



PROJETO TOMBADOR (c.c. 2143)
PESQUISA DE CIANITA NA BAHIA

PLANO DE PROSPECÇÃO PRELIMINAR E
ESTUDO DE ECONOMIA MINERAL

I-96

	SUREMI SEDOE
	ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º	789 - 5
N.º de Volumes:	1 v.:

PHL 14367

Ref.: DNPMs 808.422 a 808.424/73
DNPMs 810.203 a 810.205/73

PROJETO TOMBADOR
PLANO DE PROSPECÇÃO PRELIMINAR

1. INTRODUÇÃO

O presente Plano de Prospecção Preliminar foi elaborado para atender o item 3.1 da Norma 009/PR, e se refere a pesquisa de cianita solicitada pela CPRM no município de Curaçá, no Estado da Bahia, atividade que recebeu o nome de Projeto Tombador.

As ocorrências de cianita do município de Curaçá são conhecidas desde os trabalhos de Otávio Barbosa (1970). As solicitações de pesquisa foram feitas, após trabalho de reconhecimento realizado pelos geólogos da Agência de Salvador, ocasião em que foram constatadas importantes concentrações desse mineral associadas aos micaxistos da sequência mais Superior do Grupo Macucuré.

2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

As seis áreas requeridas pela CPRM, totalizando 5.595ha, situam-se nas proximidades do povoado de Riacho Sêco, Município de Curaçá, no extremo norte do Estado da Bahia.

O acesso ao povoado de Riacho Sêco é feito, a partir de Salvador, através das rodovias BR-116 e BR-324, até a cidade de Juazeiro, distante 462 quilômetros, e daí até a cidade de Curaçá, em estrada municipal, num percurso de 96 quilômetros. Riacho Sêco dista de Curaçá 44 quilômetros através de estrada carroçável.

3. SÍNTESE DA GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

Os depósitos de cianita na região estão relacionados às rochas do Grupo Macururé, ocorrendo extensivamente nas folhas de Uauá e Salgueiro, especialmente nas bacias dos rios Macururé e Vargem.

Micaxistos, paragnaisses e quartzitos micáceos de médio a moderadamente alto grau de metamorfismo, compõem a sequência litológica (Barbosa, 1970).

Três tipos de depósito de cianita podem ser identificados:

3.1 Depósito elúvio-colúviais - consistem de agregados cristalinos de cianita e quartzo, cianita e biotita xistos, de dimensões muito variáveis, desde pequenos cristais centimétricos até "boulders" de 0,5 metros de diâmetro maior. A concentração de cianita varia em limites amplos, desde um limite inferior a 10% em relação ao material estéril até concentrações cristalinas constituídas quase que exclusivamente de cianita (Área 2).

3.2 Depósitos "in situ" na rocha - a encaixante é um biotita xisto na qual os cristais de cianita apresentam-se orientados concordantemente a xistosidade da rocha. São observados em locais concentrações inferiores a 10%, enquanto em outros pontos, estas podem exceder a 20% do total da rocha, segundo uma extensão de aproximadamente 1,5 quilômetros, num pacote de biotita xisto aflorante a oeste e fora da Área 1, até o -

interior da mesma em sua porção central. Zonas de falhamentos cortando o biotita xisto são fatores de concentração de cianita e, nestes locais, foram observados porcentagens superiores a 40% do total da rocha.

O comportamento estrutural das rochas do Grupo Macururé, definido por uma sucessão de sinclinais e anticlinais normais de baixo mergulho de flancos ($20-30^{\circ}$), cujos eixos dispõem-se segundo um "trend" persistentemente alinhados segundo $N80^{\circ}W$, constituem o principal controle estrutural das mineralizações de cianita.

- 3.3 Depósitos aluvionares - representados por pequenas concentrações de diminutos cristais de cianita em aluviões de riachos intermitentes. Estes depósitos não aparentam a "priori" a possibilidade de encontrar a cianita em quantidades significativas.

4. NATUREZA DA SUBSTÂNCIA MINERAL E FUNDAMENTO DA SELEÇÃO

A cianita é um ortossilicato de alumínio, de fórmula $Al_2O_3 \cdot SiO_2$, em cuja composição ocorrem como misturas isomorfas, Fe_2O_3 , Cr_2O_3 e em quantidades geralmente insignificantes Na_2O , CaO , MgO , FeO e TiO_2 . Possui coloração azul, cinza azulada, verde e mais raramente marron e preta e dureza heterogênea de 4.5 ao longo do prisma e 6.7 na secção transversal.

É a principal fonte de obtenção de mulita natural, material de importância fundamental na indústria de refratários de alta qualidade, na qual são requeridos especificações

especiais, como baixo coeficiente de expansão, elevada resistência mecânica e inércia química.

A cianita do distrito de Riacho Sêco, apresenta-se sob a forma de cristais opacos e translúcidos alongados e chatos ou mesmo em prismas alongados e mais raramente sob a forma de massas fibrosas ou em placas, de coloração verde esmeralda, verde azulado e verde pálido.

A seleção de áreas em questão fundamenta-se no fato de que a cianita ocorre extensivamente dentro da região, em biotita xistos do Grupo Macururé, apresentando em locais concentrações acima do normal, de acordo com o descrito no ítem anterior.

5. TRABALHOS PRELIMINARES DE PESQUISA

Os trabalhos preliminares de pesquisa objetivam fundamen -
talmente:

- 5.1 Estimativa quanto ao rendimento - relação entre a quantidade de cianita recuperável e material estéril; através da abertura de trincheiras e amostragem em diversos pontos do biotita xisto mineralizado e material elúvio-coluvial.
- 5.2 Eventual seleção de outras áreas promissoras através do cadastramento de ocorrências de cianita na região.

6. ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA

Trabalhos de Cadastramento de Ocorrências e de Apoio a pesquisa preliminar:

I - ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Geólogo-Salário Cr\$4.512,00 30 dias ..	Cr\$ 4.512,00
Encargos Sociais	Cr\$ 2.707,00
21 Diárias	Cr\$ <u>4.737,10</u>
SUB-TOTAL	Cr\$ 11.956,10

II - DESMATAMENTO E ESCAVAÇÕES

5 km de picadas	Cr\$ 500,00
6 Trincheiras de 10 x 1,0 x 1,5m, totalizando 90m ³ de desmonte	Cr\$ <u>1.200,00</u>
SUB-TOTAL	Cr\$ 1.700,00

III - ANÁLISES

10 análises de beneficiamento (determinação de % de cianita na rocha total) Estimadas a Cr\$ 1.000,00 cada ...	Cr\$ 10.000,00
10 análises químicas-determinação de Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ e SiO ₂ (a Cr\$ 145,00 por análise)	Cr\$ <u>1.450,00</u>
SUB-TOTAL	Cr\$ 11.450,00

IV - EQUIPAMENTO, MANUTENÇÃO E COMBUSTÍVEL

Combustível, lubrificante e manuten	
ção	Cr\$ 1.000,00
Alavancas, pás e picaretas	Cr\$ <u>525,20</u>
	SUB-TOTAL Cr\$ 1.525,20

V - ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO Cr\$ 2.526,00

VI - DESPESAS EVENTUAIS Cr\$ 2.730,82

TOTAL Cr\$ 31.888,12

ESTUDO DE ECONOMIA MINERAL

C I A N I T A

A- Campos de aplicação e importância econômica e/ou estratégica da cianita; fatores institucionais.

A cianita é um silicato de alumínio, de fórmula $Al_2O_3 \cdot SiO_2$, encontrada na natureza como mineral acessório nos gnaisses e nos mica xistos, associada, às vezes, com a granada, a estaurolita e o corindon.

O nome cianita deriva de uma palavra grega e significa "azul", sendo a sua composição de 63% de Al_2O_3 e 37% de SiO_2 .

A cianita pertence ao chamado "Grupo da Silimanita", sendo os minerais constituintes deste grupo silicatos de alumínio de fórmulas semelhantes, mas de distintas formas de cristalização.

O Grupo da Silimanita compreende: a cianita, a silimanita, a andaluzita, a dumortierita, o topázio e a mulita.

A cianita, a silimanita e a andaluzita têm a mesma fórmula química, mas diferem na estrutura cristalina e nas propriedades físicas, sendo dos minerais do grupo os mais abundantes.

A dumortierita contém boro. O topázio é um fluor-silicato de alumínio. Ambos têm composição semelhantes e são muito mais escassos que os 3 demais do grupo já citados.



CPRM

- 2 -

A mulita é rara como mineral, não ocorrendo normalmente na natureza (apenas em Mull, na Escócia), sendo obtida comercialmente pela fusão de cianita e outros minerais do grupo a altas temperaturas.

Pelo aquecimento entre 1450 e 1500°C todos os minerais do Grupo da Silimanita se transformam em mulita, $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, e, nesta forma calcinada, são utilizados em produtos refratários.

Por sua vez a mulita, quando aquecida, pode formar corindon e sílica livre.

Há que se mencionar, ainda, a mulita sintética, contendo 70% de Al_2O_3 , feita pela sinterização ou fusão de bauxita e caulim, ou, pelo processo Bayer, alumina e sílica.

Todos os minerais do Grupo da Silimanita são distinguidos por suas propriedades físico-químicas, incluindo estrutura cristalina e gravidade específica.

São as seguintes as características dos minerais do Grupo da Silimanita:

MINERAIS	DUREZA	DENSIDADE	ÍNDICE DE REFRAÇÃO	TEMPERATURA DE DECOMPOSIÇÃO	EXPANSÃO DE VOLUME	FÓRMULA
Cianita	5-7,25	3,5 - 3,7	1.712 1.720 1.728	1300°C	17%	$Al_2O_3 \cdot SiO_2$
Ahdaluzita	6,5-7,5	3,1 - 3,2	1.632 1.638 1.643	1380°C a 1400°C	4%	$Al_2O_3 \cdot SiO_2$



cont.

MINERAIS	DUREZA	DENSIDADE	ÍNDICE DE REFRAÇÃO	TEMPERATURA DE DECOMPOSIÇÃO	EXPANSÃO DE VOLUME	FÓRMULA
Silimanita	6 - 7	3,0 - 3,3	1.659 1.660 1.610	1540°C a 1550°C	6%	$Al_2O_3 \cdot SiO_2$
Mulita		3,16	1.638 1.653 1.642	1810°C (a liq) Al_2O_3	-	$3Al_2O_3 \cdot SiO_2$
Dumortierita	6 - 7	3,2 - 3,3	1.678 1.689 1.686	1250°C		$8Al_2O_3 \cdot B_2O_3$ $6SiO_2 \cdot H_2O$
Topázio		3,4 - 3,6	1.619 1.627	1885°C		$Al(F.OH)_2$ $Al \cdot SiO_4$

A cianita e os minerais do seu grupo são usados na manufatura de materiais refratários de alta qualidade e outros produtos cerâmicos. Podem ser também usados para fins metalúrgicos, como em ligas de silício-alumínio.

Para o uso em refratários as especificações quanto à composição química não são muito rígidas, sendo desejável um teor em alumínio acima de 58%, em Fe_2O_3 abaixo de 1% e em álcalis abaixo de 0,5%. Como impurezas indesejáveis tem-se as micas e os óxidos de ferro e titânio, que podem invalidar uma ocorrência.

Para fins metalúrgicos o teor de alumínio é considerado bom sendo de 58% e o de Fe_2O_3 é tolerado até 1,5%.



C P R M

- 4 -

Para qualquer utilização em refratário os minerais do Grupo da Silimanita devem, primeiramente, sofrer aquecimento acima de 1000°C , quando se expandem consideravelmente transformando-se em mulita, que possui as seguintes qualidades: é material refratário de baixo coeficiente de expansão, resistindo assim ao choque térmico; oferece boa resistência às cargas em altas temperaturas e resiste bem ao ataque de escórias agressivas. Como a densidade da mulita é muito menor que a da cianita, da andaluzita e da silimanita, o volume da peça aumenta durante a queima.

A cianita é o mais importante mineral do grupo, sendo encontrada com mais frequência na natureza. Pode ocorrer tanto na forma de cristais planos e longos, que atingem um tamanho de 42 centímetros de comprimento, 5 centímetros de largura e 12 milímetros de espessura; como em pequenos cristais tabulares que variam em até 5 centímetros em comprimento ou em massas fibrosas. Este tipo, de pequenos cristais, é o mais comum.

Os cristais possuem um lustro de pérola e podem ser brancos, azuis, cinzentos, verdes, marrons ou pretos.

A cianita em placas é considerada como sendo difícil de ligar após a calcinação. O tipo de cristal de largas lâminas de cianita nunca é usado para aplicações em refratários, sendo a variedade maciça de pequenos cristais a mais aceitável para essa finalidade.

Muitas vezes a cianita, após minerada, necessita de um tratamento posterior, para obter um produto apropriado à calcinação e venda à indústria de refratários. Este tratamento com-



CPRM

- 5 -

preende a flutuação e separação magnética para remover certos minerais como a pirita, a limonita e a magnetita, e assim reduzir o conteúdo de quartzo. Em alguns casos o concentrado assim produzido é lavado com ácido a fim de reduzir ainda mais o conteúdo de ferro.

A calcinação da cianita produz um aumento de volume de 17%, a da silimanita 6% e a da andaluzita 4%.

As cianitas que não se prestam, após calcinação, ao uso direto em refratários são destinadas à fabricação de mulita sintética.

Teoricamente pode-se substituir cianita e mulita sintética em todos os usos, mas levando-se em consideração preço e eficiência a substituição nem sempre é vantajosa.

Modernamente vem se obtendo mulita sintética pela fusão de bauxitas silicosas, tendo este processo tecnológico tirado em muito a importância da cianita natural.

Porcelanas elétricas, principalmente para velas de ignição, são feitas de mulita.

A maior parte dos tijolos de mulita, fabricados com cianita, destina-se ao revestimento de fornos metalúrgicos, principalmente os fornos elétricos aquecidos por indução e usados para a fusão de bronzes, latões, ligas de cobre-níquel, ferro-ligas, zinco e ouro.

Os refratários à base de cianita, pelo seu elevado ponto de fusão, resistência ao choque térmico e à ação erosiva



CPRM

- 6 -

de muitas escórias, e reação neutra, são largamente utilizados em revestimento da zona de queima de fornos rotativos, recuperadores e regeneradores de fornos de vidro, e estruturas expostas a um calor forte e prolongado.

Pesquisas recentes apontam novas utilizações para a cianita em câmaras de escape dos gases de naves espaciais e caldeiras, e como material de revestimento de moldes.

As cianitas de altíssima pureza estão sendo pesquisadas nos E.U.A. para utilização como aceleradores na fabricação de ligas de silício-alumínio.

As dificuldades de um enriquecimento completo dos minerais do Grupo da Silimanita são a razão principal para o fato de serem eles comparativamente raros no uso de refratários de alta alumina, a despeito dos consideráveis depósitos existentes.

Contudo, as vantagens técnicas e econômicas de se usar matérias primas naturais na fabricação de produtos de alta alumina parece tornar claro que a mineração e o enriquecimento dos minerais do Grupo da Silimanita deverão ser aumentados.

B- Localização, quantidade, tipos, teores e aproveitamento das principais reservas conhecidas no Brasil. Empreendimentos minerais existentes, em implantação e programados.

As reservas brasileiras de cianita, além de pequenas, não são consideradas de ótima qualidade, variando o material de local para local.



CPRM

- 7 -

Registram-se ocorrências de cianita na Bahia, em Goiás, em Minas Gerais e no Pará, onde é encontrada em gnaisses, quartzitos e mica xistos quartzosos, acompanhada de granadas e micas. É encontrada, ainda, em depósitos de concentração residual mecânica com quartzo, mica e óxido de ferro.

As jazidas que, no momento, estão sendo lavradas no Brasil são desse tipo, sendo que o quartzo, a mica e a pirita, presentes em quantidade suficiente que permite a lavra, não são retirados devido ao alto custo da separação da mica e do transporte do quartzo. Quando a quantidade de mica incrustada é muito grande a cianita é rejeitada, ao contrário do que se verifica nos E.U.A, nas minas de Carolina do Sul, onde a mica é retirada com granadas. Quando a pirita vem associada, sempre que possível, é retirada para a produção de ácido sulfúrico.

No Brasil a cianita ocorre também em areias no litoral da Bahia e Ceará, porém em pequenas quantidades.

São em número de 4 as minas atualmente em lavra no País, todas elas localizadas em Minas Gerais: 3 no Município de Nova Lima e uma no Município de Gouveia.

Os garimpos estão localizados em Minas Novas, Itamarandiba e Araçuaí (MG) e na região de Pilar de Goiás (GO), onde parece estar o minério de melhor qualidade.

Segundo dados extraídos dos relatórios anuais de lavra apresentados à DFPM - DNPM, as únicas usinas cadastradas, localizadas em Minas Gerais, apresentam a seguinte reserva:



CPRM

- 8 -

<u>Indicada</u>	<u>Inferida</u>
(t)	(t)
15.000	350.000

Devido ao fato de não se dispor de dados sobre as demais reservas existentes no País, assim como à impossibilidade de se obter informações corretas sobre a produção, baseada nos garimpos, torna-se impossível avaliar a provável duração das reservas nacionais.

- Minas e ocorrências de cianita no Brasil -

Nº	ESTADO	MUNICÍPIO	DISTRITO	LOCAL
1	MG	Nova Lima	Nova Lima	Retiro da Botica Codorna Lagoa Grande
2	MG	Diamantina	Gouveia	Quinta de Santana
3	MG	Mateus Leme	Mateus Leme	Serra Azul
4	MG	Airuoca		
5	MG	Lima Duarte	Santana do Garambeu	Faz. Córrego Fundo e Vargem Grande
6	MG	Andrelândia	Andrelândia	Vargem Grande
7	MG	Minduri	Minduri	Faz. do Xavier
8	MG	Andrelândia	Stº Antonio do Porto	Faz. Samambaia
9	MG	Lavras	Itumirim	
10	MG	Mateus Leme	Mateus Leme	Faz. Taquaral

Nº	ESTADO	MUNICÍPIO	DISTRITO	LOCAL
11	MG	Pitangui	Pitangui	Faz. Engenho
12	MG	Pitangui	Pitangui	Faz. Estreito
13	MG	Itabirito	Itabirito	Faz. Palmital
14	MG	Diamantina	Guinda	Bandeirinha Faz. São José Faz. Campo Alegre
15	MG	Diamantina	Gouveia	Faz. do Capão
16	MG	Minas Novas	Minas Novas	Ribeirão da Folha
17	MG	Itamarandiba	Itamarandiba	Faz. do Córrego Vermelho
18	MG	Araçuaí		
19	MG	Grã Mogol	Josenópolis	Ribeirão Santana
20	BA	Caculé		Região das Facas
21	BA	Piripá	Piriá	Taboril Tapera do Rochedo
22	BA	Nacarani	Maiquirique	Faz. Limão
23	BA	Marau		
24	BA	Paramirim	Água Quente	Faz. Poço das Antas
25	GO	Pirenópolis	Pirenópolis	Faz. Santa Rita
26	GO	Pilar de Goiás		Pilar de Goiás Santa Luzia Itapaci Aruaçu Amaro Leite



CPRM

- 10 -

cont.

Nº	ESTADO	MUNICÍPIO	DISTRITO	LOCAL
27	GO	Crixás	Stª Terez. Goiás	Faz. do Morro
28	GO	Crixás	Stª Terez.	Faz. do Rio do Peixe Acurizal
29	GO	Aruanaã		Bairro do Serafim Faz. Lambari
30	CE	Crateús		Entre Crateús e Independência
31	CE	Camocim		
32	PA	Altamira	Altamira	Rio Curuá e Maloca

C- Estatística de produção, importação, exportação e consumo interno aparente.

Segundo pesquisas efetuadas por técnicos do DNPM, atualmente a produção brasileira de cianita é da ordem de 2.000 toneladas anuais.

Devido à ocorrência da cianita em aluviões, grande parte da produção deste mineral no País provém de garimpos. A heterogeneidade, as pequenas reservas e o local do minério não permitem uma lavra mecanizada.

Os garimpeiros de Minas Gerais e Goiás e somente duas firmas de mineração são os responsáveis pela produção atual.

As duas firmas de mineração, Minerações Brasileiras Reunidas e Dr. José Patrus de Souza, e os garimpeiros que operam nas regiões de Minas Novas, Araçuaí e Itamarandiba (MG) e na região de Pilar de Goiás (GO) vendem a sua produção para as indústrias de refratários.

Toda a produção interna é aqui consumida, não havendo excedente para exportação.

A Cerâmica São Caetano, no momento o maior consumidor interno de cianita, utiliza aproximadamente 1200 toneladas anuais de cianita para a produção de tijolos para seus fornos, para queima de azulejos e ladrilhos.

A Cerâmica São Caetano fornece pequenas quantidades desses tijolos para as outras indústrias.

A produção restante, cerca de 800 toneladas/ano, é consumida pela Klabin, pela IBAR - Indústrias Brasileiras de Artigos Refratários - e pela Magnesita S.A..

As indústrias consumidoras de cianita no País não recorrem à importação, uma vez que a cianita tem, ainda, aplicação em setores bem restritos, não despertando, por ora, maior interesse por parte das indústrias em pesquisá-la.

D- Existência e característica dos possíveis mercados nacionais e internacionais; especificações qualitativa da cianita; estrutura da comercialização e do transporte.

A produção de cianita é recente e a indústria de refratários deste material ainda é de pequeno porte, apesar de sua importância para determinados fins.



A grande mina de cianita de Lapsa Buru, no Estado de Bihar, na Índia, só foi descoberta em 1921.

Outra grande mina existente no Quênia, África, teve seus trabalhos de lavra iniciados em 1944.

As demais minas, distribuídas no mundo, são de material disseminado, de qualidade inferior, que é utilizado, principalmente, para a obtenção de mulita sintética, cujo consumo vem crescendo rapidamente nos últimos anos, sendo os maiores produtores os E.U.A, o Reino Unido, o Japão, a Alemanha Ocidental, a Itália, a Espanha e a Hungria.

A cianita indiana, típica de alto grau, tem a seguinte composição química:

Al_2O_3	62,64%
SiO_2	32,00%
Fe_2O_3	0,50 a 1,00%

O produto comercializado, entretanto, tem menor teor, com variações entre 50 a 60% de Al_2O_3 .

Geralmente a cianita é comercializada calcinada, pronta para uso.

A cianita indiana é calcinada na Inglaterra, pela P.B. Silimanite Co. Ltd., e vendida sob o nome de "Cianita PB". Consiste essencialmente de cianita calcinada, associada com uma pequena quantidade de corindon e certas impurezas, como cal e óxidos de ferro e titânio, que, juntos, somam menos de 3%.



CPRM

- 13 -

O material calcinado tem um poder refratário de 1810°C , uma densidade verdadeira de 2,97 a 3,00, uma densidade aparente de 2,24 a 2,35 e uma dureza de 7.

Na África, durante muitos anos, foi minerada cianita dos depósitos de Quênia. Ainda hoje a lavra continua, apesar do material ser de baixa qualidade e conter muita mica e quartzo. As cianitas da África, de um modo geral, quando calcinadas se apresentam muito mais moles que as cianitas indianas não tendo grande aceitação entre os fabricantes de refratários.

Devido à sua maior resistência, relativa facilidade de ligação após a calcinação e elevado grau de pureza, a cianita indiana é preferida para muitos dos empregos em refratários. Somente uma pequena proporção desta cianita é vendida tal como é minerada, sendo usualmente beneficiada, calcinada e apresentada no tamanho necessário.

Devido ao fato de a cianita calcinada ser deficiente em plasticidade, há a necessidade de uma aglutinação com 10 a 25% de uma argila apropriada, de variedade altamente aluminizada, antes que possa ser transformada em tijolos.

A cianita é selecionada pelos consumidores tomando por base a composição química, a estabilidade dimensional a altas temperaturas e a refratariedade.

No mercado brasileiro ainda não se dá importância ao tamanho das fibras, ao contrário do que se verifica no exterior, onde a cianita só é comercializada a partir de 35 mesh.



Apesar de a indústria brasileira de refratários estar bem desenvolvida, a cianita ainda não ocupa um lugar de destaque, devido, principalmente, à sua carência.

As minas nacionais são pequenas, variando a qualidade do produto de local para local. A lavra é a céu aberto, com desmonte e separação manuais, rejeitando os blocos com muitas impurezas (micas, quartzo, ferro, etc), que prejudicam em muito a qualidade do refratário.

A cianita brasileira apresenta, em média, a seguinte composição química:

SiO_2	.....	41,0%
Al_2O_3	.....	58,0%
Fe_2O_3	.....	0,8%
MgO	.....	0,1%
TiO_2	.....	ausente
Na_2O}	.....	0,11%
K_2O}	.....	0,15%
CaO	.....	ausente

O beneficiamento da cianita consiste, principalmente, na retirada da maior parcela possível de quartzo. O material é calcinado, moído e, por peneiramento, é obtido o produto final.

O outro método adotado utiliza células de flotação (meio alcalino) para a retirada de quartzo e outras impurezas.

O material obtido passa por separadores eletro-magnéticos para a retirada do ferro. Os concentrados, de alto teor de alumina e granulação fina, são misturados com um aglomerante (geralmente argilas com 30 a 40% de Al_2O_3) e prensados na forma de tijolos. Para os tijolos com elevados teores em alumina são utilizados ligantes orgânicos (dextrina, celulose, etc.). Os tijolos são queimados em fornos-tunel, em temperatura acima de $1500^{\circ}C$.

Os cimentos refratários têm a mesma composição dos tijolos, mas granulometria mais fina e propriedades ligantes, devido à presença da argila plástica incorporada.

Em termos mundiais a produção de cianita e seus minerais ainda é insignificante quando comparada com outros minerais industriais, embora o seu consumo venha crescendo nas duas últimas décadas, em consequência, principalmente, dos esforços de pesquisa de produtores e consumidores.

No mundo livre, de um consumo estimado em 50.000 toneladas em 1950, atingiu-se o nível atual de 250.000 toneladas. O mais importante campo consumidor tem sido a indústria de refratários de alta alumina, em crescimento.

As reservas mundiais de cianita e minerais do seu grupo são estimadas em 115 milhões de toneladas, suficientes para atender à demanda prevista até o ano 2000, e assim estão distribuídas:



10⁶ t

EUA	32,5
África do Sul	20,0
URSS	20,0
Canadá	15,0
Índia	10,0
Áustria	3,0
Bulgária	0,9
Coreia	0,1
Outros	13,5
	<hr/>
	115,0

As reservas de cianita dos EUA estão disseminadas em rochas de quartzitos, tendo o mineral um teor variando de 10 a 30% de Al_2O_3 .

Na América do Norte destaca-se, ainda, o Canadá como detentor de grandes reservas, sendo previsto o início de sua produção no final desta década, com níveis iniciais de 10.000 toneladas/ano.

As reservas da Índia não estão adequadamente avaliadas. O crescimento do consumo de cianita no país e as atuais limitações nas quantidades exportadas parecem indicar a habilidade e a disposição do governo indiano em preservar as suas reservas para atender ao contínuo crescimento verificado na de - manda.

A África do Sul possui as maiores reservas de silimnita e andaluzita.



CPRM

- 17 -

A URSS tem grandes reservas de cianita e minerais do seu grupo, sendo a sua produção absorvida pelos países socialistas, que os utilizam como fonte de alumina para a produção de alumínio metálico. Teores abaixo de 30% de Al_2O_3 são considerados trabalháveis se os depósitos estiverem favoravelmente localizados, embora detalhes de consumo não sejam disponíveis.

No resto do mundo os grandes consumidores de mulita não têm reservas suficientes de cianita e minerais do seu grupo. Entretanto, no total, as reservas mundiais são consideradas como suficientes para atender à demanda prevista até o ano 2000.

Os principais produtores de cianita, no mundo livre, são os Estados Unidos, Índia e Malawi, na África. A silimanita é produzida na África do Sul, Índia e Austrália e a grande produção de andaluzita se dá na África do Sul e França.

Os E.U.A produzem todos os minerais do grupo. Entretanto, desde 1950 a produção tem sido muito mais de cianita, seguida de pequenas quantidades de andaluzita e silimanita. O U.S. Bureau of Mines estima que os E.U.A são o maior produtor mundial de cianita, colocando a Índia em 2º lugar.

A produção de cianita nos E.U.A vem em ritmo crescente desde 1940 quando foi de 4.241 toneladas, atingiu 15.400 toneladas em 1950, cerca de 33.000 toneladas em 1960, alcançando níveis recordes de 100.000 toneladas em 1970. A taxa média de crescimento observada nas duas últimas décadas foi de 10% ao ano. Se observarmos, entretanto, a taxa média de crescimento da produção a partir de 1966 constatamos que a mesma caiu a níveis bem mais baixos, indicando um decréscimo na demanda de cianita, reflexo de uma maior procura de mulita sintética pela indústria



de refratários. A produção de mulita sintética nos E.U.A é de, aproximadamente, 55.000 toneladas anuais, produzidas por 10 companhias.

Para atender à sua demanda, desde 1940 os E.U.A importavam cianita da Índia e silimanita da África do Sul. A partir de 1962 as importações caíram substancialmente, embora uma pequena quantidade de cianita continue sendo importada da Índia, cerca de 1 a 2 mil toneladas/ano, apesar de os E.U.A serem, no momento, grande exportador deste mineral e de mulita sintética. Estima-se que cerca de 15% da cianita produzida nos E.U.A seja exportada. Em 1968 as exportações foram 14 vezes maiores que as importações, em quantidade, e 25 vezes maiores em valor.

Não são conhecidos dados exatos sobre a produção de cianita nos E.U.A, uma vez que as companhias que dominam a produção mantêm sigilo à respeito. Estas companhias são:

- 1- Kyanite Mining Corp., o maior produtor, com minas em Farmville e Dillwyn, na Virgínia.
- 2- Aluminum Silicates Inc., subsidiária da Combustion Engineering Inc., operando na Graves Mountain, na Geórgia.
- 3- E.I. du Pont de Nemours, que produz concentrados de cianita-silimanita, na Trail Ridge, Flórida.

Estima-se, atualmente, o consumo de cianita nos E.U.A em torno de 120 mil toneladas, dos quais cerca de 95% são de produção interna.



CPRM

- 19 -

A distribuição setorial da demanda é a seguinte:

- refratários para metalurgia dos ferrosos 41%
- refratários para metalurgia dos não ferrosos 29%
- vidros 15%
- fornalhas 6%
- usos não refratários (incluindo cerâmica) 9%

O outro grande país produtor de cianita é a Índia, cuja produção tem flutuado bastante nos últimos anos, mas que ainda é considerada por muitos como o maior produtor mundial, superando os E.U.A.

Em 1970, o último ano para o qual os dados são conhecidos, a produção de cianita na Índia atingiu o recorde de 120 mil toneladas, superando em mais de 35 mil toneladas a produção do ano anterior, quando um recorde já havia sido estabelecido.

A grande companhia produtora é a Indian Copper Corporation, que lavra o famoso depósito de Lapsa Buru, no Estado de Bihar. Seis outras companhias operam na mesma área produzindo cianita de menor teor, 50 a 60% de Al_2O_3 , e em menor quantidade.

Outra área significativa está localizada no distrito de Bhandara, no Estado de Maharashtra, cujo depósito começou a ser lavrado em 1969 pela Maharashtra Mineral Corporation Ltd., sendo a produção da ordem de 10.000 toneladas anuais.



C P R M

- 20 -

A Índia envia para o exterior grande parte do que ali é produzido. Em 1970 a sua exportação atingiu 70.000 toneladas, ou seja, 58% de sua produção. São grandes importadores da cianita indiana o Reino Unido, a Alemanha Ocidental, a Itália e o Japão.

Na Malawi, África, é produzida cianita no depósito de KapiRIDimba, pela Construction & Investment Co. Malawi. É garantido um teor mínimo de 58% de Al_2O_3 , sendo que, usualmente, o teor ultrapassa 60%. A exportação é feita pelo porto de Beira, que atualmente, embarca 1.000 toneladas de cianita.

O Japão e o Reino Unido, grandes importadores da cianita indiana, são um dos maiores produtores de mulita sintética.

O Reino Unido importa cianita e minerais do seu grupo, da Índia, desde a década de 20, sendo as quantidades importadas bem menores que as atuais e destinadas à indústria de refratários especiais, usados na metalurgia e na indústria de vidros. Na década de 50 o Reino Unido começou a importar cianita e minerais do seu grupo também da África do Sul, Quênia e Estados Unidos, e ao se iniciar os anos 60 o Reino Unido estava importando 30.000 toneladas anuais, média que, à despeito das oscilações verificadas, continua.

O Japão, com uma produção de aço de 97 milhões de toneladas em 1972, é o segundo maior produtor de aço do mundo livre, só superado pelos E.U.A, e o segundo maior produtor de refratários, também só superado pelos E.U.A.

A posição do Japão como país produtor de refratários pode assim ser sintetizada: maior importador de matérias primas e maior consumidor e exportador de produtos manufaturados. Tal situação não é típica da indústria de refratários, podendo ser aplicada à um grande número de indústrias japonesas.

O Japão está despontando como o maior produtor mundial de mulita sintética. As suas necessidades de cianita e minerais do seu grupo são atendidas pela importação destes minerais da África do Sul, Índia e E.U.A, a qual declinou nos últimos anos, tendo sido de 39.143 toneladas em 1970 e 17.183 em 1972. Tal declínio é reflexo, principalmente, da recessão econômica verificada nestes dois últimos anos.

Na Europa os reflexos desta recessão econômica também se fizeram sentir, afetando as quantidades importadas por diversos países europeus, que reduziram substancialmente as suas compras de cianita e minerais do seu grupo da África do Sul, Índia e E.U.A.

Tal situação pode ser encarada como temporária, devendo o comércio destes minerais alcançar novamente o pico observado em 1970, uma vez que o mercado já está mostrando sinais de recuperação, embora à taxas pequenas.

E- Evolução dos preços; fatores conjunturais.

Os preços da cianita são resultantes de negociações diretas entre produtores e consumidores, variando de acordo com a qualidade, tamanho dos grãos, tratamento especial e outros fatores competitivos.



CPRM

- 22 -

Desde 1954, os preços da cianita vêm se mantendo estáveis, sendo os reajustes observados devido à desvalorização do dólar.

Em 1968 o preço médio de venda da cianita, nos Estados Unidos, foi de US\$ 60 por tonelada curta, estimando-se que este preço se mantenha até o ano 2.000.

A cianita proveniente da Índia, da mina de Lapsa Buru, com um teor mínimo de 60% de Al_2O_3 , desde 1970 vem mantendo o preço de £ 31 a £ 34 por tonelada curta - CIF - Portos da Europa.

A última cotação publicada no Industrial Minerals, de maio/1973, apresenta valores de £ 34 e £ 37 por tonelada curta, reflexo dos problemas monetários internacionais e não de um aumento na cotação da cianita.

Considerando-se a atual cotação média £ 1 = US\$ 2,40 a US\$ 2,50 teremos para a tonelada curta da cianita indiana valores entre US\$ 81,60 e US\$ 92,50.

A cianita produzida nos E.U.A, em Georgia, vendida em sacada, apresenta os seguintes preços:

		US\$/tonelada curta
35	mesh	58
48	mesh	62
100	mesh	65
200	mesh	73

Estas cotações vêm se mantendo desde novembro de 1971, sendo que em 1970 elas se apresentavam ligeiramente inferiores, assim variando:

		US\$/tonelada curta
35	mesh	57
48	mesh	59
100	mesh	60
200	mesh	65

No Brasil, para se determinar o preço da cianita não é levado em consideração o tamanho dos grãos, sendo dada maior importância à análise química e ao comportamento durante a queima, para uso em refratários.

A cianita produzida no País com 58% de Al_2O_3 , menos de 1,5% de Fe_2O_3 e menos de 0,5% de álcalis, colocada em São Paulo, transportada por caminhão, de Minas Gerais, tem um preço variando entre Cr\$ 300,00 a Cr\$ 400,00 por tonelada.

A cianita e os minerais do seu grupo concorrem para o Imposto Único sobre Minerais com 15% do valor tributável.

A TAB - Tarifa Aduaneira do Brasil - Imposto de Importação - para cianita, andaluzita e silimanita é de 17%.

F - Expectativa da demanda de cianita para consumo interno e exportação:

O mercado nacional está apto a absorver grandes quantidades de cianita, tendo em vista a grande expansão projetada para a indústria siderúrgica, devendo a demanda de cianita acompanhar o Programa Siderúrgico Nacional, do CONSIDER, o qual visa a atingir 20 milhões de toneladas anuais de aço em



CPRM

- 24 -

lingotes em 1980. Neste ano o consumo de refratários pela indústria siderúrgica nacional deverá atingir níveis de 500.000 toneladas.

O grande desenvolvimento da indústria siderúrgica, tanto em termos nacionais como em termos mundiais, será o maior responsável pelo crescimento esperado na demanda de cianita. É conveniente ressaltar que nos E.U.A, o maior consumidor mundial de cianita, a indústria siderúrgica responde, atualmente, por cerca de metade do consumo deste mineral.

A atual política de expansão do processo direto de redução, na metalurgia dos ferrosos, que diminui em muito a demanda dos tijolos de cianita, faz com que a demanda final desta não esteja, ultimamente, acompanhando o crescimento da siderurgia como nos anos anteriores, quando só era utilizado processo indireto.

Em futuro próximo espera-se que a maior demanda de cianita se dê na metalurgia dos não ferrosos, tanques de vidro e fornos para cerâmica e refratários.

Atualmente a produção mundial de cianita deve estar em torno de 250.000 toneladas, sendo totalmente consumida, igualando-se, pois, oferta e demanda.

Tomando-se por base a produção e as vendas realizadas em 1972 parece que pouquíssima alteração se verificará no mercado de cianita à curto prazo.



CPRM

- 25 -

Embora o uso deste mineral mostre sinais de crescimento, verifica-se, paralelamente, um crescimento na produção e vendas de mulita sintética.

Entretanto, os produtos feitos de mulita sintética tendem a ser menos densos, menos resistentes à abrasão e consideravelmente menos resistentes à troca de temperatura que os produtos feitos de cianita e minerais do seu grupo. A produção deficiente destes minerais, no entanto, aliada aos altos preços, têm limitado bastante o seu uso.

Observa-se, também, um grande crescimento no uso da bauxita calcinada em lugar da cianita calcinada, o que provavelmente acarretará um decréscimo na demanda desta última, mas que não deverá afetar as vendas totais de cianita.

Grande fator de importância, porém, é o enorme potencial para uso da cianita em não refratários como, por exemplo, na produção de ligas de silício-alumínio.

Para aplicações em não refratários a cianita encontra, ainda, um campo bastante promissor na indústria de cerâmica para revestimento de pisos e paredes.

A cianita e a mulita sintética podem ser substituídas por outros minerais. Contudo, tomando-se por base os custos e a eficiência, aqueles minerais são capazes de competir eficientemente no campo dos refratários. Até agora o alto custo dos refratários de cianita, conjugados com sua carência na maioria dos países, têm forçado o seu uso em produtos especializados. Para os próximos 25 anos espera-se um grande consumo de cianita, a qual, provavelmente, substituirá outros tipos de refratários na indústria metalúrgica. Ressalte-se que a cianita, deve



do principalmente às suas propriedades de expansão, tem tido uma aplicação industrial bem maior que os outros minerais do seu grupo, todos produzidos em menor escala.

Grandes desenvolvimentos são esperados na produção de cianita, incluindo o início da produção deste mineral no Canadá. A cianita de alto grau, dos novos depósitos, recém descobertos na África do Sul, deverá entrar em breve no mercado. Há grande interesse na cianita que ora está sendo investigada na Noruega.

As estimativas de consumo de cianita e minerais do seu grupo, pelas diversas indústrias, para o ano 2000, nos E.U.A, o maior consumidor mundial, assim se apresentam:

	<u>10³ t</u>
- Siderurgia	125 a 300
- Metalurgia dos não ferrosos	130 a 195
- Fornalhas	25 a 40
- Vidros	60 a 140
- Outros usos	40 a 200
	<hr/>
	380 875

Espera-se que o consumo de cianita e minerais do seu grupo no resto do mundo cresça à taxas maiores que às verificadas nos E.U.A, principalmente devido ao grande crescimento industrial dos países em desenvolvimento. Estima-se no ano 2000 um consumo mundial de 1.200.000 a 2.300.000 toneladas de cianita e minerais de seu grupo.



CPRM

- 27 -

Para generalizar a situação favorável na qual se encontra atualmente a indústria de refratários, em especial a da cianita, podem ser relacionados os seguintes fatores:

- o alto nível da produção industrial
- o crescimento da importância dos refratários na indústria dos não-ferrosos.
- as revoluções tecnológicas, especialmente no campo dos refratários de básica e alta alumina.
- o mercado em crescimento para os refratários de alta alumina.

Quanto à projeção de dados sobre o consumo interno, esta é praticamente impossível, devido não só a ausência de dados reais de produção e consumo, como também ao fato de o comércio se realizar diretamente dos garimpeiros às indústrias que beneficiam a cianita, fabricam os tijolos e argamassas e os utilizam na linha de produção dos outros refratários, só aparecendo, portanto, como produto para venda, quando há excedente.

DIVEM/DEGEC

EAF/ar

Julho/73

G - POSIÇÃO NO MERCADO DO MINÉRIO OBJETO DA PESQUISA, NO QUE DIZ RESPEITO A

LOCALIZAÇÃO DO DEPÓSITO

A produção de cianita é bastante recente. Seu mercado pode, portanto, ser classificado como novo, ou nascente, apresentando boas perspectivas de crescimento.

A maior utilização de cianita tem-se dado na manufatura de materiais refratários de alta alumina (alta qualidade), podendo, também, ser utilizada na manufatura de outros produtos cerâmicos e para fins metalúrgicos, em ligas de silício-alumínio.

É na indústria de refratários, portanto, que a cianita tem encontrado até agora seu maior mercado, sendo, no entanto, a produção de refratários, com utilização deste material, bastante recente e ainda de pequeno porte.

Tanto em termos nacionais como em termos mundiais, a indústria siderúrgica, com seu consumo de refratários, tem sido e deverá continuar sendo a maior responsável pelo crescimento esperado na demanda de cianita.

Em futuro próximo, espera-se, também, que uma maior demanda se dê na metalurgia dos não ferrosos, tanques de vidro e fornos para cerâmica e refratários.

A produção mundial de cianita deve estar em torno de 250.000 toneladas por ano, sendo totalmente consumida, igualando-se, pois, oferta e demanda.

Até agora o alto custo dos refratários de cianita, tem forçado a sua utilização principalmente em produtos refratários de alta qualidade.

No Brasil, o mercado apresenta boas perspectivas de consumo, tendo em vista principalmente a expansão projetada para a indústria siderúrgica e o interesse do Governo em incrementar a metalurgia dos não ferrosos.

Pelos motivos expostos nos parágrafos anteriores, e tendo em vista o pequeno porte das nossas jazidas atualmente conhecidas, reveste-se de bastante atratividade a descoberta de novos depósitos do mineral no país.

As áreas requeridas para pesquisa de cianita localizam-se nas proximidades do povoado de Riacho Seco, município de Curaçá, extremo norte do Estado da Bahia.

No que diz respeito à localização das referidas áreas, cumpre assinalar que elas se acham relativamente próximas da área do Projeto Caraibas, empreendimento que visa o aproveitamento do cobre existente no Vale do Curaçá. Tal proximidade repercute de maneira bastante favorável uma vez que os investimentos em infra-estrutura a serem feitos para o Projeto Caraibas, irão por certo beneficiar a implantação de outros projetos, de menor porte, na região.