

ESTIMATIVA ECONÔMICA  
PROJETO ILHA DOS CAVALOS

MF  
549.21  
(816.22)  
L 732

**MINEROPAR**

**Minerais do Paraná S.A.**

Min  
Minerais do Paraná S/A.  
BIBLIOTÉCA

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

ESTIMATIVA ECONÔMICA  
PROJETO ILHA DOS CAVALOS

Gilmar Paiva Lima  
Marco César Ceballos Bonatto

Curitiba  
FEV/87

MINEROPAR  
Minerais do Paraná S/A.  
BIBLIOTÉCA

MP  
549.21  
(816.22)  
L 732

Registro n. f1340



Biblioteca/Mineropar

**MINEROPAR**  
Minerais do Paraná S/A.  
**BIBLIOTÉCA**  
REG. 1340 DATA 24. 10. 88

## SUMÁRIO

1 - Introdução .....	01
2 - Geologia do Depósito .....	01
3 - Metodologia de Pesquisa .....	02
4 - Lavra do Minério .....	05
5 - Análise Econômica .....	06
6 - Conclusões .....	11

## 1 - INTRODUÇÃO

De todas as atividades de garimpo nas margens do Rio Tibagi - PR, a Ilha dos Cavalos destacou-se por ser a frente de trabalho de mais intensa atividade durante a década de 70. Segundo informações de garimpeiros que trabalham na área o garimpo chegou a abrigar cerca de 200 homens e a paralisação dos serviços deu-se no decorrer do segundo ano, motivada essencialmente pela má condução dos trabalhos.

## 2 - GEOLOGIA DO DEPÓSITO

O depósito da Ilha dos Cavalos define-se geomorfologicamente como um terraço às margens da planície de inundação do rio, distante deste não mais de 50 metros. Está posicionado em cota média de 585 m, sujeito a inundações parciais durante as grandes enchentes.

A geometria do depósito obedece o relevo do antigo leito do rio, destacando-se como especto principal uma lente de cascalho preenchendo uma depressão sob a forma de uma marmitta gigante, que está estruturada por um dique de rocha mais resistente (diabásio) e entalhada em pacote siltico-argiloso. A sedimentação dentro desta caldeira ocorreu, no mínimo, durante duas fases distintas: a primeira quando o sub-ambiente apresentava intenso turbilhamento com deposição lenta e alta capacidade de concentração e as fases tardias de assorramento pleno da bacia, relativas ao período na qual o rio migrava lateralmente.

Esta dinâmica da sedimentação afetou diretamente a distribuição das partículas e elementos pesados dentro da bacia, estratificando o depósito ou formando leques de horizontes mais e menos enriquecidos. Tal controle mantém íntima relação com as porções mais deprimidas do "bed rock" onde preferencialmente estão situadas as camadas mais ricas em material pesado e analogamente em bens minerais de interesse (diamante e ouro). Este modelo de jazimento encontra forte sustentação teórica pela similaridade com situação idêntica em lei-

to ativo, onde a pesquisa desenvolvida pela Empresa forneceu elementos balizadores do potencial desses sítios de deposição (Arroio Grande - Campina dos Pupos, Ortigueira - PR).

No "monchão" da Ilha dos Cavalos destaca-se um pacote de sedimentos rudáceos relacionados com a fase tardia da Bacia, que os dados preliminares das escavações de pesquisa indicam representar 70% da reserva total de cascalho e para as porções mais concentradas o percentual em volume gira em torno de cinco.

A ação dos garimpeiros ocupou-se em lavrar as partes ricas da jazida, através de um sistema de catas desenvolvido em forma ambiciosa e desorganizada. Isto fez com que a porção central da Bacia e parte de suas bordas ficassem com prometidas para o prosseguimento dos trabalhos de garimpagem; diluição do teor pelo entulhamento com estéril e a excessiva infiltração de água ao se atingir os níveis próximos ao "bed rock".

### 3 - METODOLOGIA DE PESQUISA

A partir da constatação da ocorrência e de seu potencial através dos trabalhos regionais de prospecção do Projeto Diamante, seguiram-se as atividades de semidetalhe com vistas a delimitar a cascalheira, estimar seus teores e perspectivas da área. Inicialmente, a fim de estender os limites até então conhecidos do corpo, foi efetuada uma campanha de sondagens à trado mecânico que nos forneceu a primeira idéia da geometria da cascalheira e as espessuras do capeamento estéril (solo areno-argiloso, por vezes essencialmente arenoso). Na seqüência foram escavados 20 poços de secção 1 x 1 m em uma área de 1,5 hectares, as informações oriundas deste levantamento desenharam o relevo do embasamento juntamente com as primeiras impressões da natureza do cascalho (espessura média e capacidade de concentração do ambiente).

Os dados até então obtidos não eram suficientes para a avaliação dos teores em ouro e diamante do corpo de cascalho. A continuação da pesquisa mineral obedeceu os se

guintes critérios para a avaliação do conteúdo nos bens minerais de interesse:

- Amostras de volume, com expectativa de recuperação de partículas interessantes;

- Amostras simples ou compostas que fossem representativas das porções mineralizadas em volume e localização, e

- Tratamento da amostra segundo um fluxograma que atinge índices de recuperação de 100% ou próximos a isto.

Baseado nos critérios acima referidos foram efetuadas duas amostras do Depósito.

**AMOSTRA 1** (poço 21) - Amostra simples localizada na região de enriquecimento médio em elementos pesados, fora da influência turbilhonar do pretérito paleo-relevo. A partir da interpretação de modelos de deposição similares podemos afirmar que esta zona perfaça 25% do conteúdo em cascalho da Bacia. O poço 21 com secção quadrada de 2 m<sup>2</sup> forneceu um volume de material que "in situ" corresponde a nove metros cúbicos, o intervalo de cascalho foi integralmente tratado de forma manual (jogo de peneiras e "sluice box"). Desta amostra foram recuperados 1,95 ct de diamantes (10 pedras) e 0,470 g de ouro.

**AMOSTRA 2** (cachimbos 02-09) - Amostra composta localizada na borda da bacia coletado integralmente a intervalo do sedimento, do topo a base da camada. Os cachimbos foram distribuídos ao longo de 40 metros da porção aflorante, ver mapa em anexo. Com a composição destas oito amostras resultou uma amostra composta de 99 metros cúbicos de material empolado, a uma razão  $K = 1,18$  para este tipo de sedimento. A secção amostrada correspondeu à fase de sedimentação já anteriormente citada como fase tardia de deposição ou fase de assorimento final, correspondente a mais de metade do Depósito.

A amostra foi tratada por jigagem mecânica e mesa vibratória, sendo a recuperação final dos concentrados e fetuada manualmente através do jogo de peneiras e bateamento mais amalgamação. A partir de 84 metros cúbicos foram recuperados 5,95 ct de diamantes (36 pedras) e 1,977 g de ouro.

QUADRO RESUMO

Amostra	Volume m <sup>3</sup>	Diamante Recp.	Ouro Recp. g	P/ct	Observação	Teor
01	9,0	1,95 ct	0,470	5,1	Amostra simples	0,22 ct/m <sup>3</sup> 0,052 g/m <sup>3</sup>
02	84,0	5,95 ct	1,977	6,0	Amostra composta	0,07 ct/m <sup>3</sup> 0,023 g/m <sup>3</sup>

#### 4 - LAVRA DO MINÉRIO

A lavra do cascalho da Ilha dos Cavalos, pode ser dividida em duas etapas, uma acima do nível freático, onde a retirada do material pode ser realizada utilizando-se equipamentos convencionais em terraplenagem, como trator, pás carregadeiras e caminhões e outra, abaixo daquele nível, onde o emprego de draga irá se fazer necessário.

Para fins de elaboração do presente trabalho, irá se considerar a reserva acima do nível freático como 72% da reserva total, ou seja, 18.500 m<sup>3</sup> de cascalho, estando os restantes 7.200 m<sup>3</sup> abaixo daquele nível.

A produção prevista para o empreendimento será de 15 m<sup>3</sup>/h, o que acarretará a seguinte vida útil para o projeto:

- . volume de material: 25.700 m<sup>3</sup>
- . produção: 15 m<sup>3</sup>/h
- . horas trabalhadas por dia: 8 h
- . dias trabalhados por ano: 300 dias
- .  $25.700 \text{ m}^3 \div (15 \text{ m}^3/\text{h} \times 8 \text{ h}/\text{dia} \times 300 \text{ dias}/\text{ano}) = 0,7$   
anos = 8,5 meses.

O tempo necessário à retirada do capeamento não influi na vida útil do projeto por ser a mesma realizada em paralelo com a lavra do minério, já que uma relativamente elevada parcela do cascalho já foi anteriormente decapeada, quando de trabalhos ali desenvolvidos por garimpeiros.

Quanto ao teor médio de diamante, contido no minério, considerando-se o capeamento ainda existente, pode ser determinado da seguinte forma:

$$\frac{18.000 \text{ m}^3 \times 0,07 \text{ ct}/\text{m}^3 + 6.400 \text{ m}^3 \times 0,22 \text{ ct}/\text{m}^3 + 1.300 \text{ m}^3 \times 0,60 \text{ ct}/\text{m}^3}{39.900 \text{ m}^3} =$$

$$= 0,086 \text{ ct}/\text{m}^3.$$

Já para o ouro, o teor médio pode ser assim considerado:

$$\frac{18.000 \text{ m}^3 \times 23 \text{ mg}/\text{m}^3 + 6.400 \text{ m}^3 \times 52 \text{ mg}/\text{m}^3 + 1.300 \text{ m}^3 \times 250 \text{ mg}/\text{m}^3}{39.900 \text{ m}^3} =$$

$$= 26,9 \text{ mg}/\text{m}^3.$$

Devido ao baixo teor de ouro, bem como a pequena re-

serva de cascalho, torna-se não econômico qualquer investimento para recuperação do mesmo, sendo desconsiderado no presente estudo.

Para a lavra do minério, será utilizado um trator sobre esteiras, que fará a remoção do capeamento e desagregação do material, sendo este carregado por uma pá carregadeira sobre pneu em caminhões dotados de caçamba, para transporte à planta de beneficiamento. Da mesma forma, o capeamento, após remoção e empilhamento pelo trator sobre esteiras, será carregado e transportado à área de bota-fora, onde não venha a ocasionar problemas futuros a lavra.

A planta de beneficiamento, devido à pequena reserva de cascalho, será montada no local, constituindo-se basicamente de uma grelha para retirada do produto grosseiro, peneira vibratória para classificação do material passante na grelha e jigues, para concentração deste material. O concentrado obtido nos jigues será apurado manualmente, utilizando-se para isto peneiras e pessoal treinado e habilitado para este fim.

Como equipamentos auxiliares, devemos ter bombas de sucção e mangotes suficientes para manter a provisão de água na caixa de alimentação da mesma aos jigues, que deve ser sempre constante e uniforme.

## 5 - ANÁLISE ECONÔMICA

Como exposto anteriormente, para a lavra do cascalho, serão utilizados equipamentos convencionais como tratores, pás e caminhões, em uma fase preliminar e draga de sucção na fase seguinte.

O dimensionamento destes equipamentos é feito a seguir:

- Trator sobre Esteiras: este equipamento fará remoção preliminar do capeamento, para posterior carga e transporte pela pá e caminhão, bem como a desagregação do cascalho. Para a produção de 15 m<sup>3</sup>/h de minério, haverá a necessidade de remoção de 2.000 m<sup>3</sup>/mês de material estéril, considerando a

espessura média deste de 4 m.

A produção deste tipo de equipamento na remoção do solo situa-se na faixa de  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ , o que levaria a uma demanda mensal de 80 h de máquina. Já para o cascalho, prevê-se a necessidade de 40 h de máquina mensal, para que seja atingida a produção necessária. Assim, a necessidade global deste equipamento deverá ser de aproximadamente 120 h/mês, o que acarretaria no seguinte custo:

- . horas necessárias: 120 h/mês
- . custo horário do equipamento: Cz\$ 500,00
- . custo mensal:  $120 \text{ h/mês} \times \text{Cz\$ } 500,00/\text{h} = \text{Cz\$ } 60.000,00$ .

O equipamento, pelas premissas adotadas, teria uma ociosidade de 50%, não sendo aqui considerado o custo decorrente deste fato.

- Pá Carregadeira: este equipamento irá atuar na carga tanto do cascalho quanto do capeamento, previamente desagregado pelo trator sobre esteiras. O volume mensal de material a ser carregado será:

- . cascalho:  $15 \text{ m}^3/\text{h} \times 200 \text{ h/mês} \times 1,18 = 3.540 \text{ m}^3$
- . capeamento:  $2.000 \text{ m}^3 \times 1,18 = 2.360 \text{ m}^3$
- . volume total:  $5.900 \text{ m}^3$ .

A capacidade de um equipamento de porte pequeno, nas condições previstas, é de aproximadamente  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  de material carregado. Assim, é previsto o seguinte custo mensal:

- . horas necessárias:  $5.900 \text{ m}^3 \div 50 \text{ m}^3/\text{h} = 118 \text{ h}$
- . custo horário: Cz\$ 250,00
- . custo mensal:  $118 \text{ h} \times \text{Cz\$ } 250,00 = \text{Cz\$ } 29.500,00$ .

Da mesma forma, não foi aqui considerado o custo decorrente da ociosidade do equipamento.

- Caminhões: para transporte do cascalho e capeamento à planta de beneficiamento e bota-fora, respectivamente, serão utilizados caminhões dotados de caçamba com capacidade para  $6 \text{ m}^3$  de material. O número de caminhões necessários será:

- . distância média de transporte: 500 m
- . velocidade média carregado: 30 km/h = 500 m/min
- . velocidade média descarregado: 40 km/h = 670 m/min
- . eficiência da operação: 80%
- . tempo de carga: 5'
- . tempo de descarga e manobras: 2'
- . tempo de ciclo:  $\frac{1}{0,8} \left( \frac{500}{500} + \frac{500}{670} + 5' + 2' \right) = 10,9'$
- . volume mensal de material: 5.900 m<sup>3</sup>
- . nº mensal de viagens realizadas:  
(60' ÷ 10,9') x 8 h x 25 dias = 1.100 viagens
- . nº de caminhões necessários:  
5.900 m<sup>3</sup> ÷ (1.100 x 6 m<sup>3</sup>) = 0,9 = 1 caminhão.

Logo, 1 caminhão atende a produção desejada. O custo deste veículo é de Cz\$ 2.000,00/dia o que acarreta um custo mensal de Cz\$ 50.000,00.

Os demais custos operacionais envolvidos no processo serão:

- Mão-de-Obra: pode ser composta de 1 Engenheiro de Minas (tempo parcial), 1 encarregado e 5 braçais, acarretando um custo mensal de Cz\$ 33.000,00.
- Materiais de Consumo: Cz\$ 20.000,00/mês

Os investimentos iniciais necessários à implantação do empreendimento irão se constituir de:

- . 1 jigue YUBA ou PANAMERICAM com duas células em série e capacidade de 15 m<sup>3</sup>/h: Cz\$ 300.000,00
- . 1 peneira vibratória de dois decks: Cz\$ 150.000,00
- . 1 grupo gerador para 80 kva: Cz\$ 200.000,00
- . 2 bombas: Cz\$ 100.000,00
- . mangotes: Cz\$ 50.000,00
- . construções civis (barracão para beneficiamento, alojamento, sanitários, etc): Cz\$ 50.000,00.

Após o 6º mês de operação haverá a necessidade de aquisição de uma draga e mangotes, com 6" de diâmetro, além da construção de caixa para recepção do material, a um custo total de Cz\$ 400.000,00.

Um quadro resumo dos investimentos iniciais e custo operacional mensal é a seguir apresentado:

### INVESTIMENTOS INICIAIS

ITEM	VALOR
1 jigue YUBA ou PANAMERICAM	Cz\$ 300.000,00
1 peneira vibratória	Cz\$ 150.000,00
1 grupo gerador 80 kva	Cz\$ 200.000,00
2 bombas	Cz\$ 100.000,00
mangotes	Cz\$ 50.000,00
construções civis	Cz\$ 50.000,00
dragas, mangotes e construções (69 meses)	Cz\$ 400.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>Cz\$ 1.250.000,00</b>

### CUSTOS OPERACIONAIS MENSAIS

ITEM	VALOR
trator sobre esteiras	Cz\$ 60.000,00
pã carregadeira	Cz\$ 29.500,00
caminhões	Cz\$ 50.000,00
mão-de-obra	Cz\$ 33.000,00
materiais de consumo	Cz\$ 20.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>Cz\$ 192.500,00</b>

A partir do 69 mês, os custos operacionais mensais sofreriam uma mudança, pelo novo método de lavra empregado, ou seja, o uso de dragas de sucção, acarretando um aumento na mão-de-obra para Cz\$ 40.200,00 e redução no custo de extração para Cz\$ 70.000,00, ficando o custo operacional mensal total em Cz\$ 130.200,00.

Quanto a receita mensal, tomando-se por base o teor médio do minério de 0,086 ct/m<sup>3</sup>, produção de 3.000 m<sup>3</sup>, recuperação de 80% e valor de comercialização de US\$ 60,00 /ct, tem-se:

$$3.000 \text{ m}^3 \times 0,086 \text{ ct/m}^3 \times 0,80 = 206,4 \text{ ct/mês}$$

$$206,4 \text{ ct/m}^3 \times \text{US\$ } 60,00/\text{ct} \times \text{Cz\$ } 28,00/1 \text{ US\$} = \text{Cz\$ } 346.750,00.$$

Para análise da viabilidade do empreendimento,

se fará uso do método do ponto de equilíbrio operacional e tempo de retorno do capital empregado, já que no primeiro método o investimento inicial e vida útil do projeto não são considerados.

O ponto de equilíbrio operacional (Q) é calculado como:

$$Q = \frac{CF}{p - cv} \quad \text{onde: CF = Custo Fixo}$$

cv = custo variável unitário  
p = preço de venda

Para os primeiros 6 meses de operação teremos como custos fixos aqueles decorrentes do aluguel do trator sobre esteiras, pá carregadeira e caminhão, além da depreciação dos equipamentos do beneficiamento, totalizando Cz\$ 153.700,00. Como custo variável unitário serão considerados aqueles decorrentes de mão-de-obra e materiais de consumo, num total de Cz\$ 17,70/m<sup>3</sup>.

Já o preço de venda será determinado sobre a quantidade de produto existente e recuperável em cada metro cúbico de cascalho, o que dará:

$$p = 0,086 \text{ ct/m}^3 \times 0,8 \times \text{US\$ } 60,00/\text{ct} \times \text{Cz\$ } 28,00/1 \text{ US\$} = \text{Cz\$ } 115,60$$

Logo, o ponto de equilíbrio operacional para os 6 primeiros meses de operação será:

$$Q = \frac{\text{Cz\$ } 153.700,00}{\text{Cz\$ } 115,60/\text{m}^3 - \text{Cz\$ } 17,70/\text{m}^3} = 1.570 \text{ m}^3$$

Ou seja, a partir de uma produção de 7,8 m<sup>3</sup>/h de cascalho, a receita prevista cobre os custos decorrentes da lavra e beneficiamento.

A partir do 6º mês de operação os novos custos, para cálculo do ponto de equilíbrio serão:

- Custos Fixos: serão considerados neste item somente os custos decorrentes da depreciação dos equipamentos, que terá um valor mensal de Cz\$ 20.833,00.
- Custo Variável Unitário: como a totalidade dos custos de extração e beneficiamento, nesta fase podem ser considerados variáveis, acarretaria no seguinte custo unitário:

$$\text{Cz\$ } 130.200,00 \div 3.000 \text{ m}^3 = \text{Cz\$ } 43,40/\text{m}^3$$

Assim, o novo ponto de equilíbrio operacional será:

$$Q = \frac{\text{Cz\$ } 20.833,00}{\text{Cz\$ } 115,60/\text{m}^3 - \text{Cz\$ } 43,40/\text{m}^3} = 288 \text{ m}^3$$

Analisando o projeto estritamente pelo ponto de equilíbrio operacional, verifica-se ser o mesmo viável economicamente, já que a produção necessária para que seja atingido este ponto corresponde, na primeira fase, a 52,3% da produção prevista e 9,6% para a fase seguinte.

No entanto, devido à pequena vida útil do empreendimento, faz-se necessário uma segunda análise onde procura-se verificar se o projeto recupera o capital investido. Desta maneira, o seguinte fluxo pode ser elaborado:

ITEM	MÊS 0	MÊS 1 a 5	MÊS 6	MÊS 7 EM DIANTE
Inversões	(850.000,00)		(400.000,00)	
Receira Operacional		346.750,00	346.750,00	346.750,00
Custo Operacional		192.500,00	192.500,00	130.200,00
Lucro Bruto		154.250,00	(245.750,00)	216.550,00
Fluxo de Caixa Simplificado	(850.000,00)	154.250,00	(245.750,00)	216.550,00

A recuperação do capital investido se dá após 7,5 meses de operação, ou seja, antes do fim da vida útil do projeto.

## 6 - CONCLUSÕES

A avaliação das reservas de cascalho no terraço da Ilha dos Cavalos não foi efetuada através de sondagens e escavações sistemáticas, pelo contrário, foram abertos poços estratégicos para confirmar ou não modelos de deposição inferidos e parcialmente conhecidos. Quanto aos teores obtidos para a jazida, o tratamento destes se fez pela correlação de situações similares com os resultados obtidos nos testes. Portanto, está aberto o montante de reservas calculado, podendo

as mesmas serem expandidas e seus respectivos teores melhorados com o desenvolvimento das atividades de lavra experimental e pesquisas complementares na área e próximo a esta.

Com relação à lavra do minério, a conclusão a que se chega, quanto ao depósito diamantífero da Ilha dos Cavalos, seria a de ser a mesma exequível dentro de certos parâmetros, como:

1) O projeto não representaria uma lucratividade de dentro dos padrões normais, sendo que tão somente seria recuperado o capital investido.

2) A estrutura proposta é bastante simplificada, não comportando gastos operacionais e administrativos excessivos.

3) Estudos mais aprofundados se fazem necessários, visando definir com maior precisão os investimentos iniciais e custos operacionais, através de consultas a fornecedores de equipamentos e materiais, gastos com infra-estrutura e pessoal treinado para o tipo de serviço a ser executado.

Gilmar Paiva Lima  
Engenheiro de Minas

Marco César Ceballos Bonatto  
Geólogo

← RIO TIBAGI

580,0

584,0

583,5

586,5

587,5

588,0



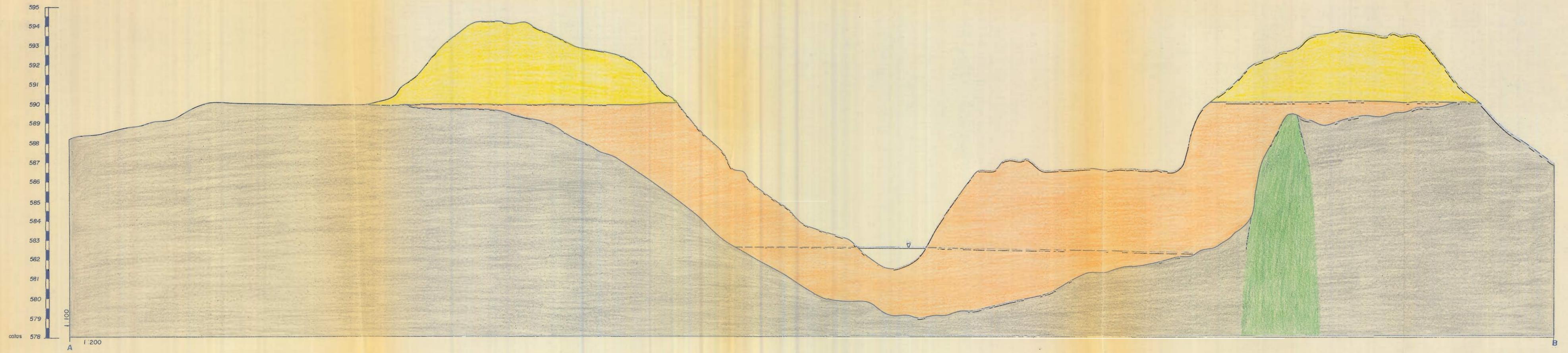
**ESCAVAÇÕES**

- SONDADEM A TRAVÉS MECÂNICO
- ◇ CACHIMBO
- △ POÇO DE SECÇÃO 1 x 1m
- △ POÇO DE SECÇÃO 2 x 2m
- △ CURVAS DE REFERÊNCIA

**CONVENÇÕES GEOLÓGICAS**

- Qhs QUATERNÁRIO HOLOCENO
- Qhc SOLO ALLVIAL (S)
- Qhc CASCALHO (C)
- db DIQUE DE DIABÁSIO
- Prb 'BED ROCK' PERMIANO RIO BONITO
- CONTATO INFERIDO
- CONTATO ENDOBERTO
- CONTATO INFERIDO
- NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO + DU - 0,5m PARA CHEIAS/SECAS
- A-B SEÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA

<b>MINEROPAR</b> Minerais do Paraná S.A.		
MUNICÍPIO	PROJETO ILHA DOS CAVALOS	CONTINENTE
REGIÃO	Pesquisa Mineral	LOCAL
DATA		PLANO
ESCALA	MAPA GEOLÓGICO DE DETALHE	
FECHA		
ELABORADO		



- LEGENDA
- Qhs SOLO ALUVIAL
  - Qhc CASCALHO
  - db DIQUE DE DIABÁSIO
  - Prb "BED ROCK" (SILTITOS - FORM. RIO BONITO)
  - ▽ NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO
- } ALUVIÃO

SECÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA

