas; suas propriedades elétricas e termoiônicas favoráveis; seu alto ponto de fusão, no seu desenvolvimento como material estrutural importante nas aplicações nucleares e espaciais.

Os maiores produtores mundiais de scheelita são: China e Rússia (16.900 t), Brasil (1.073 t), Estados Unidos (3.537 t), Coréia (1.907 t), Bolívia (1.964 t), Canadá (1.387 t), Austrália (1.265 t) e Portugal (1.409 t), no ano de 1970.

As reservas brasileiras (medidas) de minério de tungstênio totalizavam em 201.345 t no ano de 1975, provenientes de municípios do Estado do Rio Grande do Norte. A produção do mesmo ano foi de 1.644 toneladas de concentrado.

Além do Rio Grande do Norte outros Estados brasileiros também são produtores de minérios de tungstênio entre eles pode-se citar: Paraíba, Ceará e Rio Grande do Sul.

As exportações brasileiras de minério de tungstênio (Scheelita e Wolframita) somaram 1.411 t no valor de US\$ 9.370.703 (f.o.b) no ano de 1975. No mesmo ano as exportações do metal e manufaturados e compostos químicos totalizaram em 11.325 t no valor de US\$ 168.213 (f.o.b).

As importações de metal, manufaturados e compostos químicos no ano de 1975 totalizaram em US\$ 958.352 (c.i.f).

Os preços durante o ano de 1976 segundo o London Metal Bulletin variaram entre US\$ 79,84 por tonelada curta em janeiro e US\$ 133,81 em dezembro do mesmo ano. No Brasil em abril de 1977 o preço foi de Cr\$ 191,00 / kg (f.o.b).

4.22.2 — Ocorrências do Estado

Durante a fase de pesquisa bibliográfica foram cadastradas 325 ocorrências e/ou jazidas de scheelita distribuídas nos municípios de Currais Novos, Lages, Acari, Parelhas, São Fernando, São Rafael, Jucurutu, Caicó, Jardim de Piranhas, Cerro Corá, Angicos, Santa Cruz, etc, e uma de ferberita em Pedro Avelino.

A grande maioria dos depósitos e/ou jazidas estão localizadas no campo de domínio do Complexo Seridó e alinhadas grosseiramente segundo a direção NNE-SSW, ocorrendo ao longo dos tactitos. Afora as mineralizações em tactitos aparecem também mineralizações associadas a veios de quartzo, a anfibolitos e mesmo nas rochas regionais em pequenas concentrações.

variando desde frações de milímetros até massas de vários centímetros de diâmetro. O teor de WO3, local nestes minérios varia até 15%. O tactito ocorre em forma de lentes que constituem rosários. A associação paragenética dos tactitos pode ser sumariamente representada por: granada, epidoto, scheelita, calcopirita, pirita, calcita e vesuvianita, podendo alguns deles possuir molibdenita e fluorita.

As principais jazidas de scheelita da região são: Brejuí, Barra Verde, Cafuca, Bodó, Boca da Lage, Bonfim, Bonito, Riachão, Malhada dos Angicos, Piridoba-Mazagão, Malhada Limpa, Serra dos Louros, etc.



4.22.3 — Conclusões e recomendações

O Estado do Río Grande do Norte é o maior produtor de scheelita do Brasil, tendo atualmente sete minas e inúmeros garimpos que, produziram em 1975, 1.600 t aproximadamente no valor tributável de Cr\$ 82.055.000,00.

No ponto de vista geo-econômico são poucos os depósitos explotados por uma lavra racional, por esse motivo recomenda-se um estudo sistemático na região procurando definir a verdadeira possança dos corpos mais promissores, em virtude de que a atividade de garimpagem tem suas limitações uma das quais é a profundidade.

Nestes estudos entraria em tese uma pesquisa racional de superfície e de subsuperfície, que envolvería aberturas de galerias, pocos, chaminés e sondagens.

4.23 - Talco

O talco é um silicato hidratado de magnésio com a seguinte composição: 3MgO 4SiO₂.H₂O, contendo teoricamente 63,5% de SiO₂, 31,7% de MgO e 4,8% de H₂O. Cristaliza-se no sistema monoclínico, tem dureza baixa, brilho nacarado, é macio ao tato conferindo aspecto untuoso à rocha, cor variável de branca a esverdeada, ocorrendo na natureza em agregados macicos ou foliados.

Comercialmente a palavra talco representa ampla variedade de significação, desde rochas onde o mineral talco predomina até outras em que ele está totalmente ausente.

Os termos comercialmente empregados como sinônimos de talco são: pedra sabão, esteatito, agalmatolito, lava, pirofilita, talco fibroso, argila laicosa, giz françês.

A origem do talco está ligada a alteração hidrotermal de corpos ultrabásicos ou a calcários dolomíticos pouco metamorfisados.

4.23.1 — Síntese da economia mineral

Em virtude das inúmeras propriedades de que é possuidor, o talco tem grande interesse para a indústria, entre elas pode-se citar: leveza, suavidade, brilho, alto poder de absorção de óleos e graxas, inércia química, elevado ponto de fusão, baixa condutividade térmica e elétrica e poder de difusão como pigmento.

Mais de 90% da produção de talco é moída e beneficiada para atender a demanda solicitada pelas indústrias cerâmicas, de tintas, inseticidas, papel, borracha, têxteis, isolantes térmicos, moldes de fundição, polidores de cereais e calçados, etc.

Na cerâmica o talco é utilizado na fabricação de azulejos, porcelana, esmalte, refratários elétricos, etc. A porcelana esteatita é empregada na confecção de velas de motores de explosão. Para cerâmica branca o talco que contenha até 6% de cal é melhor que o isento desta substância.

O talco é usado na fabricação de tintas para aplicações externas em superfícies expostas a abrasão e em tintas de baixa visibilidade, tornando-se assim um material de estratégia militar. O talco fibroso ou asbestino é largamente aproveitado como agente de suspensão em diversos tipos de tinta à prova de fogo.

Na indústria da borracha faz-se uso do talco como agente de pulverização para lubrificação de moldes para evitar que as superficies se liguem durante a manufatura dos produtos entretanto também é utilizado na composição de certas borrachas semi-duras para válvulas.



Na fabricação de papel o talco é consumido em grande quantidade para proporcionar elevada retenção e suficiente opacidade ao produto, por baixo preço.

Em cosmético a quantidade consumida é pequena, embora sua utilização nesta indústria englobe um grande número de aplicações. As especificações para este tipo são rigorosas, devendo o mesmo sofrer complexo processo de tratamento, isento de impurezas que possam causar problemas à pele humana.

Grandes reservas, principalmente do tipo pirofilita, são encontradas no Japão e perfazem um total de 70 a 75 milhões de toneladas. As reservas americanas foram calculadas em 30 milhões de toneladas e as brasileiras (medidas) 13.438.147 toneladas, provenientes da Bahia (10.106.939 t), Paraná (2.182.544 t) Goiás, Minas Gerais e São Paulo.

O maior produtor mundial em 1970, foi o Japão com 2.066.230 t curtas seguiço dos Estados Unidos com 1.027.929 t curtas. A produção mundial neste mesmo ano totalizou em 5.393.194 t curtas.

Outros países produtores de talco são URSS, França, Coréia do Sul, Índia, Itália, China, Áustria, Coréia do Norte, Brasil, Canadá, Austrália, Noruega, Finlândia, etc.

A produção brasileira no período de 1966 a 1975 apresentou-se bastante irregular. Nos quatro primeiros anos a produção variou de 47.367 t a 87.650 t; no intervalo de 1970 e 1971 a produção decresceu até 41.661 t e alcançou 154.893 t no ano de 1975.

O comércio exterior de talco brasileiro tem atuação discreta e apresenta-se bastante irregular. No ano de 1975 exportou 189 t no valor (f.o.b) de US\$ 30.050 e importou 79 t no valor (c.i.f.) de US\$ 22.535, sobre 496 t e 130 t no valor de US\$ 60.764 e US\$ 46.900 respectivamente no ano de 1974.

A maior parcela da produção brasileira é encaminhada ao mercado interno. despontando o Estado de São Paulo como o principal consumidor, devido ao seu parque fabril.

No mercado internacional os preços dos minérios têm se mantido relativamente estáveis durante a segunda metade do século. Particularmente o talco exportado pelos Estados Unidos apresentava os preços médios (f.o.b) em fevereiro de 1977 por tonelada curta variando entre US\$ 32 e US\$ 105.

No Brasil existe uma ampla gama de opções no tipo de talco oferecido ao consumo no mercado interno, com os preços médios (f.o.b) variando de Cr\$ 200,00 a Cr\$ 7.158,00 (beneficiado-perfumaria).

4.23.2 — Ocorrências do Estado

Durante os trabalhos de campo foram cadastradas seis ocorrências de talco, distribuídas nos municípios de Ouro Branco, Severino Melo, Caicó, Santana do Matos (2) e São Rafael (tab. 13).

A ocorrência de Passagem Limpa, localizada no município de Severiano Melo é representada por talco-xisto, muito ferruginoso, fraturado e alterado, aflorando numa escavação de 1 m de largura por 0,5 m de profundidade. Está encaixado em biotita-gnaisse-cataclástico. Segundo análise por difração de Raios X o minério é constituído pelos seguintes minerais: talco, clorita, tremolita-actinolita.

No município de Caicó, foi cadastrada uma ocorrência na fazenda Boladeira. O talco tem coloração verde ou amarronzado, ferruginoso e macipo. A rocha hospedeira tem também coloração verde, ferruginosa e homogêna, apresenta no relevo forma domática



rebaixada e está encaixada em rochas gnáissicas muito fraturadas e cortadas por diques ácidos e básicos. Possivelmente trata-se de um anfibolito.

Em Ouro Branco o talco ocorre nas proximidades de Serrote do Castelo, sob a forma de corpos lenticulares encaixados concordantemente em xistos e gnaisses-feldspáticos. Petrograficamente o minério é classificado como talco-tremolita-actinolita-clorita-xisto. Esta ocorrência foi explotada até 1970 e o material era negociado em Campina Grando (PB).

No município de Santana do Matos foram cadastradas duas ocorrências localizadas na fazenda Cerco e Manoel Dias. Na primeira o talco ocorre sob a forma de corpos irregulares, tem cor esverdeada e azulada, aspecto maciço a xistoso, encaixado em gnaisses graníticos à biotita, com direção 20ºAz e mergulho subvertical. Petrograficamente foi classificado como talco-xisto, constituído por talco-clorita e calcita em determinação por Raio-X. A extensão da ocorrência não foi possível determinar em função de sua forma irregular, contudo a área onde foram retirados alguns blocos para o emprego de «construção civil» é superior a 200 m².

Na fazenda Manoel Dias a ocorrência é representada por uma camada lenticular de talco de cor esverdeada, com aspecto macico e /ou xistoso, encaixada em biotita-gnaisse com atitude 25°/360°Az. A extensão da lente é superior a 150 m; a sua espessura é em torno de 50 m. Por difração de Raio-X foram identificados os seguintes minerais: talco, mineral do grupo da caulinita (traços) e antofilita-gedrita (traços).

Em São Rafael a ocorrência está localizada, na fazenda Caraú e o talco ocorre sob a forma do lentes irregulares em virtude do forte fraturamento aí existente, tem cor esverdeada e é rico em óxidos de ferro. A rocha hospedeira é um anfibolito que está encaixado em quartzo-biotita-gnaisse. Por difração de Raio-X foram identificados os seguintes minerais: talco, clorita e minerais do grupo da caulinita (traços).

4.23.3 — Conclusões e recomendações

As ocorrências cadastradas, ao nível dos estudos realizados, não despertam maior significado econômico, sendo geralmente de pequeno porte, com grau de impureza relativamente elevado.

Com os resultados apresentados não se justifica um estudo detalhado destas ocorrências, entretanto seria recomendável um estudo geoquímico preliminar nas áreas de ocorrências visando a mineralização de minerais metálicos comumente associados a rochas básicas e ultrabásicas.



5 — PRODUÇÃO E RESERVA MINERAL DO ESTADO

No capítulo anterior foi realizado um estudo geo-econômico sucinto para os diversos minerais cadastrados no Estado do Rio Grande do Norte. Neste capítulo será feita uma avaliação da produção mineral do Estado no período de 1973 a 1975 baseada no recolhimento do IUM em virtude de serem poucos os bens minerais que se encontram em pauta no Anuário Mineral Brasileiro.

A scheelita, com exceção do sal marinho, ocupa o primeiro lugar em recolhémento de imposto, sendo recolhido em 1975, Cr\$ 6.408.777,00 que corresponde a uma produção de 1.598.475 kg, produção esta inferior aos anos de 1973 a 1974 que foram 2.416.064 kg e 2.677.629 kg respectivamente.

Outro bem mineral que apresenta, uma grande contribuição na economia do Estado é o calcário, nas suas mais diversas utilizações. Durante o ano de 1975 foram produzidas 214.136 t de calcário e 20.674 m³ de mármore, que recolheram Cr\$404.061.000 em imposto. Nos anos de 1973 e 1974 as produções foram de 519.081 t e 221.304 t respectivamente; a de mármore em 1974 foi de 2.939 m³. A grande diferença entre a produção de 1973 e as demais deve-se ao fato da inclusão da produção de mármore neste total.

As argilas contribuiram com Cr\$ 10.668,00 de imposto no ano de 1975, com uma produção de 15.889 t. O Anuário não faz nenhuma referência quanto a este mineral, o que indica que toda esta produção é proveniente de garimpos. Nos anos de 1973 e 1974 as produções foram respectivamente de 76.580 t e 4.174 t, esta grande diferença prova a grande irregularidade na produção resultante da garimpagem.

Para os minerais de pegmatito, exclusive o caulim, no ano de 1975 observou-se as seguintes produções: berilo 274 t, cassiterita 496 t, tantalita 7.990 kg, feldspato 694 t, bismuto 59 kg, que contribuiram em Cr\$ 137.995,00 de imposto neste ano. Toda esta produção é devida a garimpagem e por isto bastante irregular, tendo em vista que em anos anteriores alguns desses minerais não entraram na pauta de recolhimento de imposto. Nos anos de 1973 e 1974 a produção desses minerais foram respectivamente berilo 75 t e 6.065 t; cassiterita 607t e 0,0 t; feldspato 0,0 t e 14.184 t; tantalita 1.539 kg e 3.997 kg; bismuto 0,0 kg e 59 kg.

O caulim que representa outra fonte de IUM no Estado teve uma produção em 1975 de 28.910 t que equivale a Cr\$ 23.796,00 de imposto recolhido. As produções de 1973 e 1974 foram de 3.486 t e 5.051 t, respectivamente. Grande parte destas produções são resultantes de garimpagem, tendo em vista que no ano de 1975 o anuário indica uma produção de 1.350 t.

Em 1975 a produção de diatomito foi de 13.168 t, recolhendo um imposto Cr\$30.712,00. Nos anos de 1973 e 1974 a produção foi respectivamente de 111 t e 11.234 t. Para o ano de 1975 o anuário apresentou uma produção de 2.207 t.

A produção de gipsita no ano de 1975 foi de 60.229 t recolhendo em imposto Cr\$345.201,00, no anuário a produção do mesmo ano foi de 3.717 t.

Para a barita não constatou-se nenhuma produção durante o período de 1973 a 1975, contudo durante a fase de cadastramento de campo verificou-se a existência de garimpos em atividades.

Outros bens minerais que entraram na pauta de recolhimento do IUM em 1975 são apresentados na tabela abaixo.



Substância	Produção	imposto Cr\$	
Água Mineral	491.196 l	7.373	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Areia	40.840 m ³	26.873	,
Brita	. 17.455 m ³	113.527	
Cascalho	. 156 m ³	402	
Pedra bruta	29.175 m ³	7.340	
Quartzito ·	7.539 t	20.944	

As reservas minerais do Estado do Rio Grande do Norte segundo o Anuário Mineral Brasileiro estão representadas a seguir:

	, R	ESERVAS (T)	
MINERAL	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA.
Calcário	106.508.687	10.980.000	11.160.000
Caulim	1.009.830	720.000	
Diatomito	66.214		
Mármore	844.353	. —	
Tungstênio	201.345	876.316	2.818.805

Como se pode observar na tabela acima poucos são os minerais que possuem suas reservas definidas no Estado.

Pelo exposto acima com relação a produção e reservas minerais do Estado nota-se que a atividade mineira está estribada em poucos minerais, sendo que a maior parte deles tem suas produções resultantes de garimpagem.

O Anuário Mineral Brasileiro (1976) informa que no triênio 76-78 foi previsto o investimento de Cr\$ 2.850.000,00 em pesquisas geológicas, sendo Cr\$ 1.660.000,00 nas minas e Cr\$ 1.350.000,00 nas usinas.

No ano de 1975 foram investidos Cr\$ 2.136.187,00 em pesquisas geológicas para tungstênio, Cr\$ 1.461.140,00 nas minas e Cr\$ 30.240,00 em pesquisas tecnológicas e Cr\$444.004,00 nas usinas.

No mês de março de 1977 tramitava no DNPM 1.019 pedidos de pesquisa, dos quais 18,54% e 41,6% pertenciam a minerais de tungstênio e calcários respectivamente, os demais estão distribuídos para: água marinha(1), água mineral (4), ametista (4), amianto (10), areia(9) argila (37), barita (19), bentonita (4), berilo (11), bismuto (1), caulim (57), chumbo (12), cobre(37), diatomito (34), estanho (7), feldspato (6), ferro (8), fluorita (5), fosfato (1), granito(16), lítio (1), mármore (13), molibdênio (48), mica (1), nióbio/tântalo(13), níquel (2) ouro (20), prata (1), quartzito (1), quartzo (5), seixos de ágata (1), talco (1), titânio (7), vermiculita (1), zinco (22) e zircão (9).



6 — CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O Estado do Rio Grande do Norte, no estágio atual de conhecimentos, é um dos mais promissores no setor mineral dentre os Estados nordestinos, e apresenta boas perspectivas para o aproveitamento racional de substâncias minerais em seu subsolo, que concorrem para uma maior participação na economia estadual.

Nos capítulos anteriores foram apresentados estudos geo-econômicos para cada bem mineral cadastrado, onde se encontra um item específico de conclusões e recomendações. Desse modo aqui apenas se fará comentários gerais dos fatos anteriormente citados, recomendando-se alguns programas de trabalho para o futuro.

Dentre as substâncias minerais cadastradas, a scheelita ocupa o primeiro lugar em recolhimento do IUM, tendo contribuído no ano de 1975 em Cr\$ 6.408.777,00 referente a uma produção de 1.598.475 kg.

Tendo em vista a grande importância da scheelita na economia estadual, associada ao grande número de ocorrências cadastradas, dispersas em quase todo Estado, e ao fato de até agora só se conhecer poucos corpos economicamente explotáveis através de trabalho de lavra racional, recomenda-se um estudo sistemático de pesquisa de superfície e subsuperfície nas ocorrências reconhecidamente mais promissoras (inicialmente), juntamente com um estudo de viabilidade econômica da explotação de outros minerais econômicos que comumente ocorrem associados a tactitos.

Para os minerais de pegmatitos, que de uma maneira geral são explotados por métodos rudimentares, com raras exceções para caulim, contribuiram com Cr\$ 161.672,00 em IUM no ano de 1975. Com o intuito de aumentar a produção dos diversos minerais econômicos e ao mesmo tempo encontrar outros pegmatitos economicamente explotáveis, recomenda-se um estudo sistemático de pesquisa para avaliação dos inúmeros pegmatitos cadastrados, visando também as perspectivas de uma lavra racional, a qual englobaria o aproveitamento de todos os minerais de pegmatito, inclusive os feldspato que têm inúmeras aplicações nas indústrias, além da mica que encontra um campo de aplicação cada vez maior, na construção civil.

Os minerais industriais, não metálicos, de uma maneira geral apresentam um quadro de boas perspectivas onde o calcário, inclusive o mármore, e a argila para cerâmica vermelha, se destacam do grupo.

Para esses minerais recomenda-se uma pesquisa sistemática de quantificação e qualificação juntamente com o incentivo aos pequenos e médios produtores visando aumentar a produção dos diversos bens minerais utilizados na indústria civil, que atualmente têm um grande consumo com tendência a aumentar e longe de mostrar um retrocesso, principalmente nas proximidades dos grandes centros populacionais.

Ainda com respeito ao calcário, poderia-se fazer uma pesquisa de reconhecimento, principalmente nas áreas de afloramento da Formação Jandaira visando a descoberta de concentrações anômalas de outros minerais que tenham origem singenética, associada com as litelogias dessa formação. Estes estudos poderiam ser ampliados até o topo da Formação Açu onde segundo alguns autores, são passíveis de concentrações fosfáticas.



Outros minerais industriais, não metálicos, tais como: diatomito, fluorita, gipsita, amianto, talco, caulim e barita apresentam razoáveis e boas perspectivas a médio prazo, com exceção do talco e do amianto, em virtude das ocorrências desses minerais não apresentarem grande importância. Entretanto as ocorrências encontradas poderão servir de guia para localização de corpos básicos e ultrabásicos possíveis de serem mineralizados.

Pelo exposto acima, recomenda-se para o diatomito, uma pesquisa ao longo dos vales de fundo chato e nas lagoas na faixa litorânea a leste do meridiano de 36º e ao norte do paralelo de 5º30'. Esses estudos seriam realizados conjuntamente com os estudos de quantificação e qualificação de argilas através de sondagem a trado de 4", sendo realizadas análises tecnológicas nas amostras coletadas.

Sobre a fluorita é viável a realização de estudos mais detalhados, tendo em conta que a explotação por garimpagem tem suas limitações, uma das quais é a profundidade. A ocorrência de Pau Ferro, onde a fluorita ocorre associada a rochas calcárias, merece melhor destaque, tendo em vista que nesta região ocorrem outras lentes calcárias que poderiam ter fluorita associada, assim como na região de Catunda e São Bento poderiam ser feitos estudos em fraturas paralelas às preenchidas por fluorita e quartzo.

A gipsita muito embora tenha grande parte de sua área com decreto de lavra, não representa grande parcela na economia estadual, por este motivo recomenda-se um estudo de viabilidade para uma lavra racional visando o aumento da produção.

Com relação aos caulins secundários, já que os primários foram englobados como mineral de pegmatito, que ocorrem principalmente na região costeira, área de domínio do Grupo Barreiras, que é potencialmente uma zona de depósitos cauliníferos a exempio de outras regiões, recomenda-se um estudo de pesquisa através de sondagens em virtude dos bancos cauliníferos, que porventura ocorram, estarem encobertos por outros sedimentos deste Grupo, não deixando que os mesmos aflorem.

Para a barita, tendo em vista o grande número de ocorrências cadastradas, a sua dispersão geográfica e o seu comportamento genético, recomenda-se estudos de pesquisa detalhadas nas regiões de maiores concentrações, visando a continuidade longitudinal de algumas ocorrências, ao mesmo tempo que sua qualificação e quantificação.

Os estudos também seriam voltados para o incentivo do aumento de produção, visando uma maior demanda de barita no Nordeste, em função das indústrias de tintas e de material para lama de perfuração.

O ferro como foi dito no capítulo referente ao mesmo, não oferece grandes perspectivas com relação ao teor comercializado, contudo deixa-se em aberto a possibilidade da fundação de uma siderurgia local para o consumo interno do Estado. Para isso seria necessário um estudo detalhado das diversas ocorrências cadastradas principalmente a de Bonito.

A única ocorrência de cobre cadastrada, no município de Martins, não apresenta grandes possibilidades, contudo serve como indício da mineralização que ocorreu na região, onde se recomenda reconhecimento geoquímico ao longo da direção da mineralização e nas regiões circunvizinhas.

Para o ouro, tendo em vista que o Brasil ocupa posição inexpressiva no contexto mundial e que ainda permanece pouco conhecido o potencial nacional em termos de reservas de minério de ouro, recomenda-se um estudo detalhado nas ocorrências de São Francisco, Alto do Pelado e Ponta da Serra, como foi dito no capítulo referente a este metal.



Com base nos estudos das ocorrências de monazita pouco se pode dizer com relação ao teor e a possança, no entanto, recomenda-se um estudo detalhado nas regiões de ocorrência deste mineral e no litoral, onde são citadas na bibliografia alguns depósitos de areia monazítica, tendo em vista a grande evolução da tecnologia no campo de utilização das terras céricas.

Os demais minerais cadastrados, celestita, enxofre, e corindon não apresentam grandes possibilidades, constituindo pequenos indícios de mineralização.

Pelo que foi exposto acima, recomenda-se a realização dos seguintes trabalhos por ordem de prioridade:

- a dimensionamento das reservas scheelitiferas por meio de mapeamento geológico de detalhe, estudos de subsuperfície e sondagens inicialmente nas ocorrências mais promissoras.
- b estudo de viabilidade do aproveitamento econômico de outros minerais que ocorrem associados aos tactitos tais como: fluorita, molibdenita, e minerais de cobre entre outros.
- c estudo prospectivo sistemático das áreas de maior concentração de ocorrências de barita, visando a definição do potencial das ocorrências e ao mesmo tempo a descoberta de outras, por meio de mapeamento em detalhe, com aberturas de trincheiras, poços etc.
- d prospecção sistemática em lagoas e nos vales dos rios e riachos, nas áreas a leste do meridiano de 36º e ao norte do paralelo de 5º30', visando a quantificação e qualificação dos depósitos argilíferos e diatomíferos.
- e integração de mapeamentos geológicos, já existentes, dos sedimentos da Bacia do Apodi (Formação Jandaíra), juntamente com o levantamento geoquimico regional com a finalidade de definir a existência de mineralizações singenéticas nestes sedimentos, a tais como: sulfetos de metais básicos e fosfato, além da definição do potencial econômico em calcário e gipsita.
- f estudo sistemático na região de ocorrência de fluorita de Pau Ferro, por meio de mapéamento em semi-detalhe acompanhado do estudo prospectivo das lentes calcárias, tendo em vista que esta ocorrência se encontra mais ou menos no mesmo alinhamento da mina Salgadinho (fluorita) na Paraíba.
- g estudo sistemático dos granitos e granitóides da região de Catunda e São Bento, visando a viabilidade econômica das ocorrências de fluorita, alí existentes, ao mesmo tempo a prospecção em fraturas paralelas às daquelas ocorrências.
- h estudo da viabilidade econômica da explotação dos diversos pegmatitos cadastrados, visando o aproveitamento «in totum» dos seus minerais econômicos; estudos estes seriam feitos conjuntamente com o estudo do mercado interno e externo com suas devidas especificações.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Sylvio F. de — Recursos minerais do Brasil. 2ª ed. São Paulo	
ALEXANDER, J.H. — Lithium — Supply adequate to meet rising demand. (3): 166, Mar. 1977.	
ALLSAMAN, Paul L. — Cement In: U.S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook Interior, 1968. p. 273-297.	k, 1967. Washington, U.S. Dept. of the
Lime, In: U. S. Bureau of Mines, Minerals Yearbood, 1967. W 1968. p. 677-685.	ashington, U. S. Dept. of the Interior,
ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1964. Rio de Janeiro, IBGE, 1964.	•
ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1964. Rio de Janeiro, IBGE, p. 1-1016.	
ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 1975. Brasília, DNPM, 1975. v. 4.	
, 1976. Brasilia, DNPM, 1976. v. 5.	
BARBOZA, Frederico L.M. — Perfil analítico do tungstènio. Rio de Jane Departamento Nacional da Produção Mineral. Boletim, 24).	eiro, DNPM, 1973, 69 p. ilust. (Brasil.
BARTON, William R. Fluorspar and cryolite. In: U. S. Bureau of Mines. Miner Dept. of the Interior, 1968. p. 507-516.	rals Yearbook, 1967. Washington, U.S.
BEVILACQUA, Clovis Tadeu — Perfil analítico da fluorita. Rio de Janeiro, Di mento Nacional da Produção Mineral. Boletim, 14).	NPM, 1973. 40 p. ilust. (Brasil. Departa-
BOLETIM DE PREÇOS. Ano IV — nº 17 — 1977 — Brasília, DNPM, mar-	abr. 1977.
BRASIL. CPRM Berilo. Rio de Janeiro. DEGEC DIVEM, 1973. 9 p.	
— Calcário. Rio de Janeiro, DIVEM DEGEC, 1973. 20 p.	
— Cobre. Rio de Janeiro. DEGEC DIVEM, 1973. 28 p.	
Diatomito. Rio de Janeiro, DIVEM DEGEC, 1973. 11 p.	
Estanho. Rio de Janeiro, DEGEC DIVEM, 1973. 28 p.	
Litio. Rio de Janeiro, DEGEC DIVEM, 1973. 19 p.	
Mica. Rio de Janeiro, DEGEC DIVEM, 1973. 23 p.	
——————————————————————————————————————	rea do empreendimento visando a defi- 7. 30 p.
BRASIL. DNPM Produção mineral de 1974 calculada pelo IUMP. In: Pes Jurisdição do 4º Distrito do DNPM em 1974. Recife, 1975. p. 40-43.	squisa da produção mineral da área sob
BRASIL. DNPM — Produção mineral de 1975 calculada pelo IUMP. In: Pes Jurisdição do 4º Distrito do DNPM em 1976. Recife, 1975. p. 4.	squisa da produção mineral na área sob
BRUNI, Edvaldo Correia — Perfil analitico da barita. Rio de Janeiro, DNPM,	, 1973, 46 p. ilust. (Brasil. Departamento

CANNON, Joseph G. -- Rare earths -- 76 was slow; pickup seen for 77. Engineering and Mining Journal, 178 (3):

Nacional da Produção Mineral. Boletim, 3).

183, mar. 1977.



- CASSEDANNE, J. P. et alii Nota sobre a celestita do riacho do Japuio. Miner. Metal. Rio de Janeiro, 55: (325). 28-32, jan. 1972.
- CASTELLI, A.V. Barite Production down in US, up elsewhere. Engineering and Mining Journal, 178 (3): mar. 1977.
- COOPER, James D. Clays. In: U. S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook, 1967. Washington, U. S. Dept. of the Interior, 1968. p. 311-330.
- COURSEN, R. D. TIN Prices moved up smartly in 1976. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 172, mar. 1977.
- DA COSTA, Fábio Emílio V. J. Perfil analítico da columbita-tantalita. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 43 p. ilust. (Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Boletim, 9).
- DAY, Robert J. Gypsum Housing upturn anticipated for 1977. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 136, mar. 1977.
- DIAS, Jaime Perfil analítico do bentio. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 20 p. ilust. (Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Boletim, 5).
- EMERSON, Mark E. Tantalum Demand rises, prices hit record high. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 188, march. 1977.
- ETHEREOGE, Denmis Gold Good prospects for a stable year. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 146, mar. 1977.
- FARKAŞ, Martin S. Beryllium Demand returns to normal levels in 76. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 169, mar. 1977.
- FLUORSPAR recovery depends on steel and on outcome of environment questions. Engineering and Mining Journal, 177 (3): 211-213, mar. 1976.
- FULKERSON, Frank B. Barite. In: U. S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook, 1970. Washington, U. S. Dept. of the Interior, 1971. p. 205-210.
- GUSTAVSON, Samuel A. -- Clays, In: U. S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook, 1970. Washington, U. S. Dept. of the Interior, 1971. p. 305-325.
- HAINES, Stan Mica Demand tied to construction markets. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 138, mar. 1977.
- IANNICELLI, Joe Kaolin Modest recovery, higher prices in 1976. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 139, mr. 1977.
- JENKINS, G. F. Asbestos. In: Industrial Minerals and Rocks. New York, The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, 1960. p. 23-53.
- MABESOONE, J. M. Sedimentalogia. Recife, UFPE. Imprensa Universitária, 473 p., 1968.
- MAY, Timothy C. Asbestos, In: U. S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook, 1967. Washington, U. S. Dept. of the Interior, 1968. p. 197-215.
- MEDEIROS, Noé Perfil analitico do estanho. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 39 p. ilust. (Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Boletim, 13).
- PETTIJOHN, F. J. Limestone and Dolomites. In: Sedimentary rocks. New York, Harper & Row, 1949 (c) p. 381-427.
 - SANTOS, Edilton José dos Bonito, novo jazimento de ferro no Nordeste. SUDENE, Bol. Rec. Not., Recife, 4 (3-4): 423-427, jul-dez., 1966.
 - SILVA, Egmar H. R. de O. -- Caulim no Nordeste. Recife, SUDENE, Div. Geol., 1974, 36 p., ilust.



- SOUSA, José F. de Perfil analitico do diatomito. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. 27 p. ilust. (Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Boletim, 11).
- TODD, Joan C. Asbestos 1975 Canada's worst year, Russia's best?. Engineering and Mining Journal, 177 (3): 110-113, mar. 1976.
- TODD, Joan C. Asbestos 1976, brings rebound in Canadian output. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 128, mar. 1977.
- U. S. BUREAU OF MINES Mineral facts and problems. Washington, U. S. Dept. of the Interior, 1970, 1291 p. (Bureau of Mines Bulletin, 650).
- WELLS, J. Robert Clays. In: U. S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook, 1968. Washington, U. S. Dept. of the Interior, p. 283-300.
- WELLS, J. Robert Clays. In: U. S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook, 1969. Washington, U. S. Dept. of the Interior, 1969. p. 287-308.
- WCOD, Hibram B. Fluorspar 1976 goins balance losses, for zero growth. Engineering and Mining Journal, 178 (3): 132, mar. 1977.
- WORLD production of important minerals and metals by 20 leading mining countries in 1971, 1972, 1973, 1974 and 1975. World Mining, 20 (7): 122-123, jun. 1976.

8 - ANEXOS

AMIANTO

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R. ENCAIXANTE	LOCALIZAÇÃO
Florânia	Quixo d é	biotita-gnaisse	06°07'00" - 36°48'53"
Lage \$	Pedra Branca	quartzito-ferruginoso	05°47'00"-36°05'51"
Santana do Matos	Poço do Mofumbo	biotita-gnaisse	05°49'49" - 36° 37'24"
São Rafael	Mutamba .	biotita-gnaisse	05°51'20"-36° 56'11"
São Tomé	Palangana	biotita-gnaisse	05° 59' 15" - 36° 11' 35"
São Vicente	Saco da Lajinha	migmatitos	06° 10' 15"— 36° 39' 15"
Sítio Novo	São Padro	gnaisses	06°08'09" 35° 55'07"
Sítio Novo	Sítio Oiticica	gnaisses	06° 26' 12"- 35° 53' 05"
Tabuleiro Grande	Areia	gnaisses granítico	05°56'39"-38°03'52"

· TABELA 1

ARGILA

	·		
MUNICIPIO	TOPONÍMIA	ESPESSURA (m)	LOCALIZAÇÃO
Açu	Cer. Mogiaçu	Ι,5	05° 37' 33" -36° 54' 19"
A ç u	Morada Nova	1,7	05°36'40"36° 53' 52"
Arês	Cametá .	2,0	-06° 13' 08" - 35° 11' 49"
Encanto	Rio Encanto	2,5	06° 06' 49" 38° 18' 09"
Goianinha	Cer. Sta. Elvira	2,0	06° 15' 33" - 35° 12' 00"
Goianinha	Jardim	1,5	06° 18' 37"- 35° 14' 39"
Goianinha	Lagoa do Poço	0,8	06° 18' 38"-35° 14' 39"
Telmo : Marinho	Potengi .	0,5	05° 49′ 57" — 35° 31′ 55" ·
Ipanguaçu	Cer. Vencedora	2,0	05° 37' 26" - 36° 52' 52"
Ipanguaçu	I tajá ·	3,0 a 4,0	05° 38' 23" – 36° 52' 43"
Januário Cicco	Lagoa Trairi	· —	06° 10'59"-35° 36'03"
José da Penha	Rch Pé de Jatobá	0,4	06° 13' 33" 38° 17' 00"
Macaiba	Jacobina	3,0	05° 49' 00"-35° 22' 00"
MarcelinoVieira	Rch. de Albuquer que	0,6	06° 17' 46" — 38° 10' 04"
Mossoró	Rimão	1,0 a 5,0	05° 10' 00"-37° 18' 00"
Passa e Fica	Lg. da Carnaúba		06° 26' 12" - 35° 37' 49"
Pres. Juscelino	Lg. da Serra		06° 06' 45"—35° 40' 52"
Pres. Juscelino	Lg. das Pedras		06° 07' 20"— 35° 40' 04"
Rafael Fernando	Rch. Santana	. 0,8	06° 12' 13" 38° 13' 39"
S. Gonç. do Amarante	Cer. Sta. Marta	1,5	05° 47′ 52"—35° 20' 00''
S.Gonç. do Amarante	Sto. Antonio	2,5	05° 48' 33" 35° 19' 32"
S. José de Mipibu	Fz. Olho d'Água	2,0	06° 05' 12" — 35° 16' 33"
S. José de Mipibu	Ribeiro	1,8	06° 06' 13" 35° 14' 26"
Serrinha	Lg. da Boa Vista		06° 15' 46"—35° 30' 31"
Serrinha	Lg. do Bom Pasto	_	06° 18' 23"- 35° 36' 05"
Upanema	Carão	1,5	05° 35′ 14" 37° 17′ 40"
Vera Cruz	Lg. Ponta da Várzea	0,5	06° 02' 36"-35° 28' 30"

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R.ENCAIXANTE	. Ba 0%	LOCALIZAÇÃO
Caicó	Areios	muscovita-gnaisse		06° 30'30"-37° 11' 04"
Coicó	Areias I	muscovita-gnaisse	61,9	06° 30' 37"- 37° 11' 20"
	Brandóes:	muscovita-gnaisse.	-	06° 30′ 52″-37° 11′ 30″
Caicó	Logradouro.	muscovita-quartzito	58,0	06° 33' 12"-37° 13' 44"
Caicó	Logradouro I	muscovita-quartzito	-	06° 33' 20"-37° 14' 46" ·
	Maravilha	muscovita-gnaisse	-	06° 37' 56"- 37° 06' 23"
Caicó	Solidão	gnoisses		06° 42' 18"-37° 05' 15"
Equador	Coqueiros	muscovita-quartzito	30,4	06° 53′ 43″-36° 42′ 51″
Equador	Quinto do Meio	muscovita-quartzito	32,4	06° 49' 31" - 36° 43' 37"
Florânia	Baixa dos Veados			06° 03'55"- 36° 47' 16"
tpueiro	Sitio Curral Queimado	gnaisse-granitico	16,Ò	06° 46' 51"-37° 11' 51"
1 .	Terra da Santa	muscovita-quartzito	4 - 494-19-19-19-19-19-19-19-19-19-19-19-19-19-	06° 22' 59"-37° 19' 12"
I I	Terra da Santa I	muscovita-quartzito	•	06° 22' 49"-37° 19'39"
Jucurutu	Fz. Alto do Meio	gnaisses	 .	06° 13'55"-37° 04'46"
Jucurutu	Estreito	gnaisses	47,0	06° 08' 24"+ 37° 03' 58"
Jucurutu	Pinturas	biotita-gnaisse	47,2	05° 53' 18"-37° 01' 15"
Lages	Vaca Morto de Cima	gńaisse	30,4	05° 43' 23"- 36° 14' 24"
Ouro Branco	Logradouro	biotita-gnaisse	61,2	06° 37' 28"-36° 58' 55"
Ouro Branco	Malhada da Areia	muscovita-quartzito	62, 1	06° 38' 51"—36° 58' 57"
Ouro Branco	Pedra d'Agua	gnaisses	28,2	06° 39' 54"-36° 58' 36"
Parelhas	Süçuarana	gnaisses	37,4	06° 39' 37"-36° 42' 45"
Parelhas	Sucuarana I	xisto	60,3	06° 40' 23"- 36° 42' 48"
<u>l</u>	Saco de S.Gonçalo	biotita-xisto	٠	06° 47' 36"-36° 44' 12"
Santana do Matos	Fz. Bom Jesus	quartzito		05° 52' 25"—36° 37 ¹ 35"
Santana do Matos	Fz. Tostado	granito-gnaisse	******	05° 53' 05"-36° 29' 41"
Santana do Matos	Pedra Branca	gnaisse		05° 51' 43"-36° 22'47"
Santana do Matos	São José	gnaisse	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	05° 52′ 51" - 36° 25′ 29"
Santana do Matos	São José I	migmatitos		05° 53' 24" - 36° 24' 56"
S. Fernando	Barra da Quixaba	biotita - xisto		06° 20' 01"—37° 07' 54"
S. Fernando	Marcação	biotita-gnaisse		06° 20' 20"-37° 11'00"
S. Fernando	Mineiro	biotita-xisto	59,0	06° 20' 17"-37° 08' 04"
S. Fernando	Quixaba dos Felix	quartzito	60,7	06° 18'36"-37° 06'10"
S. Fernando	Quixaba dos Nogueiras	gnaisses	57,0	06° 17'43"- 37° 05'38"
S. Fernando	Rch. do Ferreiro	gnaisses		06° 20'22"-37° 12' 58"
S. Fernando	S. Gonçalo	gnaisses	56,6	06° 13'25"-37° 10' 09"
S. João do Sabugi	S. João de Cima	gnaisses	46,3	06° 43' 20"37° 11' 52"
S. João do Sabugi	Pau d'Arco	gnoisses .	44,6	06° 43'20"-37° 06'45"
S. Rafael	Cajazeiras	biotita-gnaisse	60,1	05° 45'09" - 36° 54'05"
S. Rafael	Samba Quixaba	muscovita-btgnaisse	53,2	05° 43′ 33″ - 36° 45′ 21″
S. Rafael	Oscar Neison	muscovita-gnaisse	59,4	05° 44' 14" ~36° 45' 37"
S. Rafael	Oscar Nelson I	muscovita-gnaisse	. 62,7	05° 45' 04" 36° 45' 56"
S. Rafael	Riachão	muscovita-gnaisse	61,4	05° 45'07"— 36° 45'43"
S. Vicente	Riacho do Boi	gnaisse	56, 1	06° 12' 43" - 36° 40' 08"
Timb.dos Batistas	Encampinado	gnaisses		06° 27'47"-37° 14'00"
Timb. dos Batistas	Encampinado I	mus co vita-gnaisse	-	06° 28' 04" - 37° 13' 39"
Timb. dos Batistas	Encampinado II	muscovita-gnaisse		06° 28' 09" - 37° 13' 13" -
Timb. dos Batistas	Vida Nova	muscovita-xisto	64,3	06° 30' 49"-37° 14' 46"

	 				·
MUNICIPIO	TOPONÍMIA	R. ENCAIXANTE	Ca0%		
<u> </u>	Serra do Machado	granitáide	43,9	3, 2	06° 19'45"-36° 36' 21"
 	Serra do Machado I	granito-gnaisse	54,6	0,7	06° 19' 06"- 36° 36' 46"
Acari	Serra do Machado II	granito	54,9	0,8	06° 17' 50"-36° 37' 13"
Almino Afonso	Almino Afonso	gnaisses	54,3	0,4	06° 09' 05"-37° 46' 07"
Almino Afonso	Cacimba de Vaca	biotito-gnaisse	53,9	0,4	06° 08' 07"-37° 48'04"
Almino Afonso	Sitio Almino Afonso	gnaisses	53,2	1,0	06° 09' 41"-37° 45'38"
Almino Afonso	Milagre	gronitica-grosseira	39,9	0, 1	06° 19' 17"-37° 45'16"
Caico	Batentes	granada-bt xisto	55,5	0,4	06° 31' 50"-36° 57'33"
Caicó	Lages do Meio	gnaisses	53,4	0,4	06° 36' 24" - 37° 04' 47"
Calcó	Fz. Sabugi	g naisses	51,6	, ,	06° 29' 35" - 37° 10' 43"
Caicó	Tatu Bola	gnaisses	5 2,7	0,4	06° 36' 04" 37° 07'43"
Caicó		granito-gnaisse	49,4	1,4	06° 30'28"-37° 10'12"
Caico	Sítio Manhoso	gnaisses	52,2	*	06° 32′ 11"-36° 57'53"
Caicó	Sítio Manhoso I	gnaisses '	54,7	0,5	06° 31' 48"-36° 58'04"
Coroú. bos	Barro	embrechito	50,4	0,3	05° 48' 34"-37° 44' 33"
Caraú bas	Bezerros	biotita-gnaisse	30,5	20,6	05° 51' 35"-37° 49' 55"
Caraú bas	Mocambo	gnaisses	53,3	1,4	05° 50' 30" - 37° 48'56"
Caraú bas	Timb.deChagas Barreto	gnaisse \$	53,5	1,0	05° 51' 45" - 37° 40'49"
Caraú bas	Lg. Piraquira	gnoisses	53,4	0,5	05° 50' 20" - 37° 32' 19"
Caraúbas	Fz. União	biotita-gnaisse	35,4	15,3	05° 51' 20"-37° 48'30"
Cerro Corá	Caçador	quartzito .	57,5	' '	05° 49' 49"-36° 15' 28"
Cerro Corá	Trapiá	quortzito .	52,8	'	05°51'34"-36°16'03"
Cruzeto .	Barro da Caleira	biotita-xisto	52,7	1,9	06° 20' 43"-36° 51' 41"
Currais Novos	Olho d'Água	biotito-zisto	54,4	0,3	06° 17' 35"-36° 33'46"
Currais Novos	Sitio Manicoba	biotita-xisto	53,3	1,0	06° 14' 46"-36° 20'49"
Equador	Bolandeira	quartzito	53,6	1,0	06° 50 34"-36° 39'49"
Equador	Olho d'Água do Boi '	quartzito			06° 47' 23"-36°38'41"
Extremoz	Massaranduba	<u> </u>			05° 44' 10"-35°24' 27"
Florânia	Bom Jesus	biotita-gnaisse	40,5	1,9	06° 14'30"-36° 53'18"
Florânia	Pitombeira	biotita - xisto	55,4	. 1,7	06° 09' 46"-36° 51' 25"
Florânia	Poço	biotito-xisto	55,0	0,4	06° 11' 45"—36°52' 42"
lpueira -	ipueiro .	gnaisses	54,6	0,4	06° 48' 53"-37° 12' 17"
lpueira	Curral Queimado	gnaisses			06° 46' 23"-37° 13' 33"
lpueira	Nova Olinda	gnoisses	51,8	2,0	06° 48'56"-37° 11'03"
Jonduis	Acude Novo	granito-gnaisse	55,1	0,4	06° 00' 26"-37° 28' 33"
Janduis	Clarão	biotita-gnaisse	49,3	0,7	06° 29' 12"-37° 25' 49"
Jardim do Seridó	Tanquinho	biotita-xisto	5 4,8	,	06° 37' 40"-36° 48' 33" 05° 52' 22"-36° 58' 05"
Jucurutu	Bonito	gnaisse	5 4,8	0,5	05° 52° 22° 36° 58° 05 06° 07' 00" – 37° 03' 57"
Jucurutu	Curral Velho	gnalsses	51,1	1,0	
Jucurutu	Espinheiro	gnaisses	52,7	1,9	06° 09' 43"- 36°56' 35"
Jucurutu	Lajinha	muscovita-xisto	48,7	1,0	06° 14' 35"-37°01' 07"
Jucurutu	Pinturos	blotita-gnaisse	54,1	0,4	05° 54' 10"-37°01' 05"
Jucurutu	Jatobá	biotita-gnaisse	54,7	0,8	05° 56' 17"-36° 58' 56"
Jucurutu	Retiro	gnaisses	47,1	0,6	06° 12' 17"-37°07'37"
Jucurutu	Logradouro	gnaisses	52,6	1,1	05° 58' 07"-37°02' 04"
Jucurutu	Pedra do Navio	gnoisses	52,5	1,1	06° 01' 10"-37°01' 22".
Jucurutu	Poço Comprido	gnaisses	55,4	0,4	06° 03' 21"- 37°02' 24"
Lojes	Cabugi	gnaisses			05° 42' 35"- 36° 18' 19"
Lajes	Cabugi I	biotita-gnaisses			05° 42' 19"-36° 20'35"
Lojes	Espinheiro	biotita-xisto	52,8	2,0	05° 48' 27"-36°12' 24".

			0-09/	14000/	LOCALIZAÇÃO
MUNICIPIO	TOPONIMIA		C00%	Mg U 76	05° 42' 27"-36° 08' 13"
1		g n a i s s è s	700	20,3	05° 48' 52"- 36° 04'06"
] ,	30,,0	quartzito	30,8	~20,3	05° 45' 25"- 36° 11' 18"
1,	Serra do Feiticeiro	quartzito e gnaisses			05° 47' 52"-36° 14'22"
1,	7	gnaisses		1,6	05° 44' 33"-36° 09' 17"
1 , - ,	Vereda do Meio	biotita-xisto	53,1 55,7	0,1	06° 03' 52"- 37° 32' 33"
1	Cacimbo de Boixo	gnaisses	54,6	1,2	06° 04' 33" 37° 31' 19"
	Fz. Junco	antibolito gnaissė	53,8	0,6	06° 05'02"-37° 30'56"
1,1,000		gnaisses	50,4	3,4	06° 05' 05" -37° 31' 05"
Messias Targino	Várzea Rochada	migmatitos granitóides	51,0	•	05° 58' 38"-37° 43' 33"
Olho d'Água dos Borg.		granis se s	55,0	0,4	06° 35' 29" - 36° 57' 30"
	Bom Sucesso	biotita-xisto	54,6	0.5	06° 46' 17"-36° 57'09"
	Esguicho	xistos-gnaisse	54,4	0,4	06° 37' 52"-36° 57' 02"
1	Fz. Alegre	gnaisses	53,8	0.7	06° 37' 13"-36° 58' 42"
	Logradouro	quartzito	55,0	0,4	06° 40' 46"- 36° 58' 25"
1	Malhada da Areia	muscovita-gnaisse	5.5,0	0,3	06° 37' 02"- 36° 56' 54"
1	Fz. Timbaúba	quartzit.0	54,4	0,5	06° 37' 26"- 36° 57' 00"
. 1	Gurupá Maihada da Areia	gnais se s	53,3	1,1	06° 39' 46"- 36° 59' 06"
1,	Mainada da Areia I	gnaisses	53,4	1,1	06°39'04"-36°59'12"
	Serrote do Castelo	gnaisses	54,8	0,5	06° 39' 10"- 36° 57' 56"
Ouro Branco	Sta. Teresa	quartzito	54,7	0,4	06°45'31"-36°56'22"
Ouro Branco	Porção de Baixo	gnaisses	54,6	0,4	06°38'30"-36°57'05"
Ouro Branco	Cidade de Paraú	gnaisses	55,0	0,3	05°46'42"-37°06' 10"
Paraú	Trincheiras	granitóides	29,6	18,1	05°44' 53"-36°58'06"
Poraú.	Curralinho	biotita-gnaisse	53,2	0,7	05°51' 59"- 37°06' 16"
Paraú Paraú	Lagamar	granitóide	52,9	0,9	05° 47' 01"- 37° 02' 17"
Paraŭ Paraŭ	Sítio Socorro	granitóide	·		05° 46' 39"-37°04' 00"
Parelhas.	Boa Vista	biotita-gnaisse	53,4	0,4	06°37'51"-36°39'19" .
Parelhas	Várzea do Serrote	gnaisse	49,1	4,2	06° 39' 12"- 36° 40'20"
Pedra Preta	Salgadinho	gnaisses .	53,4	1,4	05° 38' 29"-36° 06' 25"
Pedra Preta	Trapiá	quartzito	56,2	0,6	05°38'31"-36°07'17"
Pendências	Canto do Curralinho		50,9	. 0,6	05° 16' 00"- 36° 40' 49"
Rafael Godeiro	Fz. Flores	migmatitos	54,6	0,8	06° 01' 54"- 37° 43' 43"
Rafael Godeiro	Pedra d'Água	migmotitos	546	0,8	06° 01' 54"- 37° 44' 45"
Rch. de Santana		gnaisses	33,3	19,4	06° 16' 33"- 38° 20' 41"
Santana	Caielra	biotita-gnaisse	47,5	0,4	06° 41' 54"- 36° 42'41"
Santana	Malhada do Angleo	biotita-gnaisse	54,2	0,6	06° 42' 08"- 36° 44' 45"
Santana	S. Bento	biotita-xisto	55,0	0,4	06° 44' 18"- 36° 43' 52"
Santona do Matos		biotita-xisto	50,8	2,1	05° 58' 07"- 36° 27' 43"
Santana do Matos		xisto	36,2	16,8	05°57' 19"-36°35' 51"
Santana do Matos		biotita-xisto	51,2	0,6	05° 57' 10"-36° 28' 20"
S. Fernando	Quixaba dos Felix	mus covita-quartz ito	48,8	0,8	06° 17' 24"-37°05' 34"
S. Fernando	Reforma	gnaisse			06° 24' 07"~ 37° 16' 18"
S. João do Sabugi	Rch. S. Pedro	gnoisses	52,5	0,8	06° 43' 07"- 37° 11' 06"
S. João do Sabugi	•	biotita-gnaisse	46,8	1,8	060 44' 21"- 37011' 30"
S. José do Seridó	Carro Quebrado	biotita-gnaisse	53,6	1,3	06° 28' 13"- 36° 54' 43" 06° 28' 53"- 36° 54' 51"
S.José do Seridó	Fz.Olho d'Água	biotita-xisto	5 4,6	1	
S. Rafael	Curral Velho	biotita-gnaisse	52,3	1,4	05° 46' 37"- 36° 46' 29"
S. Tomé	Corredor	quartzito	30,3	21,2	05° 51' 12"- 36° 06' 12" 05° 58' 31"- 36° 08' 28"
S. Tom é	Roça	gnoisse	53,1	1,2	06° 12' 43"-36° 40' 00"
S. Vicente	Rch. do Boi	biotita-gnaisse	53,4	0,7	1
S. Vicente	Sítio Carretão	gnaisses	54,0	0,6	06° 13' 38 - 36° 42' 54 05° 31' 00" - 35° 40' 43"
Talpu	Fz. Bom Jesus				05- 31 00 -35-40 43
		TADELA A:			•

TABELA 4'

M A R M O R E

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	·	
MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R. ENCAIXANTE	LOCALIZAÇÃO
Almino Afonso	Trapiá	gneisses	06° 10' 44"-37° 45' 55"
S. João do Sabug	Pedra e Cal	gnaisses	06° 45' 34" – 37° 07' 07"
S. João do Sabugi	Rch. de Fora	gnaisses	06° 43' 41" ~ 37° 06' 35"
Santana do Matos	Fervedeira		06° 00' 52" - 36° 31' 26"
S. Roțaei	Cavalo Branco	biotita-gnaisse	05° 47' 22"-36° 52' 47"
S. Rafael	Barra do Oiti	biotita-gnaisse	05° 55′ 49″ ~ 36° 57′ 35″
S. Rafael	Caraú de Dentro	biotita-xisto	05° 45' 10" - 36° 47' 48"
S. Tomé	Boqueirão	biotita-xisto	05° 50' 49" - 36° 05' 09"
S. Tomé	Carnoúba de Cima	biotita-xisto	05° 55' 05" - 36° 05' 52"
S. Tomé	Fz. Ilhota	gnaisses	06° 03' 17"-36° 13' 00"
S. Tomé	llhota	gnaisses	06° 02' 47"-36° 13' 00"
S. Tomé	Pedro Preto	gnaisses	05° 56' 58"-36° 09' 00"
S. Tomé	Pedra Preta I	gnaisses	05°57'47"-36°09' 36"
S. Tomé	Serro dos Louros	gnaisses	06°01' 36"-36° 10' 34"

Nδ	* RI %	TEOR DE	TEOR DE MgO%	SITUAÇÃO
CF - 006	0,6	55,0	0,4	Aftoromento
CF - 007	2,0	50,1	3,6	Afloramento
ÇF - 008	1,5	53,1	0,8	Aftoromento
CF - 009	4,2	50,2	1.,0	Pedreira
CF - 010	1,0.	54,7	0,5	Caleira
CF - 039	6,3	51,2	0,6	Afloramento
CF - 040	4,0	30,8	18,4	Afloramento
CF - 041	4,4	46,7	4,2	Afloramento
CF - 042	1,4	53,8	0,3	Afloramento
CF - 043	1,6	53,8	0,3	Afloramento
CF - 044	2,8	52,7	0,6	Pedreira
GF - 045	1,9	51,7	2,0	Pedreira
CF - 046	0,6	55,2	0,3	Afloramento
CF - 047	0,3	55,2	0,3	Afloramento
CF - 048	0,7	55,2	0,3	Aftoramento
CF - 049	0,6	54,8	0,2	Caleira
CF - 050		47,0	5,4	Afloromento
CF - 051	1,5	54,2	0,6	Afloramento
CF - 052		52,9	0,4	Afloramento .
CF - 053	3,9	51,6	.07	Afloramento
CF - 054	1	54,3	0,6	Afloramento
CF - 055	1,0	55,1	0,2	Caieira
CF - 056	0,6	31,7	18,0	Afloramento
CF - 057	2,7	52,2	0,8	Afloramento
CF - 058	1,9	53,6		Atioramento
CF - 059		49,2	2,0	Afloramento
CF - 060	4,4 3,2	55,2	1,0	Afloramento
CF - 061	†	53,0	0,9	Afloramento
CF - 063	1,5	53,3	0,9	Afloramento
CF - 064	•	45,2	6,8	Pedreira
CF - 065		54,5	0,4	Pedreira
CF - 066	1	53,1	0,6	Afioramento
CF - 067	3,3	52,5	0,8	Afloramento
CF - 068	1,6	53,6	. 0,6	Afloramento
CF - 069		34,1	16,8	Afloramento
CF - 070		32,8	17,6	Aftoramento
CF - 071	2,2	52,5	0,6	Afloramento
CF - 072	1,9	53,0	0,7	Afloramento
CF - 073	0,6	54,5	0,6	Caieira (4)
CF - 074	1,9	53,0	0,9	Afloramento
CF - 075	0,6	54,7	0,5	Afloramento
CF - 076	1,5	53,5	0,8	Aftoramento .
CF - 077	1,1	53,6	0,8	Afloramento
CF - 078	2,2	52,9	0,7	Caleira
CF - 079	2,5	52,6	0,6	Afloramento

PONTOS DE COLETA DE AMOSTRA DA FORMAÇÃO JANDAÍRA

continuação	<u> </u>		•	
The second livery with the second	* RI %	TEOR DE CaO %	TEOR DE	SITUAÇÃO
CF-080	0,8	54,3	0,3	Aftoramento
CF-081	2,9	51,9	1,0	Aftoromento
CF-082	2,1	52,6	0,9	Afloramento
CF-083	6,2	50,5	0,8	Afloramento
CF-084	2,3	53,2	0,7	Afloramento
ÇF-085	2,4	53,2	0,8	Afloramento
CF-086	1,7	53,5	0,6	Aftoramento
CF-087	25,9	39,4	0,5	Afloramento
CF-089	2,2	45,2	7,3	Afloramento
CF - 135	5,2	50,2	0,6	Afteramente
CF-136	5,2	50,2	1,2	Afloramento
CF - 137	2,4	52,7	0,4	Afloromento
CF138	2,0	53,0	1,4	Afloramento
CF-139	1,3	53,0	. 1,0	Afloramento
CF-140	4,9	29,1	19,3	Caieira
CF-141	3,1	1	**LO,!	Afloramento
CF-142	0,7	54,4	0,8	Afloramento
CF-143	8,1	50,2	0,6	Afloramento
CF-144	5,2	28,9	20,1	Afloramento Afloramento
CF - 145	2,5	30,6	21,3	Afloramento
CF-146	1,2	48,1	5,8 8,6	Afloramento
CF-14.7	3,1	43,6	0,9	Caleira
SS-047	1,1	54,0	1,0	Caieira
YH-079	3,0	53,8 52,5	1,9	Afloramento
YH-083	2,1	52,5	1,0	Afloramento
YH-084	4,2 2,8	52,5	0,2	Caieira
YH-085	9,6	49,0	0,8	Caleira
YH-088	1	28,4	20,1	Caieira
YH-089	1,3	30,3	20,3	Caleira
YH-091	2,1	42,2	8,7	Caleira
YH-092	1,6	33,3	1,8	Caleira
YH-093	1,9	50,1	1,5	Afloramento
YH-094	1,8	31,9.	1,9	Caleira
YH-095	1,4	48,4	5,3	Caieira
YH-096	1,6	40,9	11,3	Caieira
YH-097	1,4	52,3	2,2	Caieira
YH-098	ι,2	53,0	1,4	Caleira
YH-100	31,0	20,7	13,1	Caieira
YH-101	2,6	29,2	20,4	Afloramento
YH-102	4,0	42,5	8,9	Caieira
YH- 103	1,7	42,8	9,9	Afloramento
YH-104	2,6	29,2	20,8	Afloramento
YH-105	0,7	52,7	2,0	Afloramento
4H-106	2,6	30,1	19,4	Afloramento
YH-112				Afloramento
YH-113				Caieira
YH-114				Caieira
YH-115				Caieira Afloramento
AH-116				Afloramento
YH-117				Coieira
YH-118	I .		,	Afloramento
YH-119				2110101110

RRI-Residuo insolúvel RRI-Menor que o valor registrado

CAULIM

	·		
MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R. ENCAIXANTE	LOCALIZAÇÃO
Cerro Corá	Liberdade	F. Serra dos Martins	06°05'51"-36° 20'45"
Equador	Alto do Giz	Quartzita	06°54'10"-36°43'20"
Equador	Alto dos Mamões	Quartzito	06° 54′ 48″-36° 43′ 44″
Equador	Condado	Quartzito	06° 54' 29"—36° 42' 39"
Equador	Coqueiros	Quartzito	06° 53' 33" 36° 42' 37"
Equador	Coqueiros I	Quartzito	06° 53' 26"-36° 42' 47"
Equador	Coqueiros II	Quartzito	06° 53' 53"—36° 41' 58"
Equador	1 c ó	Quartzito	06° 54' 56"-36° 42' 55"
Equador	Jacu	Quartzito	06°54' 36"-36°41' 32"
Equador	Pepaconha	Quartzito	06°51' 33"-36°40'36"
E quador	Tanquinhos	Quartzito	06° 55' 29"-36° 41' 46"
Macaiba	Mangabeira	Grupo Barreiras	05° 50' 16"- 35° 18' 34"
Mortin #	Barro Branco	F. Serra dos Martins	06° 05' 27"- 37° 54' 34"

1	TOPONÍMIA	ESPESSURA(m)	LOCALIZAÇÃO
MUNICIPIO		0,40	06°02'35"-35°34'13"
. 1	Lg. Capim de Baixo	•	05° 59' 11"- 35° 34' 56"
Bom Jesus	Lg. Bom Jesus		06°02' 39"-35°33' 13"
Bom Jesus	Lg. do Canário	0,50 1,50	05° 42' 42"-35°29' 19"
Ceará Mirim	Corrego do Guajiru	*	05° 30' 39"-35°20' 59"
Ceará Mirim	Gondelo	0,20	05°35'21"-35°27'21"
	Lg. do Cágado	0,40	05° 34' 33"35° 30' 13"
	Lg. Betania	0,50	05° 34' 42'-35°28' 27"
	Lg. do Girau	0,40	05° 34' 41"- 35° 31' 17"
	Lg. do Mato	0,10	05° 34' 39"- 35° 29' 18"
i	Lg. do Mineiro	1,50	05° 34' 13"- 35°21' 00"
1	Lg. dos Cambitos Lg. dos Doidos		05° 43' 34"- 35° 28' 50"
1		0,40	05° 44' 03"- 35° 28' 47"
	Rch. do Papagaio	 .	05° 42' 54"- 35° 32' 37"
leimo Marinho		0,50	05° 53' 03"- 35°30' 45"
telmo Marinho	Lg. da Capivara	0,50	06° 07' 58"-35° 36' 26"
Januario Cicco	Î	0,20	06° 09' 07"- 35° 36' 36"
	Lg. Jerimunzinho.	•	06° 07' 58"- 35° 38' 52"
	Lg. Pau d'Arco	0,20	06° 08' 33"- 35°37'54"
1	Sítio Lg. de Balbatona		06° 08' 02"-35° 34' 34".
i	La. da Louça	0,40	06° 10' 01"- 36°28' 46"
1	Lg. da Palha	•	06° 10' 01"-35°27' 34"
Lg. da Pedra Lg. da Pedra	Lg. do Gabriel	0,50	06° 10' 39"-35°28' 00"
	Lg. São Mateus		06° 07' 08"-35° 30' 43"
Macaiba	Lg. da Tapera	1,50 -	05° 50' 42"-35°24' 50"
Macaiba	Lg. Grande	0,10	05° 53' 15"-35° 19' 00"
	Fz. Canaã	2,50	05° 20' 26" 35°26' 47"
		1,50	05° 33' 44"- 35°17' 00"
Monte Alegre	Lg. Barrenta	0,20	06° 03' 49"- 36°20' 49"
Monte Alegre	Lg. Quirambu	0,20	06° 04' 16"- 35° 20' 16"
Monte Alegre	Lg. Jacaracica	0,30	06° 01' 21"-35°21' 53"
	Lg. Três Cantos	· ———	05° 34' 00" 35°41' 53"
. ,	Lg. das Figuras	0,50	06° 07' 20"- 35° 37' 26"
	Lg. dos Currais	. 	06° 08' 10"- 35° 38' 18"
Pres. Juscelino		0,40	06° 09' 09"-35°39' 09"
Sen. Eloi de Souzo	Lg. da Ema		06° 04' 13"-35°37' 35"
Serrinha	Lg. Cabocha	0,30	06° 13' 22"-35°32' 52"
Serrinha	Lg. do Feijão	0,50	06° 13' 48'- 35°32' 32"
Taipu	Lg. da Conceição		05° 37' 50"-35° 31' 41"
Talpu	Lg. Tabuleiro do Barreto	 ,	05° 34' 07"- 35° 36' 36"
Touros	Corr. do Carro Quebrado	1,00	05° 18' 10"-35°28' 34"
Touros	Fz. Vugó	0,20 a 0,40	05° 12' 29"-35° 30' 07"
Vera Cruz	Araça	0,80	06° 02' 26"- 35° 26' 33"
Vera Cruz	Areia Branca	0,80	06° 05' 41"- 35°27' 34"
Vera Cruz	Lg. do Barbaço	0,50	06°00'39"-35°29'08"
Vera Cruz	Lg. do Cruz	0,40	06° 03' 30"-35° 32' 30"
Vera Cruz	Lg. do Jenipapo	0,20	06° 03' 36"-35° 29' 20"
Vera Cruz	Lg. do Papagalo	0,15	05°59'57"-35°26'34"
Vera Cruz	Lg. Grande	0,40	06° 01' 21"- 35° 23' 47"
Vera Cruz	Lg. dos Patas	0,50	06° 00' 26"-35° 26" 39"

FERRO

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R.ENCAI — XANTE	Fe ₂ O ₃ %	Si 0 ₂ %	LOCALIZAÇÃO
Barcelona	Sitio Caldeirão	g n a·i s s e s		<u> </u>	05° 56' 19"+35°55' 35"
lpueira	Cidade de Ipueira	gnais	46,6	26,6	06° 48' 52"-37°12' 09"
Jucurutu	Bonito	granitóide	53,5	45,9	05° 52' 19" ~ 36° 58' 48"
Ouro Branco	Logradouro	gnaisses	56,4	37,9	06° 36′ 52″ - 36°58′ 36″
Pres. Juscelina	Sitio Nova Descoberta				06° 05' 20" 35° 41' 48"
São Rafael	Fz. Macacos	· —	49,1	40,5	05° 42' 30" 36° 55' 00"

TABELA 9

GIPSTA

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R.ENCAI- XANTE	S 0 ₃ %	C a 0%	LOCALIZAÇÃO
Carnaubais	Estrondadeira				05° 08' 55" 36° 47' 26"
Gov. Dix-Sept Rosa	Fz. Cajazeiras	F. Jandoira		_	05° 25' 08" – 37°32' 59"
Gov. Dix-Sept Rosa.	Fz. Pedreiras	F. Jandaira	40,6	32,8	05°26'24"-37°33'36"
Gov.Dix-Sept Rosa	Fz. Retiro	F. Jandaira			05° 27' 37"-37°36' 43"
Gov.Dix-Sept Rosa.	Espinheiro	F. Jandaira	35,5	26,9	05° 27' 06" – 37° 35' 05"

TABELA 10

MONAZITA

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	LOCALIZAÇÃO
Florânia	Fz. Ipuelra	06°11' 50"-36° 50' 24"
São Rafael	Prego	05° 44' 04" - 36° 54' 39"

TABELA 11

OURÖ

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R. ENCAIXANTE	LOCALIZAÇÃO
Caicó	Ponta da Serra	·	06° 26' 33"-37° 11' 37"
Currais Novos	Alto do Pelado	biotita-xisto	06° 12' 47"-36° 17' 37"
Currais Novos	São Francisco	biotita-xisto	06° 11' 59"-36° 16' 56"
Encanto	Mina do Cabelo	quartzito	06°04' 53"-38°19' 33"
Santona do Matos	Sítio Boa Vista	biotita-xisto	05° 58' 58"-36°48' 16"
São Fernando	Alto do Meio	muscovita-xisto	06° 15' 49"-37°06' 06"

TABELA 12

TALCO

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	R. ENCAIXANTE	LOCALIZAÇÃO
Caicó	Bolandeira	anfibolito	06°29' 12"—37°05'05"
Ouro Branco	Serrote Castelo	gnaisses	06° 39' 23"-36° 58' 09"
São Rafael	Fz. Caraui	biotita-anaisse	05° 45' 11"-36° 46' 51"
Santana do Matos	Cerco	biotita-gnaisse	05° 51' 36"-36° 39' 05"
Santana do Matos	Manoel Dias	biotita-gnaisse	06°01' 40"-36° 44'10"
Severiono Melo	Passagem Limpa	gnaisse	05° 45' 47"- 38° 00' 13"

TABELA 13

