

MINEROPAR
Minerais do Paraná S.A.

PROJETO MINERAIS PESADOS

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

1.984

M
549.641
.23
(816.22)
B 851
nr. 2

GERÊNCIA DE FOMENTO E ECONOMIA MINERAL - GEFEM

PROJETO MINERAIS PESADOS

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

1984

EQUIPE:

SÉRGIO ADALBERTO BRIDI
PAULO CÉSAR MANZIG

1993
1992
1991

Registro n. 3190



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA
REG. 3190 DATA 08/06/87

RESUMO

A C.R.ALMEIDA S/A realizou, na década de 70, extensa pesquisa para ilmenita no litoral paranaense, com o interesse de lavar o minério com um teor de corte de 3% e para abastecer o principal consumidor interno. O projeto foi abandonado, diante das dificuldades de mercado e os altos custos de investimento.

O presente relatório trata de estudos realizados com o objetivo de retomar o projeto, considerando um novo enfoque: exploração do minério com um teor de corte maior (10%); lavra manual para diminuir os custos de investimento e aproveitar a mão-de-obra disponível no local; fornecimento para o pequeno mercado regional. Os trabalhos foram desenvolvidos no extremo sul da Ilha das Peças, em terrenos de geologia Quaternária, constituídos por sedimentos arenosos inconsolidados e de origem marinha. Foram cubadas reservas em quatro corpos, pelo método das figuras geométricas, perfazendo um total de 30.000 toneladas de minério. Foram confeccionados mapas de isocobertura, isóbatas, isópacas, mapa plani-altimétrico, planta das jazidas e seções geológicas transversais e longitudinais. Análises químicas para a zirconita foram realizadas nos laboratórios da M&T e GEOSOL. Paralelamente, foi desenvolvido estudo de beneficiamento químico da ilmenita para a obtenção de rutilo sintético a 93% de TiO_2 . Este estudo foi apreciado pelo FINEP e aprovado dentro do PADCT e terá continuidade no próximo ano com a implantação de unidade piloto. O levantamento da situação de mercado na região, revelou que o mercado para zirconita encontra-se perfeitamente caracterizado e concentrado em São Paulo, constituído pelo setor de tintas e esmaltes para a indústria cerâmica. O mercado atual para ilmenita é pouco expressivo, constituído pelos setores de ferro-ligas e abrasivos, mas há possibilidades do seu crescimento na siderurgia.

O relatório conclui pela necessidade de se implantar lavra experimental na Ilha das Peças por um período de dois anos, conforme acerto comercial a ser estabelecido no próximo ano com consumidores de zirconita, ou possíveis futuros consumidores de ilmenita. São apresentadas três hipóteses para o empreendimento, de acordo com a escala de produção a ser exigida. O relatório também apresenta algumas considerações sobre a recuperação ambiental dos terrenos a serem lavrados, com o aproveitamento das cavas para criação de peixes, e aborda questões referentes à proposta de se organizar os mercados da região em cooperativa de trabalho para a exploração das jazidas, recomendando que esta questão não deve ser levada de imediato, mas amadurecida com o desenvolvimento da infra-estrutura mineira.

Í N D I C E

RESUMO

1.0. INTRODUÇÃO	05
2.0. ANTECEDENTES	06
3.0. CONSIDERAÇÕES GERAIS	07
3.1. Localização e Acesso	07
3.2. Geologia Local	08
4.0. AVALIAÇÃO DAS RESERVAS	10
5.0. ESTUDO DE BENEFICIAMENTO QUÍMICO DA ILMENITA PRODUÇÃO DE RUTILO SINTÉTICO	18
5.1. Objetivos	18
5.2. Implantação de Unidade Piloto	19
6.0. SITUAÇÃO DO MERCADO CONSUMIDOR	20
6.1. Aspectos Gerais	20
6.2. Objetivos e Metodologia	22
6.3. Resultados Obtidos	24
6.4. Considerações Complementares	25
7.0. RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	28
8.0. CONCLUSÕES	30

ANEXOS:

- I Modelo Industrial para Aproveitamento da Ilmenita no Estado do Paraná
- II Projeto de Beneficiamento Químico da Ilmenita
- III Lavra Experimental de Minerais Pesados na Região de Paranaguã
- IV Lavra Experimental de Minerais Pesados na Região de Paranaguã
- V Separadores Eletromagnéticos

- VI Espirais de Concentração
- VII Análises Químicas da Zirconita e Ilmenita
- VIII Mapa Plani-altimétrico
- IX Planta das jazidas
- X Mapa de isópacas
- XI Mapa de Isóbatas
- XII Mapa de Isocobertura
- XIII Secções Geológicas A'A, B'B, F'F e G'G
- XIV Secções Geológicas C'C, D'D, H'H e I'I
- XV Secções Geológicas E'E, J'J e L'L
- XVI Secções Geológicas Q'Q e R'R
- XVII Secção Geológica M'M

1.0. INTRODUÇÃO

O projeto de exploração de minerais pesados no litoral paraense leva em conta alguns dos principais objetivos sócio-econômicos do governo estadual - melhoria das condições de vida em regiões necessitadas e participação comunitária. Da mesma forma, coexistem interesses econômicos de substituição de importações e interesses científicos na elaboração de novas alternativas de beneficiamento químico da ilmenita.

A concepção da melhor forma de exploração desse minério sofreu, ao longo do ano, muitas mudanças, devido à tomada de consciência com o grande número de variáveis envolvidas. Inicialmente se pensava em lavra e comercialização organizadas na forma de cooperativa de trabalho, ou seja, com um grau de influência muito grande dos moradores da região na tomada de decisões em todos os níveis do empreendimento. A idéia foi, aos poucos, sendo modificada devido aos seguintes fatores:

- Os moradores da região são pescadores e, portanto, não têm tradição com trabalhos de mineração ou mesmo agricultura;
- o nível escolar dos moradores;
- a complexidade e instabilidade das relações de compra e venda do minério;
- a necessidade da continuação da pesquisa global concomitante com a exploração mineira de uma área restrita;
- racionalização no tratamento das implicações ecológicas de tal empreendimento mineiro.

Atualmente, se julga mais factível que a exploração seja efetuada de modo que reúna capital privado, interveniente na comercialização, e participação do Estado, no sentido de abranger também as diretrizes governamentais já mencionadas.

Da mesma forma, contribuiu para a modificação do cronograma, o fato de haver dificuldades na obtenção dos dados de pesquisa já existentes, efetuados por outras empresas. Nestes dados não constam análises da zirconita devido a pequena quantidade e pouco interesse econômico na época.

Finalmente, previu-se em orçamento a contratação de 15 operários braçais, que seriam utilizados nas tarefas de campo e como

forma de agrupar futuros mineradores cooperativados. Este número de contratados sofreu redução para 6 (seis), devido às contingências da empresa. Por isso, foram bloqueadas reservas apenas na Ilha das Peças, ao sul do rio Bandarra.

Durante estes trabalhos, de forma independente, a MINEROPAR, através de estudo encomendado à REMETÁLICA, realizou estudos em escala de laboratório visando a possibilidade de beneficiar quimicamente a ilmenita, resultando num concentrado com 93% de TiO_2 . Em seguida foi submetida ao FINEP uma proposta de beneficiamento químico em escala piloto, segundo o mesmo processo. A proposta foi aprovada e o projeto iniciará no primeiro trimestre de 1985, se desenvolvendo até o terceiro trimestre de 1986.

2.0. ANTECEDENTES

Na década de 1950 houve exploração de ilmenita no litoral paranaense, através da COMPANHIA QUÍMICA INDUSTRIAL - CIL. Nos anos de 1957, 1958 e 1959 foram extraídas, no total, cerca de 4.500 toneladas de ilmenita no local chamado Piaçaguera. Em seguida, por motivos desconhecidos, a CIL abandonou a extração. Nessa época, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, realizou análises mineralógicas nesse mesmo local, visando a prospecção de monazita.

Em 1972, a C.R.ALMEIDA S/A - CRASA, efetuou uma campanha sistemática de pesquisa geológica visando a cubagem de uma grande reserva de ilmenita - mais de um milhão de toneladas. Segundo os relatórios da CRASA, a metodologia consistiu em Reconhecimento, Detalhamento, Cubagem e Caracterização do minério. A área abrangida pela campanha incluiu Superagui, Ilha das Peças, Ilha Rasa, Ilha do Mel e local denominado Guaraguaçu. A duração do estudo foi cerca de 9 anos e as reservas cubadas atingiram aproximadamente 1,5 milhões de toneladas de minerais pesados, com um teor de corte médio de 3%, e com uma profundidade menor que 10 metros. Cabe aqui a observação de que a sistemática de cubagem foi conduzida de forma inflexível, ou seja, contemplando apenas uma alternativa de lavra com a remoção total da areia, inclusive com teores marginais em relação ao teor médio do corpo. No presente trabalho, ao contrário, se prevê lavra manual com o abandono de blocos com teores marginais, o que implica na necessidade de serem refeitos os cálculos de cubagem.

A CRASA executou também análises químicas e estudos de ca-

racterização da ilmenita, concluindo sobre a boa qualidade da mesma em relação à importada, e testou equipamento de concentração gravimétrica, separação eletrostática e eletromagnética. Não se fizeram análises químicas dos outros minerais pesados como a zirconita.

Em seguida, foram feitos estudos expeditos de mercado em 1981 e 1982. A CRASA, em conjunto com a MINEROPAR, contratou os serviços da MILDOR K AISEN ENGENHARIA S/A, para executar um estudo preliminar de viabilidade de lavra, concentração e separação dos minerais pesados das jazidas Superagui, Ilha das Peças, Ilha Rasa e Guaraguaçu, que perfazem um total de 1,1 milhões de toneladas. Tal estudo concluiu pela inviabilidade da lavra, levando em conta:

1. A impossibilidade de colocação no mercado consumidor de grandes quantidades de minério;
2. o baixo teor médio que implica na remoção de grandes quantidades de areia.

Frente a estas conclusões, percebeu-se que a melhor saída para um projeto piloto é uma lavra em pequena escala e, por conseguinte, pouco mecanizada e de maneira a extrair areia com teor de corte em minerais pesados superior a 10% e em quantidades discretas, de forma a não mudar o perfil da oferta ao mercado consumidor.

3.0. CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1. Localização e Acesso

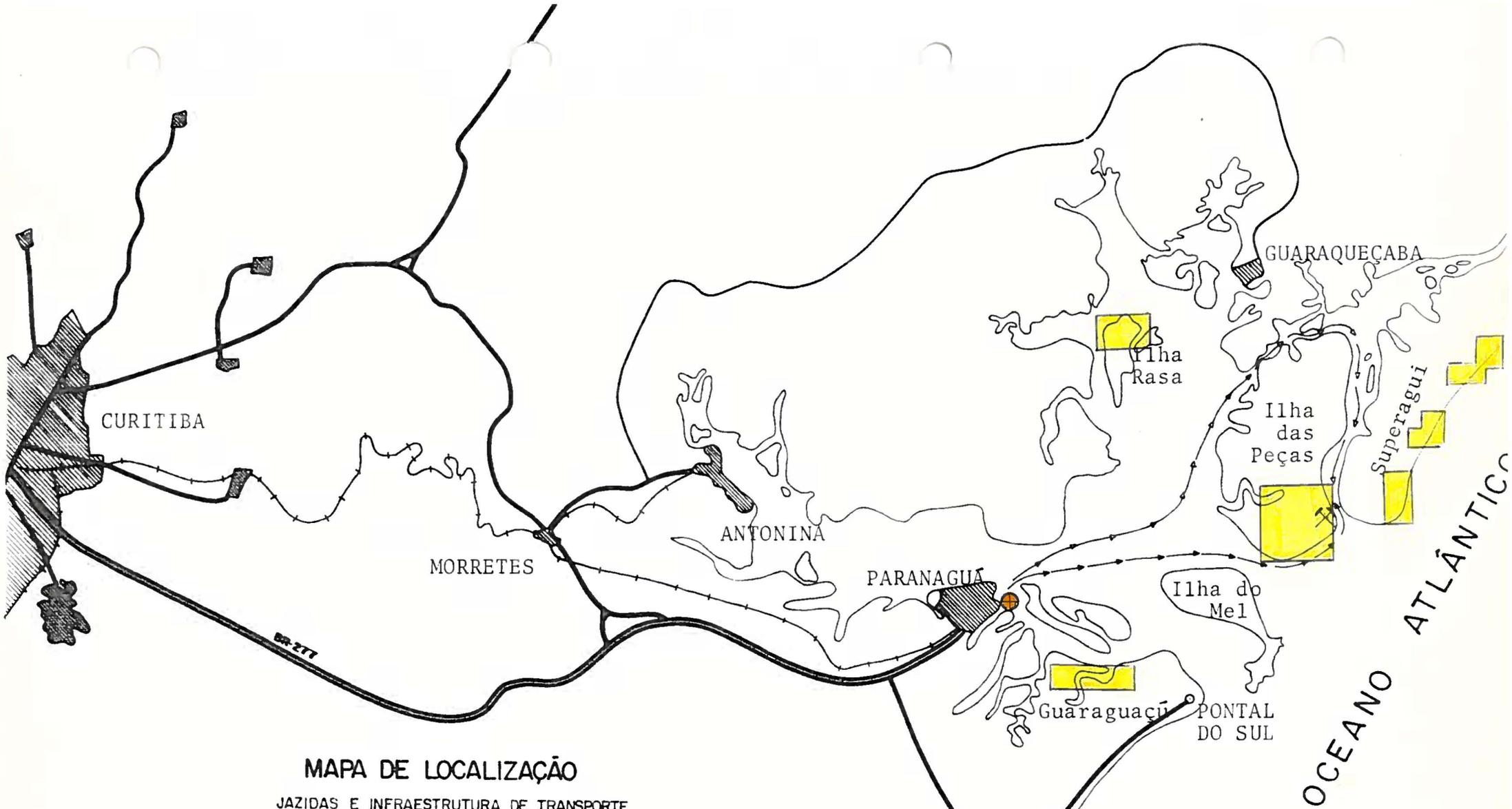
O presente projeto foi desenvolvido em área localizada no extremo sul da Ilha das Peças, no município de Guaraqueçaba, comarca de Antonina. A área abrangida tem 875 ha e situa-se na carta plani-altimétrica SG-22-X-D-III, elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército, em escala 1:100.000, de 1971.

O acesso à área é feito a partir de Curitiba até Paranaguá, num percurso de aproximadamente 90 km em rodovia pavimentada (BR-277), e a partir de Paranaguá por meio de pequenas embarcações. (Ver mapa na Fig.A).

3.2. Geologia Local

Os conhecimentos geológicos existentes sobre as áreas, consistem essencialmente em mapeamento na escala 1:70.000, efetuado pela Comissão da Carta Geológica do Paraná, em 1969. Posteriormente, a CRASA detalhou a pesquisa de Minerais Pesados na área.

Na área ocorrem apenas sedimentos arenosos inconsolidados do Quaternário e de origem marinha. Se dividem em três fases: Fase Recente, Fase Intermediária e Fase Antiga. Ocorrem litificações locais causadas por cimentação com hidróxido de ferro, e que são chamadas piçarras.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

JAZIDAS E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE

LEGENDA

-  Estradas pavimentadas
-  Estrada secundária
-  Estrada de ferro
-  Acesso marítimo para tempo bom
-  Acesso marítimo para fortes ventos
-  Áreas requeridas
-  Local de lavra
-  Local de armazenagem

4.0. AVALIAÇÃO DAS RESERVAS

Para a implantação de uma unidade piloto de exploração com dois anos de duração e uma demanda mensal de 1.000 toneladas de minerais pesados, serão necessárias reservas da ordem de 24 mil toneladas. Para cubar tais reservas escolheram-se quatro corpos: A, B, C e D, de acordo com condições de infra-estrutura, e abriram-se trincheiras ao longo deles em secções transversais e longitudinais. Nestas trincheiras se coletaram a cada dois metros, dados de espessura do minério e da cobertura, estimativas de teor, contornos do corpo e topografia da área, (Anexos VIII, IX, X, XI e XII). O distanciamento entre as trincheiras transversais aos corpos foi de cerca de 100 metros, o que é suficiente visto que há uma variação lateral maior do que a variação longitudinal. A vantagem da prática de abrir trincheiras é que se antecipam informações úteis para as atividades de implantação da lavra.

No cálculo das reservas, adotou-se o método das figuras geométricas com informações colhidas ao longo de uma determinada secção transversal e influenciadas pelas secções adjacentes. (Anexos XIII, XIV, XV, XIV e XVII). Consecutivamente, o mesmo procedimento é aplicado na secção seguinte.

Consideram-se reservas medidas o minério delimitado entre duas secções - reservas inferidas quando na extremidade de uma secção, e reservas indicadas em situações intermediárias entre dois casos.

Quadro 4.1.

RESERVAS	VOLUME em m ³	TEOR MÉDIO	MASSA DE MP em ton	MASSA DE MINÉRIO em ton
. Medidas	17.220,85	51,32	20.746,06	40.424,90
. Indicadas	2.447,00	75,00	4.679,89	6.239,85
. Inferidas	4.461,87	51,18	5.238,62	10.235,68

A profundidade máxima encontrada destes estratos mineralizados é de 1,2 metros e, em parte, são aflorantes. Provavelmente o nível freático tem alguma influência na segregação gravimétrica dos minerais pesados. A espessura máxima da mineralização, adotando um corte operacional de 10% de M.P., é de 80 cm e a largura máxima do corpo encontrada é de 69 metros. Não existem piçarras acima do ní-

vel freático e a cobertura é constituída por areia inconsolidada e/ou uma fina camada de solo.

Na planta das jazidas (Anexo IX), nota-se que a mineralização localiza-se nos altos topográficos, acompanhando os cordões litorâneos subparalelos à linha de praia. Estas saliências se alternam com pântanos também alongados, dificultando o acesso, que deverá ser feito longitudinalmente. A água encontrada nestes pântanos ou abaixo do nível freático é influenciada pelas acumulações localizadas de turfa, tem Eh redutor, e portanto, não é potável, mas pode ser utilizada nas espirais de concentração gravimétrica na planta de beneficiamento.

Quanto às análises químicas para ilmenita, utilizaram-se as que haviam sido efetuadas pela CRASA. Para a zirconita, foram executadas análises nos laboratórios da GEOSOL-Geologia e Sondagens Ltda. e da M & T - Produtos Químicos Ltda. (Anexo VII).

A seguir, são apresentados os cálculos com as medidas de massa, volume, densidade e teor médio de cada bloco intra-seções e de cada leito mineralizado.

CORPO A

1) Secção 0

$$St0 = 0$$

2) Secção AA'

SAA' ₁	= 9,0 m		tAA' ₁	= 75%	
SAA' ₂	= 0,0 m		tAA' ₂	= 40%	
SAA' ₃	= 6,8 m		tAA' ₃	= 20%	
SAA' ₄	= 3,4 m		tAA' ₄	≤ 10% = 0%	p/efeito de cálculo
StAA'	= 19,2 m		tAA'	= $\frac{6,75+1,36}{19,2}$	= 42,24%

$$dAA' = \frac{42,24 \cdot 2,8 + 57,76 \cdot 1,8}{100} = 2,2224$$

$$DoA = 100 \text{ metros}$$

$$VoA = 960 \text{ m}^3$$

$$ToA = 42,24\%$$

$$doA = dAA' = 2,2224$$

$$MoAm = 2133,50 \text{ toneladas}$$

$$MoA = 960 \times 0,4224 \times 2,2224 = 901,19 \text{ toneladas inferidas de minerais pesados.}$$

3) Secção BB' =

$$\begin{aligned}
 \text{SBB}'_1 &= 17,4 \text{ m}^2 & \text{tBB}'_1 &= 75\% \\
 \text{SBB}'_2 &= 8,9 \text{ m}^2 & \text{tBB}'_2 &= 40\% \\
 \text{SBB}'_3 &= 0 \text{ m}^2 & \text{tBB}'_3 &= 20\% \\
 \text{SBB}'_4 &= 3,4 \text{ m}^2 & \text{tBB}'_4 &= 0\% \\
 \text{StBB}' &= 29,7 \text{ m}^2 & \text{tBB}' &= \frac{13,05 + 3,56}{29,7} = 55,93\%
 \end{aligned}$$

$$d\text{BB}' = \frac{55,93 \cdot 2,8 + 44,07 \cdot 1,8}{100} = 2,3593$$

$$\text{DAB} = 93 \text{ metros}$$

$$\text{VAB} = \frac{(19,2 + 29,7) \cdot 93}{2} = 2.273,85 \text{ m}^3$$

$$\text{TAB} = \frac{42,24 \cdot 19,2 + 55,93 \cdot 29,7}{48,9} = 50,5548\%$$

$$d\text{AB} = \frac{19,2 \cdot 2,2224 + 29,7 \cdot 2,3593}{48,9} = 2,3055$$

$$\text{MABm} = 5.242,36 \text{ toneladas}$$

$$\text{MAB} = 2.650,26 \text{ toneladas medidas de minerais pesados}$$

4) Secção CC' =

$$\begin{aligned}
 \text{SCC}'_1 &= 28,7 \text{ m}^2 & \text{tCC}'_1 &= 75\% \\
 \text{SCC}'_2 &= 0 \text{ m}^2 & \text{tCC}'_2 &= 40\% \\
 \text{SCC}'_3 &= 1,0 \text{ m}^2 & \text{tCC}'_3 &= 20\% \\
 \text{SCC}'_4 &= 1,5 \text{ m}^2 & \text{tCC}'_4 &= 0\% \\
 \text{StCC}' &= 31,2 \text{ m}^2 & \text{tCC}' &= \frac{21,525 + 0,4}{31,2} = 70,27\%
 \end{aligned}$$

$$d\text{CC}' = \frac{70,27 \cdot 2,8 + 29,7 \cdot 1,8}{100} = 2,5027$$

$$\text{DBC} = 106 \text{ metros}$$

$$\text{VBC} = \frac{29,7 + 31,2}{2} \cdot 106 = 3227,7 \text{ m}^3$$

$$\text{TBC} = \frac{55,93 \cdot 29,7 + 70,27 \cdot 31,2}{60,9} = 63,2766\%$$

$$d\text{BC} = \frac{29,7 \cdot 2,3593 + 31,2 \cdot 2,5027}{60,9} = 2,4328$$

$$\text{MBCm} = 7852,35 \text{ toneladas}$$

$$\text{MBC} = 4.968,70 \text{ toneladas medidas de minerais pesados}$$

5) Secção DD' =

$$\begin{aligned}
 \text{SDD}'_1 &= 11,64 \text{ m}^2 & \text{tDD}'_1 &= 75\% \\
 \text{SDD}'_2 &= 7,76 \text{ m}^2 & \text{tDD}'_2 &= 40\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{lcl}
SDD'_3 & = & 0 \text{ m}^2 \text{ ----- } tDD'_3 & = & 20\% \\
SDD'_4 & = & 0 \text{ m}^2 \text{ ----- } tDD'_4 & = & 0\% \\
StDD' & = & 19,4 \text{ m}^2 \text{ ----- } tDD' & = & \frac{8,73 + 3,104}{19,4} = 61\%
\end{array}$$

$$dDD' = \frac{61 \times 2,8 + 39 \times 1,8}{100} = 2,41$$

$$DCD' = 100 \text{ metros}$$

$$VCD = \frac{31,2 + 19,4}{2} \cdot 100 = 2.530 \text{ m}^3$$

$$TCD = \frac{70,27 \times 31,2 + 61 \times 19,4}{50,6} = 66,7159\%$$

$$dCD = \frac{31,2 \cdot 2,5027 + 19,4 \times 2,41}{50,6} = 2,4672$$

$$MCDm = 6242,02 \text{ toneladas}$$

$$MCD = 4164,35 \text{ toneladas medidas de minerais pesados}$$

6) Secção EE'

$$\begin{array}{lcl}
SEE'_1 & = & 14,875 \text{ m}^2 \text{ ----- } tEE'_1 & = & 75\% \\
SEE'_2 & = & 0 \text{ m}^2 \text{ ----- } tEE'_2 & = & 40\% \\
SEE'_3 & = & 0 \text{ m}^2 \text{ ----- } tEE'_3 & = & 20\% \\
SEE'_4 & = & 0 \text{ m}^2 \text{ ----- } tEE'_4 & = & 0\% \\
StEE' & = & 14,875 \text{ m}^2 \text{ ----- } tEE' & = & 75\%
\end{array}$$

$$dEE' = \frac{75 \times 2,8 + 25 \times 1,8}{100} = 2,55$$

$$DDE = 102 \text{ metros}$$

$$VDE = \frac{19,4 + 14,875}{2} \cdot 102 = 1748,025 \text{ m}^3$$

$$TDE = \frac{19,4 \times 2,41 + 14,875 \times 2,55}{34,275} = 67,0758\%$$

$$dDE = \frac{19,4 \times 2,41 + 14,875 \times 2,55}{34,275} = 2,4707$$

$$MDEm = 4318,94 \text{ toneladas}$$

$$MDE = 2896,90 \text{ toneladas medidas de minerais pesados}$$

7) Secção EO'

$$\begin{array}{l}
StO' = 0 \\
dEO' = dEE' = 2,55 \\
DEO' = 50 \text{ metros} \\
VEO' = 371,875 \text{ m}^3 \\
TEO' = 75\% \\
dEO' = 2,55
\end{array}$$

MEOm = 948,28 toneladas

MEO' = 711,21 toneladas inferidas de minerais pesados

TOTAL DE RESERVAS DO CORPO A

RESERVAS	VOLUME EM m ³	TEOR MÉDIO %	MASSA DE MP em ton	MASSA DE MI- NÉRIO em ton
. Medidas	9.779,575	61,89	14.680,21	23.719,84
. Indicadas				
. Inferidas	1.331,875	58,38	1.612,40	2.761,90

CORPO B

1) Secção P

$$StP = 0$$

2) Secção FF'

$$SFF'_1 = 2,6 \text{ m}^2 \text{ ————— } tFF'_1 = 75\%$$

$$SFF'_2 = 5,8 \text{ m}^2 \text{ ————— } tFF'_2 = 40\%$$

$$SFF'_3 = 8,1 \text{ m}^2 \text{ ————— } tFF'_3 = 20\%$$

$$SFF'_4 = 9,6 \text{ m}^2 \text{ ————— } tFF'_4 = 0\%$$

$$StFF'_4 = 26,1 \text{ m}^2 \text{ ————— } tFF'_4 = 22,57\%$$

$$dFF' = \frac{2,57 \times 2,8 + 77,43 \times 1,8}{100} = 2,0257$$

$$DOF = 100 \text{ metros}$$

$$VOF = 1.305 \text{ m}^3$$

$$TOF = TFF' = 22,57\%$$

$$DOF = dFF' = 2,0257$$

$$MOFm = 2643,54 \text{ toneladas}$$

$$MOF = 596,65 \text{ toneladas inferidas de minerais pesados}$$

3) Secção GG'

$$SGG' = 11,14 \text{ m} \text{ ————— } tGG' = 75\%$$

$$SGG' = 7,4 \text{ m} \text{ ————— } tGG' = 40\%$$

$$SGG' = 5,0 \text{ m} \text{ ————— } tGG' = 20\%$$

$$SGG' = 1,21 \text{ m} \text{ ————— } tGG' = 0\%$$

$$StGG' = 24,75 \text{ m} \text{ ————— } tGG' = \frac{8,355 + 2,96 + 1,0}{24,75} = 49,76\%$$

$$dGG' = \frac{49,76 \times 2,8 + 50,24 \times 1,8}{100} = 2,2976$$

$$DFG = 79 \text{ metros}$$

$$VFG = \frac{26,1 + 24,75}{2} \cdot 79 = 2008,575 \text{ m}$$

$$TIG = \frac{24,75 \times 49,76 \times 26,1 \times 22,57}{50,85} = 35,80407\%$$

$$dFG = \frac{26,1 \times 2,0257 + 24,75 \times 2,2976}{50,85} = 2,158$$

$$MFGm = 4334,50 \text{ toneladas}$$

$$MFG = 1551,93 \text{ toneladas} \quad \text{medidas de minerais pesados}$$

4) Secção HH'

$SHH'_1 = 0$	m^2	-----	$tHH'_1 = 75\%$
$SHH'_2 = 7,29$	m^2	-----	$tHH'_2 = 40\%$
$SHH'_3 = 8,91$	m^2	-----	$tHH'_3 = 20\%$
$SHH'_4 = 0$	m^2	-----	$tHH'_4 = 0\%$
$StHH' = 16,2$	m^2	-----	$tHH' = \frac{2,916 + 1,782}{16,2} = 29\%$

$$dHH' = \frac{29 \times 2,8 + 71 \times 1,8}{100} = 2,09$$

$$DGH = 105 \text{ metros}$$

$$VGH = \frac{16,2 + 24,75}{2} \cdot 105 = 2149,875 \text{ m}^3$$

$$TGH = \frac{16,2 \times 29 + 24,75 \times 49,76}{40,95} = 41,547252\%$$

$$DGH = \frac{16,2 \times 2,09 + 24,75 \times 29,76}{40,95} = 2,2155$$

$$MGHm = 4763,05 \text{ toneladas}$$

$$MGH = 1978,89 \text{ toneladas} \quad \text{medidas de minerais pesados}$$

5) Secção II'

$SII'_1 = 0$	m^2	-----	$tII'_1 = 75\%$
$SII'_2 = 6,9$	m^2	-----	$tII'_2 = 40\%$
$SII'_3 = 1,3$	m^2	-----	$tII'_3 = 20\%$
$SII'_4 = 0$	m^2	-----	$tII'_4 = 0\%$
$StII' = 8,2$	m^2	-----	$tII' = \frac{2,76 + 0,26}{8,2} = 36,8293\%$

$$dII' = \frac{36,8293 \times 2,8 + 63,1707 \times 1,8}{100} = 2,168293$$

DHI' = 106 metros

VHI = $\frac{8,2 + 16,2}{2} = 1293,2 \text{ m}$

THI = $\frac{16,2 \times 29 + 8,2 \times 36,8293}{24,4} = 31,63\%$

dHI = $\frac{16,2 \times 2,09 + 8,2 \times 2,168293}{24,4} = 2,1163122$

MHSm = 2.736,81 toneladas

MHI = 865,65 toneladas medidas de minerais pesados

6) Secção JJ'

SJJ'₁ = 0 m² _____ tJJ'₁ = 75%

SJJ'₂ = 6,25 m² _____ tJJ'₂ = 40%

SJJ'₃ = 0 m² _____ tJJ'₃ = 20%

SJJ'₄ = 0 m² _____ tJJ'₄ = 0%

StJJ' = 6,25 m² _____ tJJ' = 40%

dJJ' = $\frac{40 \times 2,8 + 60 \times 1,8}{100} = 2,2$

DIJ = 100 metros

VIJ = $\frac{6,25 + 8,2}{2} \cdot 100 = 722,5 \text{ m}^3$

TIJ = $\frac{6,25 \times 40 + 8,2 \times 36,8293}{14,45} = 38,2\%$

DIJ = $\frac{6,25 \times 2,2 + 8,2 \times 2,168293}{14,45} = 2,182$

MIJm = 1576,49 toneladas

MIJ = 602,22 toneladas medidas de minerais pesados

7) Secção LL'

SLL'₁ = 0 m² _____ tLL'₁ = 75%

SLL'₂ = 15,3 m² _____ tLL'₂ = 40%

SLL'₃ = 1,7 m² _____ tLL'₃ = 20%

SLL'₄ = 0 m² _____ tLL'₄ = 0%

StLL' = 17,0 m² _____ tLL' = $\frac{6,12 + 0,34}{17} = 38\%$

dLL' = $\frac{38 \times 2,8 + 62 \times 1,8}{100} = 2,18$

DSL = 109 metros

$$VJL = \frac{17 + 6,25}{2} \cdot 109 = 1267,125 \text{ m}$$

$$TSL = \frac{17,38 + 6,25 \times 40}{23,25} = 38,5376\%$$

$$dJL = \frac{17 \times 2,18 + 6,25 \times 2,2}{23,25} = 2,1854$$

$$MJLm = 2769,17 \text{ toneladas}$$

$$MJL = 1067,16 \text{ toneladas medidas de minerais pesados}$$

8) Secção LO'

$$StO' = 0$$

$$dLO' = dLL' = 2,18$$

$$DLO' = 52 \text{ metros}$$

$$VLO' = 425 \text{ m}^3$$

$$TLO' = 38\%$$

$$dLO' = 2,18$$

$$MLO'm = 926,5 \text{ toneladas}$$

$$MLO' = 352,07 \text{ toneladas inferidas de minerais pesados}$$

TOTAL DE RESERVAS DO CORPO B

RESERVAS	VOLUME EM m ³	TEOR MÉDIO %	MASSA DE MP EM ton	MASSA DE MI- NÉRIO em ton
. Medidas	7.441,275	37,44	6.065,85	16.201,52
. Indicadas				
. Inferidas	1.730,000	26,36	948,72	3.599,09

CORPO C

- . Superfície total do corpo em planta - StC = 4.894 m²
- . Espessura média do estrato mineralizado - EmC = 0,5m
- . Teor médio em minerais pesados - TC = 75%
- . Densidade média - dC = 2,55
- . Massa de pesados - MC = 4.679 toneladas indicadas de minerais pesados
- . Massa total de minério - MCm = 6239,85 toneladas
- . Volume - VC = 2.447 m³

CORPO D

- . Os dados do corpo D consistem apenas em observações de campo, vis

FeTiO₃ = 800
TiO₂

to que é uma ocorrência irregular, superficial e na praia. Em termos convencionais de cubagem, as reservas do Corpo D serão registradas como inferidas. Contudo, a falta de cobertura vegetal e a grande superfície exposta nos permitem conclusões razoavelmente precisas. Assim, a área estimada em planta é de 3.500 m², com uma espessura média de 40 cm, o que dá um volume de 1.400 m³. O teor médio é de 75% e a densidade média de 2,55. Desta forma, calcula-se a Massa Total de Minérios em 3500 toneladas inferidas, contendo cerca de 2677,5 toneladas de Minerais Pesados.

5.0. ESTUDO DE BENEFICIAMENTO QUÍMICO DA ILMENITA
- PRODUÇÃO DE RUTILO SINTÉTICO -

5.1. Objetivos

O Projeto Minerais Pesados do Paraná já foi abandonado em outras ocasiões, diante das dificuldades de colocação da ilmenita no mercado. No presente estudo estão sendo consideradas duas alternativas para a viabilização do projeto:

- caracterização da zirconita como mineral condutor da lavra;
- enriquecimento químico da ilmenita em TiO₂.

O objetivo básico desta segunda alternativa é a obtenção de domínio de tecnologia para agregar valor à ilmenita mediante sua transformação em rutilo sintético a 93% de TiO₂, de aplicação nas indústrias de eletrodos para solda elétrica.

Para a consecução deste objetivo foram contratados os serviços da REMETÁLICA - CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS LTDA., detentora exclusiva de processo desenvolvido no CTA para obtenção de concentrado de TiO₂ de alto teor a partir da ilmenita, por sulfetação seguida de lixiviação ácida e separação magnética.

Em resumo, o processo consiste na sulfetação da ilmenita com gás sulfídrico (H₂S) na faixa de temperatura de 600°C - 1000°C, em forno rotativo de aquecimento direto com chama ligeiramente redutora. O material sulfetado passa em seguida por um estágio de lixiviação clorídrica e o resíduo submetido à separação magnética, sendo a fração não magnética o produto nobre. Neste processo, os reagentes de sulfetação e lixiviação são recuperados e reciclados

aos respectivos reatores.

Maiores detalhes sobre o modelo industrial proposto podem ser encontrados no relatório referente a este estudo (Anexo I).

5.2. Implantação de Unidade Piloto

Os estudos feitos até agora foram testes de laboratório em escala de bancada, para determinar os parâmetros do processo.

Uma etapa subsequente e necessária deverá ser a implantação de uma unidade piloto visando conhecer os parâmetros para uma futura unidade industrial. Para esta fase concebeu-se uma unidade com capacidade de processar 250 kg de ilmenita por semana para obtenção do rutilo sintético.

Procurando obter financiamento a fundo perdido que tornasse possível a implantação dessa unidade piloto, este projeto foi encaminhado ao FINEP para julgamento dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PADCT, recentemente implantado (Anexo II). Depois de analisado, o projeto foi enquadrado dentro dos objetivos daquele programa e liberada verba de 6.042 ORTNs.

O projeto proposto terá a duração de 21 meses e está dividido em cinco etapas:

A primeira etapa compreende o **Planejamento**, que consistirá na preparação da área, no projeto piloto das unidades de lavra, concentração de pesados e planta hidro-metalúrgica.

A segunda etapa consistirá na **Implantação** das Unidades Piloto.

A terceira etapa compreende a **Operação** das Unidades Piloto.

Na quarta etapa serão analisados os resultados obtidos na Unidade Piloto, executando-se um trabalho de interação entre produto obtido e utilização pelo consumidor, e ajustando-se o processo de acordo com os dados fornecidos pelos consumidores.

A quinta e última etapa consistirá num **Estudo Técnico e Econômico**, a partir dos resultados do empreendimento, além de fornecer subsídios para um futuro projeto industrial.

Cabe dizer ainda que a aprovação deste projeto no PADCT vem de encontro à proposta apresentada neste relatório, de implantar uma unidade experimental de lavra na Ilha das Peças. O desenvolvimento simultâneo de trabalhos de lavra e estudos de beneficia

mento químico, fornecerá parâmetros definitivos para a exploração rentável daquelas jazidas. O domínio de tecnologia obtida para a produção de rutilo sintético poderá ser repassado para empresas da iniciativa privada que se interessarem em colocar no Paraná uma unidade industrial para produção de TiO_2 .

6.0. SITUAÇÃO DO MERCADO CONSUMIDOR

6.1. Aspectos Gerais

O panorama nacional para o mercado de ilmenita e zirconita nos últimos anos mostra a dependência das importações como característica principal, especialmente para a zirconita, com índices de 70%.

A TIBRÁS - Titânio do Brasil S/A é o maior consumidor interno de ilmenita para a produção de pigmentos, cerca de 90%, ficando o consumo restante dividido entre os setores de ferro-ligas, eletrodos, cerâmica e abrasivos. Esta predominância da TIBRÁS tem determinado a base de estudos e avaliações de mercado efetuados até agora, considerando-se as suas necessidades atuais e futuras como indicadores para a situação do titânio no país, mascarando assim um conhecimento mais realista das possibilidades de mercado da ilmenita para os outros setores secundários.

Segundo dados do DNPM (Sumário Mineral, 1984), as reservas de ilmenita no Brasil somam 4.140.000 ton, das quais 94% estão em Mataraca (PB). Mas as maiores reservas de titânio do país estão representadas pelas 530 milhões ton de anatásio de Minas Gerais e Goiás.

Nos últimos três anos, a produção interna de ilmenita apresentou a seguinte evolução:

Produção Interna (ton)		
1981	1982	1983
15.856	11.322	30.452

Fonte: DNPM (Sumário Mineral, 1981)

O crescimento da produção verificado a partir de 1983 foi devido à política econômica do governo, que passou a restringir as importações para alcançar superávit na balança comercial.

Prevê-se que a RIB - Rutilo e Ilmenita do Brasil S/A, ampliará a produção de Mataraca para chegar a 102.000 t/ano de il-

menita em 1984 e 15.000 t/ano de zirconita.

A Companhia Vale do Rio Doce colocou em operação, em agosto de 1983, uma unidade piloto com capacidade para 15.000 t/ano de concentrado de anatásio, e espera chegar a 150.000 t/ano a partir de 1986/87.

Paralelamente, o Centro Técnico Aeroespacial (São José dos Campos), a Metamig e a CVRD continuam desenvolvendo estudos, visando a produção de titânio metálico.

Para a zirconita, as indústrias cerâmica e de fundição são as responsáveis principais pela demanda atual, com tendência a crescimento nos próximos anos, desde que superados fatores inibidores como dificuldades na importação do minério e a escassez do fornecimento interno, realizado hoje em 95% pela NUCLEMON - Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda.

Estudos desenvolvidos pela CRASA e MINEROPAR com o propósito de se oferecer uma perspectiva de comercialização para os depósitos do litoral paranaense, procuraram levantar dados sobre a demanda de ilmenita, as especificações exigidas pelas indústrias, projeções de consumo, situação de eventuais concorrentes e conhecimento de clientes potenciais.

Destes estudos podem ser resumidos alguns pontos conclusivos que influenciaram decisões quanto ao destino do projeto ilmenita:

- o preço pago no mercado nacional era maior do que se pagava no mercado externo;
- a TIBRÁS/RIB estaria em vias de implantar projetos que lhe dariam auto-suficiência no fornecimento interno (Mataraca, Cumuruxatiba);
- a entrada em cena de novos produtores, em função disto, seria viável para o mercado externo, desde que se mantivessem preços competitivos;
- dificuldades de importação de pequenas partidas pelas indústrias menores.

Este quadro, da forma como foi apresentado, desmotivou a continuidade das pesquisas, visando a exploração das jazidas.

6.2. Objetivos e Metodologia

O interesse da CRASA na época, se voltava para a mineração em grande escala, a partir de um teor entre 3 e 4%, com um custo de investimento incompatível com o volume de produção.

Não obstante, existe um mercado potencial na Região Centro-Sul, e cujo atendimento poderia ser realizado satisfatoriamente por uma lavra em pequena escala, adotando-se um teor médio que reflita melhor as características das jazidas (mais de 10%).

O estudo de mercado enfocado neste projeto foi dirigido para as indústrias consumidoras de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O alvo principal foi a caracterização do mercado de ilmenita, uma vez que este minério apresenta maiores dificuldades de colocação, mas também a zirconita foi objeto de avaliação, apesar de sua situação amplamente favorável.

Esta pesquisa difere também das demais já executadas, pelo fato de ter sido orientada mais no sentido de se captar interessados na aquisição dos produtos ou mesmo na co-participação no empreendimento, uma vez que pesquisas globais sobre a evolução do mercado da ilmenita e zirconita já fazem parte de nosso acervo técnico, e a repetição desse trabalho não se justificaria.

Como estratégia de abordagem preferiu-se o contato direto ao invés do envio de questionários, mas conduzindo-se a conversação pela inquirição daqueles tópicos comuns a toda pesquisa de mercado: minérios consumidos, fornecimento, aplicação, preço, demanda e perspectivas de aumento, especificações, problemas existentes. Procurou-se discutir estas questões, sempre que possível, com as diretorias industriais das empresas, mais aptas a tecer comentários sobre a aplicação dos produtos e alternativas de substituição, visando-se deste modo conhecer as possibilidades de introdução do minério em indústrias atualmente não consumidoras. Quando isto não era possível, colhiam-se as informações junto ao departamento de compras das empresas.

As indústrias visitadas foram escolhidas com base também na sua especificação. A relação abaixo discrimina essas empresas por Estado e setor:

. SÃO PAULO - Nuclear	IPEM
- Ferro-ligas e Siderurgia	Cia. Paulista de Ferro-ligas Italmagnésio S/A

- . SÃO PAULO - Ferro-ligas e Siderurgia Prometal
Magneligas
Ferro-ligas Assofun
Cosipa
- Fundição Fupresa-Hitchner
- Vidros Vidros Corning do Brasil Ltda.
- Eletrodos Eletrodos Torsima
Eutetic-EIM
Arcos Solda Elétrica Autôgena S/A
- Abrasivos Carborundum
Emas Ltda.
- Tintas e Esmaltes M & T Produtos Químicos
Colorobbia
Zirconium do Brasil
Ferro Enamel do Brasil
Foseco do Brasil
Degussa S/A
- Cerâmica Thomson
- Intermediários Minebra
Cobral Abrasivos
- . PARANÁ - Cerâmica Cerâmica Florença
- Refratários Refratários Scandelari
- . RIO GRANDE DO SUL - Fundição Gerdau
Aços Finos Piratini
Aços Plangg
Aços Parraga
- . SANTA CATARINA - Cerâmica Cerâmica Portobello
Ceusa
Inpisa
Cecrisa

. SANTA

CATARINA	- Cerâmica	Pisos Tubarão Cerâmica Metropol
	- Refratários	Cerâmica Käsemödel Cenal Refratários Eliane
	- Tintas e Esmaltes	Ferro Enamel do Sul
	- Vidros	Cristal Blumenau Cristais Hering
	- Fundição	Fundição Tupy Fundição Sapé Electro Aço Altona
	- Metalurgia e outros	Affonso Meister Metalúrgica Douat Perfilados Tupy Indústrias Schneider Docol Indústria e Comércio Galvanotécnica Blumenau

6.3. Resultados Obtidos

Os resultados quantitativos em termos de consumo de ilmenita e zirconita são resumidos a seguir:

- . Ilmenita = 188 a 245 t/mês
- . Zirconita a 492 a 592 t/mês

Ambas as matérias-primas consumidas são fornecidas pela NUCLEMON, que comercializava estes produtos em julho de 1984, ao preço de Cr\$ 150/kg (ilmenita) e Cr\$ 1.000/kg (zirconita tipo A-200), segundo informações colhidas durante a pesquisa.

Os consumidores estão concentrados em São Paulo, para os dois bens minerais, sendo que a ilmenita encontra o seu maior mercado nos setores de ferro-ligas e abrasivos (Cia. Paulista de Ferro-ligas e EMAS Ltda.). A zirconita é absorvida preferencialmente pelo setor de tintas e esmaltes (Ferro Enamel, Foseco, Degussa,

M & T, Zirconium do Brasil). Fora de São Paulo somente a Cerâmica Portobello, em Santa Catarina, tem consumo expressivo da ordem de 15 t/mês de zirconita.

Dentre aquelas indústrias que demonstraram maior interesse em discutir com a MINEROPAR a aquisição de partidas de minério ou co-participação na lavra destacam-se a Ferro Enamel do Brasil, Foseco, Cobral Abrasivos, Minebra, Zirconium do Brasil, Emas Ltda. e M & T. Todas manifestaram preocupação com o volume das jazidas, garantia de constância no fornecimento e baixo teor em Fe₂O₃. Outras indústrias, embora não consumidoras destes minerais, solicitaram envio de amostras e resultados de análises para ensaios de laboratório, visando a substituição de outros produtos (anatásio por ilmenita, cromita por zirconita). Outras ainda, aboliram o consumo de ilmenita por problemas no fornecimento e especificações. Estas empresas encontram-se devidamente registradas em nossos arquivos para contato em etapas futuras de estudo de mercado mais aprofundado.

Embora esta pesquisa tenha se restringido ao pequeno mercado regional, não se descarta contatos posteriores com a TI-BRÁS, considerando-se as dificuldades impostas pelo governo às importações, e a qualidade da ilmenita paranaense perfeitamente dentro dos padrões especificados pelas indústrias de pigmentos. Apesar do frete representar um custo adicional, houveram muitas recomendações neste sentido, que devem se verificar oportunamente. Também as indústrias do Rio de Janeiro e Minas Gerais deverão ser contactadas posteriormente.

Com relação à zirconita, ficou demonstrado que o seu melhor aproveitamento seria para o enriquecimento em ZrO₂, atualmente 100% importado no Brasil. A Minegral vem desenvolvendo estudos há dez anos para obtenção desse óxido a partir do caldasito de Poços de Caldas. Entretanto, o fácil mercado para zirconita bruta coloca esta perspectiva para o futuro, não sendo urgente no momento agregar-lhe valor.

6.4. Considerações Complementares

Conforme relatos de profissionais da indústria cerâmica, este setor experimentou uma sofisticação na sua linha de produção a partir da Segunda Guerra, com o avanço da indústria estrangeira no Brasil. Apareceram empresas que se estabeleceram num pon-

to intermediário entre a indústria de mineração e as indústrias de transformação, atuando como beneficiadoras de matéria-prima e colocando no mercado um produto moderno e de melhor qualidade que o minério bruto, constituído por pacotes de misturas minerais dosadas segundo as necessidades dos consumidores. As indústrias se adaptaram a esses produtos elaborados, e esta nova realidade mascara o consumo dos bens minerais na forma de fritas dos mais diversos tipos, e que adquirem os mais diversos nomes comerciais. Isto caracteriza hoje o mercado para zirconita que, exceto em algumas indústrias cerâmicas de monoqueima e de fundição, está todo concentrado no setor de tintas e esmaltes. Este fato define algumas conclusões importantes:

- . o mercado está perfeitamente caracterizado e dirigido para as indústrias beneficiadoras (intermediárias);
- . qualquer perspectiva de comercialização que contemple a venda direta ao consumidor deve considerar a necessidade de se passar o minério pelo maior número possível de etapas de beneficiamento para agregar-lhe valor;
- . considerando a situação atual de crise econômica e os altos preços praticados para os produtos elaborados, existe um espaço real de experimentação para uso alternativo de matérias-primas pouco elaboradas, configurando-se uma questão de tecnologia mineral que deverá ser levada paralelamente a qualquer forma de exploração das jazidas, buscando-se a ampliação do mercado.

Complementarmente a este terceiro ponto, sugere-se uma etapa de ensaios industriais com o envio de amostras para diversas empresas para testes, a ser realizada conjuntamente com a fase de experimentação da unidade piloto para enriquecimento em TiO_2 e com o projeto de lavra piloto que está sendo proposto. Está claro que a realização destes ensaios, buscando novas aplicações da ilmenita, é um procedimento de fôlego e cujos resultados não devem ser esperados a curto prazo, mas nem por isso deixa de ser uma opção sadia de incentivo ao desenvolvimento de tecnologia mineral nacional.

Um exemplo deste procedimento é o envio de amostras de

ilmenita para as indústrias consumidoras de anatásio, cujo preço em junho/84 girava entre Cr\$ 2.500/kg a Cr\$ 4.000/kg, e que manifestaram o seu interesse em testar materiais suplementares ou substitutos. Também nas indústrias de refratários que buscam tijolos com maior resistência mecânica e maior refratariedade, poderão ser feitos testes em que pese o teor em FeO.

Diante destas considerações do estudo de mercado, podem ser alinhavadas algumas alternativas de exploração das jazidas:

1. Exploração e comercialização da ilmenita e zirconita bruta:

Contém as implicações já mencionadas de preço sem valor agregado e do mercado característico e restrito. Nesta hipótese, deve ser avaliada a zirconita como mineral condutor da lavra e a ilmenita como subproduto, sendo estocado parcialmente.

2. Associação com uma empresa intermediária:

Traz a garantia de colocação do minério no mercado, com facilidades inclusive para a ilmenita. É uma opção de menor risco, podendo-se envolver outras empresas do Estado objetivando o desenvolvimento sócio-econômico da região litorânea do Paraná.

3. Enriquecimento químico em TiO₂:

Implantação de unidade piloto garantida pelo financiamento liberado pelo FINEP. Esta etapa perde significado se não for levada conjuntamente uma lavra piloto para testar produção e comercialização.

4. Etapas de ensaios industriais para novas aplicações ou substituições:

Pode ser levada junto com qualquer das opções anteriores.

Cabe acrescentar finalmente que durante esta pesquisa de mercado defrontou-se com informações conflitantes quando consultadas fontes diferentes, sobre o mesmo assunto. Essas contradições não foram acidentais, mas fruto de uma situação complexa, onde interesses distintos levam à conclusões distintas, dependendo das atividades fins de cada informante. Por esse e outros motivos, uma pesquisa de mercado traz sempre a dúvida diante dos dados colhidos e interpretados.

O mercado real só será conhecido com a prática da comercialização. Este estudo, portanto, não deve ser recebido como de-

finitivo, mas tão somente como conclusivo de uma etapa e válido para uma determinada época, para condições de mercado circunstanciais. Um estudo mais aprofundado e mais realista, como mencionado anteriormente, deve ser também um dos principais objetivos de uma fase piloto de lavra.

7.0. RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Na região de ocorrência de minerais pesados, a vegetação é de médio porte. Não existe vegetação rasteira. O solo é arenoso, preto e de pequena espessura. São freqüentes as acumulações de turfa em depressões pantanosas alongadas e subparalelas às antigas linhas de praia. As principais acumulações de minerais pesados situam-se nos platôs, que se alternam com as depressões já mencionadas e se encontram acima ou na profundidade do nível freático. Jun^{ta}ndo-se a isso o fato de que a lavra será executada a céu aberto, e de que o solo é de difícil recuperação, por ser arenoso e de pequena espessura, apresenta-se um problema ecológico de difícil resolução.

Com a exaustão total das jazidas de Superagui, Ilhas das Peças, Ilha Rasa e Guaraguaçu, se desenvolverá uma superfície de cerca de $2,2 \times 10^6$ m² ou 220 hectares de desmatamento e uma abertura correspondente de cavas parcialmente preenchidas com água salobra.

Devido a pequena espessura do estrato mineralizado - geralmente menor que 50 cm -, à grande distribuição superficial da jazida, à pobreza do solo arenoso e à pouca profundidade no nível freático, um trabalho sistemático de recuperação do solo se tornaria demasiado dispendioso. Uma alternativa que vem sendo cogitada por profissionais ligados ao problema é o aproveitamento das áreas abandonadas da mineração como tanques para criação de peixes. Segundo o engenheiro de pesca da ACARPA, Luiz Eduardo Barreto, as condições de salinidade são variáveis de acordo com a maior ou menor influência da água do mar e dentre as espécies de peixes mais indicadas para criação, se encontram a tainha e o camarão, devido a maior resistência a essas variações.

As cavas têm um alongamento maior segundo a direção da praia e os estratos mineralizados mergulham no sentido do mar, a um ângulo sempre menor que 10°.

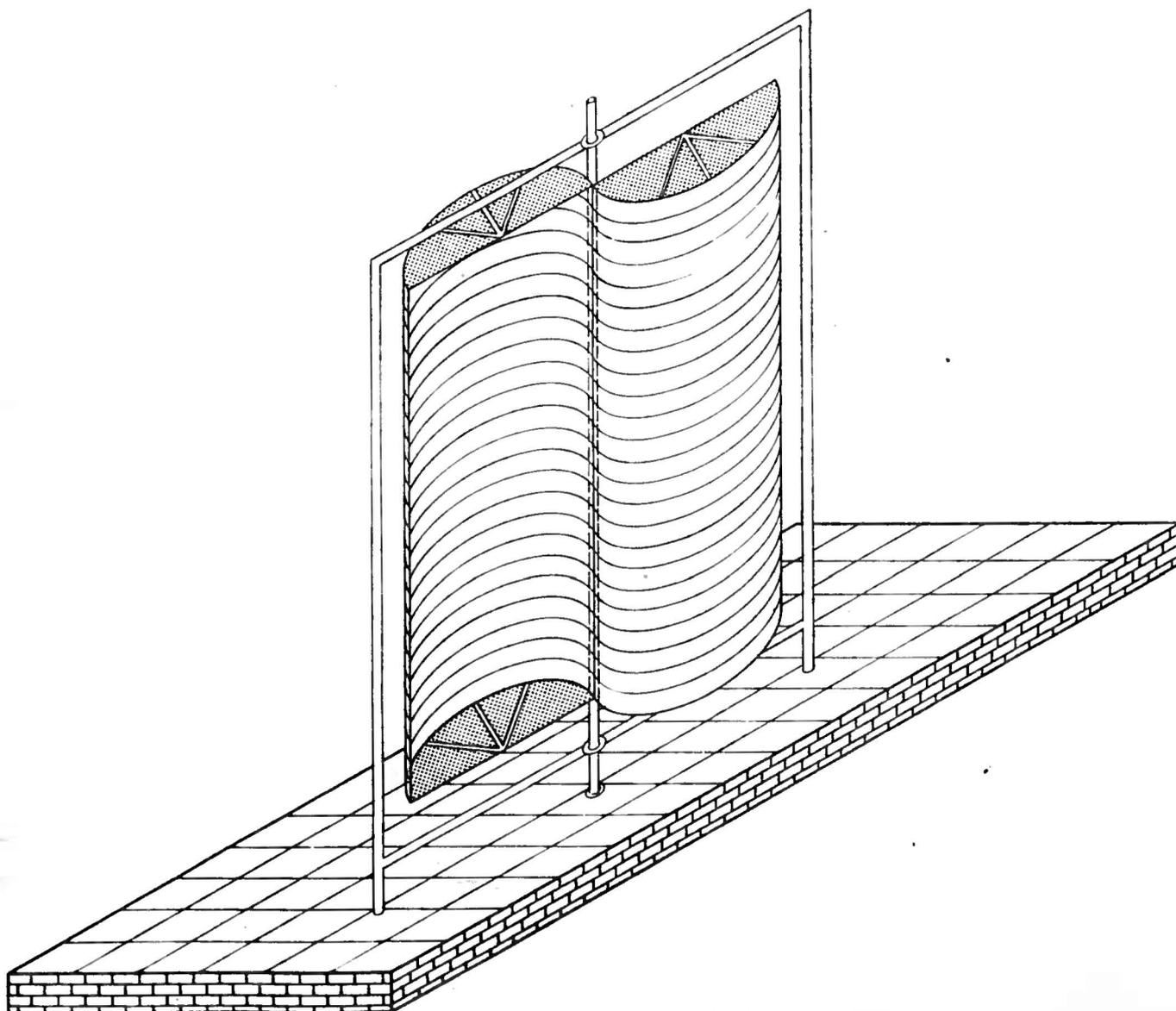
Para melhor coordenar as fases de engorda e crescimento, se limitarão os tanques a cada 500 metros segundo o maior comprimento das cavas, formando assim diversos conjuntos fechados que vão sen-

do acoplados à proporção que avança a frente de lavra.

Presumindo-se como média 01 (um) peixe/m² de água, isto equivalerá a 1.600.000 peixes por ano.

A média de crescimento ao ano por peixe é de 0,5 kg. Logo, a produção anual ótima será de 800 toneladas. Devido às condições climáticas da região, com invernos rigorosos, o ciclo de crescimento é de 15 meses e não 12 meses como é normal em regiões tropicais. Se utilizarão tanques de engorda e de desova, dispensando-se os tanques de crescimento. Os tanques de desova terão dimensões bem menores que os de engorda. A renovação da água de um tanque - cerca de 30 x 10⁶ litros - se fará através de drenos instalados na parte mais baixa do tanque, com saída para o mar; para o abastecimento do tanque de cada conjunto serão necessários três bombas com vazão de 800 litros/hora, que num ano bombearão 21 x 10⁶ litros, ou seja, quase 3/4 da capacidade do tanque.

Cada bomba será movida por um catavento feito de forma artesanal, com tonéis seccionados ao meio segundo um plano vertical, conforme figura abaixo.



A cultura do camarão poderá ser feita no mesmo tanque, em paralelo com a criação de tainhas. O dispêndio em cada conjunto será o seguinte:

- . 3 bombas de água;
- . 3 tonéis vazios;
- . 1 viatura;
- . 1 reboque para transporte de pescado;
- . 1 caçamba;
- . alimentação para peixes;
- . matrizes de peixes;
- . escavação e encanamento dos drenos;
- . construção de depósito.

A ACARPA dispõe de pessoal treinado e qualificado para orientar e apoiar os trabalhos, que serão coordenados pela Colônia de Pescadores. A mão-de-obra a ser utilizada se constituirá dos mesmos braçais que farão a extração dos minerais pesados e que terão margem de tempo ocioso devido ao afunilamento das atividades em etapas posteriores do fluxograma.

Finalmente, segundo dados do engenheiro de pesca da ACARPA, locado na Vila de Superagui, a pesca tem diminuído nos últimos anos, portanto, há necessidade de utilizar novas técnicas na pesca em convergência com os propósitos deste trabalho.

8.0. CONCLUSÕES

O Projeto Minerais Pesados foi proposto inicialmente - outubro de 1983 - com os objetivos principais de:

1. Levantar o mercado regional (Região Centro-Sul), existente para a ilmenita, e cujo atendimento fosse compatível com uma lavra em pequena escala;
2. estabelecer os parâmetros globais para a implantação de uma lavra experimental no litoral paranaense;
3. verificar junto à comunidade de pescadores da região da possibilidade de organizá-los em cooperativa de trabalho, e transferir a responsabilidade do empreendimento mineiro para a cooperativa assim constituída.

As conclusões resultantes dos trabalhos executados durante este ano serão discutidas a seguir e, para facilidade de entendimento, encontram-se agrupadas conforme a sua relação com os objetivos acima: Situação de Mercado, Considerações sobre a Implantação de Lavra Experimental, Cooperativismo.

. Situação do Mercado

O estudo de mercado dirigido preferencialmente para a ilmenita, revelou dificuldades de colocação como já era esperado. Entretanto, mostrou uma situação amplamente favorável para a zirconita, sobretudo considerando-se a sua caracterização física e química. As análises efetuadas até aqui foram poucas (Anexo VII), mas os resultados obtidos indicam características perfeitamente ajustáveis às necessidades da indústria cerâmica. O mercado quantificado em toneladas/mês para a zirconita na Região Sul supera o da ilmenita, e, em qualquer hipótese, deverá ser disputado com o único fornecedor interno. Isto obriga qualquer concorrência a manter garantia no fornecimento e na qualidade do produto, além de preços competitivos para a conquista de mercado. Há que se observar também que o mercado para a zirconita encontra-se perfeitamente caracterizado e dirigido em sua maior parte às indústrias beneficiadoras, e que exigem o cumprimento fiel daqueles itens supra-citados (fornecimento e qualidade). O mercado para ilmenita, embora pequeno e constituído principalmente pelos setores de abrasivos e ferro-ligas, poderá sofrer um aumento substancial pela aplicação alternativa da ilmenita na siderurgia em substituição à titano-magnetita. Atualmente estão sendo mantidos contatos com a COSIPA e se pretende fazer o mesmo com a CSN e outras siderúrgicas. Os resultados destes contatos não estão de todo esclarecidos e não serão discutidos até o fechamento deste relatório, mas já está se providenciando a estocagem de 50 - 100 toneladas de minério para futuros testes industriais que venham a ser exigidos. Deverá ser instalado equipamento para concentração desse material, espirais de concentração tipo Humphreys, modelo Reichert. Da mesma forma, deverá ser dada continuidade nos contatos com consumidores, procurando ampliar a aplicação da ilmenita na indústria.

Uma conclusão final relativa à situação do mercado é de que as suas características influem decisivamente sobre a escala do empreendimento mineiro. Em outras palavras, qualquer modelo de lavra a ser implantado deve ser flexível diante de novas contin-

gências econômicas ou de novas exigências ou condições do mercado. Isto significa capacidade de se adaptar a lavra a um aumento substancial da produção em questão de meses, ou a uma retração no consumo.

. Considerações sobre a Implantação de Lavra Experimental

A exploração dos minerais pesados do litoral, para qualquer hipótese de consumo na Região Sul, não deverá passar de 30.000 ton/ano, hipótese otimista, e deverá ser conduzida como lavra em pequena escala, com um teor de corte de 10% de M.P., e aproveitando-se a disponibilidade do trabalho manual dos moradores locais. Em condições normais, contudo, a quantidade consumida pelo mercado regional será certamente menor. As reservas calculadas em quatro corpos situados ao sul do rio Bandarra, na Ilha das Peças, atingem 30.000 ton, podendo perfeitamente alimentar uma lavra experimental por um período de dois anos. Será visto adiante, que a escala de produção da lavra experimental está situada numa ampla faixa entre os limites superior e inferior. Com efeito, se pensou também numa produção mensal de cerca de 100 toneladas, ou seja, uma relação de grandezas igual a 20. Os motivos dessa incerteza ligam-se a estratégias de penetração num mercado muito atípico:

- a) só existem dois produtores de ilmenita e zirconita no país;
- b) o principal consumidor de ilmenita - 85 a 90% - também é o principal produtor e se auto-abastece parcialmente;
- c) constatação de mercado reprimido por desconhecimento do produto;
- d) a médio prazo, previsão de implantação de novas minas que, por outro lado, vão desencadear uma descompressão do mercado.

Diante disso, deve-se proceder com muita cautela para se garantir um fornecimento mínimo e integral a um determinado número de indústrias, evitando contudo que essa produção introduza alterações na lei de oferta e procura, aviltando os preços. De qualquer forma, a escala de produção ótima estabelecida empiricamente através de contatos com consumidores, situa-se em torno de 15% da procura, ou seja, 600 a 1.200 ton/mês de minerais pesados. Fugir a essa regra significa encontrar um consumidor que adquira toda a produção ou que dê exclusividade de compra. Assim,

haveriam compradores para uma produção de 100 toneladas mensais de um concentrado com 50% de ilmenita e 50% de zirconita. Por outro lado, há possibilidades de suprir com exclusividade um consumidor de 1.500 ton/mês de ilmenita.

Estas considerações definem três hipóteses de lavra:

1^a - Entrada no mercado "aberto" com 600 a 1.200 toneladas mensais de minerais pesados. Os principais custos de implantação seriam:

- . acampamento na Ilha das Peças;
- . depósitos, planta de separação, oficina de manutenção, almoxarifado em Pontal do Sul ou Paranaguá;
- . chata transportadora com capacidade de 25 m³;
- . separador eletromagnético (Anexo V);
- . separador eletrostático;
- . espirais duplas, modelo Reichert (Anexo VI);
- . três bombas centrífugas;
- . um caminhão com caçamba.

Os custos da operação se agrupam em:

- . pessoal;
- . energia;
- . transporte.

É importante registrar que a entrada no mercado "aberto" implica em responsabilidade total nas atividades de lavra, beneficiamento, comercialização e transporte.

2^a - Produção de 100 toneladas mensais de concentrado com ilmenita e zirconita numa razão 1:1. Neste caso, haveria uma diminuição dos custos de implantação, chata transportadora, além da diminuição linear nos custos de operação e condições de infra-estrutura. As desvantagens seriam o baixo preço pago pelo concentrado assim obtido e a necessidade de estocagem de ilmenita no local da lavra (Anexo IV).

3^a - Produção de grandes quantidades (mais de 2.000 ton/mês de M.P.). Justifica-se num regime de venda com exclusividade para uma estabilização de preço e de fluxo de venda. Para planificar uma atividade de lavra de tal porte, é necessária a contratação de uma empresa de engenharia com experiência em depósitos de plácemes.

Qualquer uma das três hipóteses dependerá dos resultados dos testes de concentração e separação a serem efetuados em janeiro, com uma amostra de 50 toneladas de minerais pesados. Dependerão

também de acertos de compra e venda que se desenvolverão nos primeiros meses de 1985.

Qualquer perspectiva de comercialização que contemple a venda direta à indústria de transformação deve considerar a necessidade de se passar o minério pelo maior número possível de etapas de beneficiamento para agregar-lhe valor. Com este propósito será executado pelo TECPAR, com financiamento do FINEP, o estudo piloto para enriquecimento químico em TiO_2 a 93%, e cujos resultados poderão ser repassados futuramente para a iniciativa privada. É preciso que sejam realizados paralelamente pela MINEROPAR, em forma ainda a ser definida, estudos e testes de concentrado e separação de minerais pesados, como uma extensão das tarefas atribuídas ao laboratório de minerais pesados, visando conhecer técnicas e estabelecer parâmetros para o melhor aproveitamento das jazidas da empresa.

Com relação aos problemas ecológicos que poderiam advir da exploração das jazidas, existem soluções compatíveis com o desenvolvimento da economia regional, conforme visto anteriormente, e isto não representa entrave para a implementação do empreendimento mineiro.

. Cooperativismo

Com o desenvolvimento dos trabalhos, a conotação cooperativista anteriormente atribuída ao projeto foi sendo modificada, em função das condições verificadas em campo e já mencionadas na introdução deste relatório.

Conclui-se, portanto, ser uma alternativa de risco social elevado a proposta de se organizar cooperativa numa fase de implantação de unidade mineira experimental. Considerando a complexidade técnica desta etapa e a instabilidade do mercado para os produtos a serem explorados, é aconselhável que se alcance antes a capacidade de cumprir com as obrigações comerciais que o empreendimento exige, tanto no que diz respeito à constância no fornecimento como na manutenção da qualidade do produto. Não obstante, os benefícios sociais oriundos do projeto continuam os mesmos, traduzindo-se em novos empregos gerados e na implementação de uma nova economia na região.

Passada esta fase inicial, sistematizando-se a exploração das jazidas e as populações locais habituando-se ao novo tipo de tra

balho exigido nas frentes de lavra, poderão ser retomados então os estudos para a formação de cooperativa de trabalho, tendo como núcleo inicial os próprios trabalhadores empregados no empreendimento, responsabilizando-se pelas tarefas de lavra e reaproveitamento ambiental, e cabendo ao Estado a responsabilidade da pesquisa mineral, compra do minério, beneficiamento e comercialização do produto final.

ANEXOS

ANEXO I

MODELO INDUSTRIAL PARA APROVEITAMENTO DA ILMENITA NO
ESTADO DO PARANÁ

MODELO INDUSTRIAL PARA APROVEITAMENTO
DA ILMENITA DO ESTADO DO PARANÁ

Cliente: MINEROPAR MINERAIS DO PARANÁ S/A

JANEIRO - MAIO de 1984

SUMÁRIO

1. HISTÓRICO
2. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA
3. ENSAIOS DE BENEFICIAMENTO QUÍMICO
 - 3.1 - Planejamento de Ensaios
 - 3.2 - Análise de Resultados
4. MODELO INDUSTRIAL
 - 4.1 - Estimativa do Mercado Interno
 - 4.2 - Modelo Industrial
 - 4.2.1 - Fase de lavra e beneficiamento físico
 - 4.2.2 - Fase de beneficiamento químico
 - 4.2.3 - Equipamentos principais de processo
5. ANÁLISE ECONÔMICA
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HISTÓRICO

Na baía de Paranaguá encontram-se corpos contendo minerais pesados (zirconita, ilmenita e magnetita), notadamente na Ilha das Peças, Ilha do Superaguí e Ilha Guaraçu.

Com o objetivo de se estabelecer um modelo industrial de beneficiamento químico, com ênfase na ilmenita, viável técnico e economicamente, a REMETÁLICA foi contratada para este estudo.

A amostra recebida, cerca de 50 quilos, foi lavrada na Ilha das Peças, tendo a Mineropar se encarregado do beneficiamento físico.

2. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

A amostra foi quarteeda para uma maior representatividade nas análises.

Foram feitas análise química (Tabela 2.1), análise granulométrica (Tabela 2.2) e análise mineralógica (Tabela 2.3).

Da análise química deve-se destacar a presença de ZrO_2 (4,48%) e V_2O_5 (0,27%), além da substância de interesse: TiO_2 .

A análise granulométrica informa que o material não apresenta finos em excesso (abaixo de 200 malhas), estando a maior parte numa granulometria que facilita a operação de separação magnética, e dispensa etapas de cominuição no beneficiamento químico.

A análise de composição mineralógica mostra os minerais básicos constituintes da amostra: magnetita ($FeO.Fe_2O_3$), ilmenita ($FeO.TiO_2$) e zirconita ($SiO_2.ZrO_2$).

TABELA 2.1 - Análise Química

componente	%
TiO ₂	44,44
Fe ₂ O ₃	3,19
FeO	36,00
SiO ₂	6,19
MnO ₂	2,73
CaO	0,04
MgO	0,27
V ₂ O ₅	0,27
ZrO ₂	4,48

OBS.: A análise química feita no Centro Técnico Aeroespacial (CTA), São José dos Campos, SP. O método utilizado foi: Fe₂O₃ (Fe total), TiO₂ e SiO₂ - via úmida; restante : absorção atômica.

TABELA 2.2 - Análise granulométrica

Malha Tyler	% retenção
28	0
42	0
100	18,92
150	61,84
200	17,60
Fundo	1,46
Perda	0,2

OBS.: A análise granulométrica foi feita no Centro Técnico Aeroespacial (CTA), São José dos Campos, SP.

TABELA 2.3 - Análise Mineralógica

componente	%
Magnetita	6,5
Ilmenita	79,0
Zirconita	10,1
Outros (*)	4,4

(*) Silicatos pesados, rutilo, cassiterita, outros

OBS.: A análise mineralógica foi feita na Paulo Abib Engenharia, São Paulo - SP.

3. ENSAIOS DE BENEFICIAMENTO QUÍMICO

3.1 - Planejamento de Ensaios

Distinguem-se duas etapas no beneficiamento químico: ensaios de sulfetação e ensaios de lixiviação.

Nos ensaios de sulfetação foram utilizados um forno rotativo (2,5 rpm) de 3KVA, uma fonte geradora de gás sulfídrico (Aparelho de Kipp), uma bomba de vácuo de baixa pressão, frasco abatedor dos gases residuais e um cilindro de nitrogênio. O esquema da aparelhagem é apresentada na Figura 3.1.

Nos ensaios de lixiviação clorídrica foram utilizados reatores de 0,5 e 1 litro de capacidade, dotados de agitação mecânica, controle de temperatura e manta aquecedora. O esquema desta aparelhagem apresenta-se na Figura 3.2

Na etapa de sulfetação em conjunto com a etapa de lixiviação procurou-se levantar curvas de extração de um produto com elevado teor de TiO_2 .

O procedimento é baseado em estudo experimental anterior, que resultou pedido de patente industrial (1), e em outros estudos técnicos (2-4).

A idéia básica é sulfetar o íon ferro que está associado ao TiO_2 formando a ilmenita ($FeO.TiO_2$), facilitando a posterior lixiviação com ácido clorídrico. As reações (1) e (2) ilustram a sulfetação e lixiviação clorídrica:

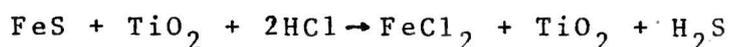
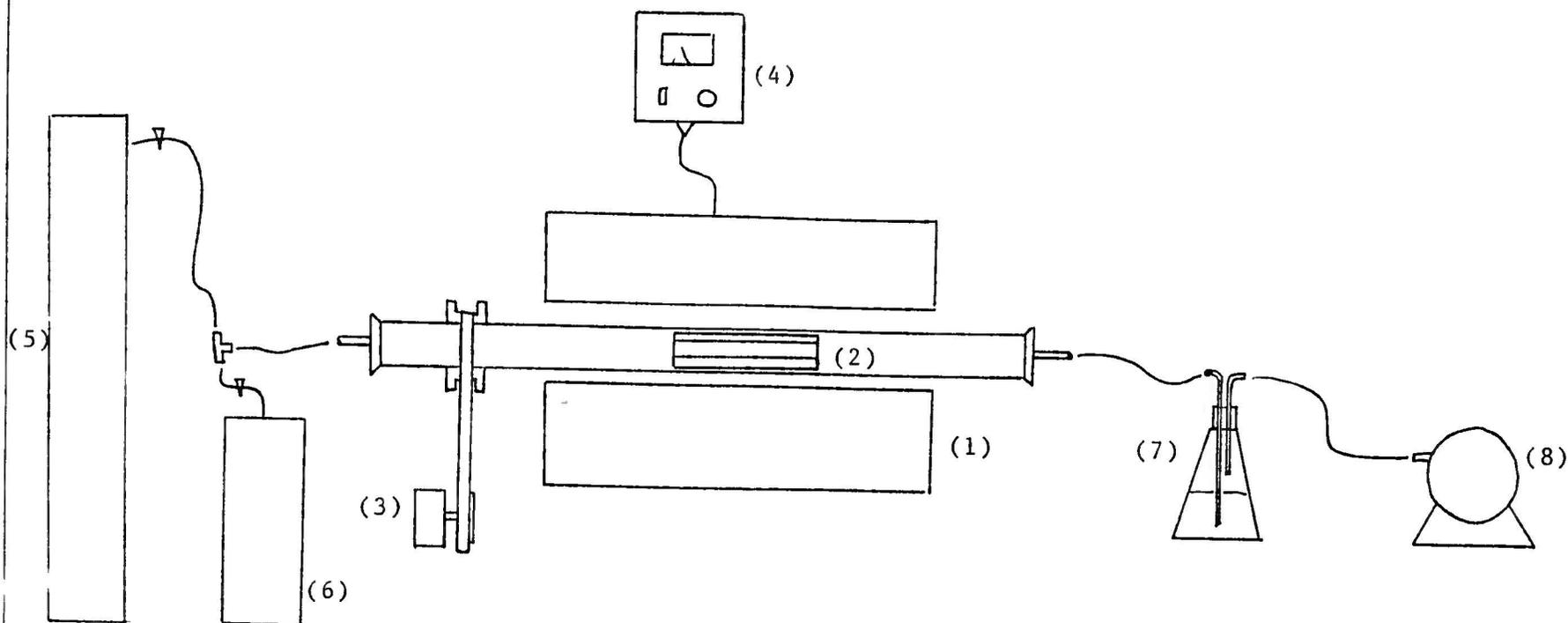


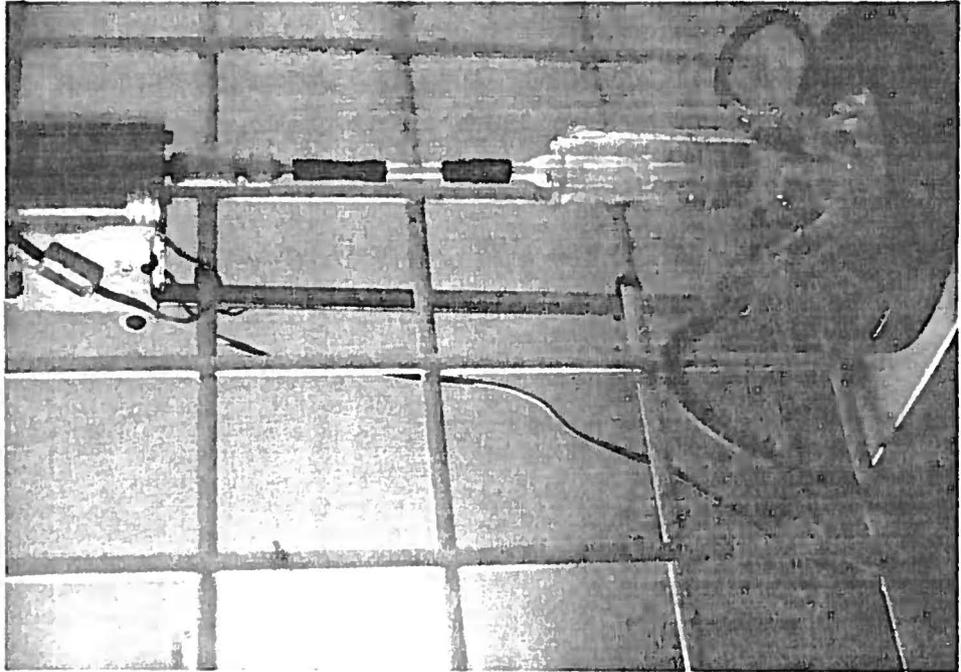
FIGURA 3.1 - UNIDADE DE SULFETAÇÃO



- (1) Forno rotativo 3 KVA
- (2) Cápsula com aletas contendo amostra
- (3) Motor de 2,5 rpm
- (4) Regulador de temperatura

- (5) Balcão de nitrogênio
- (6) Aparelho de Kipp
- (7) Frasco abatedor de gases residuais
- (8) Bomba de vácuo de baixa pressão

FIGURA 3.2 - UNIDADE DE LIXIVIAÇÃO



O interior do forno rotativo foi calibrado para assegurar-se uma zona de temperatura constante (800°C) O material, cerca de 200g cada amostra, era colocado numa cápsula aletada com o objetivo de se promover um bom contato gás-sólido.

Até chegar na temperatura de trabalho (800°C), deixava-se passar nitrogênio para se manter uma atmosfera inerte. Nesta ocasião, o tubo que continha a cápsula com a amostra já estava rodando.

Quando da temperatura de trabalho, cortava-se o nitrogênio e começava-se a passar gás sulfídrico, iniciando-se a contagem do tempo.

Para garantir uma atmosfera sulfetante, a bomba de vácuo era ligada na extremidade final do equipamento.

Decorrido o tempo previsto para o teste, cortava-se o H_2S , desligava-se o forno, e mantinha-se rodando o tubo para um resfriamento homogêneo.

A cápsula contendo a amostra era retirada do tubo, e recolhia-se o material sulfetado.

Testou-se tempos de 15, 30, 60 e 120 minutos de sulfetação.

A etapa de lixiviação clorídrica era conduzida em reatores providos de agitação mecânica.

Utilizou-se cerca de 50g de amostra sulfetada em cada lixiviação. Utilizou-se 150 ml de solução de ácido clorídrico (2 HCl : 1 H₂O).

Conduziu-se duas classes de ensaios de lixiviação, temperatura ambiente e faixa de temperatura entre 80 - 85°C.

Nos ensaios de lixiviação a quente, utilizou-se um condensador refrigerado à água, e uma manta aquecedora com regulador.

Testou-se tempos de 30, 60 e 120 minutos de lixiviação.

A retirada das amostras fazia-se sem interromper a lixiviação (apenas a agitação era cortada, para o material pesado decantar), com reposição do volume retirado (10 ml) por solução de ácido clorídrico.

Com base em algumas análises dos primeiros testes realizou-se um ensaio de lixiviação clorídrica, com amostra original (sem sulfetação), temperatura de 80 - 85°C, em três etapas. Na primeira etapa, 200 gramas de material foram lixiviados com 300 ml de HCl (2HCl : 1H₂O), durante 4 horas. Esperava-se decantar, retirava-se a solução e, com a reposição de solução ácida, nova lixiviação era conduzida (4 horas). Novamente, ao término da lixiviação, esperava-se decantar, retirava-se a solução, repunha-se a solução ácida e conduzia-se uma última lixiviação.

Foi também realizado um ensaio no qual a amostra, cerca de 50g, foi inicialmente oxidada, e posteriormente reduzida (reduzidor: carvão ativado), em forno rotativo, temperatura de 800°C, tempo de oxidação e redução de 1,5 horas cada. Lixiviação clorídrica, tempo de lixiviação de 2 horas.

3.2 - Análise de resultados

Os testes realizados permitiram concluir que:

. Lixiviação à temperatura ambiente obtém-se índices de extrações inferiores à lixiviação à quente (80-85°C);

. A sulfetação, em relação à lixiviação clorídrica, apresenta um tempo ótimo situado em 30 e 60 minutos; propõe-se um mecanismo, para uma explicação inicial, que se baseia no recobrimento das partículas pelo sulfeto após o ataque no ferro do material, que seria deletério na lixiviação posterior;

. A lixiviação possui um tempo de extração longo, cerca de doze horas, o que faz necessário uma lixiviação em estágio;

. É possível obter um produto com cerca de 95% de TiO_2 através de uma etapa anterior de sulfetação;

. É possível obter um produto com cerca de 93% de TiO_2 através de um processo que compreenda apenas lixiviação clorídrica;

. O material como é lavrado e beneficiado fisicamente não necessita de etapas de cominuição, estando sua distribuição granulométrica na faixa do beneficiamento químico;

. O rendimento da reação é cerca de 90%;

. No produto final, rutilo sintético, teores de contaminantes como o zircônio e o vanádio estão abaixo de 10 ppm;

. Na unidade piloto deverá ser dada atenção à operação de separação sólido-líquido, nas etapas de decantação e clarificação.

4. MODELO INDUSTRIAL

4.1 - Estimativa do mercado interno por setor

As tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 fornecem uma estimativa do mercado de produtos à base de titânio.

O consumo interno de rutilo é suprido quase que integralmente pelas importações. Existe uma pequena produção (se comparada à demanda) por parte da Nuclemon. O produto apresenta um teor de 92% em TiO_2 , sendo basicamente utilizado pelas fábricas de eletrodos para solda elétrica.

Já o consumo de ilmenita (54% de TiO_2) apresenta uma diversificação de setores. Grande parte da produção nacional (Nuclemon), destina-se à Tibrás para a produção de pigmentos à base de titânio, uma outra parte, cerca de 3.000 t/ano, destina-se à indústria de abrasivos, uma quantidade menor, 600t/ano, segue para os fabricantes de Fe-Ti, e uma quantidade pequena para os fabricantes de determinados eletrodos para solda elétrica.

O quadro de importações revela números expressivos em rutilo sintético (95% TiO_2), concentrado de ilmenita (54% TiO_2), para diminuir no que tange à compostos químicos à base de titânio. Neste aspecto é importante destacar a importação de $TiCl_4$, setor onde não existe no momento um produtor no País.

Com base nestes números, resultados dos testes de beneficiamento, e contatos com fabricante de eletrodos para solda elétrica, idealizou-se um modelo industrial apresentado a seguir.

TABELA 4.1 - Produção de produtos à base de Ti

		1980	1981	1982	1983
. conc. rutilo (92% TiO ₂) ⁽¹⁾	(t)	237	172	234	N.D.
. conc. ilmenita (54% TiO ₂) ⁽²⁾	(t)	14.968	15.856	11.322	15.000
. pigmentos de TiO ₂ ⁽³⁾	(t)	28.825	26.415	30.956	N.D.
. Ligas à base de Ti	(t)	698	498	430	166

OBSERVAÇÕES:

(1) Nuclemon, Santo Amaro, SP: beneficiamento de areias ilmeno.monazíticas (Estado do Rio de Janeiro e Espírito Santo). Teor aproximadamente 92%. A produção de monazita é considerada prioritária; zirconita e ilmenita sub-produtos.

(2) Nuclemon, Santo Amaro, SP; Cr\$ 100.000/t

(3) TIBRÁS; capacidade nominal de produção 1983: 50.000 t/ano; processo sulfato

(4) Cia. Paulista de Ferro Ligas (SP) e Termoligas Metalurgicas S.A. (BA); Prometal e Eletrometalur desativaram momentaneamente a aluminotermia.

N.D. - Não disponível

TABELA 4.2 - Importação de bens primários de Ti

		1980	1981	1982	1983
. conc.rutilo (1)	(t)	4.964	2.421	3.066	2.182
	10 ³ US\$	2.770	1.435	1.112	718
. conc. ilmenita (2)	(t)	55.016	69.408	28.000	40.000
	10 ³ US\$	3.288	4.364	840	1.145
. pigmentos TiO ₂ (3)					
tipo anatásio	(t)	-	-	1.877	1.552
	10 ³ US\$	-	-	2.594	2.012
tipo rutilo	(t)	-	-	15.598	7.331
	10 ³ US\$	-	-	20.734	8.682
qq outro pigmento	(t)	-	-	4	6
	10 ³ US\$	-	-	20	30

OBSERVAÇÕES: (1) Fabricação de eletrodos para solda elétrica (ESAB, 1982: Importou 1806 t e em 1983, 1600 t; 95-97% TiO₂; Austrália e Rep. Sul Africana.

(2) TIBRÁS; 82 Iraque, 83 Austrália.

(3) 1982: maior produção interna TIBRÁS - queda na importação.

TABELA 4.3 - Importação de compostos químicos de Ti

	1981	1982	1983
. $TiCl_4$ (t)	241	386	417
10^3 US\$	372	516	497
. qq outro (t)	1,7	0,9	0,3
cloreto 10^3 US\$	7	4	1
. Titanato de Bário (t)	-	38	-
$(10^3$ US\$)	-	167	-
. Titanato de Chumbo (t)	-	-	0,2
$(10^3$ US\$)	-	-	68
. Outros titanatos (t)	-	2	3
$(10^3$ US\$)	-	8	7,5

OBSERVAÇÕES:

(1) Catalisador em reações de polimerização.

Antes, porém, é oportuno abordar a utilização da ilmenita como agente de meio denso para beneficiamento do carvão.

Existem no Brasil duas plantas de classificação por meio denso, que utilizam o material convencional que é a magnetita (proveniente da Mineração Serrana, Jacupiranga, SP):

. Aços Finos Piratini, Charqueadas, RS;

. Lavador de Capivari, Tubarão, SC.

Para este estudo visitou-se a AFP, contactou-se a Gerência de Produção do Lavador de Capivari, fez-se consultas ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, à Equimag-Equipamentos Magnéticos do Brasil, e um elaborado estudo na literatura (5-6).

Destas atividades concluiu-se o seguinte:

. Os materiais convencionais utilizados, por questões técnicas e econômicas, em meio-denso são a magnetita e o ferro-sicílio;

. Para uma unidade de meio-denso para classificação de carvão, utilizando magnetita, um separador magnético de baixa intensidade está por volta de Cr\$ 25 - 30 milhões (lavador da Aços Finos Pirati, RS);

. Embora existam fundamentos teóricos, isto é, a ilmenita possui um grau de ferrimagnetismo (ver Tabela 4.4), a classificação de carvão usando ilmenita como meio

denso necessitaria de um separador magnético de alta intensidade, cujo custo está por volta de Cr\$ 120 milhões (para a mesma capacidade da Aços Finos Piratini);

. Em se tratando de meio denso, outras características devem ser observadas, tais como degradação do meio usando ilmenita, e em relação a isto não se encontrou material técnico e experimental;

. Como toda inovação técnica possui uma reação de mesma intensidade porém de sentido contrário existe uma reação esperada para o uso de ilmenita como meio denso;

Resumindo, o uso da ilmenita como meio denso se bem que viável tecnicamente, envolveria um investimento mais alto em função do tipo de separação magnética e ao mesmo tempo competiria com um material de baixo preço (magnetita).

4.2 - Modelo Industrial

A partir dos resultados técnicos obtidos nos ensaios experimentais, e os dados apresentados no subitem anterior, elaborou-se um modelo industrial com viabilidade técnica e econômica.

Este modelo é dividido em duas fases: lavra e beneficiamento físico e beneficiamento químico.

**TABELA 4.4 - Susceptibilidade Magnética dos Minerais -
Relação do Ferro = 100**

INTENSIDADE REQUERIDA EM GAUSS	MINÉRIOS	FORÇA ATRATIVA DE RELAÇÃO	PESO ESPECÍFICO
500	Ferro	100,00	7,30 - 7,90
	• Magnetita	40,19	5,18
	Franklinita	33,49	5,15
	Leucita	17,50	2,45 - 2,50
	Silex	17,42	2,65
5000	Pirrotita	15,43	4,58 - 4,65
	• Ilmenita	11,67	4,70
	Biotita	8,90	2,80 - 3,20
	Granada	6,68	3,50 - 4,30
10000	Wolframita	5,68	7,00 - 7,50
	Hematita	4,64	5,26
	Columbita	4,08	5,30 - 7,30
	Limonita	3,21	3,60 - 4,00
	Cromita	3,12	4,60
	Pirolusita	2,61	4,75
18000	Siderita	1,82	3,83 - 3,88
	Manganita	1,36	4,30
	Rutilo	0,93	4,18 - 4,25
	Rodonite	0,76	3,58 - 3,70
	Dolomita	0,57	2,85
	Calamina	0,51	3,40 - 3,50
	Tantalita	0,40	6,50
	Cerusita	0,30	6,55
	Epidoto	0,30	3,35 - 3,45
	Monazita	0,30	5,00 - 5,30
	Xenotima	0,29	4,75
	Fergusonita	0,29	5,80
	• Zirconio	0,28	4,68
	Cerargirita	0,28	5,50
	Argentita	0,27	7,30
	Ouro-Pigmento	0,24	3,49
	Pirita	0,23	5,02
	Esfarelita	0,23	3,90 - 4,10
	Molibdenita	0,23	4,62 - 4,73
	Bornita	0,22	5,06 - 5,08
	Willemita	0,21	3,90 - 4,20
	Tetraedrita	0,21	4,60 - 5,10
23000	Schellita	0,15	5,90 - 6,10

4.2.1 - Fase de lavra e beneficiamento físico

A lavra seria da ordem de 6.500 toneladas por mês, devendo ser definido ainda o local: Ilha das Peças ou Ilha de Guaraguaçu.

A taxa de concentração física, em espirais de Humphreys ou em espirais de Reichert, é de 10%. Desta maneira, após esta etapa teria-se um concentrado de pesados (ilmenita, zirconita e magnetita) totalizando 650 t/mês. O rejeito gerado seria utilizado para recompor o local de lavra.

O concentrado de pesados entra num processo de separação magnética, inicialmente de baixa intensidade 2.000 GAUSS, retirando a magnetita, seguindo para uma nova separação agora de alta intensidade, 8.000 GAUSS, para separar a ilmenita da zirconita.

Para esta fase contactou-se os fabricantes de separadores magnéticos para se verificarem detalhes da operação. Os contatos feitos revelaram, que num único equipamento pode-se fazer estas três separações: é um separador magnético de alta intensidade via seco, com correiras cruzadas (HCB). Neste equipamento, alimenta-se o material a ser separado, que em seguida é transportado por uma correia horizontal, sendo submetido inicialmente num campo magnético de intensidade baixa onde será separada a magnetita; ajustes subsequentes dos polos magnéticos restantes com incremento na intensidade magnética atraem a ilmenita. Os materiais atraídos seletivamente são transportados numa correia cruzada vertical até um recipiente de armazenamento. O material não magnético, no caso a zirconita permanece sobre a correia horizontal, sendo no final do equipamento recolhido em recipiente apropriado.

Nesta fase, com uma alimentação de 650 t/mês, obtem-se então:

. Uma fração de magnetita (42 t/mês) cujo mercado é a classificação de carvão por meio denso;

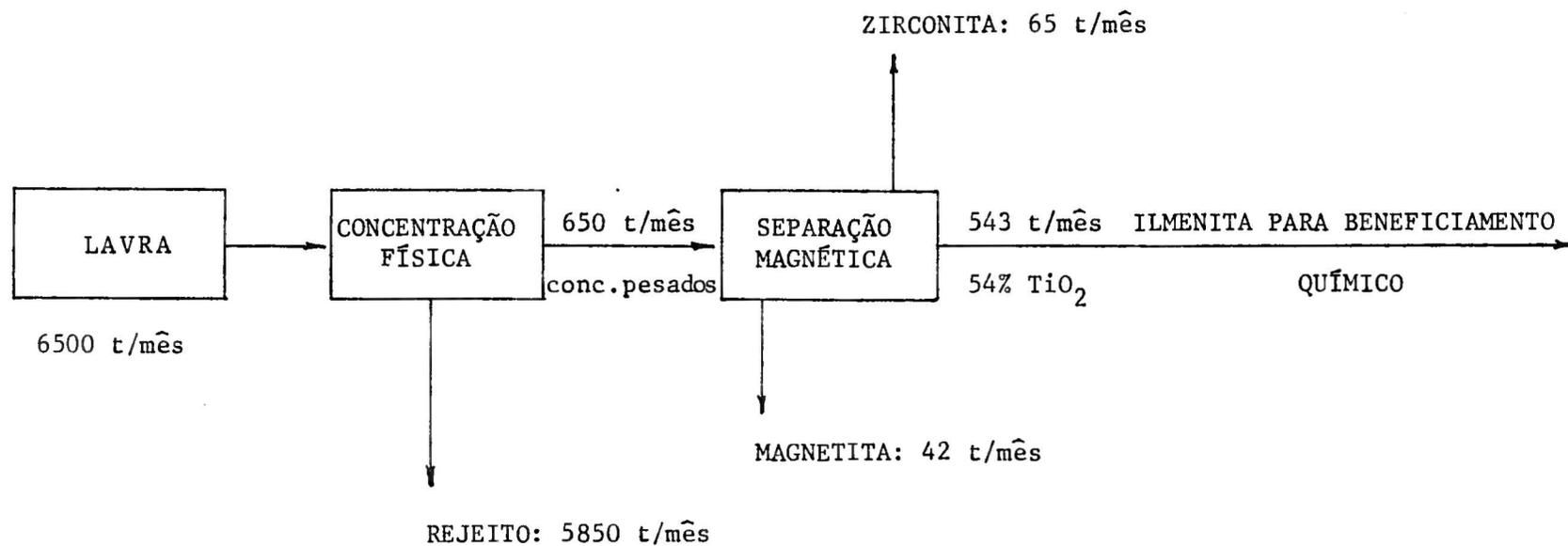
. Uma fração de zirconita (65 t/mês) que encontra colocação no mercado de areias de fundição;

. Uma fração de ilmenita (543 t/mês) que irá alimentar a unidade de beneficiamento químico.

Esta fase, lavra e beneficiamento físico, deve funcionar numa etapa paralela à montagem da planta de beneficiamento químico. Desta maneira, já existiria um autofinanciamento no projeto com a colocação da magnetita, zirconita e da própria ilmenita (54% TiO_2) que possui mercado.

A fase apresentada é ilustrada na Figura 4.1.

FIGURA 4.1 - Modelo Industrial - LAVRA E BENEFICIAMENTO FÍSICO



TEMPO INDUSTRIAL: 330 dias/ano, 27 dias/mês, 10 horas/dia

4.2.2 - Fase de beneficiamento químico

Projetou-se uma planta com alimentação de 543 t/mês de ilmenita (54% TiO_2), capaz de produzir, dentro dos parâmetros de extração (90%), cerca de 264 t/mês (cerca de 3.168t/ano) de um concentrado com 93% de TiO_2 , cujo mercado é o de eletrodos para solda elétrica, quase que integralmente dependente de importações.

Esta fase é ilustrada na Figura 4.2, cujo balanço de massa é apresentado na Figura 4.3.

A ilmenita gerada na fase anterior entra num circuito de lixiviação contínua em contra-corrente com 3 tanques providos de agitação mecânica. O tempo de residência total é de 12 horas, isto é, 4 horas para cada tanque.

A solução do 1º tanque do circuito é uma solução ácida rica em cloreto férrico ($FeCl_3$), que possui uma forma imediata de tratamento: neutralização com cal e precipitação do hidróxido férrico ($Fe(OH)_3$). O decantado irá para uma bacia de lama onde ficará estocada, o efluente é uma solução salina que pode ser descartada pois estará dentro das normas governamentais de meio-ambiente. Uma posterior colocação desta solução ácida de cloreto férrico seria a metalurgia extrativa do chumbo via-hidrometalurgia, cujo estudo está sendo proposto à FINEP. Qualquer que seja a alternativa, a proposta no presente estudo ou a integração com hidrometalurgia do chumbo num futuro, ambas são viáveis tecnicamente.

O produto do último tanque de lixiviação entra num espessador, onde irá separar solução e TiO_2 já liberado de material não atacado. Este rejeito sólido será descartado, podendo vir a ser recirculado no circuito de lixiviação.

Após uma etapa de clarificação, a solução ácida retorna ao segundo tanque de lixiviação, e o decantado entra num circuito de lavagem e espessamento.

Um filtro prensa na fase final deste circuito, separa uma solução diluída de FeCl_3 , TiO_2 e HCl remetendo-a para o 3º tanque de lixiviação, enquanto a torta entra num forno rotativo, que irá produzir um produto, rutilo sintético, com 93% de TiO_2 .

FIGURA 4.2 - MODELO INDUSTRIAL - BENEFICIAMENTO QUÍMICO

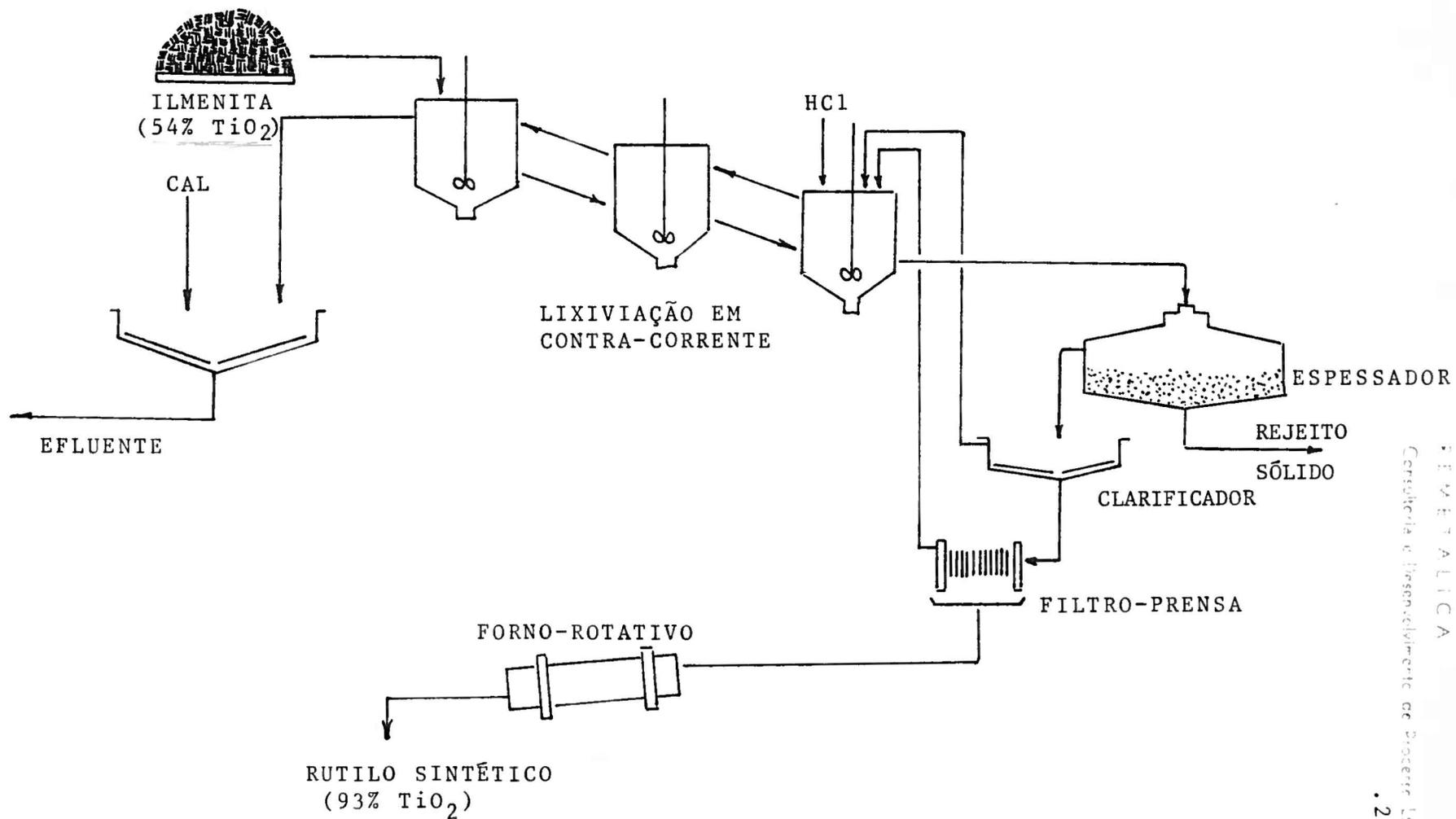
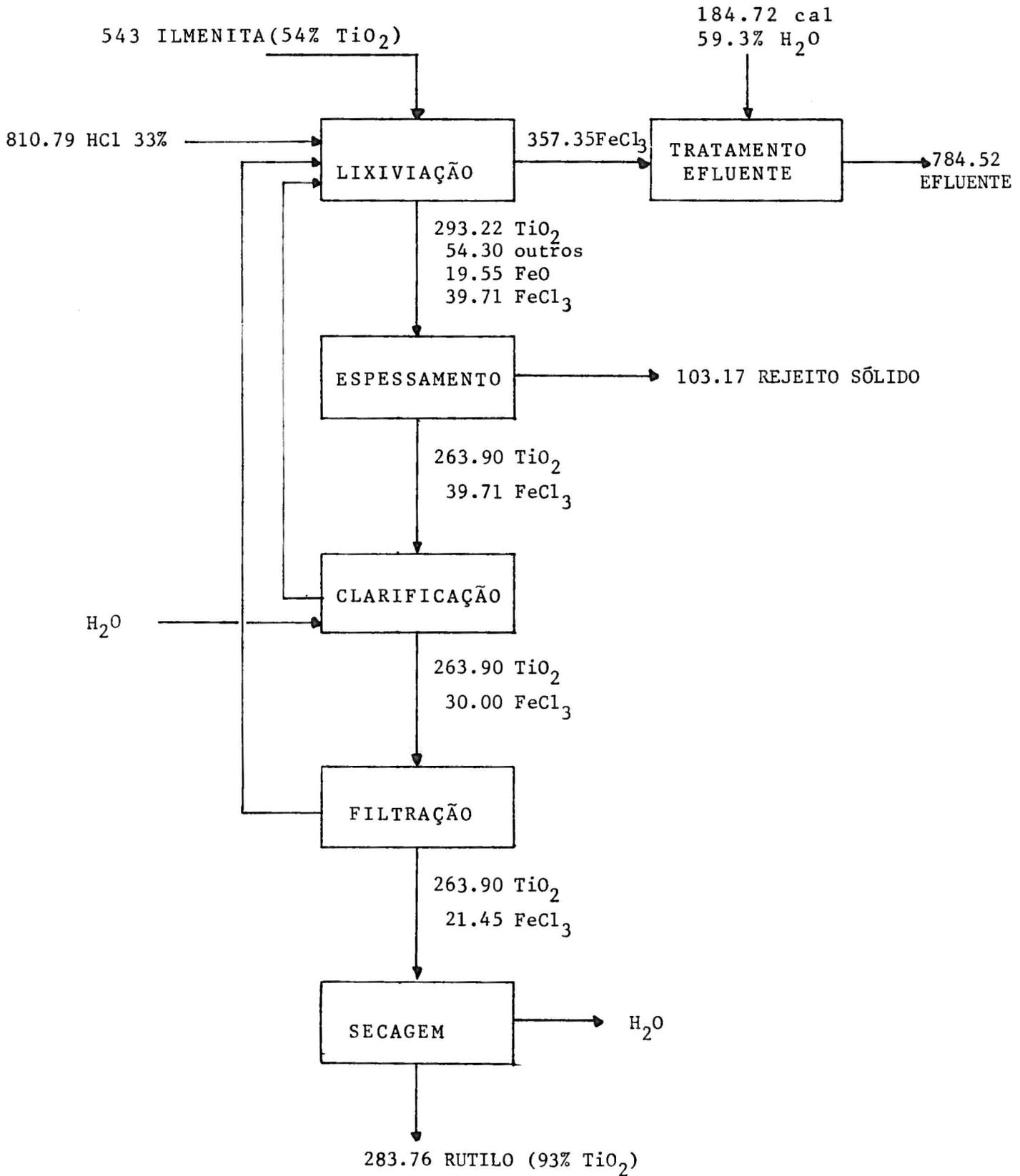


FIGURA 4.3 - BENEFICIAMENTO QUÍMICO - BALANÇO DE MASSA



* UNIDADE BALANÇO DE MASSA: t/mês

4.2.3 - Equipamentos Principais de Processo

A seguir apresenta-se uma listagem dos equipamentos principais do processo de beneficiamento químico.

1. Tanques agitados (03), aço carbono revestido de borracha, volume 16m^3 , 5 HP. Valor estimado: 3 x Cr\$ 20.000.00 = Cr\$ 60.000.000.
2. Espessadores (04), aço carbono revestido de borracha, diâmetro 4,5m, altura 2,2m, 3 HP. Valor estimado: 4 x Cr\$ 7.000.000 = Cr\$ 28.000.000.
3. Filtros-prensa (02), aço carbono, 2 x 20 placas, $0.7 \times 0.7 \times 0.05$ cm. Valor estimado: 2 x Cr\$ 15.000.000 = Cr\$ 30.000.000.
4. Tanques de depósito (03), 10m^3 . Valor estimado: 3 x Cr\$ 5.000.00 = Cr\$ 15.000.000.
5. Tanque agitado, 16m^3 . Valor estimado: Cr\$ 16.000.000
6. Bombas (10), para solução ácida. Valor estimado: 10 x Cr\$ 1.000.000 = Cr\$ 10.000.000.
7. Tanque efluente. Valor estimado: Cr\$ 10.000.000
8. Forno calcinador, rotativo, capacidade 300 t/mês. Valor estimado: Cr\$ 30.000.000.
9. Depósito de ácido clorídrico. Valor estimado: Cr\$ 10.000.000

5. ANÁLISE ECONÔMICA

Com base na tecnologia sugerida foi possível se fazer uma lista preliminar dos equipamentos (item 4.2.3), assim como determinou-se um balanço de massa (Figura 4.3).

Com base nos equipamentos indicados chegou-se a um investimento neste item de Cr\$ 209.000.000.

A partir do balanço de massa foi possível se determinar o custo de insumos e o faturamento - Tabelas 5.1 e 5.2.

Com base no custo de insumos foi feita a estimativa do custo do produto para a unidade, que totalizou Cr\$ 3.184.522.673 por ano, como se segue.

Matérias - primas

Conforme a Tabela 5.4, Cr\$1.477.840.000 por ano.

Pessoal de operação

Estima-se sete homens por turno, totalizando 28 homens com um custo mensal médio de Cr\$6.400.000 ou Cr\$76.800.000 anuais.

Supervisão e administração

Acrescido o custo de Pessoal de Operação, Encargos, considera-se como sendo Cr\$284.580.000 por ano, segundo Tabela 5.3.

Energia

Estima-se como sendo 5% do Custo Operacional, ou seja, Cr\$ 160.000.000/ano.

Manutenção

Estima-se como sendo 3% do Custo Operacional, ou seja, Cr\$ 80.000.000/ano.

Materiais de reposição

Estima-se como sendo 30% do Custo de Manutenção, ou seja, Cr\$ 24.000.000/ano.

Laboratório/Controle

Estima-se como sendo Cr\$ 20.000.000 anuais

Depreciação

Considera-se a uma taxa de 10% do investimento, ou seja, Cr\$ 71.843.750 anuais.

Impostos

Considera-se como sendo 10% do faturamento ou seja, Cr\$ 385.886.400 anuais.

Frete e seguros

Considera-se como sendo 2,5% do custo operacional, ou seja, Cr\$ 65.000.000/ano.

Custos administrativos

Estima-se que seja 7% do custo operacional ou seja, Cr\$ 200.000.000 anuais.

Imprevistos

Foram considerados 15% sobre o custo operacional total, ou seja, Cr\$ 415.372.523.

Total dos custos

O custo operacional anual é estimado em Cr\$ 3.184.522.673, conforme Tabela 5.4.

TABELA 5.1 - Consumo de Matérias-Primas

INSUMO	t/mês	t/ano	Cr\$/t	Cr\$/ano
Ilmenita	543	6.516	60.000	390.960.000
HCl 33%	811	9.732	90.000	875.880.000
CaO	185	2.220	50.000	111.000.000
Outros	-	-	-	100.000.000
TOTAL				1.477.840.000

TABELA 5.2 - Produção

PRODUTO	t/mês	t/ano	Cr\$/t	Cr\$/ano
Magnetita	42	504	6.000	3.024.000
Zirconita	65	780	312.000	243.360.000
Rutilo Sintético	284	3.408	1.060.000	3.612.480.000
TOTAL				3.858.864.000

TABELA 5.3 - Pessoal de Operação, Supervisão e Administração

FUNÇÃO	Cr\$/mês
Diretores (02)	4.000.000
Engenheiro Químico	1.200.000
Químico	900.000
Encarregados (04)	1.600.000
Operadores (24)	4.800.000
Porteiros (03)	600.000
Serviços Gerais (02)	240.000
Apoio Administrativo (02)	330.000
Telefonista	140.000
Motorista	140.000
	SUB-TOTAL
	13.950.000
Encargos 70%	9.765.000
	TOTAL
	23.715.000
	TOTAL ANUAL
	284.580.000

TABELA 5.4 - Custos Operacionais Anuais, Cr\$

. Matérias-Primas	1.477.840.000
. Pessoal	284.580.000
. Energia	160.000.000
. Manutenção	80.000.000
. Material de reposição	24.000.000
. Laboratório/Controle	20.000.000
. Depreciação	71.843.750
. Impostos	385.886.400
. Fretes e seguros	65.000.000
. Custos administrativos	200.000.000
	SUB TOTAL
	2.769.150.150
. Imprevistos	415.372.523
	TOTAL
	3.184.522.673

TABELA 5.5 - Investimento

COMPONENTE	% ASSUMIDA DO TOTAL	CUSTO
Equipamentos	32	209.000.000
Instalação	14	91.437.500
Instrumentação	5	32.656.250
Tubulações	6	39.187.500
Instalações Elétricas	6	39.187.500
Construção Civil	16	104.500.000
Infra estrutura	18	117.562.500
Supervisão	3	19.593.750
Contingenciamento	10% do total	65.312.500
TOTAL		Cr\$ 718.437.500

Capital de Giro

O capital de giro inclui a implantação industrial propriamente dita.

O total estimado é de Cr\$ 1.087.869.333,00 conforme discriminado na Tabela 5.6.

TABELA 5.6 - Capital de Giro

ITEM	Cr\$
Produtos acabados (1 mês)	321.572.000
Matérias-primas (1 mês)	123.153.333
Contas a receber (1 mês)	321.572.000
Contas a pagar (1 mês)	321.572.000
TOTAL	Cr\$ 1.087.869.333

Taxa de retorno

$$\text{Taxa de retorno} = \frac{(\text{Faturamento-custo}) 0.7}{\text{Investimento}}$$

Onde:

$$\text{Faturamento} = \text{Cr\$ } 3.858.864.000$$

$$\text{Custo} = \text{Cr\$ } 3.184.522.673$$

$$\begin{aligned} \text{Investimento} &= \text{Unidade Industrial} + \text{Capital} \\ &\text{de Giro} = \text{Cr\$ } 718.437.500 + \\ &\text{Cr\$ } 1.087.869.333 = \\ &\text{Cr\$ } 1.806.306.833. \end{aligned}$$

Então:

$$\text{Taxa de retorno} = \frac{(3.858.864.000 - 3.184.522.673) 0.7}{1.806.306.833}$$

$$\text{Taxa de retorno} = 26\%$$

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Em relação ao Mercado, o presente estudo revelou alguns aspectos técnicos e econômicos:

. Existe mercado para a colocação de um concentrado de ilmenita (54% TiO_2), que deve ser disputado com a Nuclemon;

. Existe mercado para a colocação de rutilo sintético (93% TiO_2), que é quase que totalmente abastecido pelas importações;

. A curto e médio prazo a colocação da ilmenita como meio denso para o beneficiamento de carvão não possui perspectivas técnicas e econômicas.

Os ensaios realizados, revelaram que existe possibilidade técnica de se obter um produto com 95% de TiO_2 , utilizando-se uma etapa de sulfetação anterior à uma etapa de lixiviação clorídrica. Ensaios realizados, levando-se em conta o mercado de rutilo sintético, demonstraram, que existe viabilidade técnica de se obter um produto com 93% de TiO_2 , sem a etapa de sulfetação. Desta maneira, elaborou-se um Modelo Industrial utilizando uma fase de beneficiamento físico e uma fase de beneficiamento químico.

A análise econômica deste Modelo Industrial, revelou uma Taxa de Retorno de 26%, o que pode ser considerada boa para este empreendimento.

É importante salientar, que este Modelo Industrial foi elaborado a partir da comercialização do rutilo sintético, zirconita bruta, magnetita e, eventualmente, ilmenita. Uma sequência natural à este Modelo seria a produção de óxido de zircônio e tetracloreto de titânio, que elevariam sobremaneira o faturamento do empreendimento.

Em vista disso, sugere-se a implantação de uma Unidade Piloto. com uma capacidade para processar 250Kg/dia de concentrado de ilmenita (54% TiO_2). Esta unidade piloto, que necessitaria de investimento da ordem de 30 milhões de cruzeiros (Cr\$ 5 milhões/projeto, Cr\$ 25 milhões/implantação), produziria rutilo sintético (93% TiO_2), que seria desenvolvido conjuntamente com indústrias do ramo de eletrodos para solda elétrica, principais consumidores do rutilo importado.

A seguir apresenta-se um cronograma básico para a implantação da Unidade Piloto e da Unidade Industrial

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Lakschevitz, A., Almeida, N.N., Almeida, A.L., "Processo de obtenção de Concentrado de TiO_2 de Alto Teor, a Partir da Ilmenita por Sulfetação Seguida de Lixiviação Ácida e Separação Magnética"; patente de invenção, 1976.
- (2) Jain, S.K., Prasad, P.M., Jena, P.K., "Preparation of Titania from Ilmenite by Selective H_2S Sulfidization", Metallurgical Transactions, vol. 1, Junho 1970, 1527-1530.
- (3) Camara, E.G., Silva, J.O., "Sulfetação e Lixiviação de uma Magnetita Titanífera contendo Vanádio", informe técnico C.T.A., 1979.
- (4) Hiester, N.K., Liston, E.M., Goerz D., "Beneficiation of Ilmenite by Sulfidization", Light Metals 1974, vol. 2, 401-422.
- (5) Gochin, R.J., Smith, M.R., "Dense Medium Separation - Part 1: An Introduction to the theory and practice; Part 2: Equipment manufacturers and plant constructors", Mining Magazine, vol. 149, nº 6, Dezembro 1983.
- (6) Green, P., "Dirt as Medium: The Price is Right", Coal Age, Fevereiro 1984.

ANEXO II

PROJETO DE BENEFICIAMENTO QUÍMICO DA ILMENITA

II - PROJETO

1. TÍTULO DO PROJETO

- Produção de rutilo sintético a partir das areias ilmeníticas do Paraná.

2. ÁREA DE ATUAÇÃO DO PROJETO

- Subprograma de geociências e tecnologia mineral.

3. POSICIONAMENTO DO PROJETO NO CONTEXTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

O Paraná possui reservas da ordem de 840.000 toneladas de ilmenita com teor médio de 53% de TiO_2 . A esta ilmenita está associada a zirconita, e ambos minerais são substâncias consideradas prioritárias no domínio do processo tecnológico para obtenção dos metais refratários: titânio e zircônio.

A Mineropar, empresa de fomento estadual que detém os direitos minerários sobre as áreas, contratou recentemente (janeiro-maio de 1984) a Remetálica Consultoria e Desenvolvimento de Processos Ltda, para o desenvolvimento de um modelo industrial para o aproveitamento destas reservas.

O modelo industrial elaborado visa atender numa primeira fase um setor do mercado interno que é a obtenção de um concentrado com elevado teor de TiO_2 - cerca de 93%.

A partir de testes de laboratório em escala de bancada, onde foram extraídos parâmetros técnicos, construiu-se um fluxograma de processo para o beneficiamento químico da ilmenita, conforme relatório em anexo.

A etapa posterior deverá ser a implantação de uma unidade piloto, capaz de processar 250 kg por semana de ilmenita, para a

obtenção de rutilo sintético, consumido na sua totalidade pelas indústrias de eletrodos para solda elétrica, estabelecidas na Região Sudeste do país.

É importante salientar que na fase de desenvolvimento do produto desejado, deverá haver um intercâmbio com as indústrias consumidoras para adequar o produto ofertado com as características técnicas necessárias.

A importação de concentrado de rutilo nos últimos 4 anos foi em média de 3.000 toneladas/ano, totalizando a cifra de US\$ 6.035.000.

Além da importância tecnológica e econômica do projeto, este possui também uma conotação social, tendo em vista que possibilitará o desenvolvimento de maior número de empregos em regiões carentes do litoral do Paraná.

Neste projeto estarão envolvidos um centro de pesquisa - Instituto de Tecnologia do Paraná -, uma empresa de fomento estadual - Mineropar -, e uma empresa de desenvolvimento de processos - Remetálica Consultoria e Desenvolvimento de Processos Ltda.

Como desdobramento futuro desta primeira fase, será possível a produção de dióxido de zircônio e tetracloreto de titânio, substâncias prioritárias e dependentes do mercado externo.

O projeto ora apresentado tem importância fundamental sob o ponto-de-vista de geração de uma tecnologia mineral adequada, não existente atualmente, caracterizando-se dentro dos objetivos mencionados dos grupamentos 5 e 6 do subprograma de geociências e tecnologia mineral.

4. DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS DO PROJETO

Na década de 70, a empresa C.R.Almeida S/A - Engenharia e Construções, realizou pesquisa geológica de minerais pesados no litoral paranaense, determinando depósitos da ordem de 1.700.000 toneladas de ilmenita, entre reservas medidas, indicadas e inferidas, com um teor de corte de 3,7% de minerais pesados no minério. Estes estão distribuídos no concentrado nas seguintes proporções:

- ilmenita	- cerca de 80%
- zirconita	10%
- rutilo	1%
- outros	9%

Em anexo, se complementam estas informações, com mapa de localização geográfica das ocorrências, tabela de distribuição das reservas, e tabela de caracterização química dos minérios.

Em 1982 a Minerais do Paraná S/A - MINEROPAR, efetuou Estudo Preliminar de Viabilidade Técnico-Econômica, concluindo que a comercialização do minério em bruto não seria a melhor opção de aproveitamento econômico das jazidas.

O objetivo básico do projeto é a obtenção do domínio da tecnologia para a produção de um concentrado de rutilo com no mínimo 93% de TiO_2 , possuindo características de utilização das indústrias consumidoras do setor de eletrodos para solda elétrica.

Para se alcançar este objetivo, o projeto é dividido em 05 etapas:

A primeira etapa compreende o Planejamento que consistirá na preparação da área, no projeto piloto das unidades de lavra, concentração de pesados e planta de hidrometalúrgica.

A segunda etapa consistirá na Implantação das Unidades Pilo-

to.

A terceira etapa compreende a Operação das Unidades Piloto.

Na quarta etapa se analisará em função do produto obtido na Unidade Piloto, executando-se um trabalho de interação entre produto obtido e utilização pelo consumidor e ajustando-se o processo de acordo com os dados fornecidos pelos consumidores.

A quinta e última etapa, consistirá num Estudo técnico e econômico a partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores, visando avaliar corretamente a viabilidade do empreendimento, além de fornecer subsídios para um futuro projeto industrial.

5. METODOLOGIA

A partir do exposto no item anterior, a metodologia a ser adotada é apresentada como segue.

Após cada etapa, se gerará um relatório técnico que servirá para o acompanhamento da execução física do projeto.

Assim, após o término da primeira etapa, ter-se-á um relatório contendo o projeto de implantação da Unidade Piloto de Lavra, Concentração de Pesados e Planta Hidrometalúrgica que, juntamente com a preparação da área, consistirá nos objetivos desta etapa.

Ao final da segunda etapa, ter-se-á a Unidade Piloto montada, pronta para operar, com um relatório abordando Plano Experimental.

A terceira etapa terá como meio de avaliação, além do funcionamento da Unidade, relatório onde constarão os dados obti-

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A.

dos na operação e a análise desses dados.

O Teste de Mercado e Ajuste de Operação, quarta etapa, irá gerar um relatório contendo uma avaliação dos resultados obtidos, isto é, como o produto obtido foi aceito pelas indústrias do setor e que tipos de modificações foram necessárias para atingir a qualidade necessária.

Na quinta e última etapa será feito juntamente com o Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica, um relatório final do projeto visando uma implantação industrial.

QUADRO - METODOLOGIA

- | | |
|---|---|
| - Planejamento | . Preparação da área.
. Projeto da unidade de layra e piloto de concentração de pesados e planta hidrometalúrgica. |
| - Implantação | . Início da layra.
. Construção da unidade piloto de concentração de pesados e planta hidrometalúrgica. |
| - Operação | . Operação da unidade. |
| - Teste de Mercado e Ajuste de Operação | . Desenvolvimento do produto face exigências do mercado. |
| - Estudo Técnico e Econômico | . Análise técnica e econômica da Operação da Unidade Piloto. |

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Camara, E.G.; Silva, J.O., "Sulfetação e Lixiviação de uma Magnetita Titanífera contendo Vanádio", informe técnico C.T.A., 1979.

C.R.Almeida Engenharia e Construções - Relatório Técnico "Resultados da Pesquisa de Minerais Pesados no Litoral Paranaense", 1975.

C.R.Almeida Engenharia e Construções - "Ante-Projeto de uma Planta de Concentração e Separação de Minerais Pesados", 1976.

Departamento Nacional da Produção Mineral - "Anuário Mineral Brasileiro", 1982.

Departamento Nacional da Produção Mineral - "Sumário Mineral 1983".

Hiestor, N.K.; Liston, E.M.; Gorrz, D. - "Beneficiation of Ilmenite by Sulfidization", Light Metals 1974, vol. 02, 401-422 pg.

Jain, S.K.; Prajad, P.M.; Jena, P.K. - "Preparation of Titania from Ilmenite by Selective H₂S Sulfidization", Metallurgical Transactions, vol.1, Junho 1970, 1527-1530 pg.

Lakschevitz, A. et al, "Processo de obtenção de Concentrado de TiO₂ de Alto Teor, a partir da Ilmenita por Sulfetação Seguida de Lixiviação Ácida e Separação Magnética", patente de invenção, 1976.

Minerais do Paraná S/A - "Estudo Preliminar de Viabilidade Técnico-Econômica - Projeto Minerais Pesados", 1982.

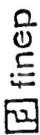
Remetálica Consultoria e Desenvolvimento de Processos Ltda. - Relatório Técnico, "Modelo Industrial para Aproveitamento da Ilmenita do Estado do Paraná", 1984.

7. UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROJETO

O Governo Estadual tem demonstrado relevado interesse em promover o desenvolvimento sócio-econômico do litoral norte-paranaense, atualmente uma das regiões mais deprimidas do Estado. Com este propósito, a MINEROPAR S/A, empresa vinculada à Secretaria de Estado da Indústria e do Comércio, tem trabalhado na área para levantar os padrões de viabilidade técnico-econômica para a lavra, o beneficiamento e a comercialização dos minérios lá existentes.

Os resultados advindos do projeto, uma vez positivos, permitirão a implantação de uma unidade industrial na região, por iniciativa do próprio Estado, através de sua empresa de mineração, MINEROPAR, diante da necessidade premente de se oferecer à região uma opção para o seu desenvolvimento. Havendo, contudo, interesse por parte da iniciativa privada em participar deste empreendimento, a tecnologia adquirida com este projeto poderá ser integralmente repassada ao setor empresarial, sem ônus financeiro, sob as seguintes condições:

- 1º) que a empresa seja constituída por capital inteiramente nacional;
- 2º) que a tecnologia seja aplicada exclusivamente dentro dos limites do território do Estado do Paraná, com prioridade para a região de interesse do presente projeto.



10 - ORÇAMENTO SOLICITADO POR FONTES DE FINANCIAMENTO
PERÍODO DE PROJETO DE JOM/1985 A OUT/1986

CR\$ 1.000

CST. ECON.	FONTE	PROPÓSITO		CONTRABASTADA		OUTROS		SUB-TOTAL PERÍODO	FUNDOS		TOTALS ANUAIS		TOTAL PROJ. PROFIT	
		1985	1986	TOTAL	1985	1986	1985		1986	1985	1986	1985		1986
3100	DESPESSA DE CUSTEIO	40.886,4	41.490,4	82.476,8	8.457,1	8.401,0		90.877,9	11.301,7	4.012,6	60.740,2	53.807,0	318.647,2	
3110	PISSOAS	38.757,7	30.216,2	68.973,9	8.251,5	7.918,2		76.185,6			47.004,2	38.174,4	84.178,6	
	a) Contruio	5.084,4	4.263,2	9.347,6	3.901,8	3.926,3		13.249,4			9.586,2	7.189,3	16.775,7	
	b) Tercos	15.226,8	11.420,1	26.646,9	1.170,0	1.950,0		28.616,9			16.396,8	13.370,1	29.766,9	
	c) Administrativas	2.211,6	1.658,7	3.870,3				3.870,3			2.211,6	1.658,7	3.870,3	
	d) Outras	600,0	1.600,0	2.200,0				2.200,0			600,0	1.600,0	2.200,0	
3115	a) Oubstaco Pessoais	15.029,9	11.274,2	26.304,1	3.179,7	3.081,9		32.563,7			18.209,6	14.356,1	32.563,7	
3120	MATERIAL DE CONSUMO	1.337,6		1.337,6				1.337,6			1.337,6		1.337,6	
3130	SERVICOS DE TERCEIROS								11.301,7	4.012,6	11.301,7	4.012,6	15.314,3	
3131	PERMANENCIA DE SERV. PESSOAS													
3132	OUTROS SERV. ENCARGOS	896,1	2.918,0	3.814,1	200,8	418,8		4.460,5			1.026,7	3.363,8	4.460,5	
4.000	INVESTIMENTOS	10.500,0		10.500,0				10.500,0	52.079,5		52.079,5		62.579,5	
4100	OBRAS E INSTALACOES	10.500,0		10.500,0				10.500,0			10.500,0		10.500,0	
	a) Obras	10.500,0		10.500,0				10.500,0			10.500,0		10.500,0	
	b) Instalaes													
4120	COMPRAMOS E MAT. P/MS								52.079,5		52.079,5		52.079,5	
	a) Equipamentos													
	b) Materiais								52.079,5		52.079,5		52.079,5	
	c) Materiais Permanentes													
	d) Materiais													
	e) Impostos													
10.000	TOTAL	51.486,4	41.490,4	92.976,8	8.652,1	8.401,0		101.837,9	63.331,2	4.012,6	67.343,8	121.244,7	53.902,0	177.716,7

ANEXO III

LAVRA EXPERIMENTAL DE MINERAIS PESADOS NA REGIÃO DE PARANAGUÁ

1. Estudos realizados por consultores concluíram pela inviabilidade econômica do aproveitamento das ocorrências de minerais pesados existentes na região de Paranaguá.

2. Essa conclusão fundamentou-se em dois argumentos:

- o teor em torno de 3-4% exigiria pesados custos de investimentos e alto volume de produção para amortizá-los;
- o mercado interno não absorveria a produção de ilmenita e os preços obtidos no mercado externo não cobririam os custos de amortização de investimento, de produção e de remuneração do capital.

O enfoque dado corresponde à praxe internacional da mineração de ilmenita. Realmente, os recursos existentes em Paranaguá não comportariam uma atividade de lavra semelhante às existentes na Austrália e na Flórida. E o único consumidor de ilmenita em larga escala presente no mercado interno não poderia absorver a produção devido ao custo do frete.

3. Se pela adoção dos parâmetros utilizados pelos consultores resulta a inviabilidade do projeto, resta examinar a possibilidade de alteração destes parâmetros, visando adequá-los à realidade nacional.

4. Teor. O teor comumente aceito para as ocorrências de Paranaguá é inferior a 4%. No entanto, este valor reflete a média ponderada dos teores das reservas e dos recursos medidos. Na verdade, as ocorrências constam de um enriquecimento central, com teores em torno de 10%, cercado por um halo com teores em torno de 1%. A adoção do teor de 10% remove os constrangimentos dos altos custos de investimento e de operação, bem como do grande volume de produção necessário para diluir os custos.

Não faltará quem argumente que o aproveitamento da massa com 10% deva ser considerado como lavra predatória; isto será discutido à frente, adiantando-se que o argumento não procede.

5. Mercado. Embora não exista ainda na região Centro-Sul um consumidor de grandes quantidades de ilmenita a preços baixos, conhecem-se consumidores de pequenas quantidades a preços relativamente altos, sendo que boa parte deste preço corresponde ao frete interno. A presença destes consumidores indica a existência de um potencial adicional para a venda de pequenos lotes; os adquirentes seriam indústrias que já estariam usando ilmenita caso pudessem obtê-la, mas cujas necessidades não justificam importações diretas nem suportam o custo do frete do único ofertante nacional. A localização estratégica de Paranaguá permitiria desenvolver este mercado.

6. Resultado da operação. O enfoque dado ao julgamento dos benefícios deve incluir outros aspectos a par dos meramente financeiros.

A criação de empregos, a substituição de importações (zirconita), a implantação de infra-estrutura, o desenvolvimento de tecnologia, a formação de profissionais sob condições reais de trabalho representam um benefício para a sociedade tão real quanto qualquer lucro monetário. Todas essas atividades normalmente dependem de subsídios. No caso, esses subsídios seriam pagos pelo resultado operacional da lavra dos minerais pesados.

A considerar ainda que a operação proposta, restrita a um prazo de dois anos, possui o caráter de atividade de pesquisa, não visando "per se" um lucro financeiro. Os saldos operacionais cobrirão as despesas financeiras; eventuais saldos adicionais devem reverter em função dos consumidores de ilmenita, visando ampliar o mercado.

Quanto ao aspecto da lavra predatória, ao final dos dois anos de operação terão sido removidos menos de 10% da quantidade de ilmenita existente em Paranaguá. Além do mais, a lavra deverá aproveitar uma das ocorrências menores, que dificilmente seria lavrada em outras circunstâncias. A comparação com a valorização de outras ocorrências aluvionares, no Brasil e no exterior, mostra que a operação conforme proposta nada tem de predatória; a se aplicar critérios tão rígidos de economicidade, toda a atividade de extração de cassiterita na região amazônica já deveria ter sido embargada.

7. Os parâmetros para uma operação de lavra experimental res-
trita a dois anos são os seguintes:

Lavra	6.000 - 12.000 t/mês
Concentrado	540 - 1.080 t/mês
Ilmenita	390 - 780 t/mês
Zirconita	45 - 90 t/mês

O limite inferior é ditado pelo alto custo específico de mão- de-
obra resultante de baixos níveis de produção.

O limite superior é ditado pelo conhecimento atual do potencial
do mercado e do conteúdo das ocorrências, e pela necessidade de
manter o risco do empreendimento em níveis compatíveis com a
realidade nacional. Caso necessário, um aumento de produção pode
rá ser alcançado sem maiores problemas.

O prazo de dois anos representa um ponto ótimo na curva do apro-
veitamento do valor residual dos equipamentos, além de estabelecer
um horizonte definido e mensurável para os fornecedores de recur-
sos de financiamento.

Nestas circunstâncias, o volume de investimentos ficaria entre 220
e 400 milhões de cruzeiros, e o valor dos produtos obtidos situar-
se-ia entre 408 e 816 milhões de cruzeiros. Estes valores acham-
se detalhados no Anexo I.

8. As próximas providências a serem tomadas seriam:

- definição das áreas juridicamente disponíveis;
- definição, com base nas plantas existentes, de 24 blocos;
- levantamento expedito do mercado (visita a clientes poten-
ciais selecionados);
- abertura de trincheiras para verificação dos dados da pes-
quisa;
- definição do grau de mecanização da lavra;
- detalhamento do fluxograma;
- levantamento da infra-estrutura a ser implantada;
- definição da forma jurídica a ser dada à operação;
- estabelecimento do fluxo de caixa;
- definição da possibilidade de obtenção de recursos.

A definição das áreas juridicamente disponíveis é rápida.

A definição dos blocos exige experiência específica na lavra de minerais pesados litorâneos. Uma interpretação puramente teórica dos dados pode levar a conclusões errôneas.

As visitas aos clientes potenciais tomariam até duas semanas, com o custo de viagem correspondente. A estratégia das conversações a serem realizadas terá que ser analisada cuidadosamente, para evitar mal-entendidos.

A abertura de trincheiras com análise é rotina. Possivelmente, poderia ser realizada com cooperação da Universidade, à guisa de trabalho de campo.

A definição do grau de mecanização da lavra deverá ser feita ao mesmo tempo que o levantamento dos possíveis provedores de recursos. Trata-se de uma questão eminentemente política, a ser discutida, que poder-se-á revestir de importância para a obtenção de recursos.

O detalhamento do fluxograma é rápido. Consta basicamente de lavra mais ou menos mecanizada, deslamagem por ciclone, concentração dos pesados por espirais duplas, separação de ilmenita + magnetita por via úmida, secagem, separação dos minerais não-condutores por métodos eletrostáticos, limpeza da zirconita por separação gravimétrica.

O levantamento da infra-estrutura necessária poderá ser realizado ao mesmo tempo que a abertura de trincheiras.

A definição da forma jurídica - que define o responsável pelo risco - dependerá da importância a ser dada aos aspectos políticos. Poderá vir a representar o maior entrave para a execução da operação.

O estabelecimento do fluxo de caixa é rotina, levando uma semana.

A definição das possibilidades da obtenção de recursos dependerá do fluxo de caixa.

Os principais fornecedores de créditos a ser considerados são:

- Mineropar - custos e salários da administração, capital de giro;
- Banco de Desenvolvimento do Paraná - infra-estrutura , leasing de bens;
- Banco do Estado do Paraná - crédito para desconto de duplicatas;
- Universidade (+ FINEP) - salários de técnicos graduados (supervisão), análises, cessão de equipamentos para separação e limpeza da zirconita;
- Fabricantes de equipamentos - equipamentos para concentração e separação magnética e eletrostática.

Os consumidores não devem ser considerados como fornecedores de crédito enquanto a produção não tiver sido iniciada, após o que é bem possível que surjam ofertas de créditos para assegurar fornecimento. Os clientes pagam, mas não assumem riscos.

Os custos destas providencias provavelmente teriam que ser assumidos pela MINEROPAR, possivelmente a partir de recursos do IUM.

Delas resultaria um projeto compacto, com base no qual seria equacionado o aporte de recursos para a implantação do projeto.

ANEXO I : Parâmetros de Operação - Limite Inferior

a) Minério: areia com 10% de minerais pesados

b) Conteúdo: Ilmenita: 80%
Zirconita: 10%
Rutilo 1%
Rejeito 9%

c) Horas trabalhadas por mês: mínimo 400h (2 turnos)

d) Capacidade de concentrados:

6 espirais x 2,5t/espiral-hora x 400 ^{horas} ~~horas~~/mês = 6.000t/mês

e) Concentrado pesado:

6.000t minério/mês x 10% x 90% recuperação = 540t concentrado/mês

f) Produtos:

Ilmenita: 540t x 80% x 90% recuperação = 389t/mês
Zirconita: 540t x 10% x 85% recuperação = 46t/mês

g) Valor: (Cr\$ x 10³)

Ilmenita: 390t x 35 Cr\$/kg = 13.500
Zirconita: 45t x 78 Cr\$/kg = 3.500
17.000

h) Investimentos: (Cr\$ x 10⁶)

Lavra - 40
Concentração - 65
Separação - 45
Infra-estrutura - 70
220

i) Custos Operacionais (2 anos - Cr\$ x 10⁶)

Salários 220
Energia 60
Transportes 40
Diversos 60
380

j) Balanço (2 anos - Cr\$ x 10⁶)

Receitas	408	Custos	380
Valor Residual do investimento	132	Investimentos	220
Fundo Perdido	<u>60</u>		<u>-</u>
	600		600

Parâmetros da operação - Limite Superior

- a) Minério: areia com 10% de minerais pesados
- b) Conteúdo: Ilmenita 80%
Zirconita 10%
Rutilo 1%
Rejeito 9%
- c) Horas trabalhadas por mês: mínimo 600 (três turnos)
- d) Capacidade máxima dos concentrados:
8 espirais x 2,5 t/esprial hora x 600 horas/mês = 12.000 t/mês
- e) Concentrado pesado:
12.000 t/mês x 10% x 90% recuperação = 1.080t concentrado/mês
- f) Produtos:
Ilmenita: 1.080t x 80% x 90%/recuperação = 777 t/mês
Zirconita: 1.080t x 10% x 85%/recuperação = 92 t/mês
Rutilo: 1.080t x 1% x 85%/recuperação = 9 t/mês
- g) Valor (Cr\$ x 10³):
Ilmenita: 777t x 35 Cr\$/kg = 27.000
Zirconita: 90t x 78 Cr\$/kg = 7.000
34.000 Cr\$ 10³/mês

Notas: 1) A viabilidade da recuperação do rutilo deverá ser estudada após o início da operação;

2) Os rejeitos da espiral nada mais são que areia lavada e classificada, de possível aplicação na indústria civil.

- h) Investimentos: (Cr\$ 10⁶)
- | | | |
|-----------------|---|------------|
| Lavra | - | 60 |
| Concentração | - | 120 |
| Separação | - | 80 |
| Infra-estrutura | - | <u>140</u> |
| | | 400 |

i) Custos Operacionais (2 anos) - (Cr\$ x 10⁶)

Salários	300
Energia	100
Transportes	80
Diversos	<u>120</u>
	600

j) Balanço (2 anos - Cr\$ x 10⁶)

Receitas	816	Custos Operacionais	600
Valor Residual do investimento	<u>184</u>	Investimentos	<u>400</u>
	1.000		1.000

ANEXO IV

LAVRA EXPERIMENTAL DE MINERAIS PESADOS NA REGIÃO DE PARANAGUÁ

LAVRA EXPERIMENTAL DE MINERAIS PESADOS

NA REGIÃO DE PARANAGUÁ-PR

Ricardo F. Bokelmann

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A lavra dos depósitos de minerais pesados existentes na região de Paranaguá - PR, constituídos principalmente de ilmenita, tendo zirconita como acessório, é impossibilitada pela ausência de consumidores para quantidades maiores de ilmenita, conforme concluíram diversos estudos de mercado realizados entre 1970 e 1983. Por outro lado, a falta de dados concretos sobre as condições de lavra, concentração e separação prejudicam os estudos sobre as possibilidades de beneficiamento da ilmenita, tais como a produção de escória, de dióxido de titânio, ou de ferro-titânio.

Esses dados podem ser obtidos idealmente através da execução de uma lavra experimental, cuja produção propiciará também a abertura do mercado.

O presente trabalho visa oferecer uma alternativa para tal lavra, cujos parâmetros de operação sejam compatíveis com os recursos existentes, o risco envolvido, e os dados a serem obtidos. A lavra deverá ser executada pelo titular da área, após obtenção de uma guia de utilização. Ainda que as receitas não cubram as despesas, a diferença será um preço pequeno a pagar pelos benefícios a serem obtidos.

Para uma lavra nestas condições, devem ser aproveitadas ocorrências isoladas, com reservas restritas, incapazes de sustentar uma operação em grande escala. No caso, oferecem-se os depósitos de minerais pesados existentes na região da foz do rio Bandarra, na Ilha das Peças. Conforme é praxe em casos semelhantes, parte dos minerais lavrados, no caso ilmenita, pode ser empilhada e estocada sobre a forma de pré-concentrado, aguardando a abertura do mercado; assim procederam a CNEN, em Cumuruxatiba-BA, a MIBRA, em Guarapari-ES, e, recentemente, a RIB (TIBRAS), em Mataraca-PB, sendo que, no último caso, estocaram-se rejeitos zirconíticos que só agora serão reprocessados.

A seguir, serão descritos os métodos sugeridos para a lavra, concentração e separação dos minerais pesados do rio Bandarra, na Ilha das Peças.

2. MÉTODOS SUGERIDOS PARA A OPERAÇÃO

2.1. Lavra

Considerando-se a localização remota dos depósitos, o acesso difícil (por via marítima), a espessura reduzida da mineralização (0,80 m), a ausência de capeamento, a disponibilidade de mão-de-obra não qualificada e a ausência de mão-de-obra especializada, a necessidade de manter os custos de investimentos em níveis reduzidos e os prejuízos operacionais acarretados pela diluição do minério na lavra, sugere-se a adoção da lavra manual, sendo o transporte até o concentrador realizado por meio de um caminhão com caçambas tipo KABI.

2.2. Concentração

Para a concentração dos minerais pesados sugere-se a adoção de espirais duplas tipo MARK VI, fabricação AKW, sem estrutura (a estrutura será feita com madeira retirada da área de lavra), alimentadas por uma motobomba WARMAN/AGRALE. Outra motobomba do mesmo tipo recalcará os rejeitos até um desaguador DKW, que, ao deslocar-se, irá formando a pilha de pré-concentrado de ilmenita. O concentrado zirconítico será conduzido a um pátio de secagem e posteriormente, ensacado. A concentração prescindirá de energia elétrica. O abastecimento de água, a partir de um brejo próximo, será feito por uma pequena motobomba.

2.3. Separação

Para a separação da zirconita, sugere-se a adoção de máquinas eletrostáticas e gravimétricas, de dimensionamento e fabricação a serem determinados por ensaios. A localização das instalações para a separação ainda está por ser definida, mas sugere-se aqui a cidade de Curitiba-PR, devido à proximidade dos escritórios do titular da lavra.

3. PARÂMETROS DE OPERAÇÃO

As operações acima sugeridas deverão ter os seguintes parâmetros:

Lavra e concentração:

Horas trabalhadas: 1 turno de 8 horas/dia (ca. 200 horas/mes)

Minério lavrado e processado : 12 t/hora (ca. 2.400 t/mes)

Concentrado produzido : 0,7 t/hora (ca. 140 t/mes)

Separação:

Horas trabalhadas: 1 turno de 8 horas/dia (ca. 200 horas/mes)

Concentrado processado : 700 kg/h (ca. 140 t/mes)

Produtos obtidos :

Zirconita A	(45 t/m)
Zirconita F	(15 t/m)
Ilmenita T	(60 t/m)

Nestas condições, espera-se que a operação apresente um fluxo de caixa negativo, cujo valor, no entanto, será perfeitamente compatível com a fase em que se encontra o projeto, ou seja, a da lavra experimental.

4. MEDIDAS PRELIMINARES

Visando definir as características de concentração e separação dos minerais pesados, primordialmente zirconita e ilmenita, tornam-se necessárias as seguintes providências:

- lavra manual de 50 a 100 toneladas de minério, para definir o parâmetro "t minério lavrado/homem-hora", essencial para dimensionar o quadro de pessoal;
- ensacamento e transporte marítimo do material lavrado, para definir os custos específicos destas operações;
- realização de testes de concentração e separação nas instalações dos fornecedores (ou com equipamentos por estes cedidos), para confirmar as especificações dos equipamentos sugeridos e definir o fluxograma;
- realização de testes em escala industrial nas instalações dos consumidores potenciais, com os concentrados obtidos, para confirmar o interesse destes consumidores e definir o preço a ser pago pelos concentrados.

5. PREVISÃO DE DESEMBOLSOS

Levando-se em conta as incertezas, ainda não de todo removidas, que retardaram a execução do projeto no passado, é temerária a apresentação, no âmbito do presente trabalho, de um orçamento rígido. Este deverá ser elaborado a partir dos testes propostos no item anterior. Os valores abaixo citados fornecem uma indicação adequada dos dispêndios a serem realizados, em função destes testes, ainda em 1984:

- lavra, ensacamento e transporte marítimo: CR\$10.000.000.
- testes de concentração: CR\$2.000.000.
- avaliação dos resultados, dimensionamento e planejamento para 1985: CR\$5.000.000.

Para efeito de orçamento, os desembolsos com a implantação e operação de uma possível lavra experimental em 1985, devem corresponder a 10.000 ORTNs.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos através das providências supra citadas, poder-se-á dimensionar a lavra experimental a ser realizada em 1985-1986. A considerar que, em que pese os dados contidos em relatórios anteriormente elaborados, não se pode de modo algum excluir a possibilidade da existência de um mercado reprimido de ilmenita na região Centro-Sul do País. Para atingi-lo, no entanto, é necessário demonstrar e garantir aos consumidores, a disponibilidade e qualidade do concentrado, e tal só é possível através da lavra experimental.


Ricardo F. Bokelmann

-Geólogo- CREA/RJ 19286 D-

ANEXO V

SEPARADORES ELETROMAGNÉTICOS



mineralmaq

máquinas para mineração, metalurgia e química Ltda.

C. G. C. 61.532 719/0001-68

INSC. 336.098.652

À

MINEROPAR MINERAIS DO PARANÁ S/A.

RUA SALDANHA DA GAMA, 608

CURITIBA - PR. - CEP. 80000

OFERTA N.º 216/84

São Paulo, 20 / 07 / 84

ATT. , SR. GEÓLOGO PAULO CÉZAR MANZIO

DEPTO. ENGENHARIA

Com referência à sua solicitação

que agradecemos, temos o prazer de apresentar à V. Sas. o nosso orçamento equipamentos diversos nas condições abaixo discriminadas.

Certos de que a nossa oferta seja de seu agrado, colocamo-nos ao inteiro dispor, para maiores informações.

Atenciosamente



mineralmaq

máquinas para mineração, metalurgia e química Ltda.

ENG. NODOMI

DEPTO. VENDAS

PRAZO DE ENTREGA: 90 a 120 dias

VALIDADE DA OFERTA: 15 dias úteis

EMBALAGEM: sendo desejada cobraremos 5% do equipamento

TRANSPORTE: por conta de V.Sas.,

GARANTIA: Garantimos por 1 (um) ano pelos defeitos de fabricação e material empregado, não computando e rolamentos e motores elétricos no caso destes não estarem protegidos por chave guarda motor.

À VISTA: -50% no ato do pedido, saldo contra apresentação da nota fiscal a fatura + IPI, s/ reajuste.

CONDIÇÕES DE PAGAMENTO: À PRAZO - 30% no ato do pedido, saldo a ser faturado a 30 dias da data de emissão da nota fiscal e fatura + IPI.

O saldo a ser faturado será reajustado de acordo com índices da tabela 35, ou revista conjuntura econômica (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS), a saber:

FÓRMULA:-
$$R = \left(\frac{IN - IB}{IB} \right) \times k \times P$$

R = parcela de reajuste

IN = Índice da tabela 35, vigente dois meses anteriores a data de entrega do equipamento.

IB = Índice da tabela 35, vigente dois meses anteriores a data da proposta

K = Índice fator preço do reajuste

P = Preço base constante do pedido a ser reajustado.

Em caso de atraso na entrega do equipamento o reajuste será válido somente pelo prazo

CONDIÇÕES GERAIS: **VIDE VERSO** estipulado e válido no pedido; Esta validade será confirmada pelo cheque pago no ato do pedido.

ESCRITÓRIO CENTRAL — HEAD OFFICE

R. 25 s/n.º - Parque Guiné - CEP. 07270 - Fones: 913-2644 e 913-2943 - Telegr. MINERALMAQ - Telex (011) 33.931 MMAQ-BR

Caixa Postal 321 - Cumbica - Guarulhos - S.P. - Brasil

AGÊNCIAS EM — OFFICES IN

Hong Kong — Singapore — Malásia — Chile — Bolívia — Perú

ORÇAMENTO N.º 216/84

São Paulo 20 / 07 / 84

FATURA PROFORMA N.º

Item	DISCRIMINAÇÃO	Preço Unitário	Quant	Preço
	<p>SEPARADOR ELETROMAGNÉTICO DE ROLO INDUZIDO Tipo SCRI, Mod. 100-60, com as seguintes características:</p> <p>Nº DE ROLOS: 6 DIÂMETRO DE ROLOS: 125 mm COMPRIMENTO DOS ROLOS: 1000 mm ROTAÇÕES DOS ROLOS: 80/100/120 MOTOREDUTORES DE: Dois de 6,0 HP</p> <p>A armação da máquina é construída em aço de alta permeabilidade magnética, formando assim, um circuito com fluxos de alta intensidade.</p> <p>Os rolos são construídos com aço cromo níquel, - montados com lâminas alteradas de material magnético e não magnético, que proporcionam um alto gradiente, girando sobre rolamentos superdimensionados.</p> <p>Cinco bobinas para cada módulo, construídas com fio superdimensionados, saturam os polos, fornecendo um fluxo de 22,8 kilogauss, máximo.</p> <p>A alimentação é por meio de moega, possuindo regulagem de descarga e fecho rápido, construído em aço inox antimagnético.</p> <p>As moegas de coleta dos produtos são construídas com aço inox antimagnético e possuem todos os parâmetros de regulagem de separação para repasse dos produtos não magnéticos.</p> <p>O equipamento é fornecido com um painel de comando que requer 220 V., monofásico, 60 HZ., completo de tres variadores de voltagem com um sistema de retificação para impulsionar as bobinas até 6 Amp.. D.C., independentemente para cada módulo.</p> <p>Os motores elétricos são blindados, 220/380/440V trifásicos, 60 HZ.</p> <p>Todas as partes pintadas possuem uma demão de fundo à base de epoxy e pintura sintética.</p>			
	PREÇO.....CR\$. 68.000.000,00			
(FACULTATIVA).....	EMBALAGEM.....CR\$. 3.400.000,00			
	IPI 10%.....CR\$. 7.140.000,00			
	TOTAL GERAL.....CR\$. 78.540.000,00			



ORÇAMENTO N.º 216/83

São Paulo 20 / 07 /

FATURA PROFORMA N.º

Item	DISCRIMINAÇÃO	Preço Unitário	Quant	Preço
	<p>SEPARADOR ELETROMAGNÉTICO DE ROLO INDUZIDO: Tipo SCRI, Mod. 100-40, com as seguintes caracte- rísticas:</p> <p>Nº DE ROLOS: 4 DIÂMETRO DOS ROLOS: 125 mm COMPRIMENTO DOS ROLOS: 1000 mm ROTAÇÕES DOS ROLOS: 80/100/120 MOTOREDUTORES DE: DOIS de 4,0 HP.</p> <p>A armação da máquina é construída em aço de alta permeabilidade magnética, formando assim, um circuito com fluxos de alta intensidade. Os rolos são construídos com aço cromo níquel, montados com lâminas alteradas de material magnético, que proporcionam um alto gradiente, girando sobre rolamentos superdimensionados. Cinco bobinas para cada módulo, construídas com fio superdimensionados, saturam os polos, fornecendo um fluxo de 22,8 Kilogauss, máximo. A alimentação é por meio de moega, possuindo regulação de descarga e fecho rápido construída com aço inox antimagnético. As moegas de coleta dos produtos são construídas em aço inox antimagnético e possuem todos os parâmetros de regulação de separação para repasse de produtos não magnéticos. O equipamento é fornecido com um painel de comando que requer 220V., monofásico, 60 HZ., completo de 2 variadores de voltagem com um sistema de retificação para impulsionar as bobinas até 6 Amp. D.C., independentemente para cada módulo. Os motores elétricos são blindados, 220/380/440 V., trifásicos, 60 HZ. Todas as partes pintadas possuem demão de fundo a base de epoxy e pintura sintética.</p>			
	Preço.....CR\$. 44.000.000,00			
	(FACULTATIVA).....EMBALAGEM 5%.....CR\$. 2.200.000,00			
	IPI 10%.....CR\$. 4.620.000,00			
	TOTAL GERAL.....CR\$. 50.820.000,00			



ORÇAMENTO N.º 216/84

São Paulo 20/07/84

FATURA PROFORMA N.º

Item	DISCRIMINAÇÃO	Preço Unitário	Quant	Preço
	<p>SEPARADOR ELETROMAGNÉTICO DE ROLO INDUZIDO: Tipo SCRI, mod. 50-2, com as seguintes características:</p> <p>Nº DE ROLOS: 2 DIÂMETRO DOS ROLOS: 125 mm COMPRIMENTO DOS ROLOS: 500 mm ROTAÇÕES DOS ROLOS: 80/100/120 MOTOREDUTOR DE : 3,0 HP.</p> <p>A armação da máquina é construída com aço de alta permeabilidade magnética, formando assim, um circuito com fluxos de alta intensidade. Os rolos são construídos com aço cromo níquel, montados com lâminas alternadas de material magnético e não magnético, que proporciona, um alto gradiente, girando sobre rolamentos superdimensionados. Quatro bobinas para cada módulo, construídas com fio superdimensionado, saturam os polos, fornecendo um fluxo de 22,8 kilogauss, máximo. A alimentação é por meio de moega, possuindo regulação de descarga e fecho rápido, construída com aço inox antimagnético. As moegas de coleta dos produtos são construídas com aço inox antimagnético e possuem todos os parâmetros de regulação de separação para o passe de produtos não magnéticos. O equipamento é fornecido com um painel de comando que requer 220 V., monofásico, 60 HZ., completo de retificação para impulsionar as bobinas de até 6 amp. D.C., independentemente para cada módulo. Os motores elétricos são blindados, 220/380/440V. trifásicos, 60 Hz. Todas as partes pintadas possuem uma demão de fundo à base de epoxy e pintura sintética.</p>			
	Preço.....CR\$. 23.500.000,00			
	(FACULTATIVO..... EMBALAGEM 5%.....CR\$. 1.175.000,00			
	IPI 10%.....CR\$. 2.467.500,00			
	TOTAL GERAL.....CR\$. 27.142.500,00			



ORÇAMENTO N.º 216/84

São Paulo 20 / 07 / 84

FATURA PROFORMA N.º

Item	DISCRIMINAÇÃO	Preço Unitário	Quant	Preço
	<p>SEPARADOR ELETROMAGNÉTICO DE ROLO INDUZIDO: Tipo SCRI, Mod. 50-1, com as seguintes características:</p> <p>Nº DE ROLOS: 1 DIÂMETRO DO ROLO: 125 mm COMPRIMENTO DO ROLO: 500 mm ROTAÇÕES DO ROLO: 80 ou 100 ou 120 MOTOREDUTOR DE: 1,5 HP.</p> <p>A armação da máquina é construída com aço de alta permeabilidade magnética, formando assim, um circuito com fluxo de alta intensidade. O rolo é construído com aço cromo níquel, montado com lâminas alternadas de material magnético e não magnético, que proporcionam um alto gradiente, girando sobre rolamentos superdimensionados. Quatro bobinas construídas com fio superdimensionado, saturam os polos, fornecendo um fluxo de 22,8 kilogauss, máximo. A alimentação é por meio de moega, possuindo regulagem de descarga e fecho rápido, construída em aço inox antimagnético. A moega de coletagem dos produtos é construída com aço inox antimagnético, e possui todos os parâmetros de regulagem de separação para repasse de produtos não magnéticos. O equipamento é fornecido com um painel de comando que requer 220 V., monofásico, 60 HZ., completo de um variador de voltagem com um sistema de retificação para impulsionar as bobinas até 6 amp. D.C. O motor elétrico é blindado, 220/380/440 Volts., trifásico, 60 HZ. Todas as partes pintadas possuem uma demão de fundo à base de epoxy e pintura sintética.</p>			
	Preço.....CR\$. 13.280.000,00			
	(FACULTATIVA).....EMBALAGEM 5%.....CR\$. 664.000,00			
	IPI 10%.....CR\$. 1.394.400,00			
	TOTAL GERAL.....CR\$. 15.338.400,00			

ANEXO VI
ESPIRAIS DE CONCENTRAÇÃO



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

Atibaia, 09 de Novembro de 1984.

M I N E R A L M A R
Rua Constantino Marochi, 800
CURITIBA PR

AT.: Sr. SERGIO BRIDI.

Prezados Senhores

O programa de desenvolvimento dos n/equipamentos resultou do melhoramento tanto técnico como econômico do método de beneficiamento de n/próprias minas da Alemanha.

HIDROCICLONE:

É um tipo de equipamento especializado para o tratamento de finos em suspensão, tais como areias, argilas, caulim, bentonita e geralmente minérios em suspensão de todos os tipos. É também aplicado com muito sucesso em indústrias metalúrgicas, químicas e alimentícias, onde existem problemas de separação "sólidos-líquidos", e para tratamento de efluentes onde a força centrífuga consegue uma separação efetiva.

O alcance de separação das partículas dos hidrociclones AKA-VORTEX é de 5 micra até 300 micras (ou 45 mesh) com a maioria das aplicações entre 10 e 80 micra (10 micra até 170 mesh).

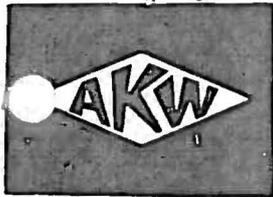
Sua fabricação é 100% nacionalizada, para todos os tamanhos, desde os menores com 10 mm até os de 1.200 mm de diâmetro. Os menores são confeccionados em Vulkollan, um poliuretano da Bayer, altamente resistente à abrasão, relativamente leve e de fácil instalação. Os maiores são em aço, revestidos com borracha natural. Confeccionamos também em cerâmica para aplicações especiais, ou completamente em borracha.

Os Hidrociclones também são adotados na Regeneração de Emulsões de refrigeração empregadas nas operações de retífica de aço e metais, na Regeneração de suspensões de bentonita aplicado no sistema de diafragma e em perfurações.

Fabricamos grupos de hidrociclones em paralelo, incluindo DISTRIBUIDORES do tipo "AKA-ARANHA".

CLASSIFICADOR HIDRÁULICO:

Para classificação de areia entre 60 mesh e 12 mesh possuímos equipamentos especiais. Este classificador, também chamado Upstream Classifier, é muito utilizado na classificação em faixas granulométricas estreitas usadas em fundições ou para a indústria cerâmica.



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

- 2 -

ESPIRAIS CONCENTRADORAS:

Confeccionamos estas Espirais, tipo HUMPHREYS, modelo REICHERT MARK 6 e 7. São usadas para concentração de minérios de qua se todos os tipos que dispoem de uma diferença significativa de pesos específicos, tais como hematita, cassiterita, scheelita e especificamente ouro. Temos Espirais especiais para finos de carvão, chamadas MARK 9 e MARK 10.

A Espiral MARK 7 foi desenvolvida especificamente para a recu peração de Ouro fino até 20 micra.

São as chamadas concentradoras em calhas helicoidais.

As Espirais substituem cada vez mais as mesas vibratórias.

Este equipamento é fabricado no Brasil sob licença da firma MINERAL DEPOSITS LTD., da Austrália.

OUTRAS ATIVIDADES:

Fornecemos lay-outs completos para uso em plantas de beneficiaia mento, deslamagem, separação de areias, superfinos, elutriação fracionamento, concentração, e em muitos casos de espessamento de minerais de todos os tipos.

Esperamos que as informações acima sejam uteis para s/Empresa. No caso de V.Sas., desejarem maiores esclarecimentos sobre al gum assunto pertinente queiram, por gentileza, preencher o Questionário Geral, anexo, e nos encaminhar diretamente.

Sem mais para o momento, mui

atenciosamente

AKW DO BRASIL EQUIP. PARA MINERAÇÃO LTDA.

VOLKER EISENLOHR
Dir. Técnico

ANEXOS: Catálogos
Questionário Geral



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

INSTALAÇÃO DE ENSAIOS PARA ESPIRAL DE
CONCENTRAÇÃO, MODELO REICHERT - MARCK VI,
SINGLE. (CIRUÍTO FECHADO, PODENDO SER
USADA TAMBÉM EM CIRCUÍTO ABERTO)

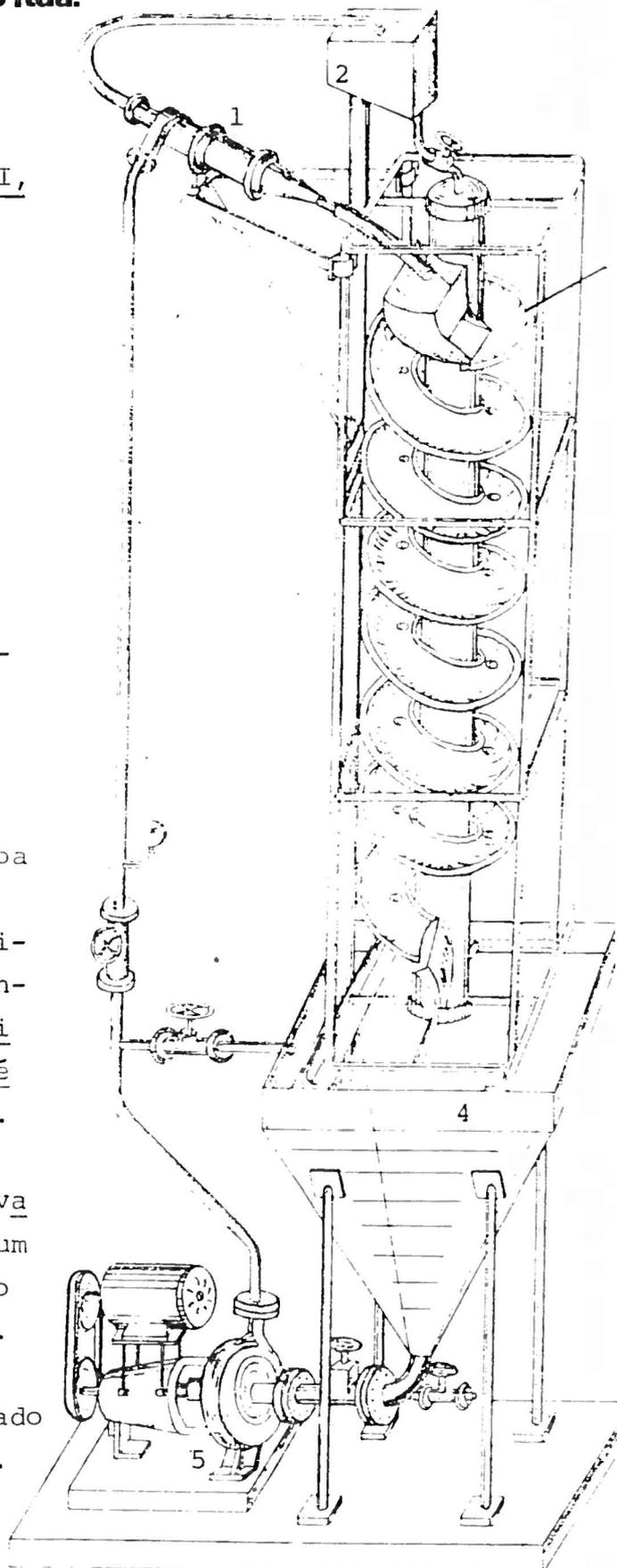
É constituída de:

- 1) 1 Hidrociclone RWS 2515
- 2) 1 Tanque de Overflow
- 3) Espiral Reichert
- 4) Tanque de Coleta (= tanque de alimentação da Bomba)
- 5) 1 Bomba Centrífuga

O hidrociclone será alimentado pela bomba centrífuga com a polpa mineral-água. Esta suspensão será espessada até aproximadamente 500 g/l no Hidrociclone e o underflow dele alimenta diretamente a Espiral Concentradora Reichert, onde as espécies úteis serão separadas dos rejeitos.

Os dois componentes serão misturados novamente no tanque de coleta para efetuar um circuito fechado. O efeito de separação será determinado através de amostragens.

Para testes em escala piloto o concentrado e o rejeito serão coletados em separado.





AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

ESPIRAIS CONCENTRADORAS

GERAL:

Após muitos anos de operação contínua e construção de Concentradoras Espirais de peso leve a MINERAL DEPOSITS LTD. da Austrália desenvolveu uma espiral chamada MARK II e MARK VI.

A precisão de controle e ajustamento disponível nesta concentradora permite uma seletividade mais alta do que em outras concentradoras deste tipo.

As espirais são construídas em fibra de vidro leve, com revestimento de poliuretano e borracha, nas zonas de maior desgaste; para proteção contra a abrasão, e resistência a corrosão. As espirais são rígidas e duráveis e quando corretamente instaladas em estruturas de suporte (como fornecidas), seu tempo de vida útil é bastante prolongada, mesmo nas condições mais pesadas possíveis.

PRINCIPIO DE OPERAÇÃO:

A Espiral é um Separador helicoidal. O mecanismo de concentração é baseado na combinação de sedimentação retardada gravitacional e o escoamento intersticial das partículas finas, combinado com a ação da água de lavagem que remove a camada superior de ganga, da camada inferior que é o concentrado.

Os concentrados das partículas mais pesadas seguem na seção mais baixa da concha e mais perto do centro da hélice, e são separadas através de uma série de separadores (splitters) providenciadas cada meia volta da espiral. Os minerais mais leves são carregados dentro do fluxo de água na parte mais alta do perfil da concha. Os minerais da ganga seguem para baixo e são retirados no fundo como rejeito.

./..



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

- 2 -

CARACTERÍSTICA DO EQUIPAMENTO:

A Espiral Reichert MK consiste de conchas helicoidais duplas arrumadas ao redor de uma coluna central comum de maneira que cada espiral consiste de duas entradas. Cada hélice é construída em fibra de vidro contínuo que normalmente é revestido de poliuretano.

Os concentrados são retirados através de separadores patenteados inseridos dentro da concha e segurados com uma porca de fixação. O concentrado gravita dos separadores até a coluna central que serve como recipiente do concentrado e é coletado no fundo. A espiral padrão contém 5 voltas, mas a de 7 voltas é a mais utilizada.

A água de lavagem é fornecida através de um duto também helicoidal aberto que é arrumado em torno da coluna central.

A quantidade de água pode ser controlada pela rotação de saídas de plástico inseridas no duto de água. A água de lavagem em excesso junta-se aos concentrados no fundo da coluna.

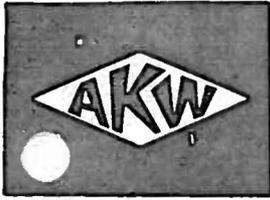
CAPACIDADE E DESENHO:

A capacidade depende da natureza do minério e da natureza da separação desejada. Mas, em termos gerais, pode-se dizer que duas a três toneladas por hora de sólidos é típico para uma espiral dupla. As concentradoras espirais são normalmente fornecidas junto com estruturas de tubo de aço acoplado em bancos com sistemas de distribuição para a polpa e para a água de lavagem. O resultado é uma unidade bem compacta e fácil para ser instalada.

CRITÉRIOS METALÚRGICOS:

A Espiral aceita partículas até um máximo de 5 mm e concentra

./...



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

- 3 -

partículas até 2 mm. O limite inferior para uma separação efetiva é de 0,07 mm (200 mesh) para minerais com peso específico alto em comparação com a ganga.

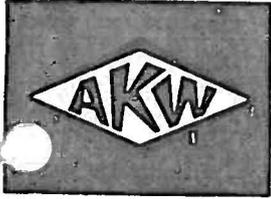
A concentração de sólidos na alimentação deve ser em torno de 25 - 30% em peso. Concentrações maiores podem ser usadas também.

A espiral Reichert necessita 60 - 90 litros/min de água de lavagem por espiral dupla, dos quais 20 litros irão junto com o concentrado.

Anexamos folheto informando sobre as dimensões.

A AKW DO BRASIL fabrica estas espirais no Brasil sob licença da MINERAL DEPOSITS da Austrália.

A fabricação é 100% nacionalizada.



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

AV. CASPER LÍBERO, 390 - 7.º ANDAR - SALA 709 - TELEFONES:
PABX 277-1212 - DIRETO 227-1972 - SÃO PAULO

ESPIRAL CONCENTRADORA REICHERT

AKW - MDL

INTRODUÇÃO:

A experiência de muitos anos de operação e construção contínua de Espirais Concentradoras de peso leve culminou no desenvolvimento do modelo MK VI Espiral Reichert da MINERAL/DEPOSITS da Austrália. A AKW DO BRASIL fabrica e fornece estas Espirais no Brasil sob licença com um índice de nacionalização de 100%, inclusive as peças sobressalentes. A AKW também fornece a Assistência Técnica.

A precisão do controle e ajustagem disponível nesta concentradora permite um grau de seletividade superior ao de outras concentradoras deste tipo oferecidas no mercado. As espirais são confeccionadas em lâ de vidro de peso leve com uso extensivo de poliuretano e borracha na zonas de abrasão e corrosão. As espirais são rígidas e duráveis e fazem um serviço por muitos anos em condições de trabalho severas quando instaladas corretamente.

PRÍNCIPIO DE OPERAÇÃO:

A Espiral é um concentrador de canal helicoidal onde o escoamento laminar se combina com a ação centrífuga e de atrito. Com a ação da água de lavagem dosada corretamente remove-se a lâmina de ganga da lâmina inferior de concentrado. Os concentrados das partículas mais pesadas se acumulam na parte mais fina e ficam perto do centro devido a sua maior inércia e atrito, enquanto os minerais mais leves são arrastados mais acentuadamente pela água para a parte superior da calha. O concentrado é retirado através de aberturas reguláveis equipadas com desviadores colocados cada meia volta na parte mais funda da secção.

A função do desviador é captar o mineral pesado para a abertura que é ligada com a coluna do espiral, coletora dos concen-



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

AV. CASPER LÍBERO, 390 - 7.º ANDAR - SALA 709 - TELEFONES :
PABX 277-1212 - DIRETO 227-1972 - SÃO PAULO

- 2 -

trados.

A separação é relativamente rápida e já visível logo nas primeiras três ou quatro voltas, ficando o material das demais voltas constituindo middlings. Os middlings produzidos nas últimas três ou quatro voltas são apurados num estágio de espirais, chamada espiral limpadora ou "cleaner". Os rejeitos são carregados no fluxo de água ao longo da borda externa do perfil e retirados no colector no fundo da espiral.

CARACTERÍSTICA DO EQUIPAMENTO:

A Espiral Reichert MK VI consiste de duas calhas helicoidais entrelaçadas entre si em torno de uma coluna comum de suporte de maneira que cada unidade possui dois pontos iniciais de - alimentação e duas saídas para rejeitos. O coletor dos concentrados é a coluna comum de suporte.

As Espirais de lâ de vidro são revestidas com uma camada lisa e uniforme de poliuretano de alta resistência contra abrasão, aplicada com técnica especial.

A Espiral padrão possui sete voltas, porém existem também de 5 voltas para minerais de fácil separação.

A água de lavagem é fornecida por uma calha aberta acompanhando a espiral. A adição de água controla-se com espigots plásticos rotativos colocados cada 20 cm no fundo da calha.

Opcionalmente os espigots podem ser fechados com plugs plásticos conforme a necessidade da regulagem.

DETALHES TÉCNICOS:

- 1) CAPACIDADE: A capacidade de uma Espiral depende da natureza do material e da separação desejada. Porém, é típico - calcular com duas a três toneladas/hora de sólidos para uma Espiral dupla.
- 2) INSTALAÇÃO: A Espiral é normalmente fornecida como unidade auto-suportante numa estrutura de tubos de aço completa com Distribuidor de pressão de polpa e manifold para distribuição de água de lavagem para cada espiral. As unidades de - bancos consistem de 2, 4, 6, 8, 10 ou 12 espirais e são for



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

AV. CASPER LÍBERO, 390 - 7.º ANDAR - SALA 709 - TELEFONES:
PABX 277-1212 - DIRETO 227-1972 - SÃO PAULO

- 3 -

nedidas praticamente prontas para a operação com um mínimo de esforço para a instalação. O peso de uma Espiral Dupla é de 75 kg.

- 3) OPERAÇÃO: A unidade não possui partes móveis e uma vez regulada pode-se deixar trabalhar continuamente praticamente sem manutenção por muito tempo. O custo de operação é mínimo e a supervisão requerida é bastante reduzida, especialmente quando a concentração da polpa e o fluxo permanecem constantes.
Os desviadores móveis permitem uma regulagem extrema de grau de concentração juntamente com a regulagem da água de lavagem. O concentrador Espiral Reichert MK VI mostra uma performance extraordinária mesmo com minerais de pequena diferença em densidades, exigindo pouca prática dos operadores.
- 4) GRANULOMETRIA: A Espiral aceita partículas até 5 mm e concentra partículas até 2 mm. O limite inferior é de 200 - mesh (70 microns) e até 325 mesh (44 microns) para minerais de alta densidade em relação ao rejeito. A concentração de lama pode ser tolerada até 5% de finos, se a água de lavagem for limpa.
- 5) DENSIDADE DA POLPA: Espirais Reichert normalmente trabalham com concentrações da polpa alimentada de 30 a 40% de sólidos por peso. Valores superiores ou inferiores podem ser usados em casos especiais. Normalmente usa-se hidrociclones para espessamento, deslamagem e em casos especiais pré-concentrados.
- 6) ÁGUA DE LAVAGEM: O gasto de água de lavagem é de 60 a 80 litros por minuto por Espirais Reichert Dupla. Os 20 litros vão junto com o concentrado, após a separação. A pressão é regulada com uma válvula e deve ser mantida entre 0,6 a 0,8 m.c.a. Os bancos são fornecidos com tubos de visão para o controle da água de lavagem.



AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

AV. CASPER LÍBERO, 390 - 7.º ANDAR - SALA 709 - TELEFONES:
PABX 277-1212 - DIRETO 227-1972 - SÃO PAULO

- 4 -

- 7) APLICAÇÃO: Exemplos típicos de aplicação são concentrações de Ilmenita, Rutilo, Zircão, Monazita, Cassiterita, Cromita, Magnetita, Wolframita, Hematita, Scheelita, Ouro. Também: Vermiculita e outros tipos de mica, carvão mineral e outras aplicações especiais.

..... *****

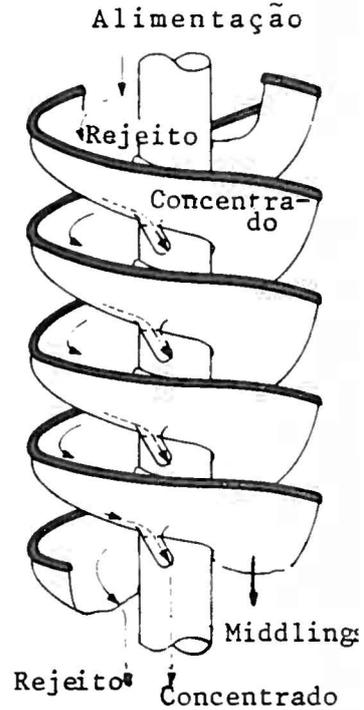
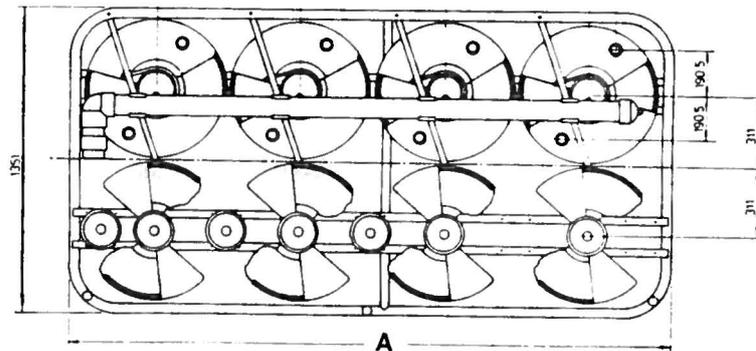
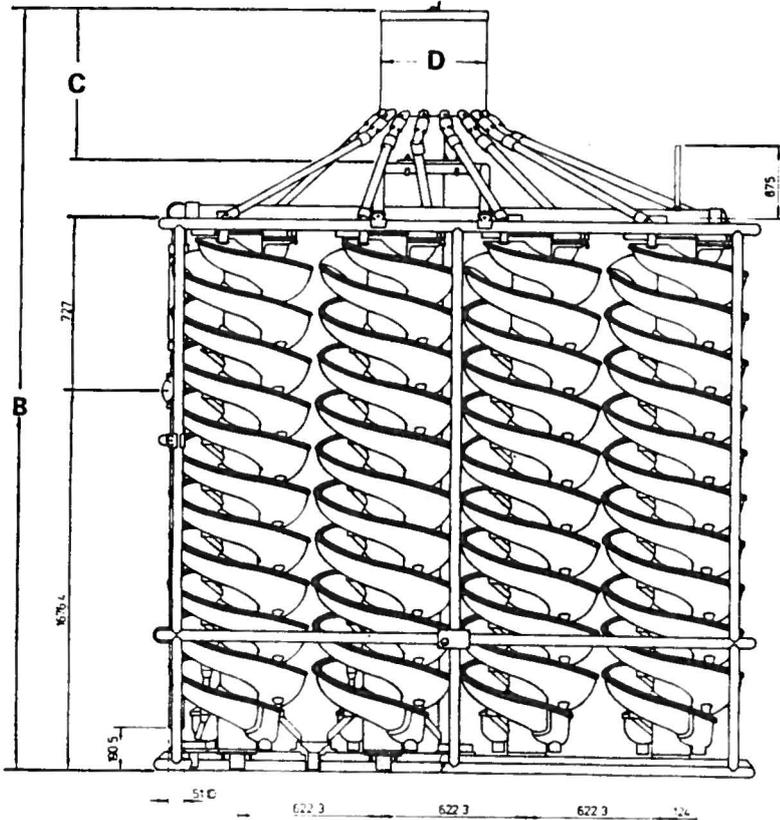


AKW DO BRASIL

Equipamentos para mineração Ltda.

AV. CASPER LÍBERO, 390 - 7.º ANDAR - SALA 709 - TELEFONES:
PABX 277-1212 - DIRETO 227-1972 - SÃO PAULO

BANCO CONJUNTO PARA 8 ESPIRAIS



ESQUEMA DE
FUNCIONAMENTO

ESPIRAL CONCENTRADORA (ESPIRAL REICHERT):

A Espiral Concentradora é um separador para minérios de granulometria fina e trabalha a base de escoamento laminar combinado com ação centrífuga e de atrito.

A fração leve é arrastada para a parte superior do perfil da calha enquanto a fração pesada (concentrado) se concentra no fundo, onde ela é retirada pelas coletoras reguláveis. Os middlings são retirados nas últimas voltas da espiral. A água de lavagem corre em calha aberta e é dosada conforme necessidade da separação.

xistem espirais de 7 e de 5 voltas; espirais simples e duplas.

MATERIAL DE CONSTRUÇÃO: Lã de Vidro com revestimento de poliuretano

ANEXO VII

ANÁLISES QUÍMICAS DE ILMENITA E ZIRCONITA

TABELA XV

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA ILMENITA - Resultados de análise via Úmida e fluorescência de Raios-X

AMOSTRA	ÓXIDOS	TiO ₂ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %	Nb ₂ O ₅ %	Cr ₂ O ₃ %	V ₂ O ₅ %	FeO/ Fe ₂ O ₃	Fe Total %	Fe Total /TiO ₂
IP- 15	am2	48,30	29,01	13,58	0,10	0,053-0,063	0,029-0,037		2,13	42,59	0,88
IP- 15	am3	52,20	25,31	16,35	0,10	0,066-0,080	0,015-0,020		1,54	41,66	0,79
IM-1491R	am2	48,50	32,57	11,73	0,10	0,054-0,066	0,018-0,023		2,77	44,30	0,91
IM-1491R	am3	53,66	23,24	17,52	0,11	0,072-0,087	0,076-0,093		1,32	40,76	0,76
PD-401	am2	50,90	30,04	12,21	0,10	0,066-0,080	0,038-0,047		2,46	42,25	0,83
IRA-183	am2	56,78	10,87	26,80	0,09	0,070-0,084	0,045-0,057		0,40	37,67	0,66
IM-1490R	am2	51,05	23,61	17,79	0,10	0,063-0,076	0,045-0,057		1,32	41,40	0,81

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO MINÉRIO



Cliente: Minerais do Paraná S.A. - MINEROPAR

- Setor: GEFEM

- Área : Programa de Cooperativas

N.º 53.42

(S/Ref.: MEM

(N/Ref.: 69/

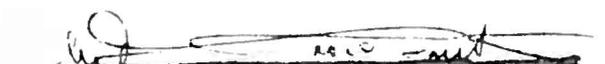
1º - Separação em bromofórmio e pesagem das frações leve e pesada.

Amostras	Fração leve	Fração pesada
nºs	g	g
SB - 02	2,5343	90,0373
SB - 05	4,7290	90,7626
SB - 08	7,6246	133,0396

2º - Análise granulométrica da fração pesada.

Amostras	Peso total	+65 mesh	-65 +100 mesh	-100 +200 mesh	-200 mesh
nºs	g				
SB - 02	88,4270	-	3,8630g (4,36%)	75,5640g (85,45%)	9,0000g (10,17%)
SB - 05	89,2630	0,1352g (0,15%)	11,4454g (12,82%)	71,9172g (80,56%)	5,7652g (6,45%)
SB - 08	131,1439	0,4660g (0,35%)	22,2736g (16,98%)	104,9506g (80,02%)	3,4537g (2,63%)

Belo Horizonte, 18 de outubro de 1984.


Marcelo Fonseca Cavalcanti

CRC.



Cliente: Minerais do Paraná S.A. - MINEROPAR

- Setor: GEFEM

- Área : Programa de Cooperativas

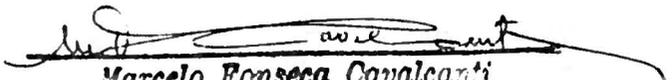
(S/Ref.: MEMO

(N/Ref.: 69/03

Análise da fração pesada após separação em bromofórmio - Determinação de densidade

AMOSTRAS	ZrO ₂	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe	Y	d
n.ºs	%	%	%	%	%	ppm	g/cm ³
SB - 02	61,8	4,7	31,4	0,37	0,22	720	4,43
SB - 05	62,4	4,2	31,4	0,33	0,18	820	4,52
SB - 08	63,5	2,5	32,3	0,34	0,13	820	4,64

Belo Horizonte, 18 de outubro de 1984


Marcelo Fonseca Cavalcanti
CRQ II N.º 02300278

CRC.

DATA: 28-9-84

ANÁLISE N.º 5704

MATERIAL: Zircônia SU 01 CÓDIGO:

LOTE: A-1498 Quantidade kg.:

PRODUTOR: MT FORNECEDOR: idem

AMOSTRA RECEBIDA EM: 19 09 84

ANÁLISE SOLICITADA POR: Celso

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
VSOL.			Aparência	granulado fino		
SiO2		32.58	Côr Cru	maxxon		
Al2O3		7.80	Côr Calc.	maxxon		
Fe2O3		0.29	Fusão c/ Borax			
TiO2		0.75	Magnéticos:	% Espec.	% Ma	
CaO		isento	Am Párciais			
MgO		0.04	Susp Aq			
Na2O			Limpeza	P. Pretos		
K2O			FUSÃO A1260°C			
Li2O			Côr			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
SO3 c/o Na2So4			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
			PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
2x O2		58.10				
UMIDADE		0.04	COLETOR			
P. FOGO(°C)		0.15	TOTAL			
TOTAL		99.78	OBS.:			

Raquel
ANALISTA

[Signature]
CHEFE LAB.

DATA: 28.9.84

ANÁLISE N.º 5706

MATERIAL: Zircônia GV 01

CÓDIGO:

LOTE: A-1500

Quantidade kg.:

PRODUTOR: MT

FORNECEDOR: idem

AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84

ANÁLISE SOLICITADA POR: Celso

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
INSOL.			Aparência	<u>granulado fino</u>		
SiO ₂		<u>38.86</u>	Côr Cru	<u>maxon</u>		
Al ₂ O ₃		<u>2.08</u>	Côr Calc.	<u>lig rosado</u>		
Fe ₂ O ₃		<u>0.29</u>	Fusão c/ Borax			
TiO ₂		<u>1.70</u>	Magnéticos:	% Espec.	% Mo	
CaO		<u>isento</u>	Am Pórciais			
MgO		<u>0.03</u>	Susp Aq			
Na ₂ O			Limpeza	P. Pretos		
K ₂ O				FUSÃO A1260°C		
Li ₂ O			Côr			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
SO ₃ c/o Na ₂ SO ₄			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
<u>ZrO₂</u>		<u>58.74</u>	PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
UMIDADE		<u>0.07</u>				
P. FOGO(°C)		<u>0.08</u>	COLETOR			
TOTAL		<u>99.85</u>	TOTAL			
			OBS.:			

Raquel
 ANALISTA

gath
 CHEFE LAB.

DATA: 28.9.84 ANÁLISE N.º 5707
 MATERIAL: Zircônia G.V. 02 CÓDIGO:
 LOTE: A.1501 Quantidade kg.:
 PRODUTOR: M.T. FORNECEDOR: idem
 AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84
 ANÁLISE SOLICITADA POR: Celso

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
INSOL.			Aparência	<u>granulado fino</u>		
SiO2		<u>32.42</u>	Côr Cru	<u>maxim</u>		
Al2O3		<u>3.24</u>	Côr Calc.	<u>levemente rosado</u>		
Fe2O3		<u>0.36</u>	Fusão c/ Borax			
TiO2		<u>1.80</u>	Magnéticos:	% Espec.	% Ma:	
CaO		<u>isento</u>	Am Parciais			
MgO		<u>0.05</u>	Susp Aq			
Na2O			Limpeza	P. Pretos		
K2O				FUSÃO A1260°C		
Li2O			Côr			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
03 c/o Na2So4			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
<u>ZrO2</u>		<u>61.80</u>	PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
UMIDADE		<u>0.07</u>	COLETOR			
P. FOGO (°C)		<u>0.11</u>	TOTAL			
TOTAL		<u>99.85</u>	OBS.:			

Raquel
ANALISTA

[Signature]
CHEFE LAB.

DATA: 28.9.84

ANÁLISE N.º 5708

MATERIAL: Zircônia Gv 03

CÓDIGO:

LOTE: A-1502

Quantidade kg.:

PRODUTOR: M.T

FORNECEDOR: idem

AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84

ANÁLISE SOLICITADA POR: Alto

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
INSOL.			Aparência	<u>granulado fino</u>		
SiO ₂		<u>24.64</u>	Côr Cru	<u>marrom</u>		
Al ₂ O ₃		<u>2.40</u>	Côr Calc.	<u>levemente rosado</u>		
Fe ₂ O ₃		<u>0.17</u>	Fusão c/ Borax			
TiO ₂		<u>1.60</u>	Magnéticos:	% Espec.	% Max.	
CaO		<u>15.716</u>	Am Párciais			
MgO		<u>0.05</u>	Susp Aq			
Na ₂ O			Limpeza	P. Pretos		
K ₂ O				FUSÃO A1260°C		
Li ₂ O			Côr			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
3 c/o Na ₂ SO ₄			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
<u>FeO₂</u>		<u>70.72</u>	PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
UMIDADE		<u>0.05</u>	COLETOR			
P. FOGO (°C)		<u>0.08</u>	TOTAL			
TOTAL		<u>99.71</u>	OBS.:			

Raquel.
 ANALISTA

[Signature]
 CHEFE LAB.

DATA: 28.9.84

ANÁLISE N.º 5709

MATERIAL: Zirconita IPO2

CÓDIGO:

LOTE: A-1503

Quantidade kg.:

PRODUTOR: M.T.

FORNECEDOR:

AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.9.84

ANÁLISE SOLICITADA POR: Celso

RESULTADOS

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
NSOL.			Aparência	granulado fino		
SiO2		79.78	Côr Cru	marrom		
Al2O3		3.12	Côr Calc.	lig. rosado		
Fe2O3		0.22	Fusão c/ Borax			
TiO2		0.85	Magnéticos:	% Espec.	% Me.	
CaO		15.76	Am Parciais			
MgO		0.05	Susp Aq			
Na2O			Limpeza	P. Pretos		
K2O				FUSÃO A1260°C		
Li2O			Côr			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
SO3 c/o Na2SO4			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
ZrO2		15.61	PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
UMIDADE		0.07	COLETOR			
P. FOGO(°C)		0.08	TOTAL			
TOTAL		99.78	OBS.:			

Raquel
 ANALISTA

[Signature]
 CHEFE LAB.

TA: 28.09.84 ANÁLISE N.º 0710
 MATERIAL: Zircônio TP 03 CÓDIGO:
 LOTE: A.1504 Quantidade kg.:
 PRODUTOR: M.T. FORNECEDOR: idem
 AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84
 ANÁLISE SOLICITADA POR: Celso

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
SOL.	%	%				
SiO2		24.36	Aparência	<u>granulado fino</u>		
Al2O3		1.80	Côr Cru	<u>marrom</u>		
Fe2O3		0.31	Côr Calc.	<u>lig. rosado</u>		
TiO2		1.35	Fusão c/ Borax			
CaO		<u>isento</u>	Magnéticos:	% Espec.	% Max.	
MgO		0.06	Am Párciais			
Na2O			Susp Aq			
K2O			Limpeza	P. Pretos		
Li2O			FUSÃO A1260°C			
Cl c/o NaCl			Côr			
SO3 c/o Na2SO4			Fusib.:			
<u>ZrO2</u>		<u>71.86</u>	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
			PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
UMIDADE		0.04	COLETOR			
P. FOGO (°C)		0.09	TOTAL			
TOTAL		99.90	OBS.:			

Karuel
ANALISTA

[Signature]
CHEFE LAB.

ATA: 28.9.84 ANÁLISE N.º 5711
MATERIAL: Zircônia IP 04 CÓDIGO:
LOTE: A-1505 Quantidade kg.:
PRODUTOR: M.T FORNECEDOR: idem
AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84
ANÁLISE SOLICITADA POR: celso

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
INSOL.			Aparência	<u>Granulado fino</u>		
SiO2		<u>30.02</u>	Côr Cru	<u>marrom</u>		
Al2O3		<u>1.90</u>	Côr Calc.	<u>levemente rosado</u>		
Fe2O3		<u>0.35</u>	Fusão c/ Borax			
TiO2		<u>1.60</u>	Magnéticos:	% Espec.	% Ma.	
CaO		<u>75ento</u>	Am Párciais			
MgO		<u>0.05</u>	Susp Aq			
Na2O			Limpeza	P. Pretos		
K2O			FUSÃO A1260°C			
Li2O			Côr			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
SO3 c/o Na2SO4			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
<u>ZrO2</u>		<u>65.80</u>	PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
UMIDADE		<u>0.04</u>	COLETOR			
P. FOGO(°C)		<u>0.10</u>	TOTAL			
TOTAL		<u>99.86</u>	OBS.:			

Raquel
ANALISTA

[Signature]
CHEFE LAB.

DATA: 28.9.84 ANÁLISE N.º 5712
 MATERIAL: Bauxita IP 05 CÓDIGO: _____
 LOTE: A.1506 Quantidade kg.: _____
 PRODUTOR: MT FORNECEDOR: idem
 AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84
 ANÁLISE SOLICITADA POR: celso

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
ISOL.			Aparência <u>granulado fino</u>			
SiO ₂		<u>86.94</u>	Cór Cru <u>maxxon</u>			
Al ₂ O ₃		<u>9.32</u>	Cór Calc. <u>levemente rosado</u>			
Fe ₂ O ₃		<u>0.18</u>	Fusão c/ Borax			
TiO ₂		<u>0.85</u>	Magnéticos: % Espec. % Max			
CaO		<u>isento</u>	Am Pórciais			
MgO		<u>0.03</u>	Susp Aq			
Na ₂ O			Limpeza P. Pretos			
K ₂ O			FUSÃO A1260°C			
Li ₂ O			Cór			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
SO ₃ c/o Na ₂ SO ₄			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
			PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
<u>ZnO₂</u>		<u>9.37</u>				
UMIDADE		<u>0.05</u>	COLETOR			
P. FOGO (°C)		<u>0.08</u>	TOTAL			
TOTAL		<u>99.82</u>	OBS.:			

Raquel
 ANALISTA

[Assinatura]
 CHEFE LAB.

DATA: 28.9.84 ANÁLISE N.º 5714
 MATERIAL: Zircônia IP06 CÓDIGO:
 LOTE: P1508 Quantidade kg.:
 PRODUTOR: M.T. FORNECEDOR: idem
 AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84
 ANÁLISE SOLICITADA POR: Pelso

R E S U L T A D O S

QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
	%	%				
USOL.			Aparência <i>granulado fino</i>			
SiO2		90.48	Cór Cru <i>maxon</i>			
Al2O3	-	2.30	Cór Calc. <i>levemente rosado</i>			
Fe2O3		0.21	Fusão c/ Borax			
TiO2		0.85	Magnéticos: % Espec. % M			
CaO		isento	Am Párciais			
MgO		0.09	Susp Aq			
Na2O			Limpeza P. Pretos			
K2O			FUSÃO A1260°C			
Li2O			Cór			
Cl c/o NaCl			Fusib.:			
S03 c/o Na2So4			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
<i>ZrO2</i>		5.73	PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULAD.
UMIDADE		0.05				
P. FOGO(°C)		0.05	COLETOR			
TOTAL		99.75	TOTAL			
			OBS.:			

Rosavel
ANALISTA

patb
CHEFE LAB.

TA: 289.84 ANÁLISE N.º 5715
MATERIAL: Zircônia IP 07 CÓDIGO:
LOTE: 2-1509 Quantidade kg.:
PRODUTOR: M.T FORNECEDOR: idem
AMOSTRA RECEBIDA EM: 19.09.84
ANÁLISE SOLICITADA POR: celso

R E S U L T A D O S

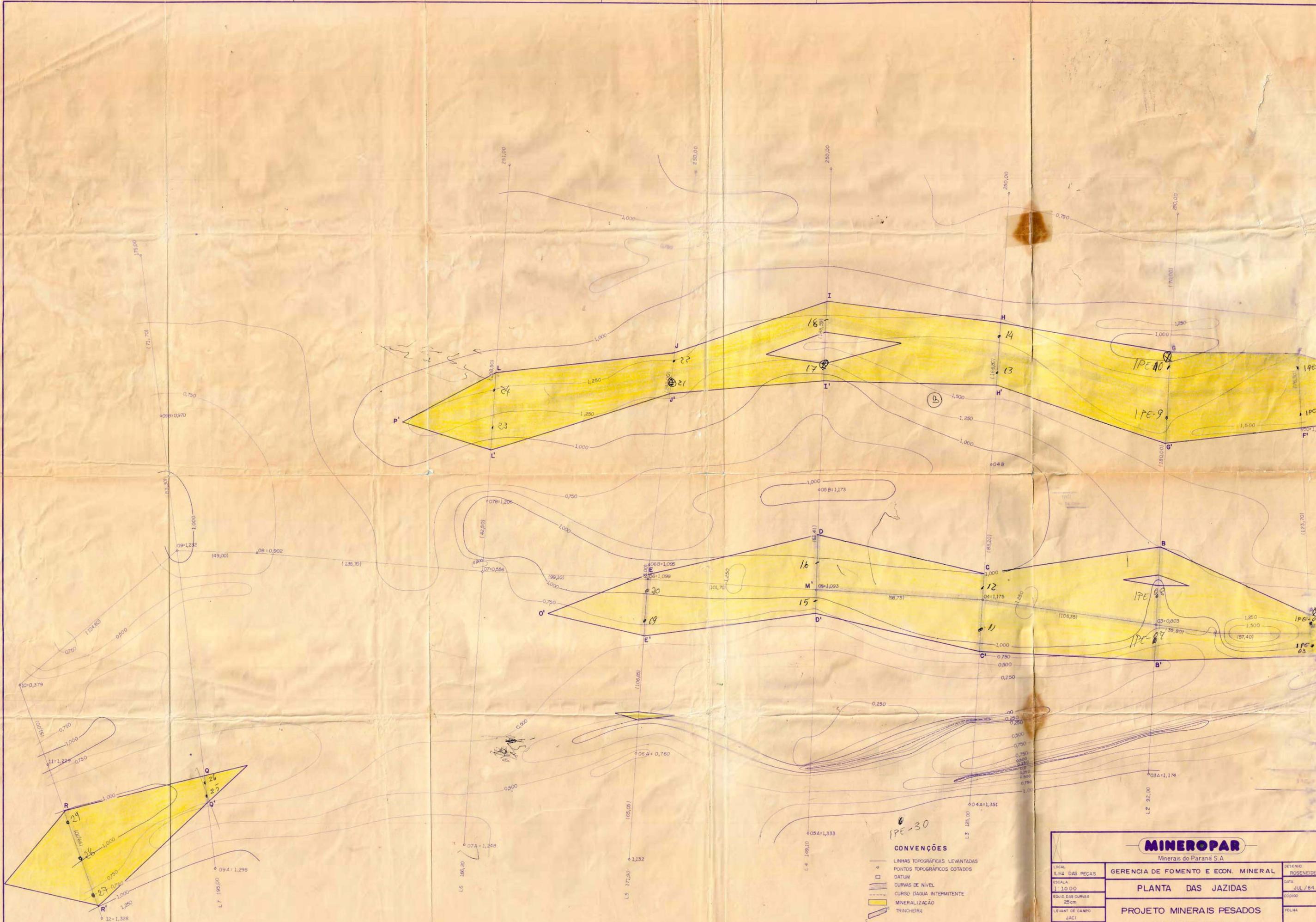
QUÍMICOS			FÍSICOS			
DETERMINADO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO				
OL.	%	%				
SiO2		45.46	Aparência	granulado		
Al2O3		5.30	Côr Cru	branco		
Fe2O3		0.19	Côr Calc.	levemente rosado		
TiO2		1.60	Fusão c/ Borax			
CaO		isento	Magnéticos:	% Espec.	% Max.	
MgO		0.08	Am. Parciais			
Na2O			Susp. Aq.			
K2O			Limpeza	P. Pretos		
Li2O				FUSÃO A1260°C		
Cl c/o NaCl			Côr			
S03 c/o Na2S04			Fusib.:			
			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
			PENEIRA	ESPECIFIC.	% RETIDA	% ACUMULADA
UMIDADE		0.09	COLETOR			
P. FOGO(°C)		0.15	TOTAL			
TOTAL		99.82	OBS.:			

laonle
ANALISTA

jaeth
CHEFE LAB.

ANEXO VIII
MAPA PLANI-ALTIMÉTRICO

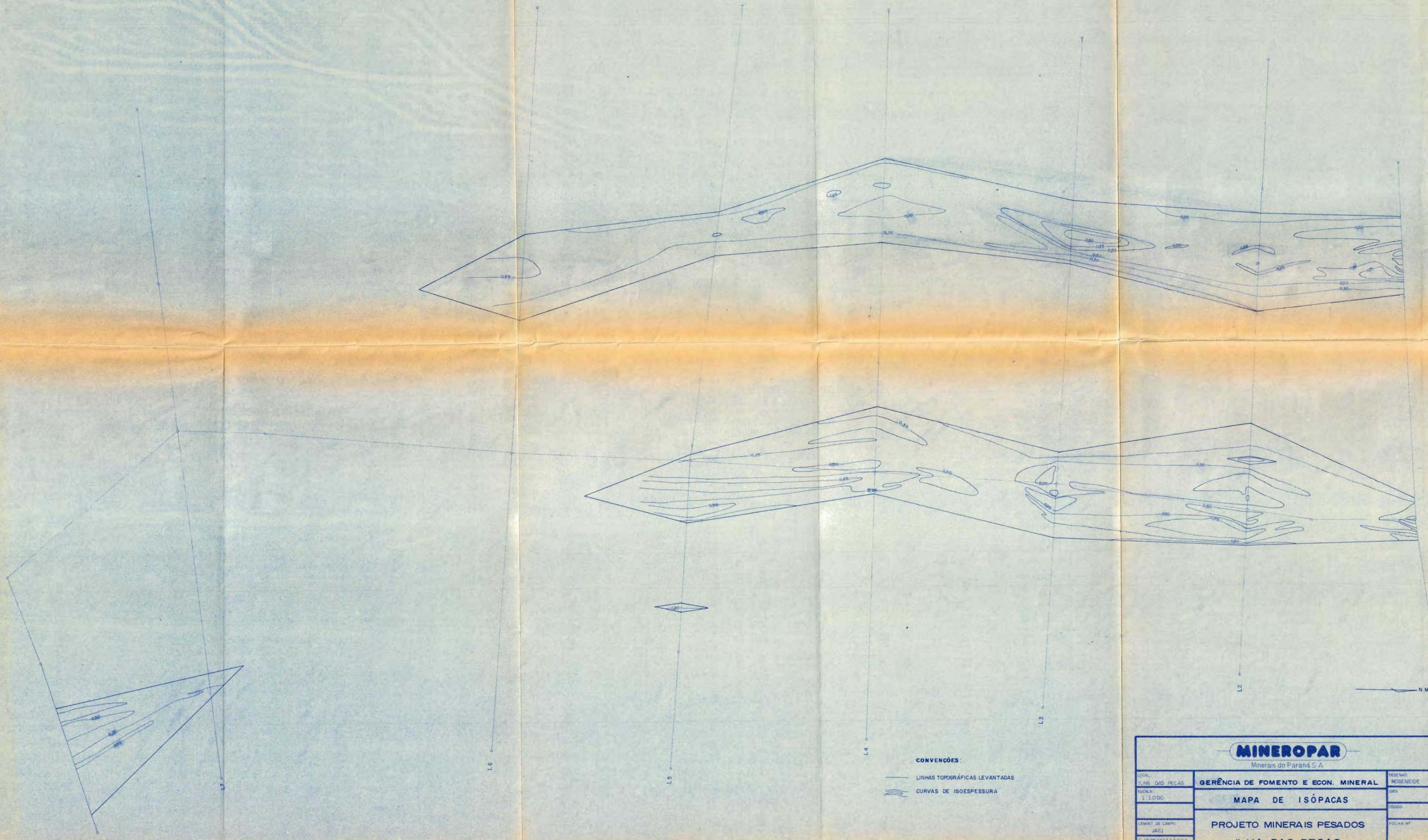
ANEXO IX
PLANTA DAS JAZIDAS



- CONVENÇÕES**
- LINHAS TOPOGRÁFICAS LEVANTADAS
 - PONTOS TOPOGRÁFICOS COTADOS
 - DATUM
 - CURVAS DE NÍVEL
 - - - CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
 - MINERALIZAÇÃO
 - ▭ TRINCHEIRA

MINEROPAR Minerais do Paraná S.A.		
LOCAL ILHA DAS PEÇAS	GERENÇA DE FOMENTO E ECON. MINERAL	DESENHO ROSENEIDE
ESCALA 1:10.00	PLANTA DAS JAZIDAS	DATA JUL/84
EQUÍV. DAS CURVAS 25 cm	PROJETO MINERAIS PESADOS	ESPÍLIO
LEVANT. DE CAMPO JACÍ	ILHA DAS PEÇAS	FOLHA
ELABORAÇÃO DE CÁLCULO GATE/CARTOGRAFIA		

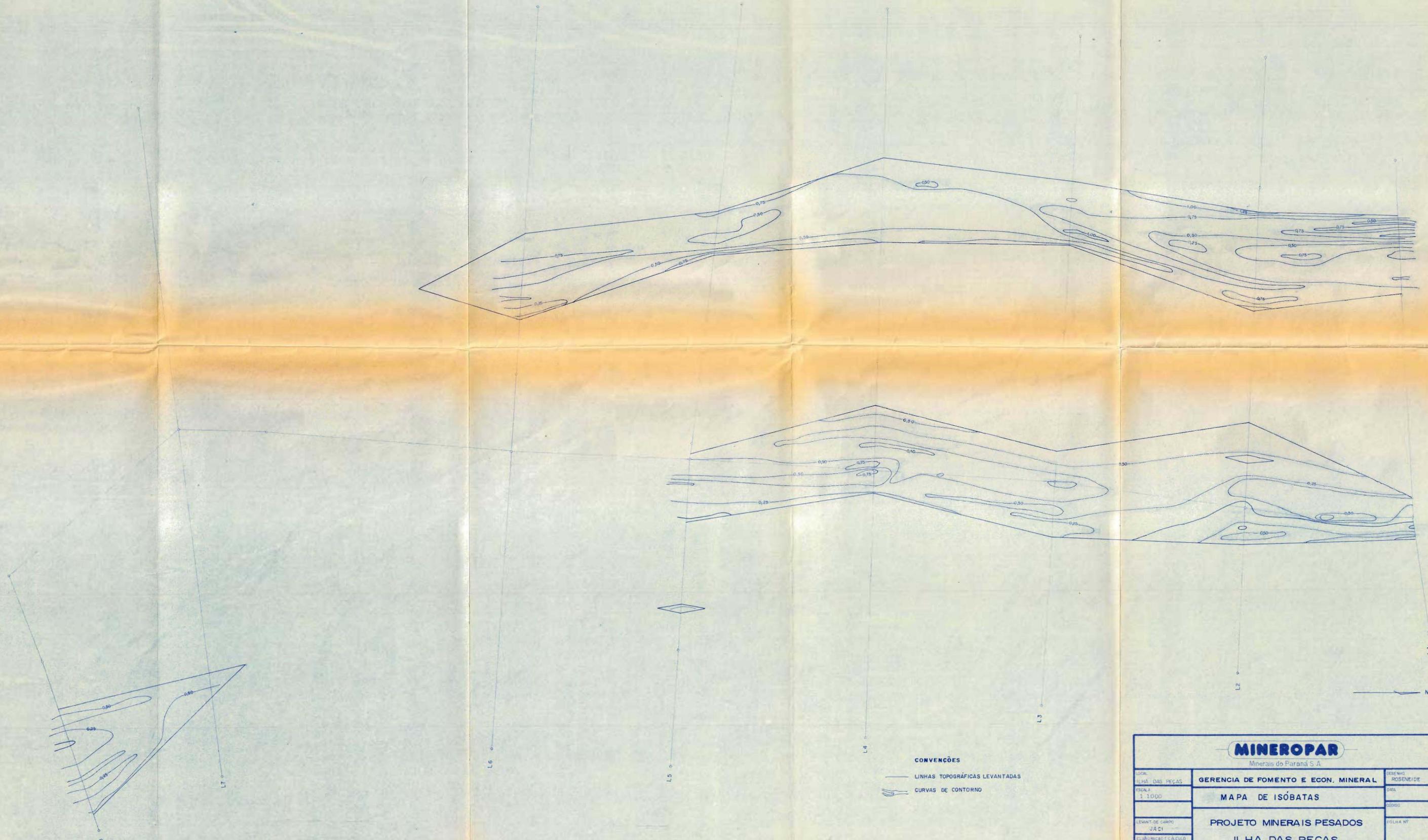
ANEXO X
MAPA DE ISÓPACAS



CONVENÇÕES:
 — LINHAS TOPOGRÁFICAS LEVANTADAS
 — CURVAS DE ISOESPESURA

MINEROPAR Minerais do Paraná S.A.		
LOCAL: ILHA DAS PEÇAS	GERÊNCIA DE FOMENTO E ECON. MINERAL	DESENHO: ROSENEIDE
ESCALA: 1:1.000	MAPA DE ISÓPACAS	DATA:
LEVANT. DE CAMPO: JACJ	PROJETO MINERAIS PESADOS	FOLHA Nº:
ELABORAÇÃO E CÁLCULO: EATY / CARTOGRAFIA	ILHA DAS PEÇAS	

ANEXO XI
MAPA DE ISÓBATAS

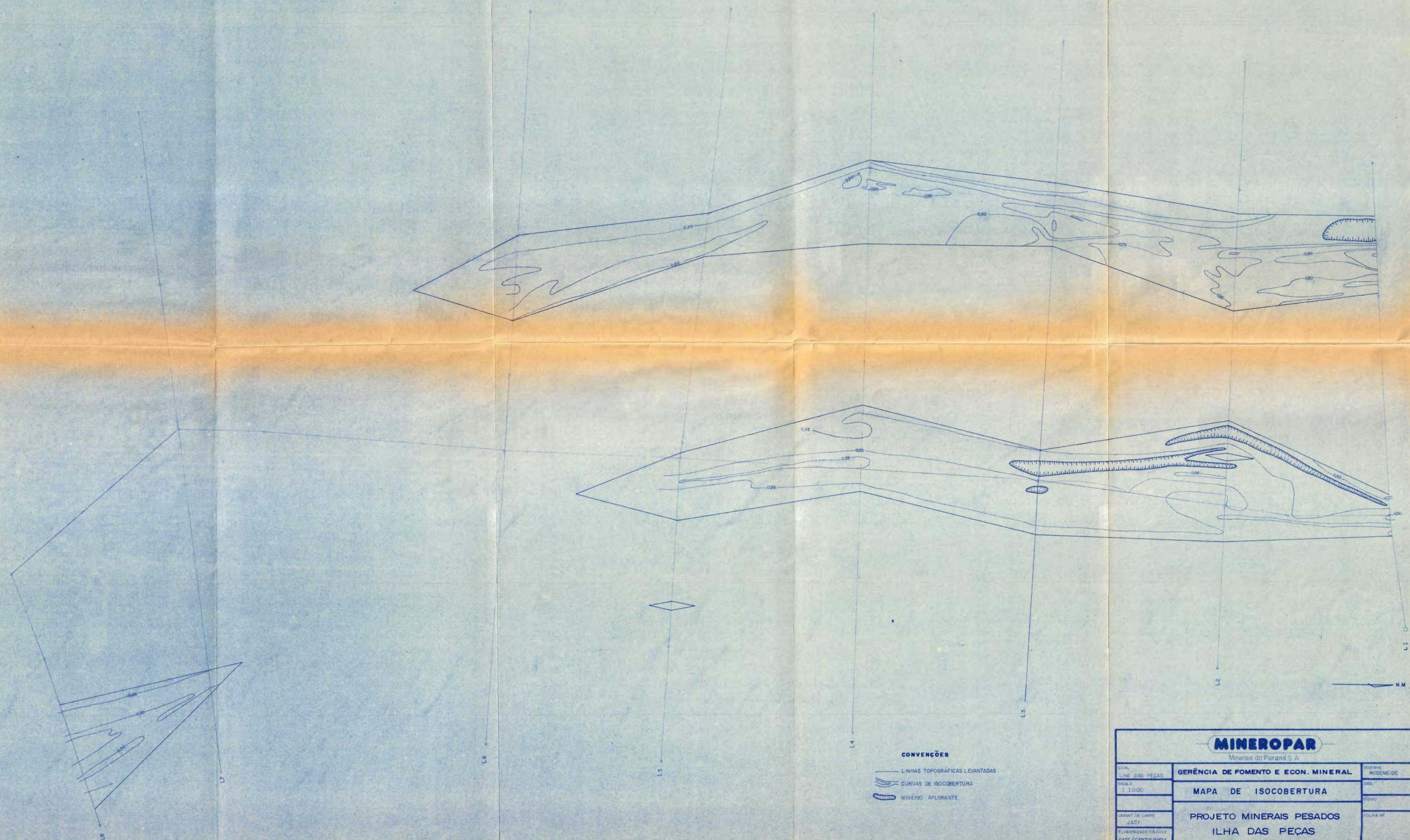


CONVENÇÕES
 — LINHAS TOPOGRÁFICAS LEVANTADAS
 — CURVAS DE CONTORNO

MINEROPAR Mineris do Paraná S.A.		
LOCAL ILHA DAS PEÇAS	GERENCIA DE FOMENTO E ECON. MINERAL	DESENHO ROSENEIDE
ESCALA 1:1000	MAPA DE ISÓBATAS	DATA
LEVANT. DE CAMPO J&C	PROJETO MINERAIS PESADOS	CÓDIGO
ELABORAÇÃO E CÁLCULO GATE/CARTOGRAFIA	ILHA DAS PEÇAS	FOLHA Nº

ANEXO XII

MAPA DE ISOCOBERTURA



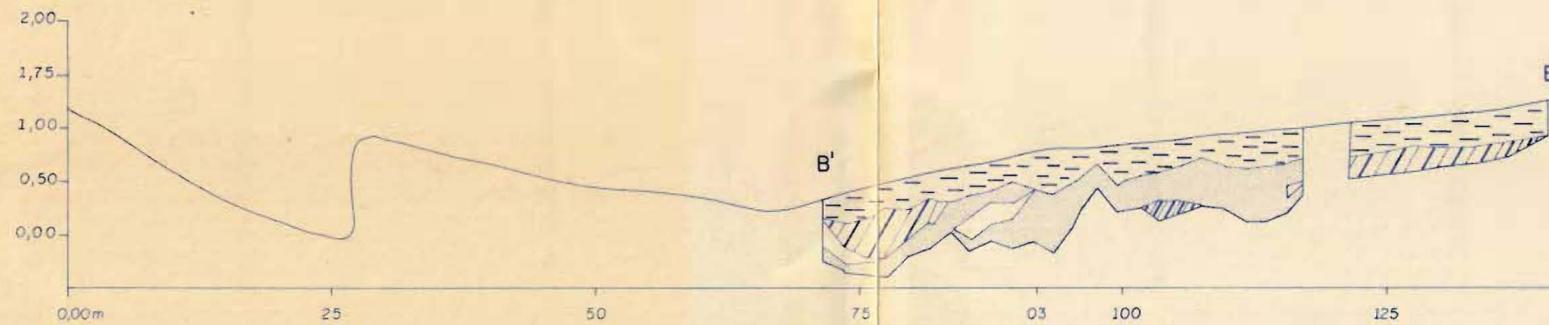
- CONVENÇÕES**
- LINHAS TOPOGRÁFICAS LEVANTADAS
 - CURVAS DE ISOCOBERTURA
 - MINÉRIO AFLORANTE

MINEROPAR Minerais do Paraná S.A.		
LOCAL ILHA DAS PEÇAS	GERÊNCIA DE FOMENTO E ECON. MINERAL	DESENHO ROSENEIDE
ESCALA 1:1000	MAPA DE ISOCOBERTURA	DATA
LEVANT. DE CAMPO JACI	PROJETO MINERAIS PESADOS	ESCALA
ELABORAÇÃO E CÁLCULO GATE/CARTOGRAFIA	ILHA DAS PEÇAS	FOLHA Nº

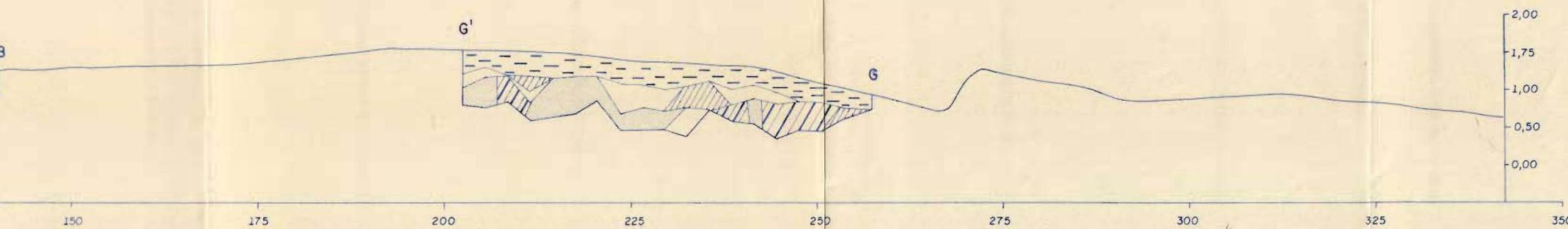
ANEXO XIII

SECÇÕES GEOLÓGICAS A'A, B'B, F'F e G'G

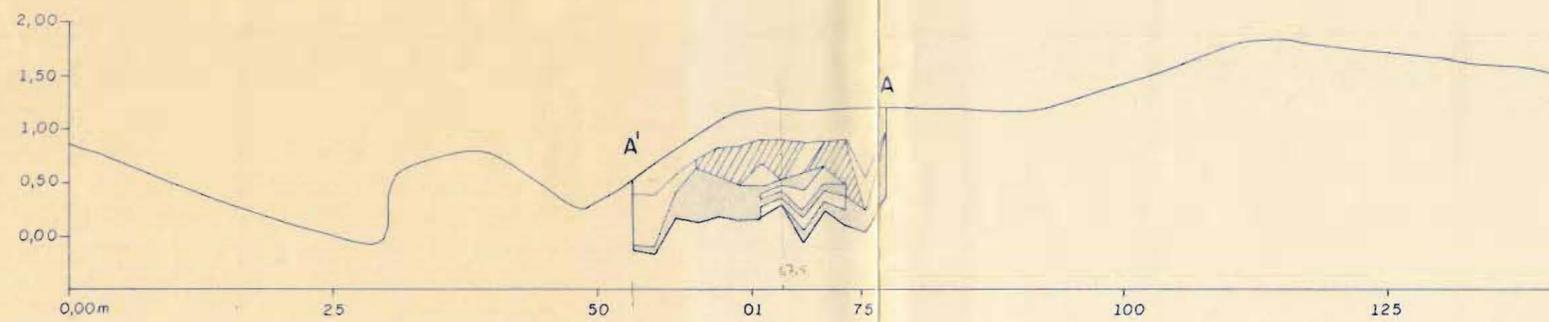
CORTE TRANSVERSAL B' B



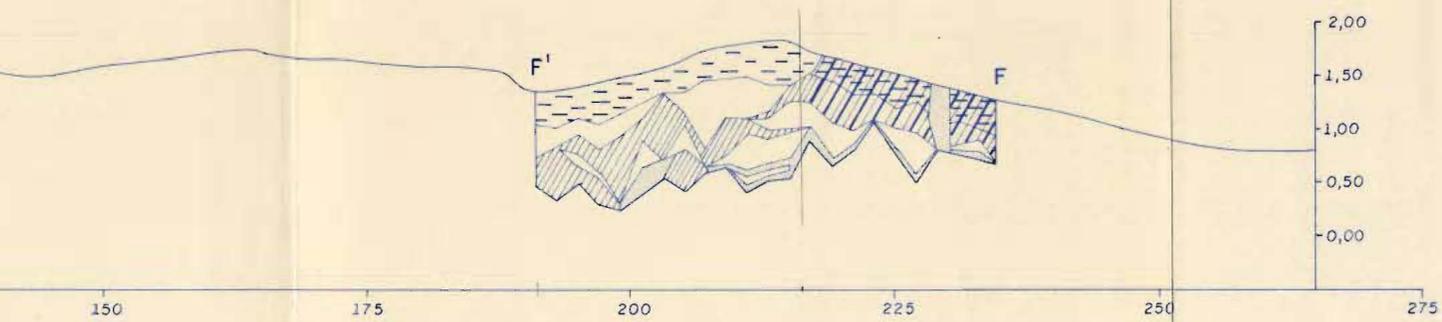
CORTE TRANSVERSAL G' G



CORTE TRANSVERSAL A' A



CORTE TRANSVERSAL F' F



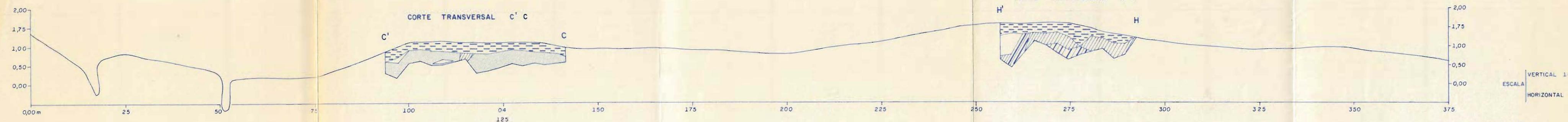
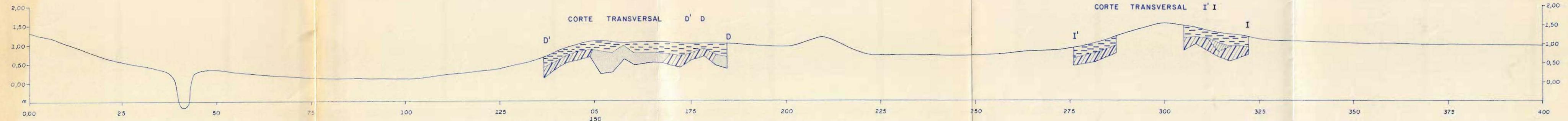
CONVENÇÕES

-  SOLO
-  MINÉRIO COM TEOR > 50 %
-  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 30 e 50 %
-  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 10 e 30 %
-  MINÉRIO COM TEOR < 10 %

ESCALA
 VERTICAL 1:50
 HORIZONTAL 1:500

ANEXO XIV

SECÇÕES GEOLÓGICAS C'C, D'D, H'H e I'I

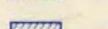
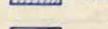


ESCALA

VERTICAL 1:50

HORIZONTAL 1:500

CONVENÇÕES

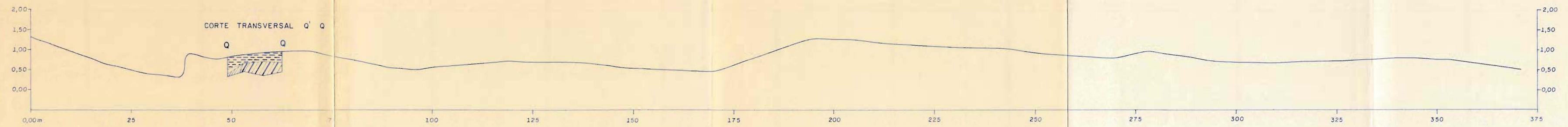
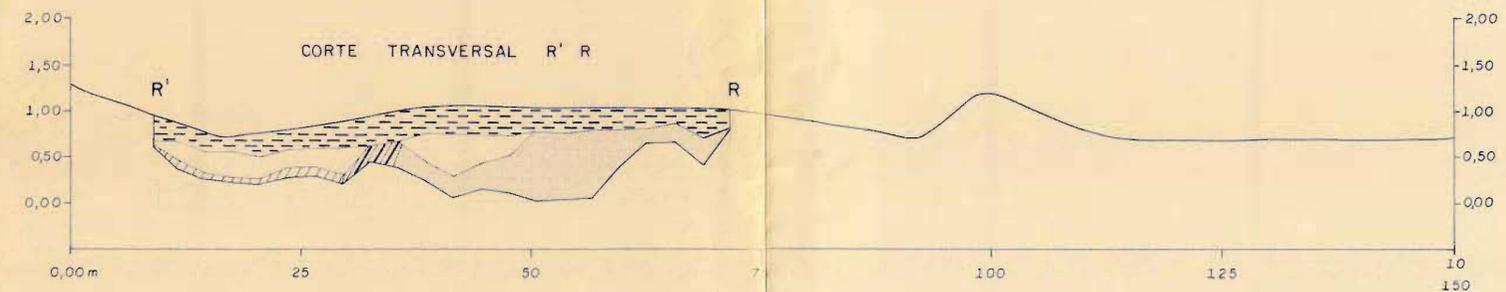
-  SOLO
-  MINÉRIO COM TEOR > 50 %
-  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 30 e 50 %
-  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 10 e 30 %
-  MINÉRIO COM TEOR < 10 %

ANEXO XV

SECÇÕES GEOLÓGICAS E'E, J'J e L'L

ANEXO XVI

SECÇÕES GEOLÓGICAS Q'Q e R'R

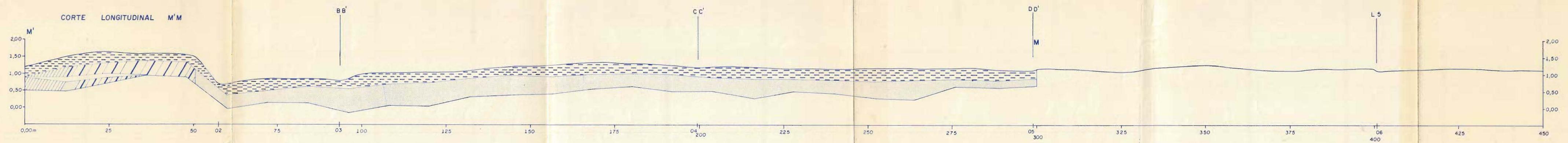


CONVENÇÕES

-  SOLO
-  MINÉRIO COM TEOR > 50 %
-  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 30 e 50 %
-  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 10 e 30 %
-  MINÉRIO COM TEOR < 10 %

ESCALA
 VERTICAL 1:50
 HORIZONTAL 1:500

ANEXO XVII
SECÇÃO GEOLÓGICA M'M



- CONVENÇÕES
-  SOLO
 -  MINÉRIO COM TEOR > 50 %
 -  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 30 e 50 %
 -  MINÉRIO COM TEOR ENTRE 10 e 30 %
 -  MINÉRIO COM TEOR < 10 %
- ESCALA
- | | |
|------------|-------|
| VERTICAL | 1:50 |
| HORIZONTAL | 1:500 |

