

ILMENITA DE PONTA DO MUTÁ (BAHIA) E SEU APROVEITAMENTO

JOSÉ ALENCAR FEITOSA (1)
 ISAIO NOGUTI (2)

RESUMO

Pesquisas tecnológicas realizadas com areia de praia fóssil de Ponta do Mutá, município de Maraú - Bahia, revelaram que através de processo eletromagnético, é possível obter-se Concentrado de Ilmenita de alto teor de TiO_2 e relação de Fe_2 para Fe_3 na faixa de 0,92 : 1,00, como também Zirconita de "grade standard" com especificações de mercado. Os testes de beneficiamento foram conduzidos no Laboratório da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, Belo Horizonte, onde o procedimento obedeceu ao esquema: espiral de Humphreys, separadores magnéticos, mesas vibratórias e separadores eletrostáticos. O minério ocorre associado aos paleocordões do Holoceno, ocupando uma área de 7 x 2 Km. Utilizando-se dados obtidos a partir de sondagens com o trado holandês, foram bloqueadas reservas da ordem de 100 milhões de toneladas de minério com 2,3 milhões de toneladas de concentrado de ilmenita, 132.000 t de zirconita e 50.000 t de rutilo. O teor médio de ilmenita na jazida atinge o valor de 2,3%.

ABSTRACT

Technological studies dealing with fossil beach sands from Mutá Point, Maraú township Bahia, have shown that eletromagnetic separation yields ilmenite concentrate with a high TiO_2 content. Fe_2/Fe_3 ratio ranges from 0.92 to 1.00 and zirconite occurs in standard grade as specified by the market. Ore dressing tests were carried out in the laboratory of Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, Belo Horizonte, using Humphreys spiral, magnetic separators, vibrating tables and eletromagnetic separators. In that order ore is associated to Holocene paleostings in area of 7 Km by 2 Km. Using auger drilling data, a reserve of 100 million tons of ore was blocked, with 2.3 million tons of ilmenite concentrate, 132.000 t of zirconite and 50.000 of rutile. Average content of ilmenite in the deposit is 2.3 per cent.

(1) Engenheiro Químico - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM
 (2) Geólogo - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM

1. INTRODUÇÃO

Em 1984 a CBPM identificou ocorrências de ilmenita na região localizada ao sul do distrito de Barra dos Carvalhos, município de Nilo Peçanha. Em 1985 e 1986 foram realizadas prospeções regionais que revelaram a presença de minerais pesados associados a paleocordões no trecho entre Valença e Itacaré, com 125 Km de extensão. A ocorrência mais expressiva, foi a detectada em Ponta do Mutã, município de Marau, onde foi mapeado um sistema de paleocordões litorâneos ocupando área de 7 x 2 Km com elevadas concentrações de ilmenita, zirconita e rutilo. Nesta área e na de Taipú-Mirim foram desenvolvidas pesquisas entre 1987 e 1988, que redundaram em expressiva jazida de minerais pesados.

Os depósitos de minerais pesados pesquisados estão localizados no município de Marau (ver figura 1 e 2).

2. GEOLOGIA

Ocorrem na área pesquisada sedimentos quaternários do Pleistoceno e Holoceno, sedimentos do Terciário atribuídos a Formação Barreiras e depósitos mezozoicos agrupados nas Formações Algodões, Taipú-Mirim, Sergi e Aliança.

As mineralizações ocorrem associadas principalmente aos paleocordões litorâneos de idade holocênica, compostos por sedimentos de granulação média a fina bem selecionadas e que passam lateralmente a areias grossas e níveis argilosos com conchas marinhas.

Os cordões possuem dimensões de alguns quilômetros de comprimento e largura em torno de 20m e espessura média em torno de 1m, atingindo localmente cerca de 10m.

Os sedimentos de pântanos e alagadiços marinhos são também mineralizados em minerais pesados, mas seus teores são mais baixos enquanto na Formação Barreiras foram encontrados apenas indícios de ilmenita.

A origem dos minerais pesados está associado a alteração físico-química das rochas do embasamento cristalino, que são transportados aos locais de sedimentação pelos rios e riachos.

3. PESQUISAS REALIZADAS

O equipamento utilizado na fase inicial da pesquisa foi o trado comum, realizando-se as sondagens na malha de 500 x 50m. Devido ao lençol freático estar próximo a superfície apenas uma pequena parte da zona mineralizada foi amostrada. Diante disto optou-se pela utilização da sonda "banka" que revelou a presença de mineralizações até a profundidade de 10m. Entretanto, a sonda banka apresentou uma amostragem não confiável com a obtenção para os níveis mais inferiores de material nitidamente contaminado por litologias dos horizontes superiores.

Diante disto procedeu-se a substituição do equipamento, pelo trado holandês, que possibilita a amostragem abaixo do nível freático, e com alto nível de confiabilidade. As sondagens foram realizadas na malha de 250 x 50m e 400 x 40m, respectivamente nas áreas de Ponta do Mutá e Taipú-Mirim.

As amostras foram coletadas de metro em metro, sendo inicialmente submetidas a homogeneização manual, sobre uma lona e posteriormente quarteadas, sendo parte do material arquivado e o restante remetido para análises. Todas as amostras coletadas nas sondagens foram submetidas a análises densimétricas com bromofórmio sendo selecionadas algumas para análises químicas e mineralométricas.

Na Tabela 1 é apresentado o total de sondagens e análises densimétricas realizadas nas áreas de Ponta do Mutá e Taipú-Mirim.

TABELA 1 - Trabalhos realizados na Área de Taipú-Mirim e Ponta do Mutá

ÁREA	EQUIPAMENTO	NÚMERO DE FUROS	METRAGEM TOTAL (m)	ANÁLISES DENSIMÉTRICAS
PONTA DO MUTÁ	Trado Comum	600	450	600
	Sonda Banka	21	190	122
	Trado Holandês	922	5668,9	2189
TAIPÚ-MIRIM	Trado Comum	39	19,2	39
	Trado Holandês	203	591	248

3.1. Reservas

As reservas foram calculadas utilizando-se o método da área de influência de cada sondagem a qual multiplicada pela espessura mineralizada e densidade média do m

nério (1,8) e pelo teor dividida por 100, permitiam a obtenção da tonelagem de mi-
nerais pesados.

TABELA 2 - Reservas das Áreas Pesquisadas

BLOCO	ÁREA	MINÉRIO (t)	MINERAIS PESADOS (t)	ILMENITA (t)	ZIRCONITA (t)	RÚTILO (t)
PONTA DO MITÁ	14Km ²	86.947.000	3.064.000	2.145.000	122.600	45.970
TAIPO- MIRIM	5Km ²	13.061.000	272.000	190.400	10.800	4.080
TOTAL	19Km ²	100.008.000	3.336.000	2.335.400	133.400	50.050

A tonelagem dos minerais úteis foram calculadas multiplicando-se o total de pesa-
dos pela média dos percentuais da ilmenita (70%), zirconita (4%) e rutilo (1,5%).

4. AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO

Para os testes de beneficiamento foi coletada na região de Ponta do Mitá uma amo-
stra com o peso total de 1.500Kg.

O estudo mineralométrico dos concentrados de minerais pesados, apresentam como com-
ponente predominante a ilmenita, com 70% do total. Em percentagens decrescentes o-
correm zirconita, estauroлита, cianita, turmalina e rutilo. Na Tabela 3 pode ser
visualizado as distribuições dos minerais pesados.

TABELA 3 - Distribuição de Minerais Pesados

MINERAL	%
Ilmenita	70,0
Zirconita	4,0
Rutilo	1,5
Cianita	8,0
Estauroлита	9,0
Turmalina	2,0
Granada	1,0
Anfibólio	traços
Epidoto	traços
Magnetita	traços

A distribuição granulométrica e análise química encontram-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

TABELA 4 - Análise Granulométrica da Amostra

MESH TYLER	PÊSO RETIDO g	PÊSO %
20	1,8	0,29
28	35,0	5,36
35	105,2	17,10
48	208,7	33,92
65	156,9	25,50
100	84,6	13,75
150	19,3	3,14
200	3,9	0,63
270	1,1	0,18
270	0,8	0,13
TOTAL	605,5	100,0

TABELA 5 - Análise Química do Minério "in natura"

ELEMENTOS	%
TiO ₂	5,2
FeO	3,6
Fe ₂ O ₃	0,5
Fe total	3,2
ZrO ₂	0,42
SiO ₂	88,7
Al ₂ O ₃	0,8
MnO	0,11
Cr ₂ O ₃	0,06
MgO	0,07
V ₂ O ₅	0,03
Nb ₂ O ₅	0,03
Th	45 ppm

5. TESTES DE CONCENTRAÇÃO

5.1. Aproveitamento de Ilmenita

A amostra, após caracterização completa, isto é, granulométrica, mineralógica e química, foi submetida a testes de concentração visando a obtenção de concentrados de TiO_2 e ZrO_2 .

Seguindo o processo convencional de beneficiamento de minerais pesados, duas rotas de concentração foram pesquisadas:

Fluxograma 1 - Espiral de Humphreys - Separação Magnética - Separação Eletrostática.

Fluxograma 2 - Espiral de Humphreys - Separação Magnética - 2ª Separação Magnética - Separação Eletrostática.

Os testes realizados constaram basicamente de uma pré-concentração em Espiral de Humphreys; seguida de separação magnética e/ou eletrostática.

O pré-concentrado obtido na espiral passou por um separador magnético onde foi obtido um concentrado ilmenítico e um rejeito em zirconita. O concentrado ilmenítico do separador magnético foi submetido a uma separação magnética e/ou eletrostática para enriquecê-lo.

O rejeito da primeira passada, do separador magnético, isento de ilmenita e rico em zirconita, foi submetido a mesagem para obtenção de um concentrado zirconítico.

5.1.1. - Espiral de Humphreys

Uma amostra de 1.500Kg devidamente homogeneizada e analisada foi submetida a uma pré-concentração em espiral de Humphreys.

De início foram realizados vários testes, visando a determinação das principais variáveis (% de sólidos na alimentação e regulagem de palhetas) que conduzissem a concentrados mais ricos, obtendo-se melhores recuperações. O concentrado destes testes foi avaliado através de análises mineralógicas.

Após a regulagem da espiral, os testes foram levados a efeito com uma alimentação em torno de 950 Kg/h de minério e polpa com 14,6% de sólidos. Os resultados obtidos, são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 - Balanço de Massa dos Testes em Espiral de Humphreys

PRODUTOS	DISTRIBUIÇÃO EM MASSA	TiO ₂		ZrO ₂	
		%	Rec.	%	Rec.
Concentrado	21,75	18,76	88,73	1,50	89,30
Rejeito	78,25	0,66	11,27	0,05	10,70
Alimentação	100,00	4,6	100,00	0,37	100,00

5.1.2. - Separação Magnética

O pré-concentrado, rico em pesados, obtido na espiral, apresenta além da ilmenita e zirconita, outros minerais como sejam: rutilo, turmalina, cianita, estauro-lita, etc, tornando-se então necessária a obtenção de ilmenita e zirconita em grau de pureza mais elevado.

Analisando-se as propriedades eletromagnéticas destes minerais observa-se que, através de separação magnética, é possível a obtenção de concentrados mais puros desde que se produza um campo magnético capaz de atrair a ilmenita (que tem maior susceptibilidade magnética) e separá-la dos demais constituintes (rutilo, zirconita, turmalina, quartzo, estauro-lita, etc).

Foi então realizada uma série de testes em separador magnético de laboratório DINGS de rolo induzido. Variando-se a intensidade da corrente (produzindo-se diversos campos) e analisando-se os produtos obtidos, buscou-se assim encontrar as condições mais favoráveis. O teste que apresentou melhores resultados foi realizado com 0,6 A de intensidade. Os resultados obtidos neste teste encontram-se na Tabela 7.

**TABELA 7 - Resultados da Primeira Passada
no Separador Magnético**

PRODUTOS	DISTRIBUIÇÃO EM MASSA %	TiO ₂		ZrO ₂	
		%	Rec.	%	Rec.
Concentrado	21,75	52,33	96,09	0,42	89,30
Rejeito	78,25	1,12	3,91	0,05	10,70
Alimentação	100,00	18,76	100,00	1,5	100,00

5.1.3. Limpeza dos Produtos da Separação Magnética

O concentrado obtido na Separação Magnética apresenta contaminações que podem dificultar o seu aproveitamento. Este concentrado foi então submetido a uma "limpeza" através de uma nova passagem em Separador Magnético e/ou Eletrostático.

Através das Tabelas 8 e 9 respectivamente, pode-se verificar nos resultados obtidos que a "limpeza" para a Separação Eletrostática teve um desempenho mais acentuado do que na Separação Magnética.

**TABELA 8 - Balanço de Massa da Segunda Passagem
na Separação Magnética**

PRODUTOS	DISTRIBUIÇÃO EM MASSA %	TiO ₂		ZrO ₂	
		%	Rec.	%	Rec.
Concentrado	87,54	55,6	93,0	0,18	37,74
Rejeito	12,46	29,4	7,0	2,10	62,26
Alimentação	100,00	52,33	100,0	0,42	100,00

TABELA 9 - Balanço de Massa da "limpeza" na Separação Eletrostática

PRODUTOS	DISTRIBUIÇÃO EM MASSA %	TiO ₂		ZrO ₂	
		%	Rec.	%	Rec.
Concentrado	84,77	56,91	92,18	0,04	8,96
Rejeito	15,23	26,85	7,82	2,3	91,04
Alimentação	100,00	52,33	100,00	0,42	100,00

5.1.4. Separação Magnética seguida de Separação Eletrostática

Seguindo a rota descrita no Fluxograma 2 foi possível obter um concentrado com 59,4% TiO₂, conforme pode-se observar na Tabela 10.

TABELA 10- Balanço de Massa da Separação Eletrostática

PRODUTOS	DISTRIBUIÇÃO EM MASSA %	TiO ₂		ZrO ₂	
		%	Rec.	%	Rec.
Concentrado	90,85	59,40	97,23	0,06	16,20
Rejeito	9,15	16,83	2,77	3,10	83,80
Alimentação	100,00	55,6	100,00	0,18	100,00

A Tabela 11 mostra a composição química do concentrado obtido através desta rota

TABELA 11 - Composição Química do Concentrado da Separação Eletrostática

	%		%
TiO ₂	59,4	Al ₂ O ₃	0,19
ZrO ₂	0,06	P ₂ O ₅	0,05
FeO	19,1	CaO	0,05
Fe ₂ O ₃	18,7	Cr ₂ O ₃	0,13
SiO ₂	0,28	V ₂ O ₅	0,21
Nb ₂ O ₅	0,07	MgO	0,45
Th	< 15 ppm		

5.2. Aproveitamento de Zirconita

Através da pré-concentração em espiral de Humphreys, de acordo com a rota do Fluxograma 3, foi obtido um pré-concentrado de minerais pesados. Na separação Magnética deste concentrado foi obtido um concentrado magnético e eliminado um rejeito rico em zirconita. De acordo com uma análise preliminar deste rejeito, verificou-se que a zirconita apresenta densidade mais elevada que os demais minerais nele contidos. Baseado neste fato, a amostra foi trabalhada em mesa de Wilfley, onde foi obtido um concentrado zirconítico. Este concentrado obtido na mesa foi passado em um separador eletrostático objetivando-se a eliminação da ilmenita remanescente do processo inicial, nele contido.

Nas Tabelas 12 e 13 respectivamente, encontram-se os balanços de massa correspondentes aos produtos obtidos na mesagem e separação eletrostática.

TABELA 12 - Balanço de Massa da Mesagem

PRODUTOS	DISTRIBUIÇÃO EM MASSA %	TiO ₂		ZrO ₂	
		%	Rec.	%	Rec.
Concentrado	0,89	11,94	9,63	59,53	25,43
Misto	2,99	17,57	47,65	16,94	24,31
Rejeito	96,12	0,4	42,72	1,09	50,26
Alimentação	100,00	1,1	100,00	2,08	100,00

TABELA 13 - Balanço de Massa da Separação Eletrostática

PRODUTOS	DISTRIBUIÇÃO EM MASSA %	TiO ₂		ZrO ₂	
		%	Rec.	%	Rec.
Concentrado	94,80	8,77	30,36	62,67	98,80
Rejeito	5,20	69,70	69,64	2,30	0,20
Alimentação	100,00	11,94	100,00	59,53	100,00

O concentrado de zirconita obtido apresentou a seguinte composição química: ZrO₂ 62,6%, Fe₂O₃ 0,17%, FeO 0,97%, SiO₂ 28,1% Al₂O₃ 0,42% e TiO₂ 7,4%.

6. CONCLUSÕES

- . A espiral de Humphreys apresentou um bom desempenho para proceder a pré-concentração dos minerais pesados, possibilitando a eliminação de uma fração de 78,25% da alimentação.
- . Através de duas separações magnéticas seguida de uma separação eletrostática foi possível obter concentrado de ilmenita com especificações de mercado.
- . O concentrado de zirconita obtido não alcançou as especificações de mercado notadamente com relação ao teor de TiO_2 que foi 7,4% sendo que o teor máximo de TiO_2 permitido no concentrado de zirconita é da ordem de 0,5%. Com isto podemos observar que faltou mais uma "limpeza" através de separação eletrostática.
- . Foram bloqueadas na área de Ponta do Mutá e Taipú-Mirim, reservas da ordem de 100 milhões de toneladas de minério, com 2,3 milhões de toneladas de ilmenita, 132.000t de zirconita e 50.000t de rutilo.

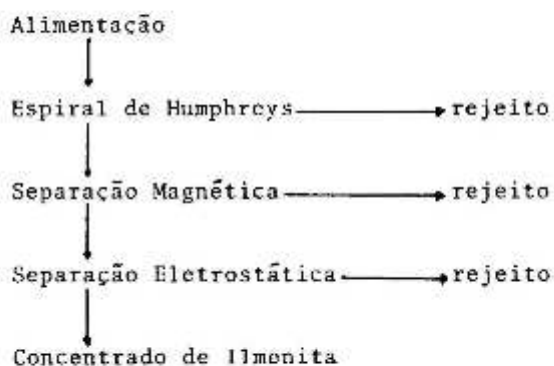
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Diretoria da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral-CBPM pela liberação dos dados, assim como ao colega Geólogo Ernesto Fernando Alves da Silva pela orientação e correção do texto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - CLARK, S. Magnetic separation. Industrial Minerals, London, n. 212, p. 21-33, 1981.
- 2 - CLARKE, G., ed. Titanium minerals: expansion in all the continents. Industrial Minerals: London, n. 225, p. 47-55, 1986.
- 3 - LYND, L. E. & LEFOND, S. J. Titanium minerals. In: LEFOND, J., ed. Industrial minerals and rocks. 5. ed. New York: American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, 1983. v.2, p.1303-1362.
- 4 - NOGUTI, I. Levantamentos de minerais pesados no litotal entre Valença-Itacarê. Salvador: CBPM, 1986. (PROADASA)
- 5 - __. Projeto Valença-Itacarê. Salvador: CBPM, 1988. Convênio SME-CBPM.
- 6 - __. Projeto Valença-Itacarê: etapa II, relatório de progresso. Salvador: CBPM, 1989. Convênio SME - CBPM.
- 7 - __. Projeto Valença-Itacarê: etapa II, ampliação. Salvador, CBPM, 1990. Convênio SME - CBPM.
- 8 - RYBALOWSKY, E. & RAJAGOPAL, K. Espiral concentradora: uma revisão do estado da arte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E HIDROMETALURGIA, 11., 1985, Natal. Anais... Natal: CERN, 1985. v.1, p.451-468.
- 9 - YANADA, S. Ilmenite beneficiations and its implications for titanium dioxide manufacture. Industrial Minerals, London, n. 100, p.33-39, 1976.
- 10 - THE ZIRCON market in 1978: two views. Industrial Minerals, London, n. 128, p. 57-59, 1978.

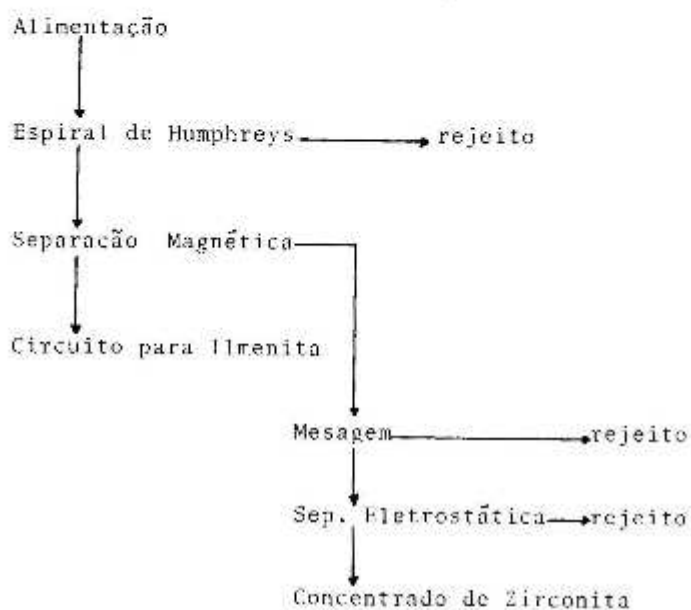
FLUXOGRAMA 1



FLUXOGRAMA 2



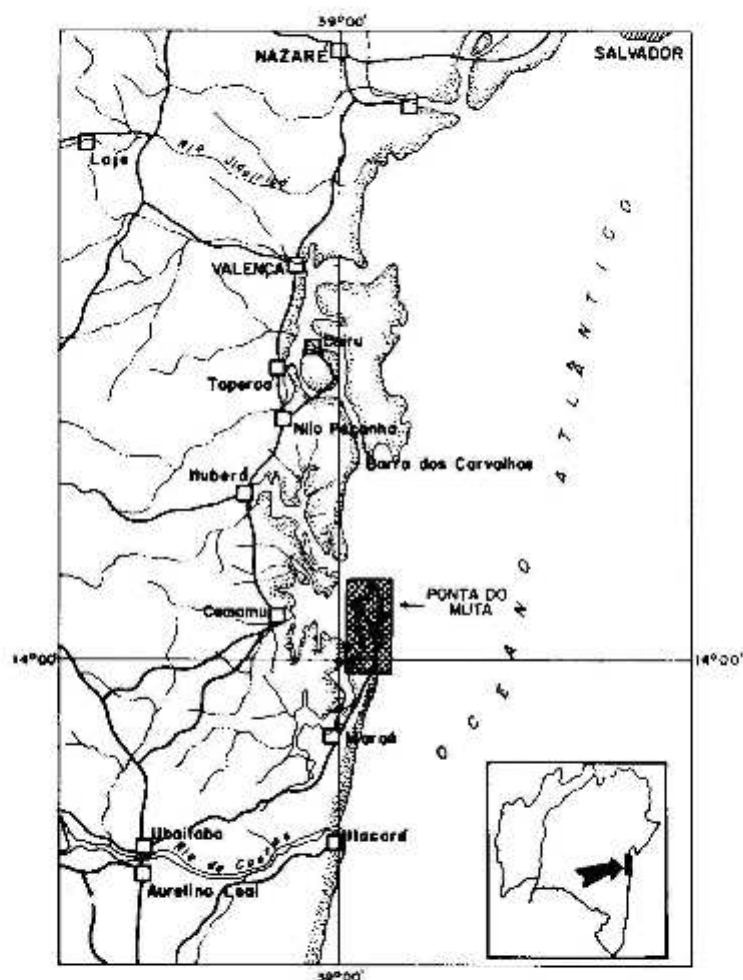
FLUXOGRAMA 3



PROJETO VALENÇA ITACARÉ

Mapa de Situação

Figura 1



Base: MAPA DO SISTEMA DE TRANSPORTES, Esc. 1:1.000.000 (Estado da Bahia)

CONVENÇÕES

- | | |
|-----------------|---|
| Cidade | □ |
| Estrada | — |
| Rio | ~ |
| Área pesquisada | ■ |

MAPA GEOLÓGICO COM ÁREAS PESQUISADAS

Figura - 2

