

PESQUISA DE CURSO NOS ALUVIÕES DA REGIÃO DE
MORRETES - LITORAL DO PARANÁ

ANTÔNIO FERREIRES DA CUNHA
RETO

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A.

22
271.1
816.2)
972

Anais do XXXIII C.B.G. vol VIII
p. 4067-4079 - Rio de Janeiro - 1984

MINERO
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

PESQUISA DE OURO NOS ALUVIÕES DA REGIÃO DE MORRETES - LITORAL DO PARANÁ
Antonio Fernandes da Cunha Neto*

R E S U M O

Desde 1982 a MINEROPAR vem avaliando um amplo depósito aluvial na região litorânea do Estado do Paraná, abrangendo uma superfície total superior a 30 km².

Durante o ano de 1983 os trabalhos se concentraram sobre uma subdivisão dessas áreas, com 13 km², denominada Área I. A pesquisa foi executada através da abertura de poços escavados manualmente, em malha regular, sendo todo o material extraído tratado em equipamento rudimentar de concentração gravimétrica, e o ouro recuperado por amalgamação. Definiu-se uma pequena jazida com uma reserva de 67 kg/Au, com teor médio de 235 mg/m³.

O depósito secundário recente que inclui a jazida da Área I, é um leque aluvial inserido num contexto de leques coalescentes ou de planície aluvial de piemonte. A concentração do ouro processou-se em ambiente de planície superior de leque, sob a vigência de um sistema de drenagem com padrão anastomosado, relacionando-se aparentemente às zonas principais de escoamento.

A cubagem foi feita por meio de geoestatística, isocurvas de conteúdo metálico e blocos geométricos regulares. Os resultados obtidos através dos três métodos puderam ser comparados revelando interrelacionamento.

F
622.2#1
-1 (8/6.2)
C 972

MINEROPAR

MINEROPAR

MINEROPAR

MINEROPAR

MINEROPAR

MINEROPAR

MINEROPAR

MINEROPAR

Registro n. f428



Biblioteca/Mineropar

ABSTRACT

Since 1982 MINEROPAR - The Mining Company of Parana State has been evaluating a wide alluvial deposit in the coastal region of the state, covering an area more than 30 km² large.

During the year of 1983, works were concentrated on a subdivision of the whole area, with 13 km², named Area I. Research was executed by manually excavated pit holes (on a regular grid). Gold contents was evaluated using gravimetric concentration in rudimental equipment and amalgamation. A small deposit with 67 kg of recoverable gold at a medium grade of 235 mg/m³ was defined.

The Cenozoic mineralized bed, in which the gold deposit is included, is an alluvial fan, contained in a more wide context of coalescent fans or of a piedmont alluvial plain. Gold concentration is apparently related to the main drainage zones. Evaluation followed geostatistical procedures and a kriging on 50 x 50 m and 100 x 100 m was executed. Results were compared using isoaccumulation curves and regular geometrical blocks to the same area. They revealed an interrelationship between the obtained values.

I - INTRODUÇÃO

I.1 - HISTÓRICO

Desde 1982 a MINEROPAR, através do Projeto Ouro, vem pesquisando um amplo depósito aluvial nas encostas da Serra do Mar, no Município de Morretes, região litorânea do Estado do Paraná. A área dos depósitos secundários inserida dentro dos requerimentos e alvarás de pesquisa da MINEROPAR, supera os 30 km².

A partir do início de 1983 as áreas de pesquisa definidas para atuação do Projeto Ouro, abrangendo principalmente as bacias dos rios do Pinto, Marumbi e Arraial, em virtude de peculiaridades locais, do estágio de adiantamento dos trabalhos, da necessidade da aplicação de metodologias diversificadas e das disponibilidades de recursos, foram subdivididas em cinco áreas de trabalho: Piloto, I, II, III e IV (Fig. 01).

Na Área I optou-se por testar uma malha inicial de 500 x 500 m, na fase exploratória, ao invés da malha de 250 x 250 m já testada anteriormente com bons resultados, na tentativa de reduzir os custos e agilizar o descarte de áreas não promissoras.

Os resultados dos trabalhos nessa malha foram negativos para quase toda a área, a menos de sua porção SW, entre as linhas 750 e 0 (Fig. 02), na região denominada Pantanal. A malha mostrou-se inadequada por deixar claros por vezes muito extensos e descartar zonas promissoras, associadas à estruturação do depósito (ex.: depósitos de canal fluvial ao longo do Rio Marumbi). Atendendo orientação da Empresa no sentido de efetuar-se a cubagem de uma reserva mínima, que propiciasse a curto prazo a implantação de uma lavra de pequeno porte, em caráter experimental, foi adensada a malha no Pantanal e bloqueada uma área de 60.000 m². A cubagem foi feita por meio de geoestatística, com a cola

boração do consultor Geol. Paulo Cesar Soares. Foi efetuada krigagem em blocos de 100 x 100 m, sendo obtida uma reserva de 67,471 kg de ouro em 57.500 m² de área lavrável com uma acumulação média de 1,373 g/m², a uma espessura média da camada aluvionar total da ordem de 5,0 m. Foi feita também a cubagem sobre o mapa de isoacumulações e pela redução dos resultados dos poços a blocos prismáticos regulares.

I.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Área I, delimitada por um polígono de aproximadamente 13 km², está localizada no Município de Morretes, na região litorânea do Estado do Paraná. Pode ser plotada na carta topográfica de Mundo Novo da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, escala 1:50.000, SG-22-X-D-V-I (Fig. 1).

O acesso é feito a partir de Curitiba, pela BR-277 no sentido do Curitiba-Paranaguá, até o entroncamento com a PR-408, num percurso de 52 km e depois, por esta via até Morretes, em um trajeto de 12 km. Uma outra opção rodoviária é utilizar a BR-116 e a "Estrada da Graciosa" (72 km). O acesso a Morretes pode ser feito ainda por via ferroviária da RFF S/A.

De Morretes à Área I tem-se acesso por meio de estradas municipais macadamizadas, que permitem tráfego permanente. A penetração é feita por meio de estradas vicinais com estado de conservação razoável e que possibilitam o tráfego permanente inclusive para veículos pesados.

II - FISIOGRAFIA

Geomorfologia: A área está situada sobre a planície litorânea, bordejando o compartimento geomorfológico Serra do Mar. Esta constitui um conjunto de montanhas em blocos, escarpas e restos de planalto dissecados, que separa a planície litorânea do primeiro planalto paranaense. Possui altitudes que variam desde os 500 até 1.000 m acima do nível geral do primeiro planalto (Planalto de Curitiba) e até 1.900 m acima do nível do mar, o que a caracteriza como uma serra marginal ou de borda.

Os maciços mais elevados são sustentados por rochas graníticas, enquanto nas porções mais rebaixadas afloram migmatitos, anfibolitos, gnaisses e xistos. O controle da tectônica rígida sobre a morfogenese da serra é igualmente marcante. Os numerosos sistemas de falhamentos deram origem a escarpas abruptas e são, aliados aos eventos de alternância climática, responsáveis pela formação dos depósitos de piemonte intermontanos e nas fraldas da serra.

Hidrografia: A área de pesquisa está localizada na bacia hidrográfica do Atlântico, que compreende os rios que drenam o leste paranaense formando 06 sub-bacias (Maack, 1968 em Bigarella et. al., 1978): Ribeira, Baía de Antonina, Nhundiaquara, Baía de Paranaguá e Baía de Guaratuba.

A Área I encontra-se inserida na sub-bacia hidrográfica do Nhundiaquara, com 311 km², e tem como coletores principais os rios do Pinto e Marumbi. Em toda a região a drenagem é densa, devido à elevada pluviosidade e à ampla distribuição anual das chuvas.

Sobre a serra a drenagem é bem estruturada com padrões sub-retangulares e vales em "V", condicionados à estruturação das rochas pré-cambrianas predominantemente N20°-50°E; quando subordinada ao tectonismo juro-cretácico assume direções N40°-60°W. Ao atingir a porção aluvial, a drenagem assume um padrão meandrante, localmente anastomosado nos períodos de maior descarga.

Clima: De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, ou seja, pluvial temperado; tem no mês mais frio temperatura média em torno dos 17°C, é sempre úmido com chuvas em todos os meses e a temperatura média do mês mais quente do ano fica acima dos 22°C.

Aspectos Sócio-Econômicos da Região: A agricultura básica, de subsistência, constitui-se no principal esteio da economia da região. Está baseada principalmente no cultivo de banana, cana-de-açúcar, milho, mandioca, arroz, feijão e cítricos, culturas praticadas de modo rudimentar, depauperando os solos em pouco tempo de uso.

Nas fazendas, o cultivo é feito em pequena escala e com poucas técnicas, permanecendo em sua maior parte abandonadas ou simplesmente

te como residências de fim de semana. As propriedades de pequeno porte com áreas bem menores que as das fazendas porém em número incomparavelmente maior de estabelecimentos, são trabalhadas com mecanização eficiente. Os produtos com mais importância na comercialização visam atender o mercado consumidor da capital do Estado.

III - GEOLOGIA

Os trabalhos de pesquisa concentraram-se sobre a faixa de depósitos secundários recentes. Dadas as próprias características, desse trabalho, não houve mapeamento de outras unidades geológicas que aparecem na área constituindo o embasamento e as áreas elevadas, supridoras do material detrítico que preenche os vales fluviais e depósitos de piemonte (Fig. 3).

A estratigrafia da área pode ser resumida no quadro a seguir (modificado de Girardi e Cordani, 1967).

HOLOCENO	Depósitos de planície aluvionar, depósitos de várzea e de taludes atuais.
PLEISTOCENO (?)	Depósitos de piemonte e pedimentos remanescentes da Serra do Mar.
JURÁSSICO-CRETÁCEO	Diques de diabásio.
PRÉ-CAMBRIANO	Granitos sub-alcalinos (Marumbi, Graciosa, Anhangava). Migmatitos, gnaisses, anfibolitos, xistos e quartzitos.

As rochas cristalinas pré-cambrianas que constituem o embasamento e elevações da Serra do Mar são migmatitos, gnaisses, granitos, anfibolitos, xistos e quartzitos. O grau de metamorfismo dos migmatitos homogêneos e heterogêneos é típico do fácies anfibolítico. Nas proximidades de Morretes, no entanto, apresentam associações mineralógicas do fácies albita-epidotó-anfibolito, devidas ao retrometamorfismo resultante do intenso tectonismo rígido que afetou aquela área (Cordani e Girardi, 1967). Os migmatitos são em geral biotita-gnaisses, hornblenda-biotita-gnaisses, diorito-gnaisses e anfibolitos (Fuck et al., 1969).

Incluídos nos migmatitos ocorrem micaxistos, localmente quartzo-micaxistos e quartzitos. Entre os micaxistos ocorrem granada-biotita-muscovita xistos e clorita-biotita-muscovita-xistos. Os quartzitos são friáveis, de granulometria média, contendo feldspato, biotita, muscovita, zircão e magnetita (Fuck et al., 1969).

Os granitos são aparentemente de anatexia, formam o núcleo das serras regionais, e têm quartzo, microclínio, albita e oligoclásio como principais constituintes. Embora o contato entre granitos e migmatitos se faça, via de regra por falhamentos, ocorrem passagens graduais entre estas rochas (Bigarella et al., 1978). Todas essas litologias apresentam-se afetadas, em maior ou menor grau, por fenômenos de cataclase.

As intrusivas juro-cretácicas aparecem sob a forma de diques de diabásio orientados segundo $N40^{\circ}-60^{\circ}W$. Na região de Morretes os diques mais possantes não ultrapassam os 60 metros.

O depósito secundário, objeto da pesquisa, é morfologicamente um amplo leque aluvial, originado pela coalescência dos depósitos desenvolvidos das escarpas de falha em processo de recuo, onde a subsidência rápida aliada a eventos climáticos áridos propiciou a sua formação. A terminologia utilizada na bibliografia para definição desse tipo de depósito é algo confusa e por vezes até contraditória. Geralmente são depósitos com história evolutiva complexa. Segundo Rachocki (1981), todas as irregularidades no formato teórico de um leque aluvial são causadas por fatores restritivos externos. Quando esses fatores provêm de leques aluviais adjacentes, cada um perde a sua individualidade através de um processo gradual de coalescência, para formar uma planície aluvial de piemonte ("piedmont alluvial plain"). Bliessenbach (1954 em Reineck e Singh, 1973) caracteriza como leque aluvial o depósito derivado da coalescência lateral de leques, formando um plano inclinado - piemonte aluvial inclinado.

São depósitos detríticos de material grosseiro, extremamente mal selecionado. Existe invariavelmente uma cobertura argilosa que se espessa de montante para jusante. O solo formado sobre esta é incipiente. Na porção mais à jusante, o depósito conglomerático é coberto por

uma camada de areia média a grosseira, sem matriz, de coloração cinzenta, imatura.

Os eixos principais dos leques, atualmente marcados pela rede de drenagem, superimposta sob a vigência do clima úmido, chega a ter, nos rios do Pinto e Marumbi, na sua maior extensão desde o ápice até o coletor marginal, 7 km.

O cascalho é composto por seixos, blocos e matacões das rochas do embasamento e dos diques juro-cretácicos, aparecendo ainda, subordinadamente, seixos e blocos bem trabalhados de riolitos, andesitos e siltitos, provenientes da seqüência vulcano-sedimentar eo-paleozóica da Formação Guaratubinha. Esta tem, segundo a Folha Geológica de Serra da Igreja - 1:70.000 da Comissão da Carta Geológica do Paraná (Muratori et al., 1969) sua área de afloramento quase totalmente restrita à vertente da Serra do Mar pertencente à Bacia do Rio Arraial.

O nível de cascalho, que se assenta diretamente sobre o embasamento rochoso, é composto por seixos desde 1 cm até matacões de mais de 1,0 m de diâmetro. São medianamente arredondados e de baixo grau de esfericidade. São raros os fragmentos angulosos. A matriz é também mal selecionada contendo desde grânulos milimétricos até argila, sendo que a fração mais fina predomina. De montante para jusante diminui o diâmetro dos seixos e aumenta o grau de seleção do nível de cascalho, ao tempo em que se reduz a sua espessura que de até 7,0-8,0 m nas porções mais a montante, chega a ter menos que 0,50 m próximo ao coletor marginal (Rio Nhundiaquara). O horizonte conglomerático nas porções mais a jusante chega a ser ortoquartzítico, com os seixos atingindo um diâmetro máximo de 3,0 cm, em matriz arenosa de granulação média. Existe um enriquecimento em ouro associado a esse fácies mais maduro e ao aumento da espessura da cobertura.

Próximo ao canal atual do Rio Pantanal observam-se depósitos de crevassa sobre os depósitos de piemonte. Aparecem também depósitos de canal fluvial, de pequena expressão, formados predominantemente por areias mal selecionadas, imaturas, com classificação granodecrescente ("fining-up") e bolas de argila envolvendo restos de matéria orgânica vegetal em decomposição. Os teores em ouro observados nesses depósitos são extremamente baixos, menores que 0,1 g/m (poço 50/2000NW teor = 0,093 g/m³).

Em termos de granulometria dos depósitos, mesmo considerando suas próprias características de má seleção, é possível notar que existe um predomínio das frações finas sobretudo na cobertura e na porção basal, enquanto que nas porções intermediárias é maior a frequência de seixos e blocos. A amostragem para análise granulométrica não foi feita com densidade suficiente para detectar os matacões distribuídos de forma esparsa e com diâmetros da ordem de 0,50 m a 1,0 m. A predominância de argila nos horizontes basais deve-se à presença de fragmentos do "bed-rock" alterado, argiloso. Os resultados da análise granulométrica foram plotados em gráficos Rosin-Rammler, segundo a frequência acumulada, por ser este processo mais conveniente para o dimensionamento do equipamento de concentração.

O ouro encontra-se irregularmente distribuído por todo o pacote de cascalho, sendo que o último metro é a porção mais rica, não se definindo a regra geral de maior concentração no contato cascalho/embasamento rochoso.

Em termos médios, o ouro da Área I é mais grosseiro que o das outras áreas em pesquisa; a granulometria do ouro recuperado na porção lavrável da área pode ser resumida pelo quadro a seguir:

Intervalo				%
mm		mesh		
>1,00		>16		50,5
<1,00	>0,50	<16	>32	34,7
<0,50	>0,250	<32	>60	9,7
<0,250	>0,125	<60	>115	1,8
<0,125	>0,062	<115	>250	1,9
	<0,062		<250	1,4

III.1 - HISTÓRIA GEOLÓGICA

A análise e definição de um modelo evolutivo completo para

o conjunto aluvial observado na região de Morretes, e abrangido principalmente pelas bacias dos rios Marumbi, do Pinto e Nhundiaquara exige, dada a complexidade do depósito, decorrente da interação de fatores climáticos, tectônicos e geotectônicos, uma visão mais abrangente, da área como um todo, prematura ainda no atual estágio da pesquisa. É possível no entanto, aliando os dois principais fatores que contribuíram para a dinâmica geomorfológica na região - as mudanças climáticas e variações do nível do mar -, elaborar uma hipótese de evolução.

É possível supor a existência de um sistema de canais fluviais em fase erosiva, sob clima úmido, com predominância de intemperismo e carreamento de clastos finos, moldando vales alargados e depositando o material transportado numa bacia próxima, possivelmente o mar em fase transgressiva. Uma posterior regressão marinha associada à mudança do clima para semi-árido, levaria à formação do pedimento detrítico - amplo leque de material grosseiro, sem seleção granulométrica e imaturo, depositado sob regime de alta energia sobre os vales já moldados na fase anterior.

Uma nova mudança climática para úmido e a superimposição de um sistema de canais anastomosados em fácies de planície superior de leque aluvial viria então a retrabalhar os depósitos do pedimento. Com o progressivo recuo do mar e a área fonte tectonicamente ativa até os dias atuais (Paulo C. Soares - comunicação verbal), o nível de base passaria a ser o atual, um canal coletor marginal - Rio Nhundiaquara. A drenagem assumiria um padrão meandrante com canais migrando sobre a planície superior do leque e retrabalhando seus depósitos.

De acordo com Bigarella et. al. (1978), e inúmeros outros pesquisadores, existem sobejas evidências de transgressões e regressões marinhas no quaternário. São também importantes as evidências de períodos de vigência de climas semi-áridos e úmidos alternados como provam, por exemplo, a existência de pedimentos erosivos com sucessivas retomadas de erosão linear e novas pedimentações. O modelo evolutivo aqui apresentado tenta associar esses eventos na formação do depósito de Morretes ao tempo em que agrega as observações de fotografias aéreas que mostram a migração de canais sobre a planície do leque, bem como as de caráter litológico e textural dos sedimentos depositados na área. Além do fato dessas observações serem ainda muito localizadas para a completa interpretação, some-se as sucessivas incursões de garimpeiros que revolveram o material e o grau de alteração desses cascalhos recentes com migração de argilas e óxidos por todo o perfil e intemperização de blocos e seixos.

IV - TRABALHOS REALIZADOS

Metodologia: Com o fim de obter informações e efetuar os cálculos de reservas sobre o ouro realmente recuperável da maneira considerada "a priori" mais econômica e objetivando fornecer informações reais para a lavra por métodos de concentração gravimétrica, procurou-se durante a pesquisa seguir os passos normais nas operações dessa natureza. Considerando-se que os custos de operação seriam extremamente elevados na pesquisa caso os equipamentos de concentração fossem mecânicos, optou-se por utilizar equipamentos gravimétricos rudimentares que, como se crê, quando operados com cuidados especiais viriam a fornecer resultados compatíveis com os que devem ser obtidos na lavra. Só de posse dos resultados da lavra experimental, será possível avaliar o desempenho da metodologia utilizada.

Malha Topográfica: Por tratar-se de um depósito de leque, a malha topográfica utilizada foi regular, quadrada, com linha base paralela à direção principal do vale (aproximadamente N45°E), com nós piqueteados a espaços de 500 m, posteriormente adensada sucessivamente para 250 m, 100 m e 50 m para a definição da área de lavra. Nessa porção da área, a malha foi fechada até 25 x 25 m com o fim de fornecer informações para o tratamento geoestatístico dos dados obtidos.

A rede de malha quadrada, é a tradicionalmente utilizada em depósitos aluvionares de grande extensão onde não haja nenhuma evidência de anisotropia detectada a princípio e que conduza à previsão de uma distribuição determinada dos teores (Santos, 1965).

Poços de Pesquisa: Os poços de pesquisa, de seção quadrada com 1,0 m de

lado, foram escavados manualmente. As profundidades ficaram em torno dos 4,0 m e 5,0 m para a área da lavra experimental. Variaram segundo a espessura da camada aluvionar, penetrando-se via de regra, de 0,20 a 0,50 m no embasamento rochoso ("bed-rock") para verificação das concentrações no contato e na porção mais alterada deste.

O material extraído por meio de baldes foi amostrado a intervalos de 0,50 m³, amontoados ao lado dos poços e convenientemente identificados para posterior tratamento. O esgotamento da água acumulada no interior dos poços foi realizado por meio de bombas submersas de 2" movidas por motores de 3.4 HP, a gasolina.

IV.1 - TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

Pré-Concentração: Todo o material extraído dos poços era considerado como uma amostra, tratada em sub-amostras de 0,50 m³.

O equipamento para pré-concentração das amostras era constituído de dois "sluice-boxes" acoplados, sendo o primeiro semelhante a um "cradle" ou "rocker" ("cobra fumando") (Araújo Neto et.al., 1981) de madeira com 2,50 m de comprimento por 0,50 m de largura. Na parte superior, sobre o "para quedas" (Fig. 4), havia uma caixa de deslamagem e desagregação ("despedradeira"), na qual era colocado o material junto com água. O fundo dessa caixa constituía-se de uma placa de aço com crivos de 6,0 mm sobre a qual a polpa formada era misturada manualmente, passando para a calha com "riffles" de madeira ("taliscas") de 3,0 cm de altura distantes entre si de 4,0 cm.

O material rejeitado pela cobra fumando passava para um "sluice" auxiliar, semelhante ao "long-ton" (Araújo Neto et. al., 1981) ("lontona"). Antes de atingir esta calha, também riflada, o material passava por uma peneira com malha de 1,0 mm, onde ficavam retidas as pelotas de argila, englobando também partículas de ouro e outros minerais pesados. Sobre a peneira a argila era desagregada e defloculada manualmente, liberando assim as partículas pesadas que passavam a se concentrar sobre o "sluice" auxiliar. O piso da porção final deste (1,0 m), era recoberto por sarrapilha (pano de estopa) para recuperação do ouro fino presente, que não tivesse ficado retido nos rifles anteriores. A inclinação da cobra fumando ficava entre 8° e 10° enquanto que a da lontona era de 5° a 6°.

Após desmontagem e cuidadosa lavagem do equipamento de concentração, a amostra de pré-concentrado era recolhida em baldes plásticos e levada à concentração final.

Concentração: Cada amostra de pré-concentrado, com 30 a 40 l de volume, era tratada em bateia tipo cônica ou chinesa de alumínio, sendo acondicionada em saco plástico, identificada segundo o poço e a profundidade. As relações de volume entre amostra original, pré-concentrado e concentrado são, em média, as seguintes: 1,0 m³ de material aluvionar original gera cerca de 37 l de pré-concentrado que, por sua vez, vai dar origem a 0,31 l de concentrado de minerais pesados, de densidade média aproximada de 4,8 g/m³.

Recuperação do Ouro: O ouro foi recuperado dos concentrados por amalgação. Esta foi realizada sobre bateia de ferro onde o mercúrio era misturado ao concentrado até a completa homogeneização. A separação do mercúrio + amálgama do restante dos minerais pesados do concentrado era feita por bateamento. O mercúrio + amálgama era filtrado com pano de linho em cadinho de Goosh adaptado a Kitazato e a filtragem acionada por trompa de Büchner (vácuo) ficando retido o amálgama e o mercúrio livre constituindo o filtrado. Para tornar o meio alcalino, era adicionada soda cáustica ou bicarbonato de sódio.

O amálgama era colocado em cadinho de porcelana que, por aquecimento, liberava o mercúrio do ouro. O mercúrio evaporado do cadinho condensava-se em papel de filtro umedecido colocado sobre este e era posteriormente recuperado em copo de Becker com água. O produto final do processo consiste num aglomerado de pequenas partículas de ouro.

O mercúrio, após uso continuado, incorpora impurezas como óxidos, grãos minerais, etc. Ocorre também do mercúrio criar uma superfície oxidada que impede, com o auxílio da tensão superficial, que venha a reunir-se numa única massa, ficando disperso em pequenas partículas. Para sua purificação era executada periodicamente a lavagem do metal com

HNO₃ diluído a 1:10 e filtragem dupla em cadinho de Goosh com papel de filtro quantitativo faixa preta.

O rejeito do amálgama (minerais pesados do concentrado de ba_{teia}) era recuperado e arquivado. Alíquotas arquivadas foram utiliza_{das} para testes mineralógicos semiquantitativos nos laboratórios da CPM no Rio de Janeiro, para detecção de outros minerais de interesse econô_{mico} no concentrado.

Pesagem e Cálculo de Teores: A pesagem do ouro apurado foi feita em ba_{lança} eletrônica de precisão com limite mínimo de 0,01 g. O peso de ou_{ro} em cada intervalo, era lançado em ficha apropriada e relativa a cada poço, onde também apareciam os teores calculados em gramas por metro cúbico.

IV.2 - CUBAGEM

Inicialmente, com os resultados das malhas de poços de 500 x 500 m e 250 x 250 m foram traçados com curvas de isoteores, os limites da zona a ser detalhada. Para a definição da área foi utilizado o teor limite de 0,10 g/m³ de acordo com dados bibliográficos (Misk, 1981; Pinto, 1981 - p. 88 e Motta, J.P., 1971 em Pinto, 1981 - p. 155).

Para os cálculos de cubagem foram utilizados os seguintes processos:

Geoestatística: A cubagem foi efetuada sobre blocos de 50 x 50 m e depois estendida a blocos de 100 x 100 m, com determinação dos ponderados para cálculo de influência de cada informação por krigagem (Paulo C. Soares - relatório interno para a MINEROPAR). O variograma de acumulações com alcance de 60 m e efeito pepita igual a 0, demonstra que a malha e processo de amostragem utilizados efetivamente cubam o depósito (Fig. 5).

Curvas de Isoacumulações: Os cálculos foram executados sobre mapa de isoacumulações na escala 1:500 (Fig. 6).

Para a elaboração do mapa utilizou-se o valor do logaritmo neperiano das acumulações em miligramas por metro quadrado, depois revertido ao anti-logaritmo. Na realização das medidas com planímetro foi assumido como valor médio entre as curvas o da média dos logaritmos dos valores das curvas envolventes. O corte foi feito sobre a curva de 500 mg/m² em decorrência da espessura média do depósito situar-se em 5,0 m.

Sólidos Geométricos: Foi utilizado o método dos prismas considerando os poços da malha de 50 x 50 m. Consiste em assumir para o sólido formado, valores de volumes e teores médios dados pelo cálculo da média dos valores dos poços, situados em suas arestas. O teor de corte foi de 0,1g/m³ (Figs. 7 e 8).

IV.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área do Pantanal, definida para execução da lavra experimental, a cobertura argilosa considerada estéril tem uma espessura média de 1,26 m variando de 0,5 m a 2,5 m. O contato com o horizonte de cascalho é nítido. O pacote de cascalho possui uma espessura média de 3,46 m, o que fornece um valor para teor médio de cascalho (não diluído) da ordem de 325 mg/m³, para uma reserva de 207.600 m³ de cascalho.

O nível freático está situado normalmente no contato entre o cascalho e a cobertura argilosa, valendo portanto para sua profundidade os valores dados para a cobertura estéril.

A topografia da área da lavra experimental é essencialmente plana, com desníveis da ordem de, no máximo 1,5 m. Parte da área é pantanosa ficando mesmo sob uma lâmina d'água de 0,25 m durante a época das chuvas.

Durante os trabalhos de cubagem foram elaborados os mapas de isópacas da camada aluvionar, bem como o de curvas de contorno do embasamento, delineando a morfologia do substrato rochoso. Foram elaborados os testes gráficos e matemáticos de correlação para espessuras x acumulações e morfologia do embasamento x acumulações (Fig. 9) e o gráfico de parametrização das reservas (Fig. 10).

Os cálculos de empolamento revelaram três valores principais

relacionados à granulometria do depósito: 1,23 para a cobertura argilosa, 1,24 para a porção mediana do cascalho e 1,44 para o último metro de cascalho em contato com a rocha alterada, englobando a porção superior desta.

IV.4 - ANÁLISE MINERALÓGICA SEMI-QUANTITATIVA

Todos os concentrados de minerais pesados obtidos durante os trabalhos do Projeto Ouro encontram-se arquivados na sede de campo. Alguns desses concentrados, após lavagem com HCl, secagem, quarteamento e peneiramento foram encaminhados ao LAMIN (Laboratório da CPRM - Rio de Janeiro) onde foram analisados à lupa binocular?

Entre os minerais apontados pela análise da CPRM, destacaram-se percentualmente o zircão e a ilmenita. Na tentativa de quantificar a ocorrência destes minerais econômicos, sub-produtos para a futura lavra do ouro, foi efetuada uma estimativa preliminar utilizando os dados semi-quantitativos, que permitem uma expectativa de reservas da ordem de 596 ton de ilmenita e 24 ton de zircão para a área da lavra experimental (60.000 m²).

V - CONCLUSÕES

. De acordo com a estrutura, morfologia e textura dos depósitos da Área I, estes podem ser classificados como de leque aluvial. O transporte do material deve ter se dado por canais anastomosados em ambiente de planície superior do leque. As concentrações de ouro estão relacionadas a direções principais de escoamento.

. Os cálculos e gráficos de correlação (Fig. 9) acusam ausência de interrelacionamento das acumulações auríferas com o paleo-relevo e com a espessura do depósito. O mapa de isoacumulações no entanto mostra claramente uma "zona" de enriquecimento. Esta pode estar associada a uma superfície preferencial de escoamento que as dimensões restritas do depósito não permitem caracterizar com precisão. O retrabalhamento dos depósitos do leque pela água naquela porção seriam os responsáveis pela concentração do ouro. Os trabalhos na Área III irão provavelmente ratificar esta hipótese.

. Todos os métodos usados para a cubagem do depósito mostram coerência nos seus resultados. Recomenda-se a utilização do método geoestatístico por permitir a quantificação dos erros associados às medidas e precisão e adequação das malhas de poços. A utilização da geoestatística levou a duas importantes conclusões: o tamanho das amostras foi suficiente para eliminar o efeito pepita, e a malha de sondagem por poços efetivamente permite a cubagem do depósito (alcance do variograma = 60 m). O método dos blocos geométricos produziu uma superestimação do teor médio. O quadro abaixo permite uma comparação dos valores obtidos:

	ISOCURVAS	KRIGAGEM (100x100m)	BLOCOS GEOMÉTRICOS
Área lavrável	35.000 m ²	57.500 m ²	46.300 m ²
Volume lavrável	174.750 m ³	287.500 m ³	187.150 m ³
Reserva (ouro)	45,55 kg	67,47 kg	81,00 kg
Teor médio	260 mg/m ³	235 mg/m ³	430 mg/m ³

A redução da área lavrável, assim como do volume e reserva obtidos no processo de avaliação por curvas de isoacumulações, em comparação aos resultados da krigagem, decorre de se ter utilizado no primeiro caso apenas os valores incluídos na porção interna da área bloqueada. Na krigagem foram utilizados os valores da área de influência das estações amostradas também externos ao perímetro bloqueado.

. O processo de lavra para o depósito deve ser mecânico, com o desmonte por meio de escavadeira do tipo "back-hoe" montada sobre esteiras ou, com a opção do alagamento da área, sobre pontões. Em ambos os casos a remoção prévia do capeamento argiloso estéril constitui-se num sério problema de engenharia a ser analisado, uma vez que os pequenos desníveis na área dificultam a sua drenagem como também a construção dos diques para o alagamento.

Outro processo a ser avaliado é o da abertura da cava utilizando monitor hidráulico e bombeamento do cascalho para a planta de beneficiamento. Este método só pode ser recomendado se a cava puder ser

totalmente seca, permitindo o trabalho de remoção do cascalho mais grosso, com blocos e matacões, para limpeza completa do "bed-rock" (Peireira, 1983).

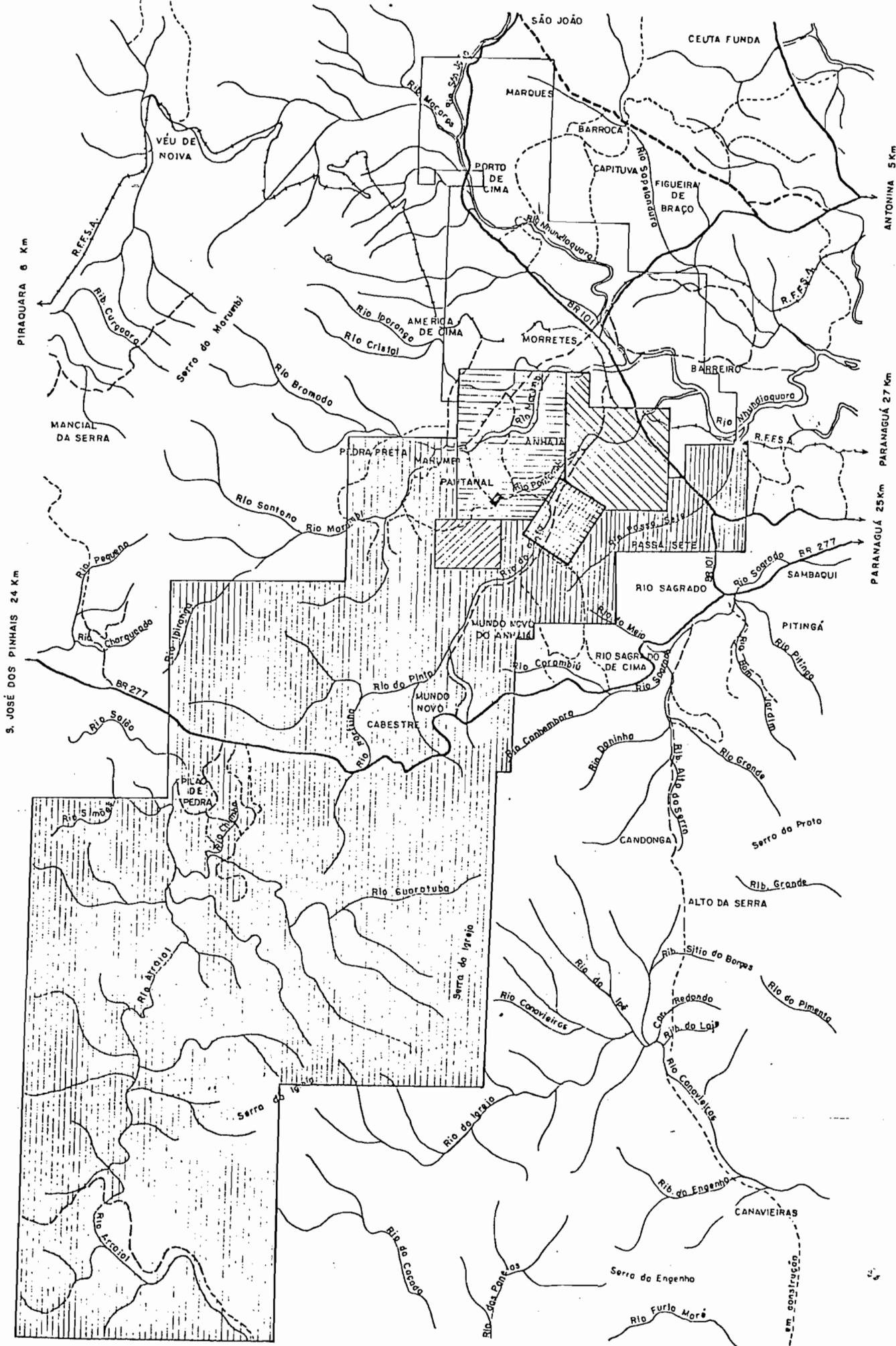
A planta de beneficiamento deve ser do tipo convencional utilizando um classificador primário para o material superior a 30 cm de diâmetro (grelha ou grade de aço inclinada), um monitor hidráulico para desagregação sobre a grelha, classificador cilíndrico do tipo "trommel" com aberturas de 1/2 polegada, jigs primário(s) e secundário(s) do tipo "Yuba" e mesas vibratórias, primária para corte e secundária para amalgamação ou, ao invés da mesa, um amalgamador do tipo "jack pot" e mesa de pequenas dimensões para o rejeito.

É importante lembrar a necessidade de se trabalhar com água nova (ou água limpa) no processo de beneficiamento, evitando a água da própria cava, se alagada, em decorrência da elevação da densidade (lama) provocada pelo revolvimento do depósito e ainda pela contaminação com óleo e graxa do equipamento.

É recomendável a utilização do mapa de isoacumulações para a orientação da lavra, aliando as informações do mapa às da krigagem em blocos de 50 x 50 m e 100 x 100 m. Devem ser avaliados também os mapas de isoacumulações elaborados para cada camada de 1,0 m do depósito, durante a lavra experimental.

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO NETO, H; PASSOS, C.A.D. e BASCOPE, G.P. - 1981 - Experiências de Concentração de Ouro em Jazidas Aluvionares: Bol. CPRM - Série Ouro nº 10 - 65 pp.
- BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; MATOS, D.T. e WERNER, A. - 1978 - A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná. Secretaria de Estado do Planejamento do Governo do Paraná, Associação de Defesa e Educação Ambiental - 248 pp.
- CORDANI, U.G. e GIRARDI, V.A.V. - 1967 - Geologia da Folha de Morretes. Bol. UFPR, 26:40 pp.
- FUCK, R.A.; TREIN, E. e MARINI, O.J. - 1967 - Geologia e Petrografia dos Migmatitos do Paraná. Bol. Paran. nºs 23 a 25: 5 - 40.
- MISK, A. - 1981 - Prospecção de Depósitos Aluvionares. MME - DNPM - PLANFAP: 103 pp.
- MURATORI, A.; FUCK, R.A. e TREIN, E. - 1969 - Folha Geológica de Serra da Igreja escala 1:70.000 - Comissão da Carta Geológica do Paraná.
- PEREIRA, N.M. - 1983 - Lavra de Aluviões e Aproveitamento de Minerais Pesados - IBRAM - Centro de Documentação em Mineração: 16 pp.
- PINTO, A.F. - 1981 - Ouro. METAMIG: 222 pp.
- RACHOCKI, A. - 1981 - Alluvial Fans. Wiley - Interscience: 161 pp.
- REINECK, H.E. e SINGH, J.B. - 1975 - Depositional Sedimentary Environments. Springer - Verlag: 439 pp.
- SANTOS, J.P. - 1965 - Noções de Prospecção e Pesquisa Mineira - NUCLEBRÁS: 148 pp.



PIRAOUARA 6 Km

S. JOSÉ DOS PINHAIS 24 Km

ANTONINA 5 Km

PARANAGUÁ 25 Km

PARANAGUÁ 27 Km

-  ÁREA I
-  ÁREA II
-  ÁREA III
-  ÁREA IV
-  ÁREA PILOTO
-  ÁREA DA LAVRA EXPERIMENTAL

SINAIS CONVENCIONAIS

-  Revestimento sólido, duas ou mais vias
-  Revestimento solto, duas ou mais vias
-  Revestimento solto
-  Caminho
-  Estrada de ferro
-  Curso d'água intermitente

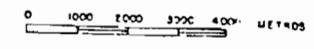


FIGURA 02 MAPA DA ÁREA BLOQUEADA PARA CUBAGEM (ÁREA I - PANTANAL).

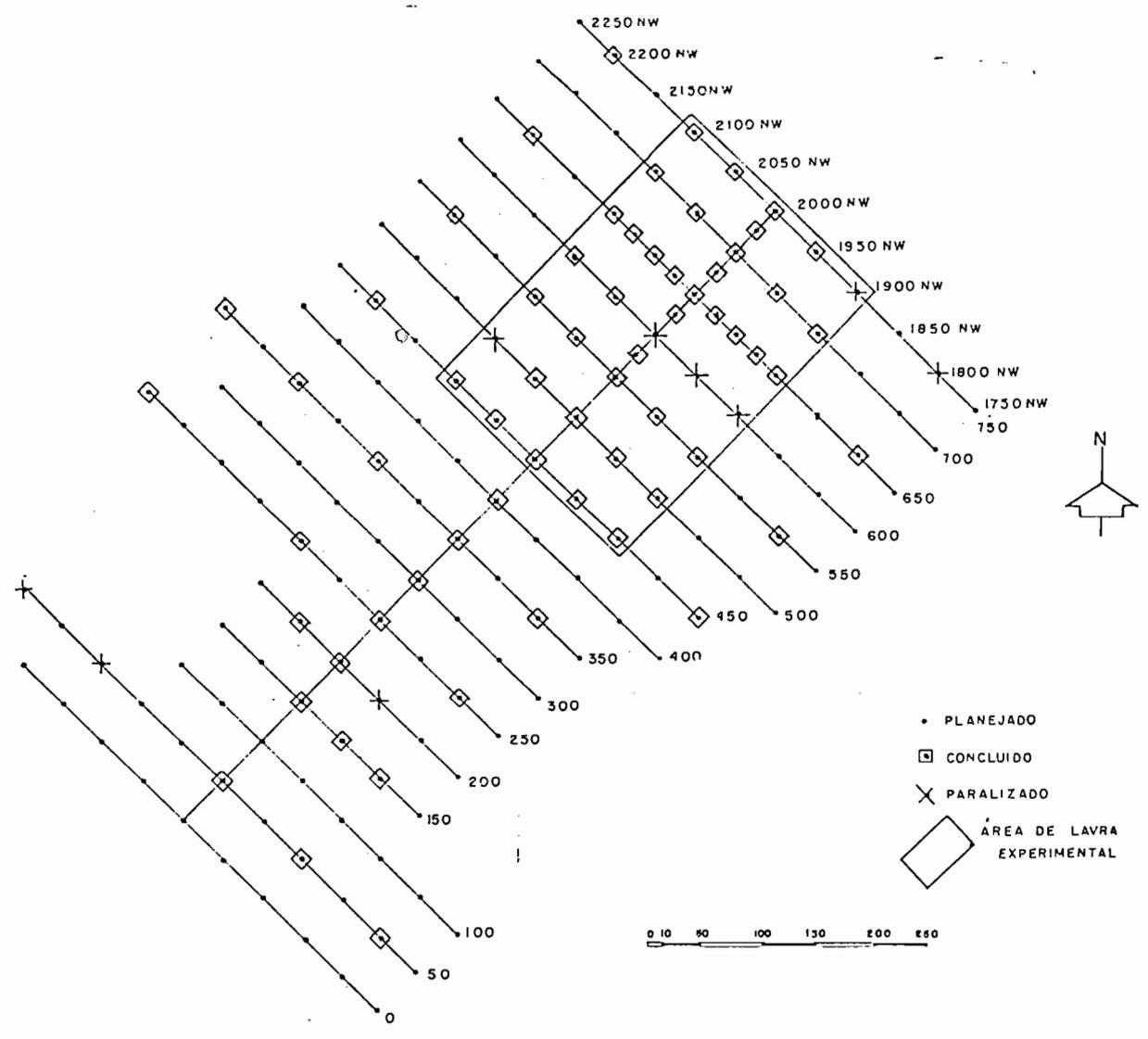


FIGURA 03: MAPA GEOLÓGICO SINTÉTICO DO CONTEXTO ONDE SE INSEREM AS ÁREAS PESQUISADAS.

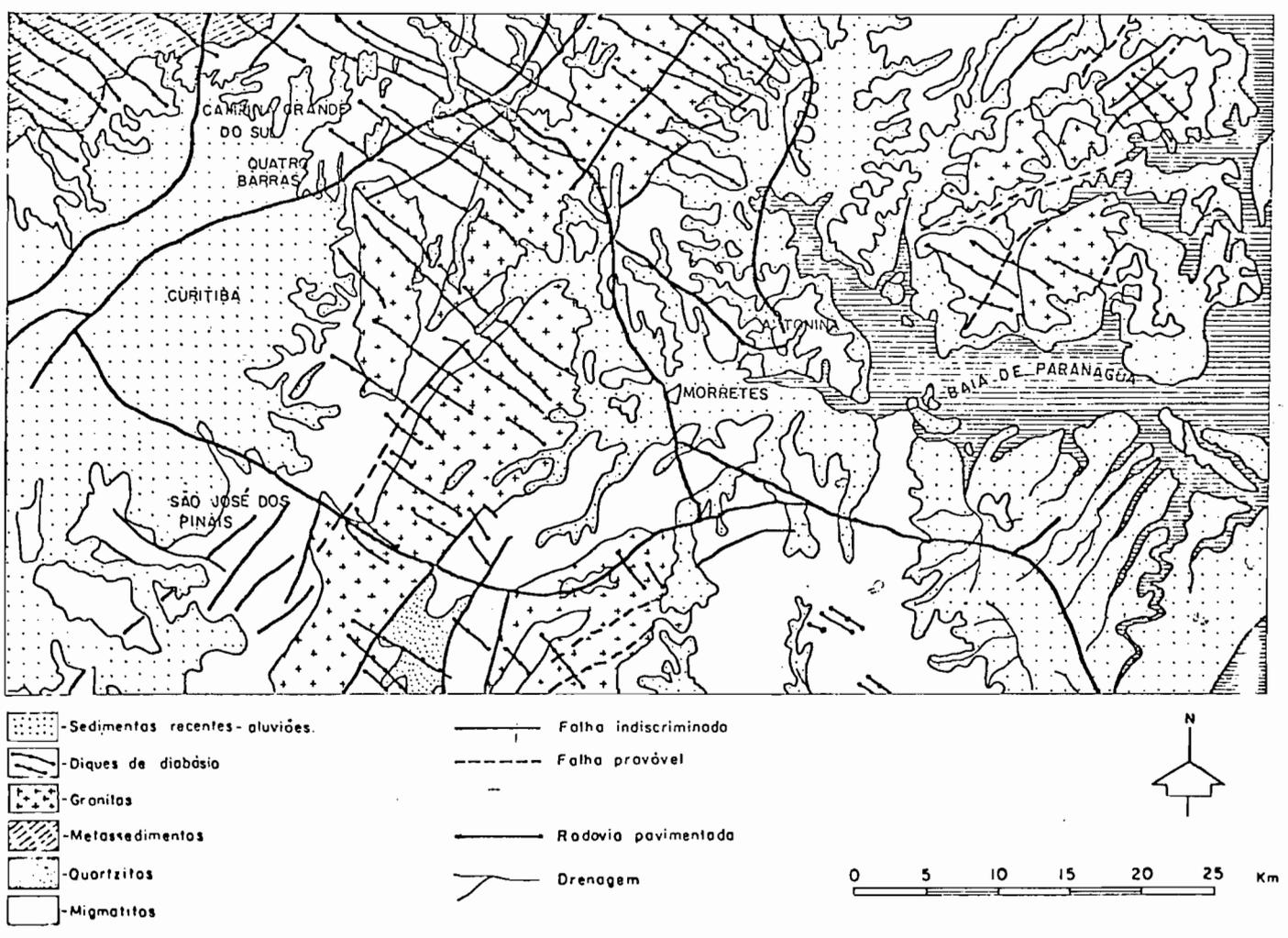
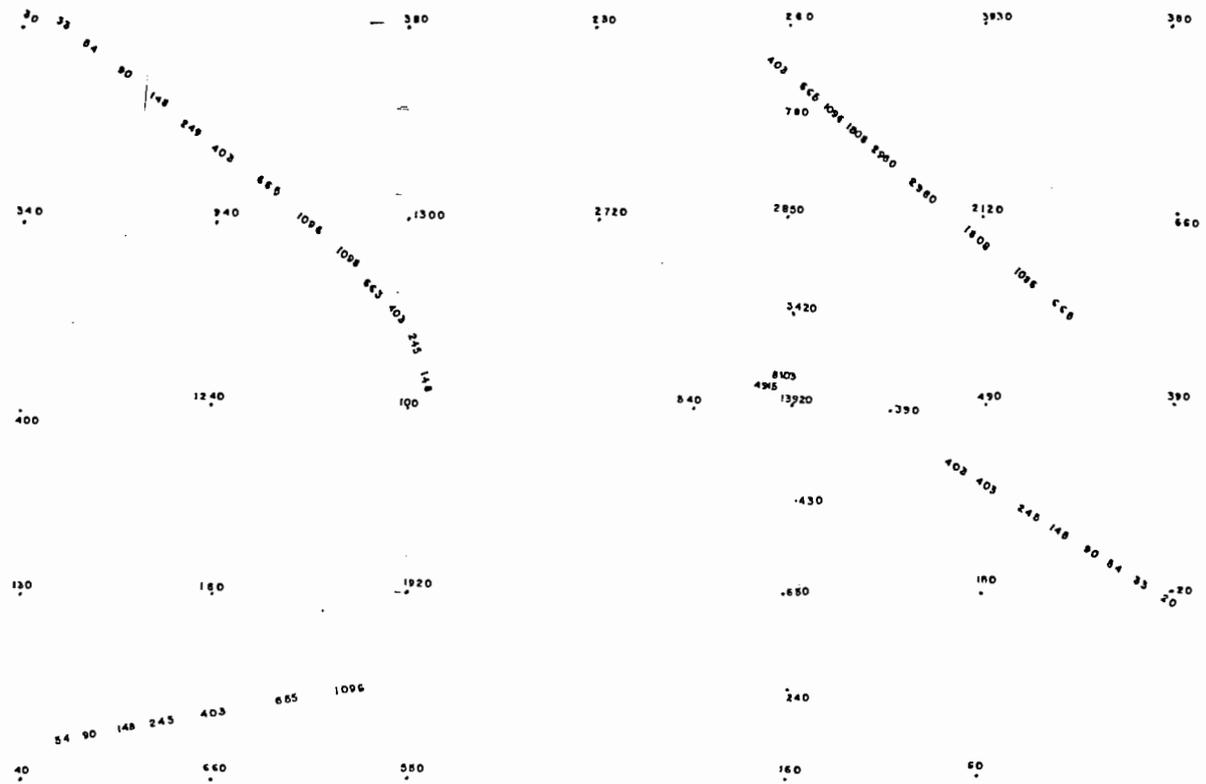


FIGURA 06: MAPA DE ISOACUMULAÇÕES DE OURO, EM mg/m², PARA A ÁREA I - PANTANAL.



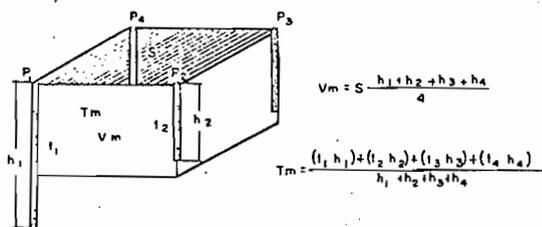
Equidistância das curvas sobre os valores da distribuição lognormalizada (= logaritmo neperiano da acumulação)

 Teor médio 450 mg/m²



FIGURA 08: MAPA ILUSTRATIVO DA CUBAGEM POR BLOCOS GEOMÉTRICOS REGULARES. Na planta, as bases dos prismas.

FIGURA 07: DIAGRAMA ILUSTRATIVO DO PROCESSO DE CÁLCULO PARA CUBAGEM POR SÓLIDOS GEOMÉTRICOS



ONDE: S = ÁREA DA BASE DO SÓLIDO
 T_m = TEOR MÉDIO
 V_m = VOLUME MÉDIO
 P_n = IDENTIFICAÇÃO DO POÇO
 t_n = TEOR DO POÇO
 h_n = ALTURA DO POÇO

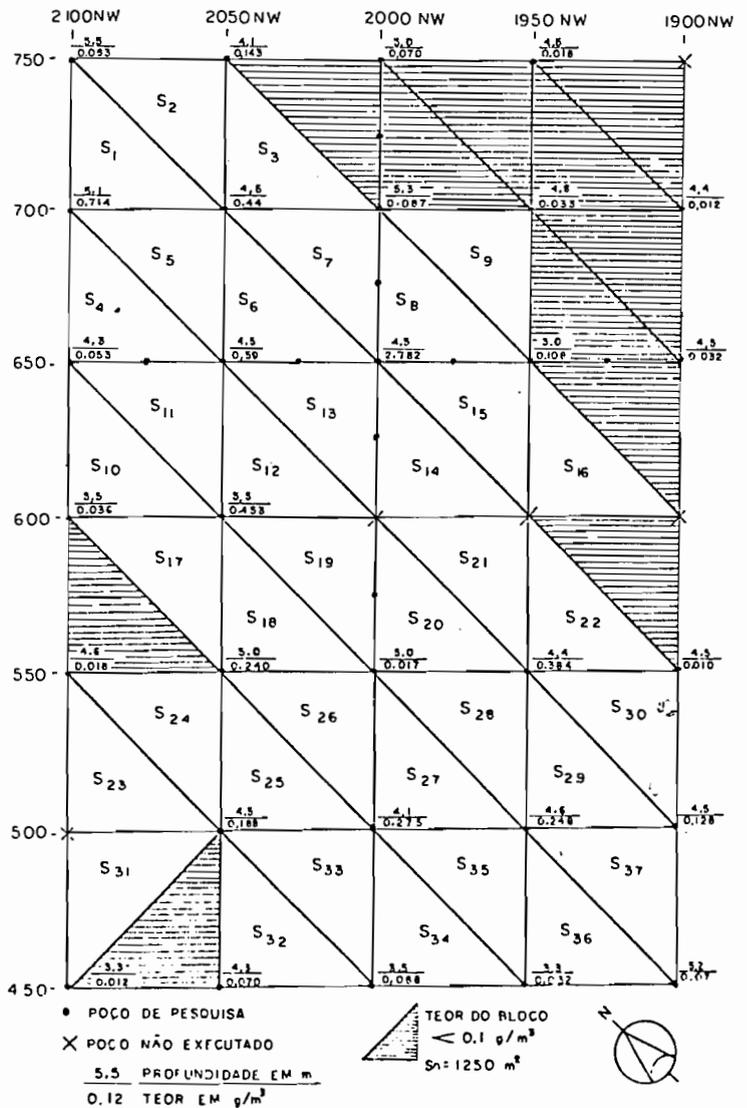
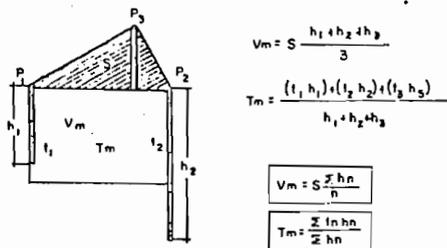


FIGURA 10: GRÁFICO DE PARAMETRIZAÇÃO DAS RESERVAS POR BLOCOS DE KRIGAGEM (50 X 50 m)

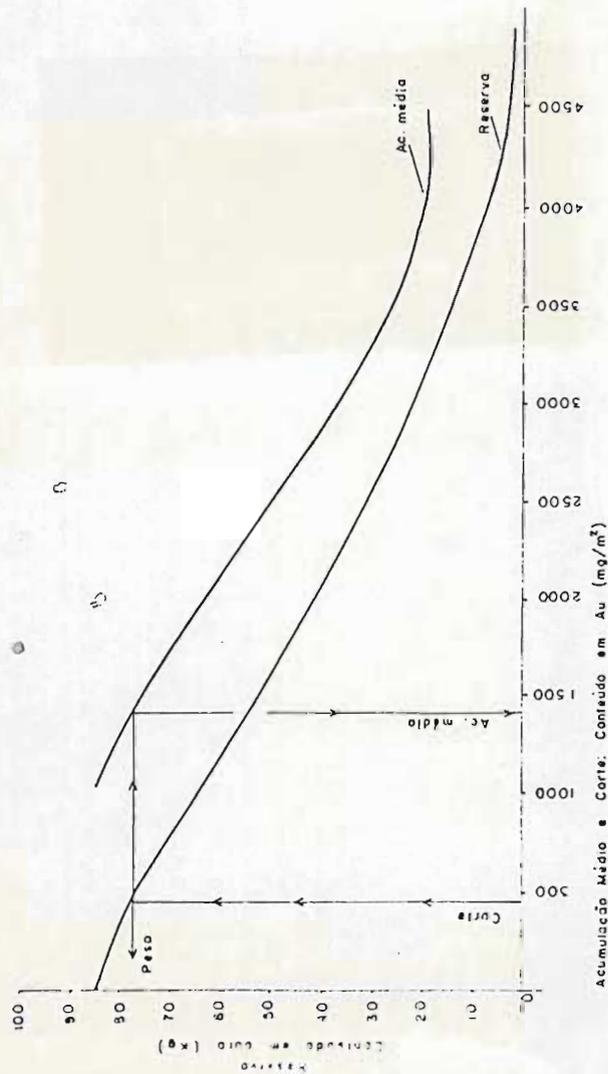


FIGURA 04: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO EQUIPAMENTO DE PRÉ-CONCENTRAÇÃO UTILIZADO DURANTE A PESQUISA

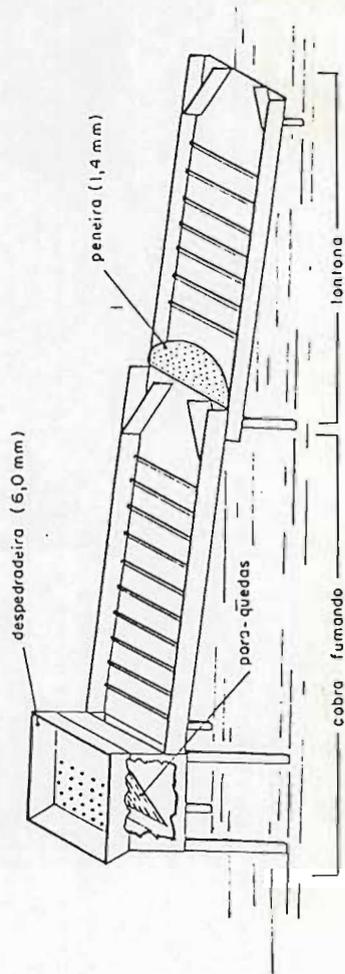


FIGURA 09: TESTES DE CORRELAÇÃO. RESULTADOS GRÁFICOS E MATEMÁTICOS

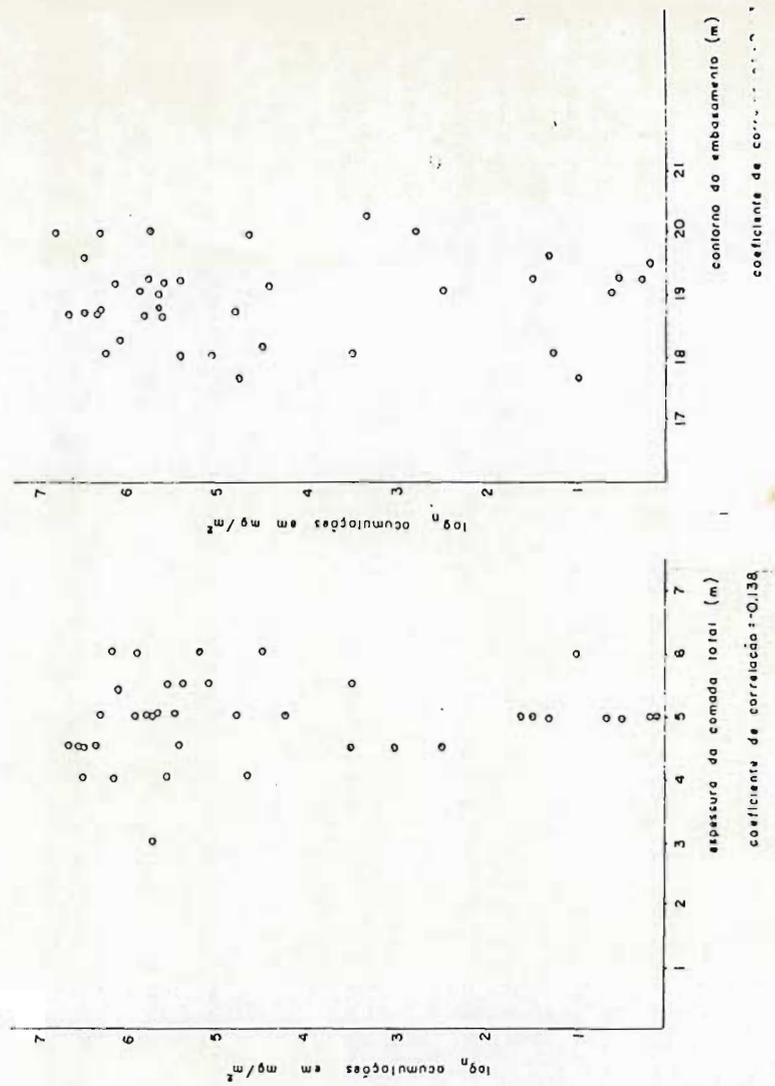


FIGURA 05: VARIOGRAMAS DE ACUMULAÇÕES E TEORES PARA O DEPOSITO DO PANTANAL

