

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR

RELATÓRIO DE VIAGEM

VISITA TÉCNICA AO GARIMPO DE RIACHO

DOS CAVALOS

CASSITERITA E TANTALITA

JOÃO CARLOS BIONDI

CURITIBA

1981

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

MINERAIS DO PARANÁ S.A - MINEROPAR

RELATÓRIO DE VIAGEM
VISITA TÉCNICA AO GARIMPO DE RIACHO DOS CAVALOS
CASSITERITA E TANTALITA - GO (METAGO)

JOÃO CARLOS BIONDI

CURITIBA

1981

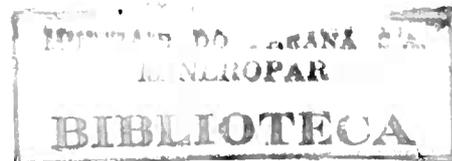
549
(817.3)
F 315
1981

Registro n. 2082



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
Minerais do Paraná S. A.
BIBLIOTÉCA
REG. 2082 DATA 07/11/85



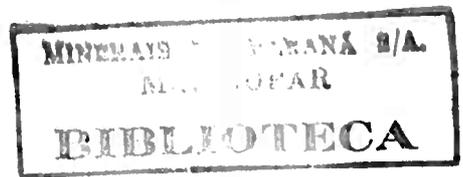
Granitos

Etapa ~~7~~-A

RELATÓRIO DE VIAGEM
VISITA TÉCNICA AO GARIMPO DE RIACHO DOS CAVALOS
CASSITERITA E TANTALITA - GO (METAGO)

Í N D I C E

1. Objetivo.....	01
2. Geologia.....	02
3. Técnica exploratória e de cubagem.....	04
4. Técnica de lavra e extração do concentrado.	06
6. Ajuste das bicas.....	35
6. Pessoal.....	37



RELATÓRIO DE VIAGEM
VISITA TÉCNICA AO GARIMPO DE RIACHO DOS CAVALOS
CASSITERITA E TANTALITA - GO (METAGO)

1 - OBJETIVOS

A MINEROPAR resolveu testar, em garimpos para naenses, a técnica de extração de minerais densos utilizada pela METAGO nos garimpos de cassiterita de Riacho dos Cavalos (GO). Esta técnica consiste no emprego da "bica canadense", um conjunto simples de calhas rifladas que permite a separação de minerais densos fazendo uso da diferença de densidade entre as fases minerais que constituem o minério. Os problemas encontrados na construção das calhas, e as dúvidas sobre o funcionamento do conjunto, levaram a solicitar a METAGO uma visita ao garimpo. No local, foi possível observar, em detalhe, todo o material em plena utilização, permitindo o esclarecimento de todas as dúvidas.

2 - GEOLOGIA

Na região, ocorrem três grandes grupos litotruturais, os Grupos Bambuí, Araí e o embasamento (fot.1). Os garimpos explorados pela METAGO situam-se na região do embasamento, sobre granitos muscovitizados e corpos pegmatíticos (greisens?) intensamente cataclasados. Os pegmatitos, ou greisens, formam corpos alongados e irregulares, com dimensões médias de 4-5 metros por 1-2 metros, raramente ultrapassando 20 metros de comprimento. Mostram-se dentro dos granitos, quando são dificilmente delimitáveis devido a similaridade composicional com a encaixante, ou dentro de xistos, quando têm contatos bruscos (fot. 2). A quantidade desses corpos por unidade de superfície é bastante grande (fig.1), em um espaço de cerca de 100 m² (10 x 10) tendo sido observado três deles. Alguns contêm xenólitos do xisto encaixante perfeitamente conservados, com limites nítidos, provando serem corpos intrusivos.

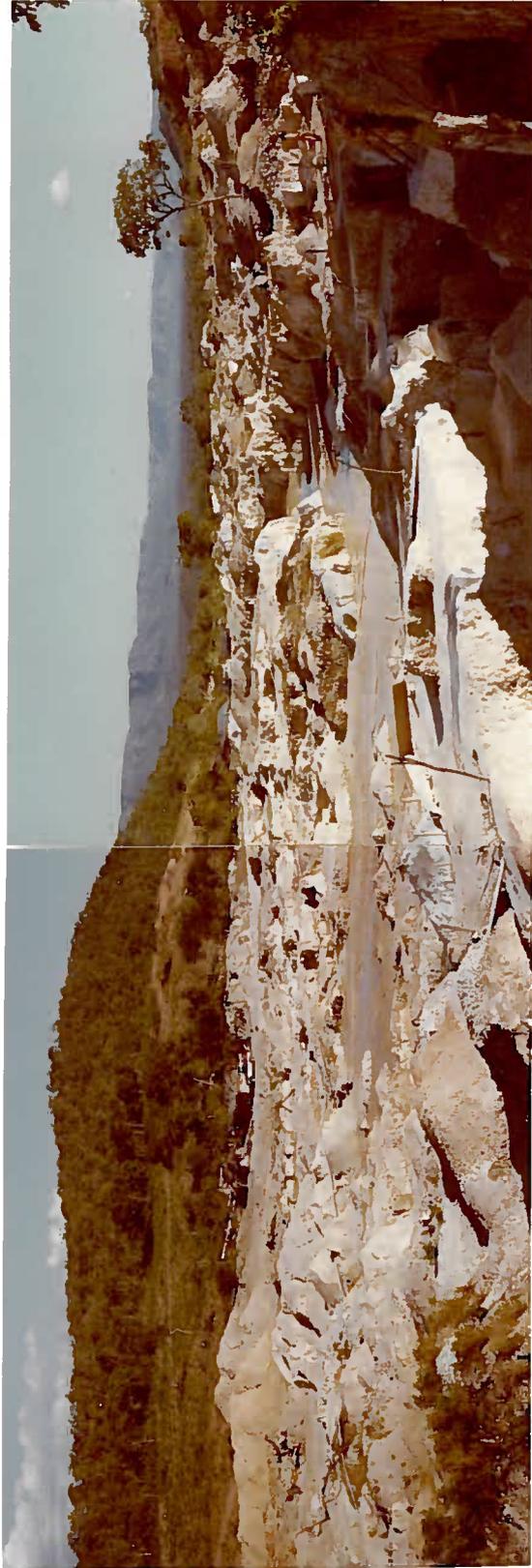


Foto 1 - Vista geral do garimpo da METAGO na região de Riacho dos Cavalos. As escavações estão sobre o Complexo basal, composto por migmatitos, gneisses, anfíbolitos e muscovita xistos. As escarpas, ao fundo, são do Grupo Araí, compostos, na região, por meta-andesitos, metariolitos e metarenitos.



Foto 2 - Corpo de minério (parte clara) pegmatítico (greisen?) dentro de xistos a muscovita constituintes do Complexo basal. Estes corpos têm dimensões aproximadas de 4-5 m x 1-2 m, e mostram-se em grupos (fig. 1).

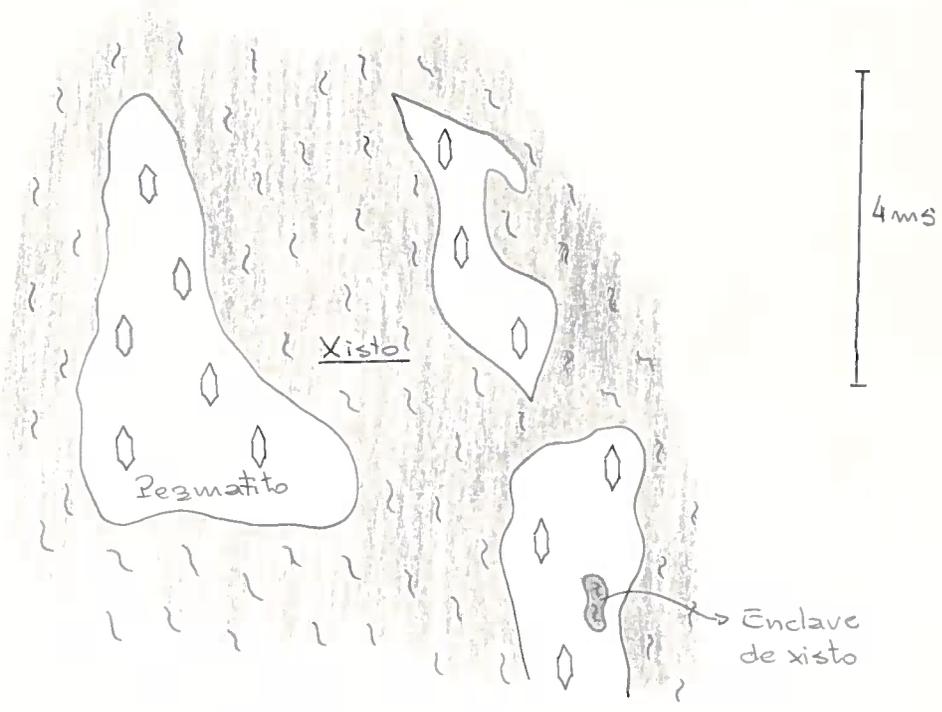


Fig. 1 - Arranjo dos corpos pegmatíticos dentro dos xistos, no garimpo de Riacho dos Cavalos.

A orientação geral dos corpos, local e regional, é N 20 E, concordante com a estruturação rígida regional.

A cassiterita e a tantalita são encontradas dispersas na massa pegmatítica (foto 3), com granulometria que raramente ultrapassa 4 mm, sendo, em média, de 2-3 mm. Atualmente é explorado o eluvio, produto da desagregação do granito mineralizado e dos corpos encaixados no xisto. A METAGO



Foto 3 - Minério primário explorado no garimpo. Os pontos escuros são de cassiterita ou de tantalita dentro de uma massa de quartzo e muscovita. A granulometria dos minerais de minério raramente ultrapassa 4 mm, sendo, em média de 2-3 mm.

prepara-se, atualmente, para estudar a viabilidade de lavra econômica dos corpos mineralizados primários.

Atualmente está otimizado o procedimento de seleção de áreas para lavra, baseado, no local, essencialmente na geoquímica de concentrado de bateia. Adotou-se a sequência seguinte:

a) Geoquímica Regional

Coleta de concentrado de bateia com amostragem em malha de 1 amostra cada 10 km². A amostra coletada é composta, a partir de, no mínimo, 3 pontos próximos, perfazendo um total de 20 litros. Após a coleta, a amostra é peneirada a 4 mm e, a fração fina somente, bateada no local. É enviado para análise somente o concentrado desta fração fina. Deve-se ressaltar que foi feita uma cobertura cintilométrica da região, os resultados não tendo correspondido.

b) Geoquímica de Solo, em Malha

Adotou-se uma malha de 160 x 40m. A amostra é coletada fazendo-se um buraco de, aproximadamente, 20 x 20 x 50 cm. O material obtido é peneirado a 4 mm, a fração fina sendo enviada para concentração para a central de bateamento. As regiões anômalas são reamostradas em malha 40 x 40 m. Na região, o "back-ground" de Sn é de cerca de 10 ppm e os teores anômalos oscilam entre 40 e 640 ppm.

Obtidas anomalias a partir da geoquímica de detalhe, iniciam-se os trabalhos de cubagem do eluvio, obedecendo-se a seguinte sistemática:

a) Abertura de Poços

São feitos em malha de 160 x 80 m, com seção de 1 m² e profundidade suficiente para chegar à rocha alterada. Todo o material obtido é peneirado a 4 mm e a fração fina é enviada para concentração na central de bateamento. Todo o concentrado de bateia é mandado para análise, o teor obtido sendo deluído para o volume total amostrado. Em alguns locais a malha de poços é adensada para 40 x 40 m.

b) Abertura de Trincheiras

É feita sobretudo para cubagem do primário. São abertas sobre os picos das anomalias de solo, tenha ou não o local fornecido um eluvio rico. As trincheiras são espaçadas de 40 a 80 metros, malha, esta, adensada para 20 metros quando o corpo de minério se revelar muito irregular. A amostragem das trincheiras é feita em duas etapas:

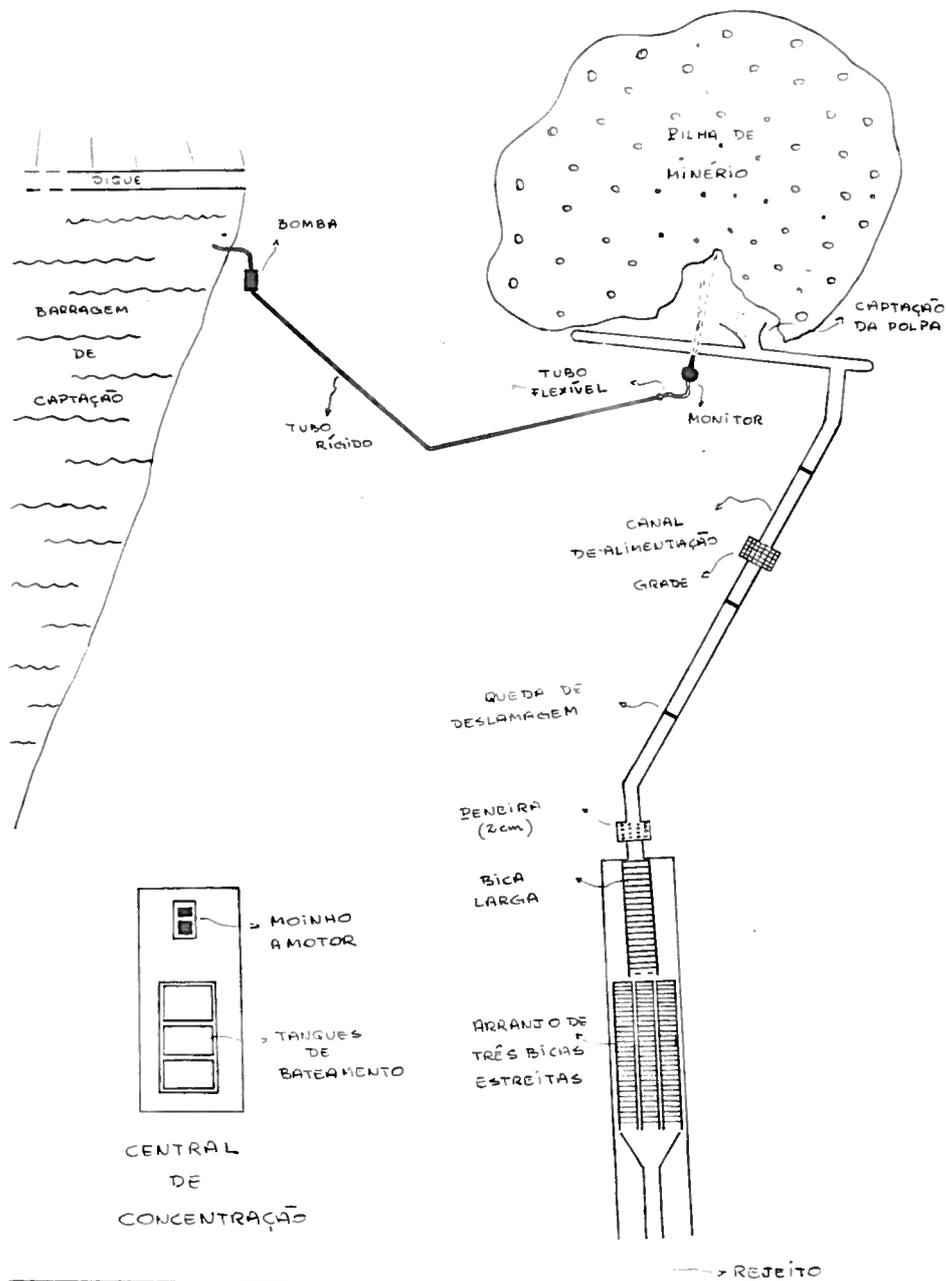
- No piso, sob a forma de canaletas de 5 metros de comprimento, por 20 cm de largura e 10 cm de profundidade.
- No detalhe, a trincheira é reamostrada no piso, com canaleta de 1 metro, por 20 x 10 cm.

As amostras são moídas e peneiradas a 2 mm. A fração fina é concentrada em bateia e todo o concentrado é enviado para análise. Estes trabalhos revelaram ser o minério primário muito descontínuo física e composicionalmente, deixando dúvidas quanto à viabilidade econômica da sua lavra. Poços profundos e galerias estão sendo abertos na tentativa de melhor conhecer e, se possível, cubar uma reserva de minério primário.

4 - TÉCNICA DE LAVRA E EXTRAÇÃO DO CONCENTRADO

A fig. 2 mostra um esquema geral da extração, a partir do elúvio, de um concentrado de cassiterita e tantalita, fazendo uso da técnica de "bica canadense". O arranjo mostrado foi adotado, no local, em acordo com a produção desejada, os equipamentos periféricos sendo dimensionados também de acordo com esta produção. O arranjo mostrado na fig. 2 servirá como exemplo nas explicações detalhadas que serão dadas a seguir. Tem uma capacidade de tratamento de 30 a 40 m³/hora de polpa, constituída de 10 partes de água por 1 parte de minério. Outros arranjos podem ser feitos, dependendo das reservas de minério, do tempo disponível para a concentração e dos recursos. Recomenda-se, para qualquer tipo de arranjo, que a polpa tenha a razão água/minério sempre próxima de 10/1. Cada calha, tem capacidade de receber 10 a 15 m³ por hora de polpa deste tipo. Um arranjo de três bicas, no caso, pode, portanto, tratar 30 a 40 m³/hora, conforme relatado.

O arranjo adotado como exemplo (fig.2) com-



CONJUNTO DE EXTRAÇÃO COM BICA CANADENSE 1:200

Fig. 2

põe-se das seguintes partes:

- a) Reservatório de água ou barragem de captação.
- b) Bomba d'água.
- c) Tubo rígido, de metal.
- d) Tubo flexível, de ligação com o monitor.
- e) Monitor (canhão d'água).
- f) Pilha de minério.
- g) Canais de captação da polpa.
- h) Canal de alimentação, com ou sem grade e com quedas de deslamagem.
- i) Peneira de entrada das bicas.
- j) Bica canadense, composta de duas partes : bica larga, ou superior, e bica estreita, ou inferior. Neste arranjo tem-se uma bica larga alimentando três bicas estreitas.
- k) Central de concentração com um moinho a motor e três tanques de bateamento.

A operação das bicas, no arranjo adotado, faz-se:

- a) Cubado o eluvio, o minério é empilhado com um trator de esteiras.
- b) É escavado um canal de captação de polpa em frente a pilha de minério, relevo abaixo, fazendo-se uso da queda natural do terreno. Bocas de captação, por onde a polpa chega ao canal, são cavadas conforme a pilha for sendo erodida.
- c) Fazendo uso da bomba e do monitor, a pilha é desmontada, pelo jato d'água. No desmonte já é regulada a constituição da polpa (mistura de minério e água) que corre para o canal de captação através das bocas de captação. A constituição correta da polpa depende da experiência do operador do canhão. O ajuste é feito por ele, com o auxílio dos operadores da bica, que dirão se a polpa é muito rica (bicas entulham) ou muito pobre (bicas recebem somente lama, nenhum cascalho).
- d) A polpa, do canal de captação, cai no canal de alimentação, que leva as bicas. O canal de alimentação tem um certo número de "quedas de deslamagem" (degraus de cerca

de 30 cm) que auxiliam a dissolver blocos de argila e a soltar a argila de cobertura dos granulos, liberando as partículas de minério. Este canal pode ser equipado com uma grade para reter os seixos trazidos pela polpa antes deles chegarem as bicas.

e) Após passar pela grade e ser deslamada, a polpa cai na bica superior. A instalação de uma peneira de cerca de 2 cm nesta posição auxiliará a operação das bicas, uniformizando a granulometria da polpa. Da bica superior, a polpa passa às bicas inferiores, e, daí, segue para o rejeito.

f) Quando houver minério concentrando-se nos últimos ríflés das bicas inferiores, a corrida é paralizada. Em Riacho dos Cavalos, a corrida é, normalmente, de 4 a 5 dias. Cada minério e cada mineral exige um tempo diferente de corrida, também variável com o arranjo e o ajuste adotado para as bicas.

g) Paralisada a corrida, as grades são levantadas e todo o material retido nas calhas é peneirado a 4 mm.

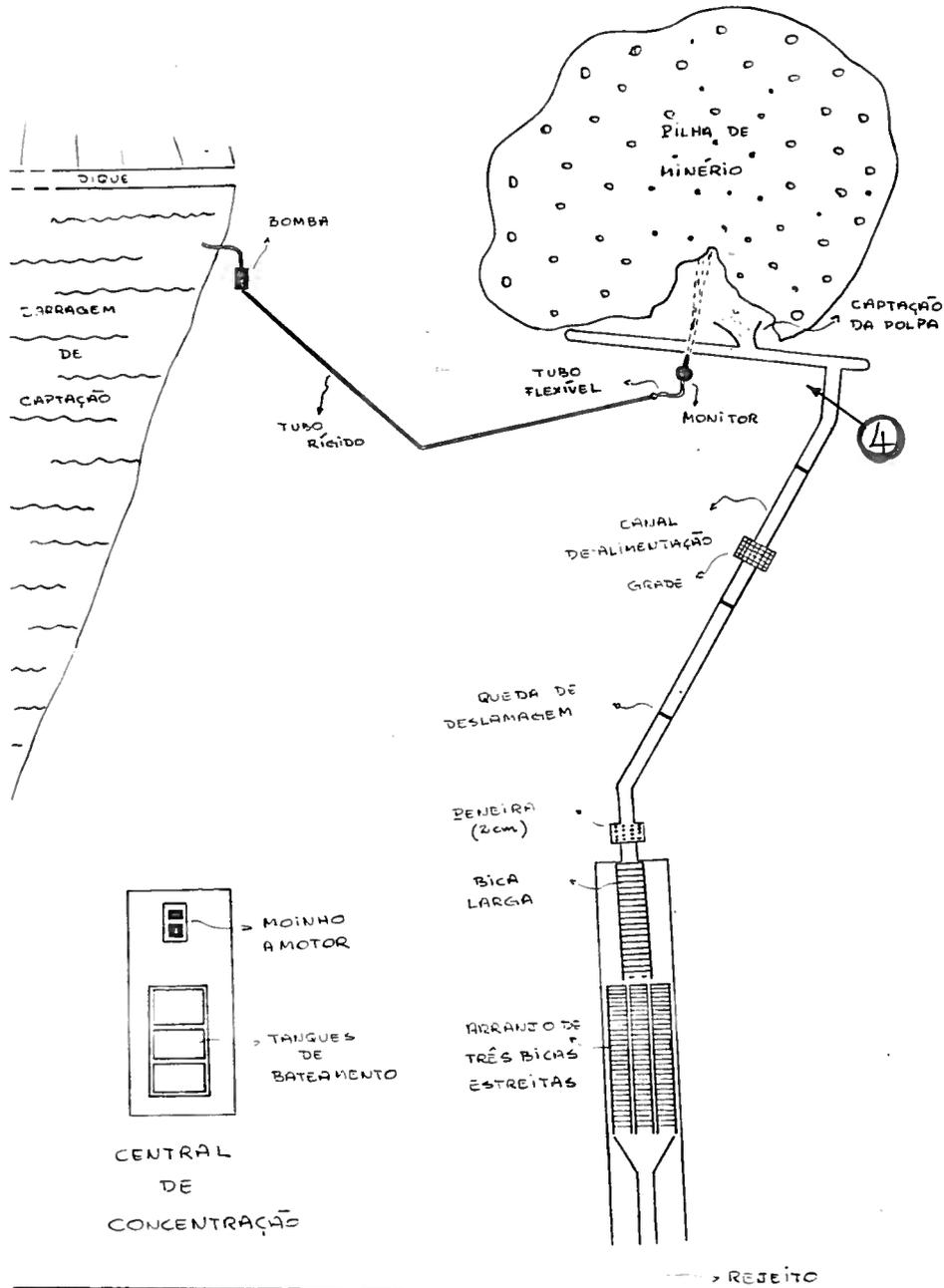
h) A parte fina obtida do peneiramento é levada para a central de concentração, procedendo-se a concentração final por bateamento. O concentrado final é de cerca de 50% de cassiterita + tantalita. A ressaltar, que as quedas de deslamagem agem como ríflés, concentrando minério anormalmente grosseiro, junto ao fino. Ao fim da corrida, portanto, o material acumulado na base de cada degrau deve ser coletado e bateado sem peneiramento.

A seguir será mostrado e comentado, em detalhe, cada uma das partes do conjunto de concentração da fig.2. A sequência de fotos corresponde a sequência normal de evolução da corrida, acima descrita. Ao lado de cada foto consta um esquema, idêntico à fig. 2, onde é mostrada a posição e a direção em que foi feita a foto.

Observação:

Os valores usados para cubagem, em Agosto de 80, foram:

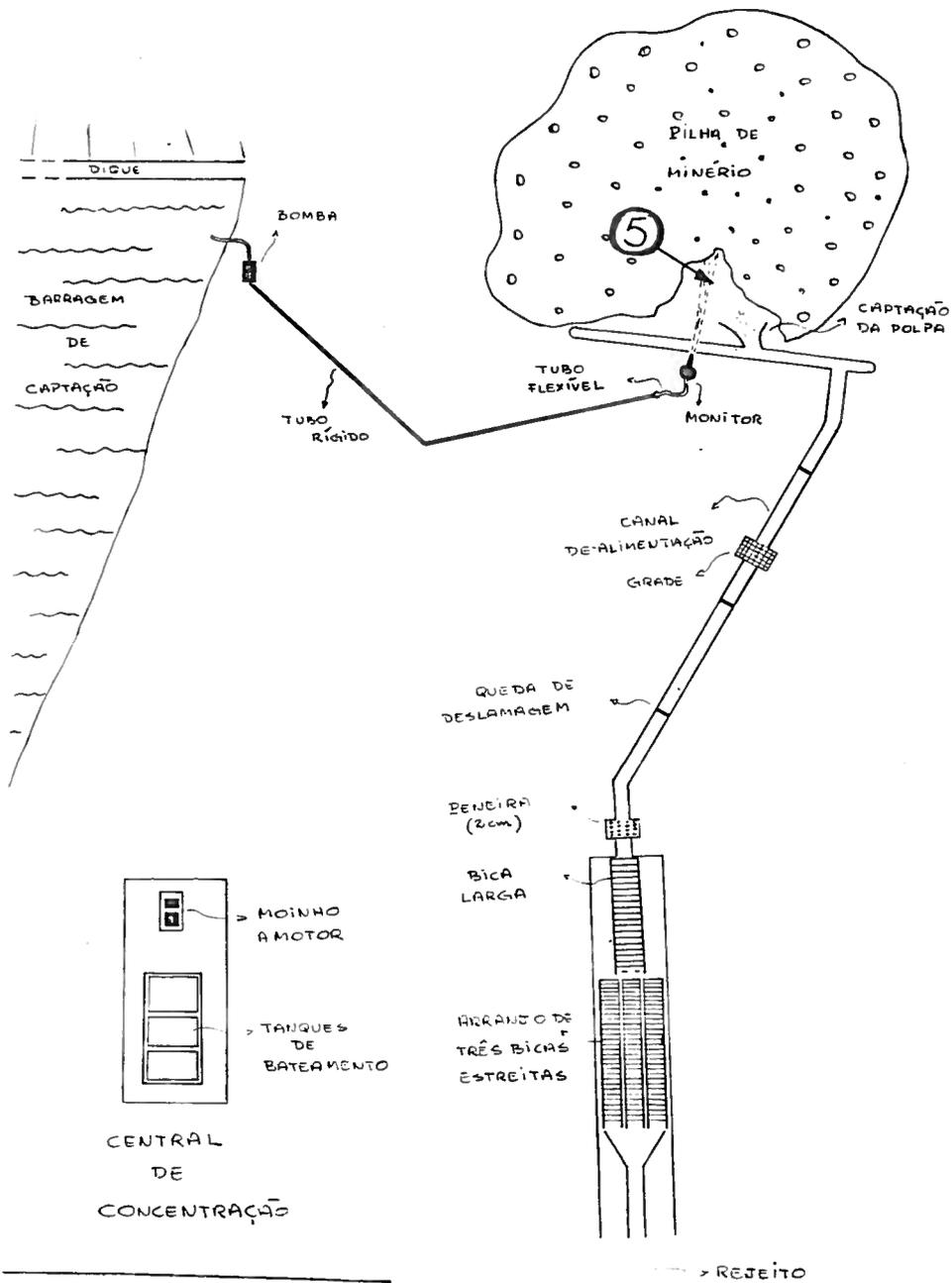
- 1) "Cutt off" a U\$ 1,60/ton, de cassiterita + tantalita.
- 2) Teor médio de U\$ 4,60/ton de cassiterita + tantalita.
- 3) Custo de U\$ 13,00 o quilo de Sn.
- 4) Custo de U\$ 70,00 a libra peso de Ta₂O₅.



CONJUNTO DE
EXTRAÇÃO COM
BICA CANADENSE
1:200



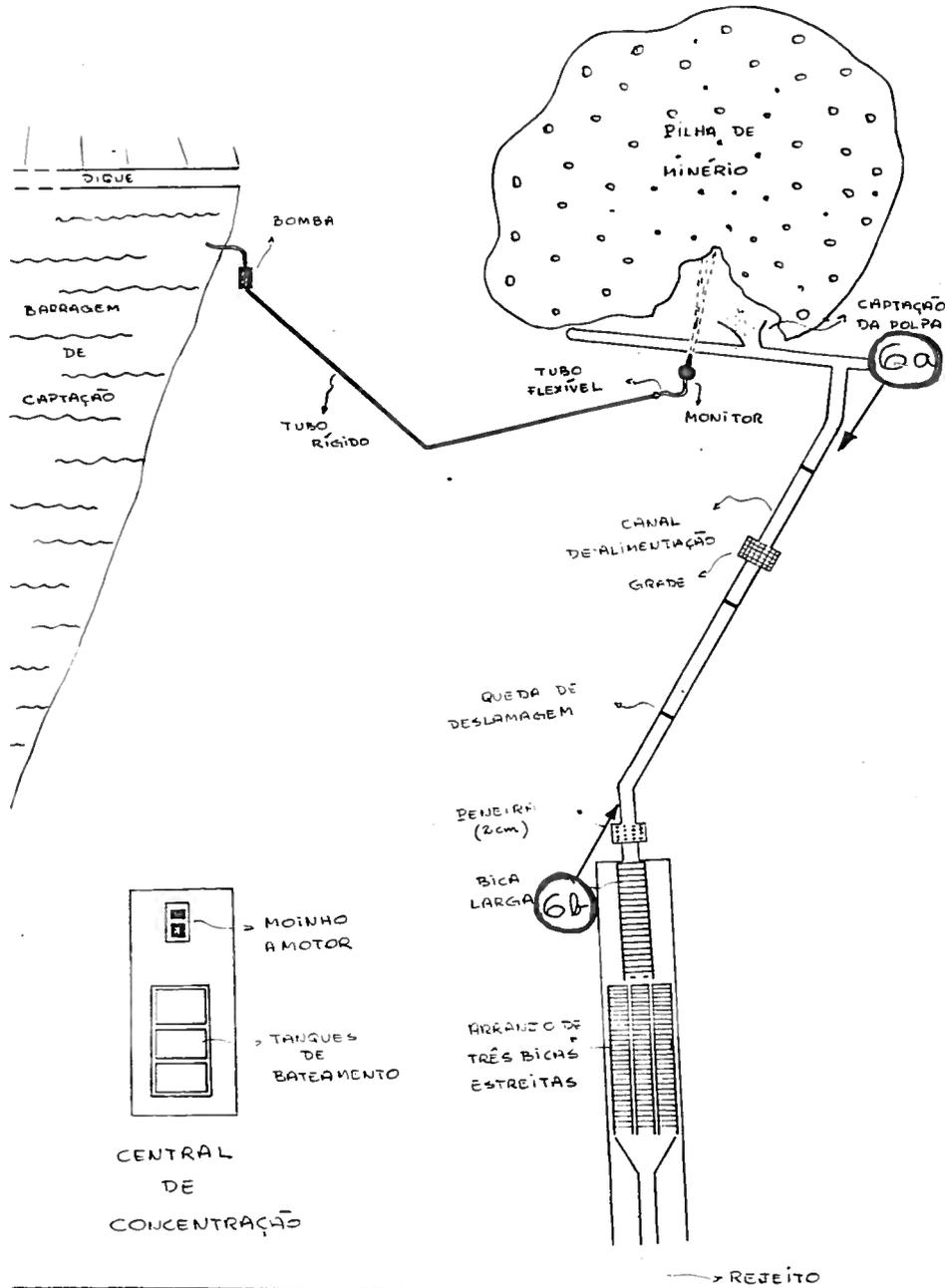
Foto 4 - Desmonte da pilha de minério com o canhão d'água (monitor). O jato é regulado de modo a proporcionar a formação de uma polpa na qual a razão água/minério é de cerca de 10/1. Isto é conseguido pelo operador, com o auxílio dos auxiliares encarregados das bicas, que dirão se a polpa é rica (bicas entulham) ou pobre (bicas recebem lama e pouco cascalho). Com o tempo, o operador, sozinho, será capaz de otimizar o fluxo d'água do canhão.



CONJUNTO DE
EXTRAÇÃO COM
BICA CANADENSE
1:200



Foto 5 - Notar que o minério desmontado origina a polpa que é captada pelas bocas de captação, caindo no canal de captação. Este canhão d'água (monitor) é marca Haupt (fon. 260.3984 em São Paulo) e é alimentado por uma bomba KSB 100-50/2, de altura manométrica de 80 m e vazão de 160 m³/hora. O motor da bomba é um MWM de 100 HP.



CONJUNTO DE
EXTRAÇÃO COM
BICA CANADENSE
1:200

19 • NT

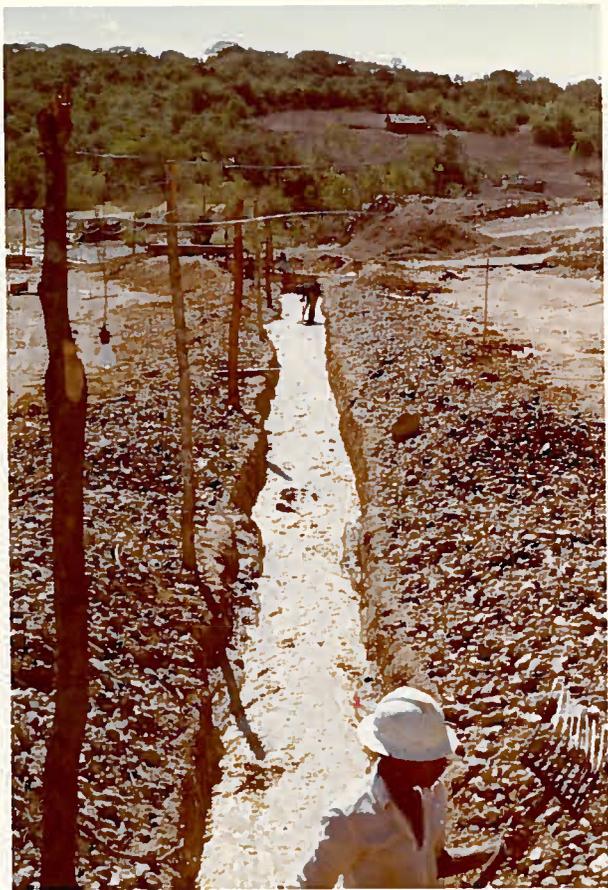
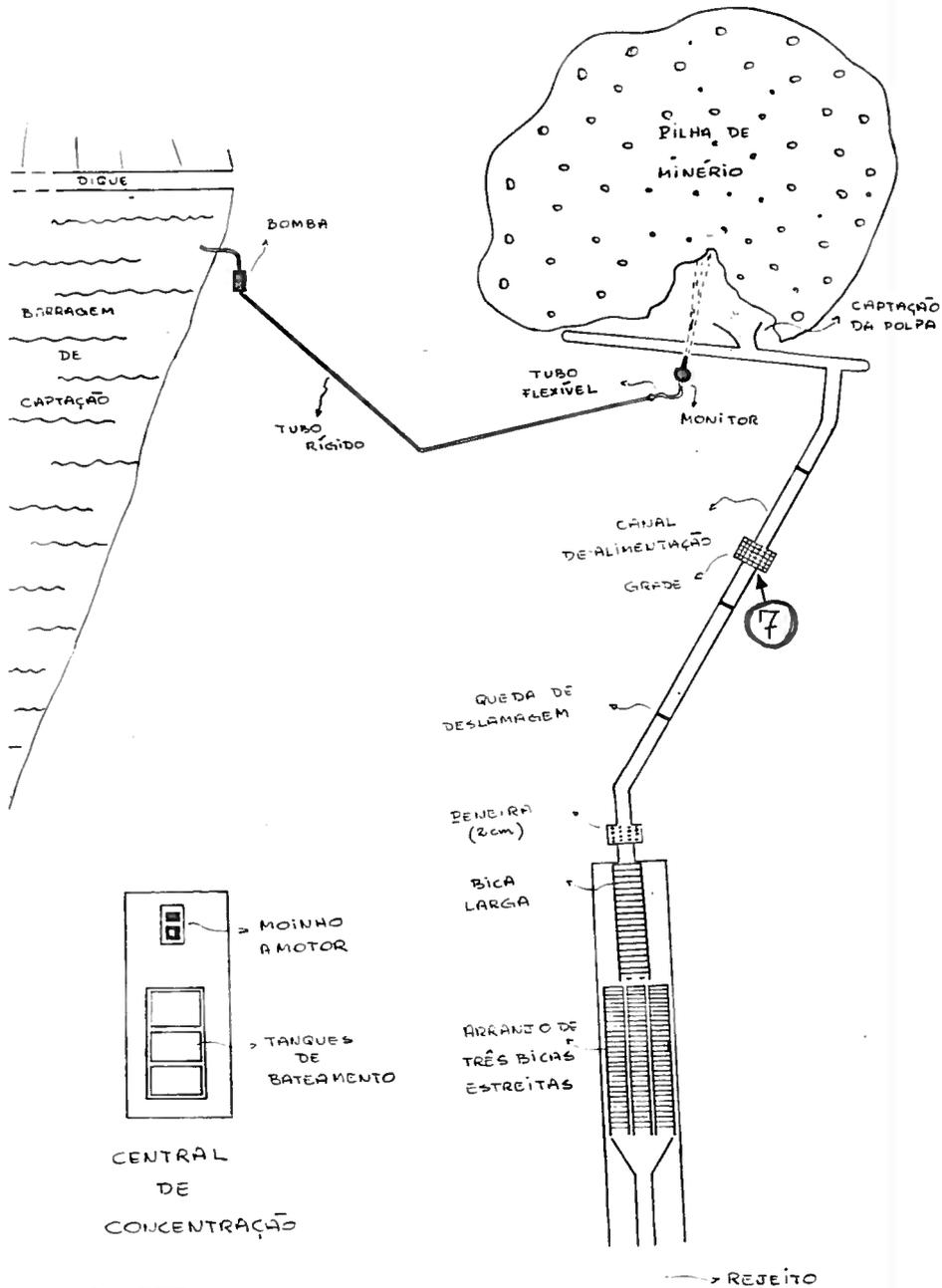


Foto 6 a: Do canal de captação a polpa segue, por gravidade, para as bicas, através do canal de alimentação. No tar a presença de dois homens, munidos de garfos, encarregados de limpar a polpa dos blocos e cascalhos muito grosseiro. A instalação de uma grade (foto 7) pode auxiliar nesta tarefa. A presença desses homens, ou da grade, não é necessária quando o minério for de granulometria menor ou homogênea.

19 • NT



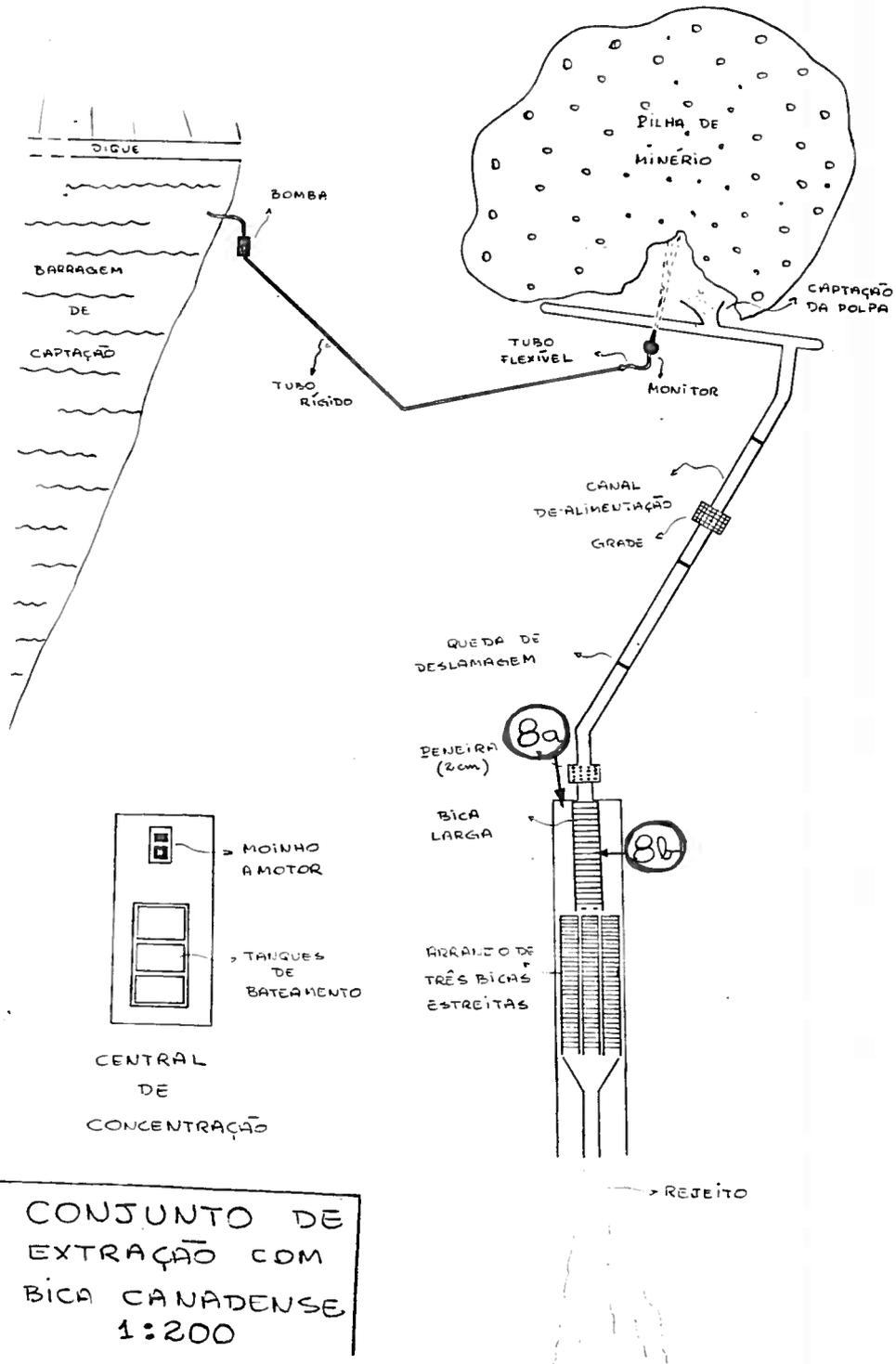
Foto 6 b: Com a água desligada, ao término de uma corrida, vê-se, no canal de alimentação, as quedas de deslameamento (degraus). Elas são protegidas por madeira para evitar que sejam erodidas pelo fluxo d'água. Estas quedas agem como ríflés, concentrando os grânulos maiores de minério, juntamente ao fino, nas suas bases. Este material deve ser coletado e levado ao bateamento.



CONJUNTO DE
EXTRAÇÃO COM
BICA CANADENSE
1:200



Foto 7 - Grade-peneira, instalada no canal de alimentação das bicas, com a finalidade de reter o cascalho grosseiro e blocos trazidos pela polpa. A malha da grade é retangular, de 15 x 4 cm.



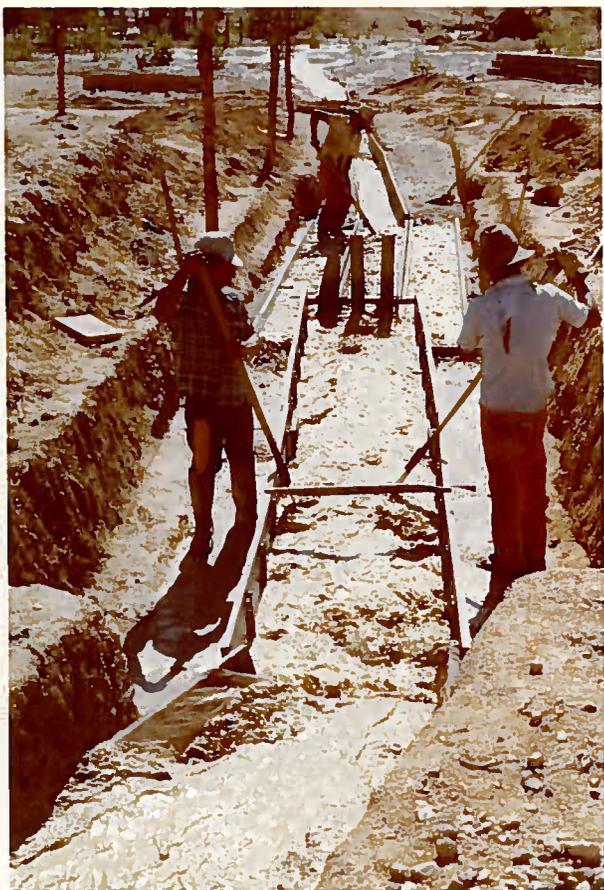
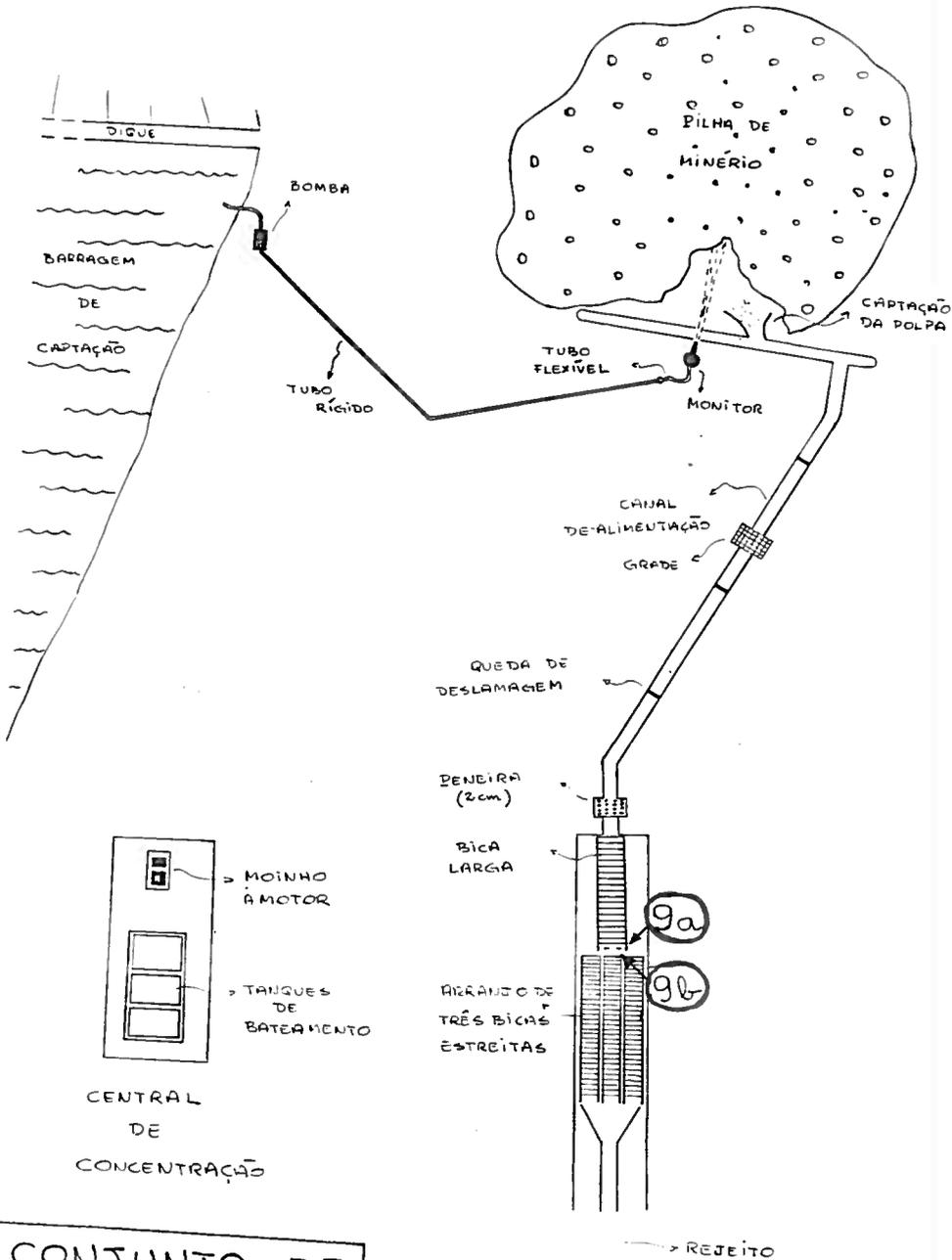


Foto 8a: No arranjo adotado, o canal de alimentação conduz a uma bica larga, superior. Esta bica tem 0,8 ms de largura e 0,5 metros de profundidade, com ríflés a cada 0,5 metros. Notar os auxiliares que, constantemente, remexem a parte inter-ríflés, impedindo o entulhamento e a consequente formação de um fluxo laminar, que impediria a concentração das fases pesadas junto aos ríflés. Normalmente na bica superior trabalha somente uma pessoa. Notar a escavação feita para receber as bicas, após o fim do canal de alimentação.



Foto 8 b: Detalhe da bica superior. Notar os encaixes, na calha, feitos para receber os ríflés. Cada ríflé tem 5 cm de altura e, quando entulhado de minério, lhe é superposto um outro ríflé de 5 cm, fazendo uso do encaixe mostrado na foto. Isto permite aumentar o tempo de corrida e a rentabilidade do processo.



CONJUNTO DE EXTRAÇÃO COM BICA CANADENSE 1:200



Foto 9 a: Passagem da bica superior para as três bicas inferiores. Notar os obstáculos postos na saída que permitem uma re-partição da polpa para as três bicas inferiores.

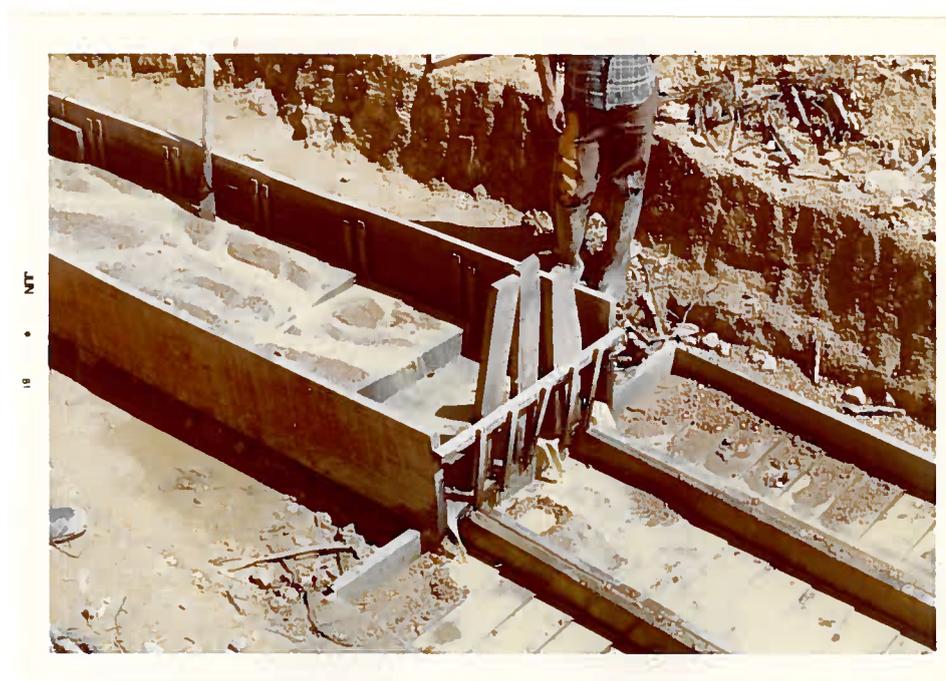
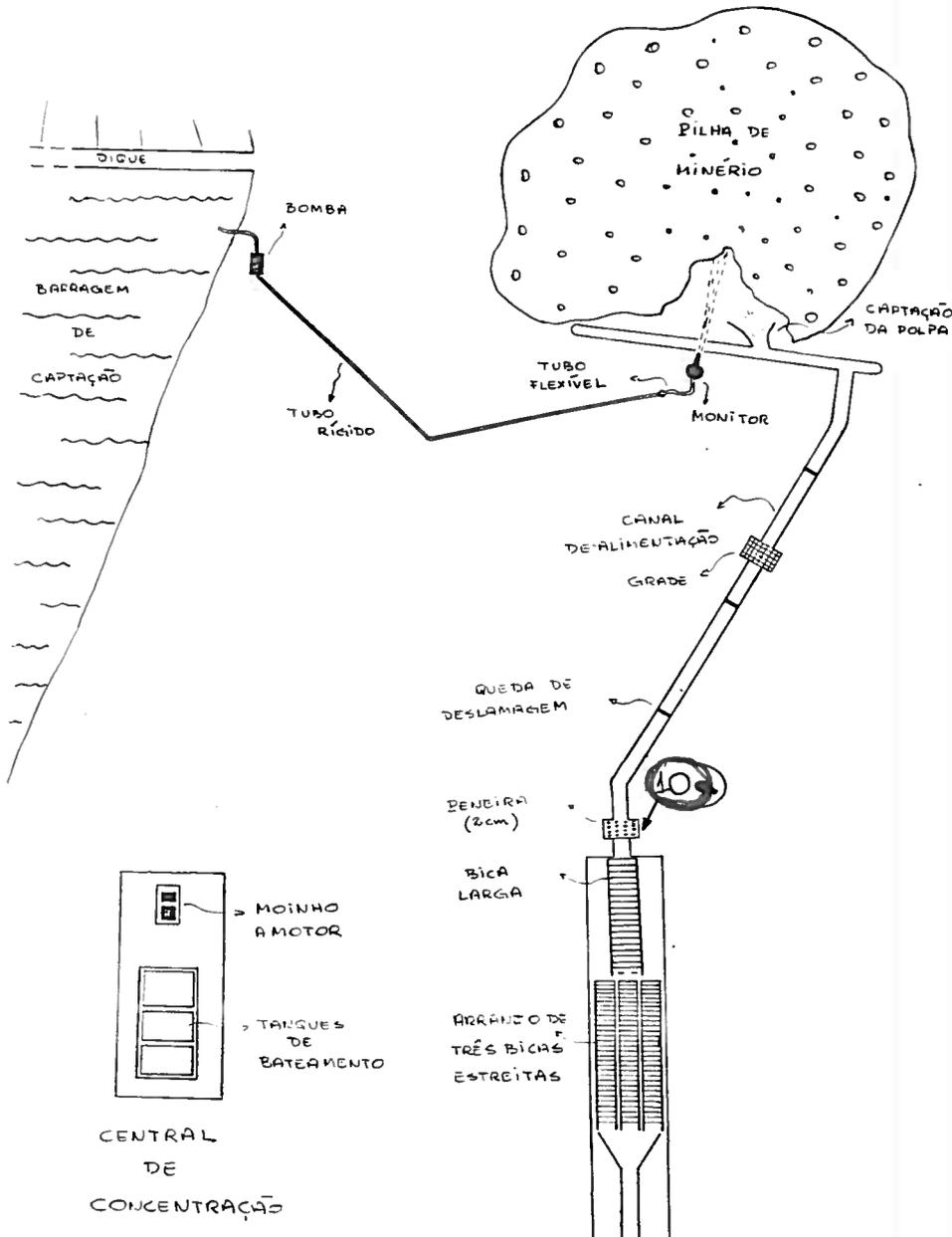


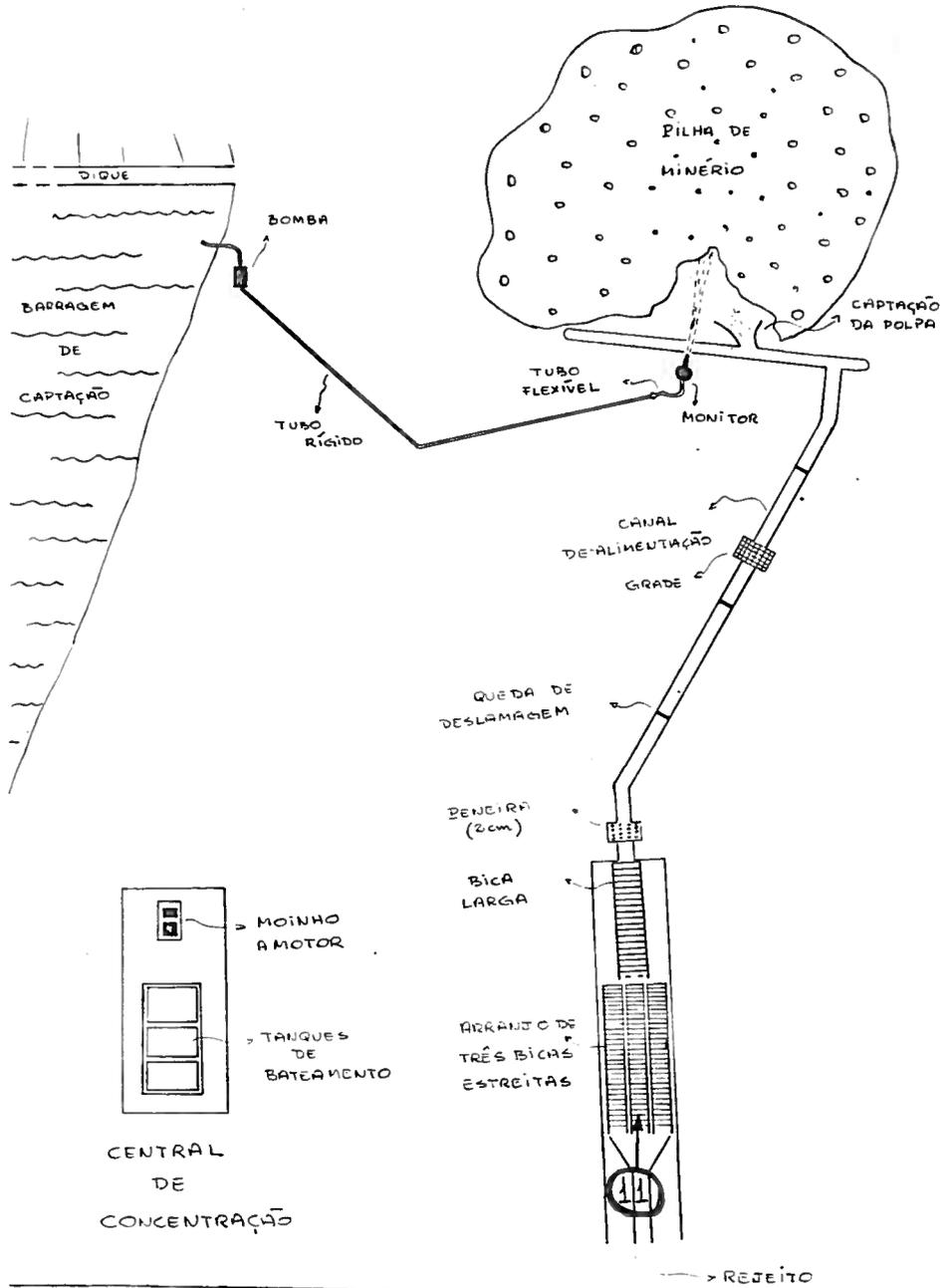
Foto 9 b: Com a água desligada, ao fim da corrida, a mesma passagem mostrada acima. Notar, na bica superior, a ausência do último rifle.



CONJUNTO DE
EXTRAÇÃO COM
BICA CANADENSE
1:200



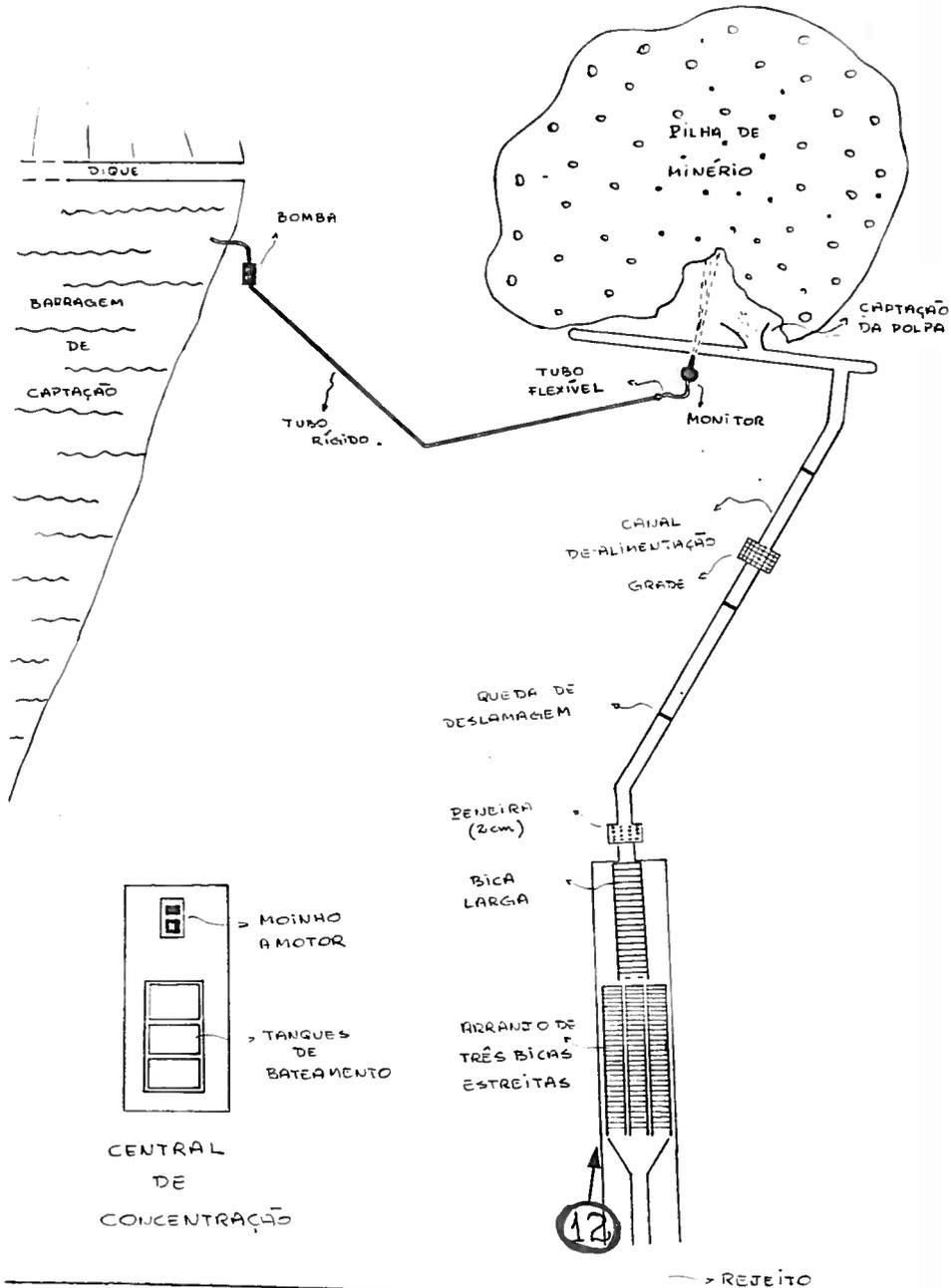
Foto 10: Neste arranjo, o canal de alimentação deságua em duas bicas superiores que, por sua vez, desaguam em outras duas bicas, inferiores. A foto mostra uma peneira de malha de 2 cm. Este artifício permite a obtenção de uma polpa mais homogênea, facilitando a concentração nas bicas. A malha da peneira depende da granulometria do minério a ser concentrado.



CONJUNTO DE EXTRAÇÃO COM BICA CANADENSE 1:200



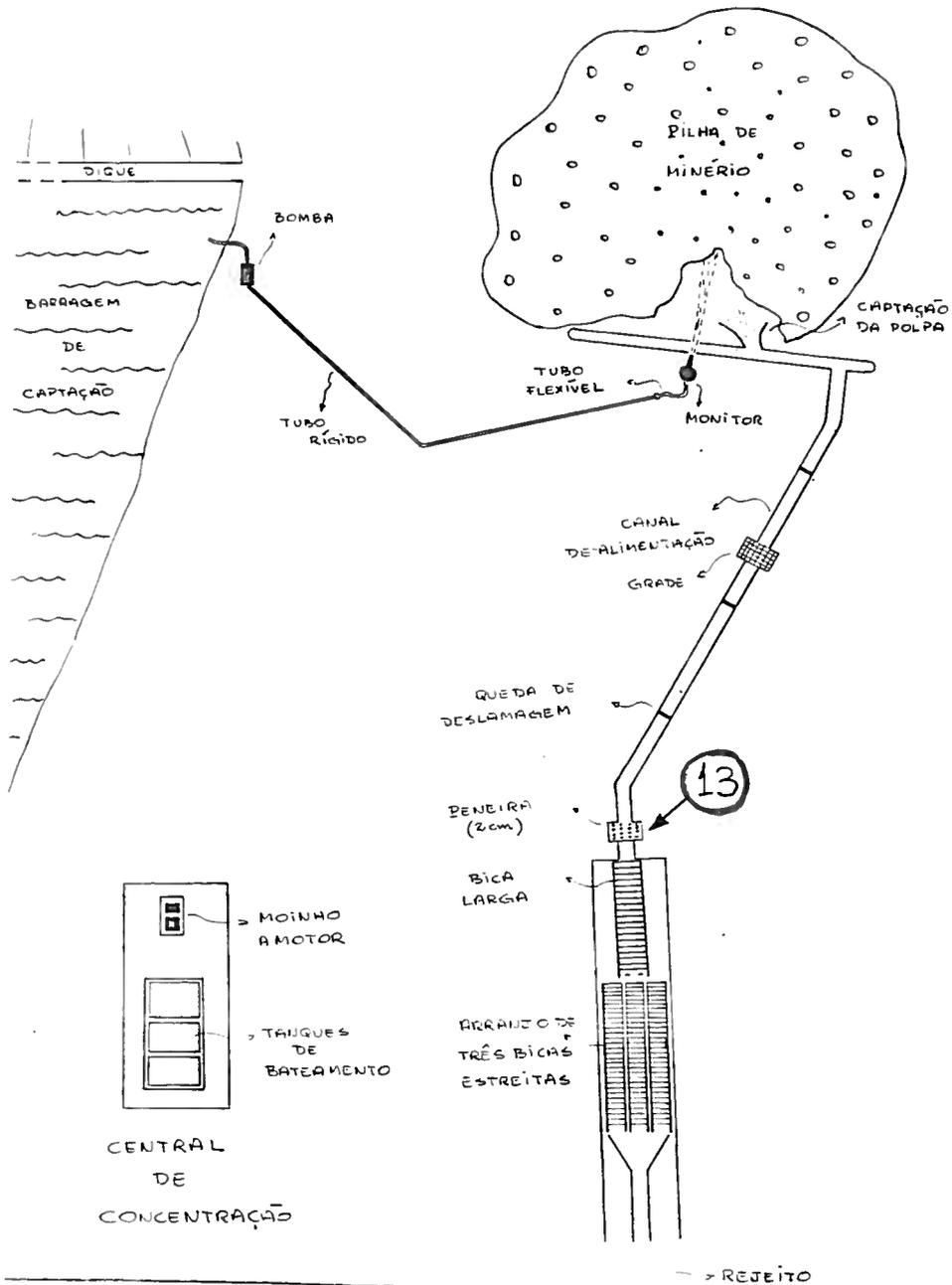
Foto 11: Bicas inferiores, com a água desligada, ao fim da corrida. Em qualquer momento que se desligar a água, as bicas ficarão aparentemente entulhadas, como na foto. Não é este entulhamento que determina o fim da corrida, e sim a presença de minério junto aos últimos ríflés das bicas inferiores. O cascalho que entulha os inter-ríflés é removido, após a raspagem das calhas, por um pe neiramento à 4 mm.



CONJUNTO DE EXTRAÇÃO COM BICA CANADENSE 1:200



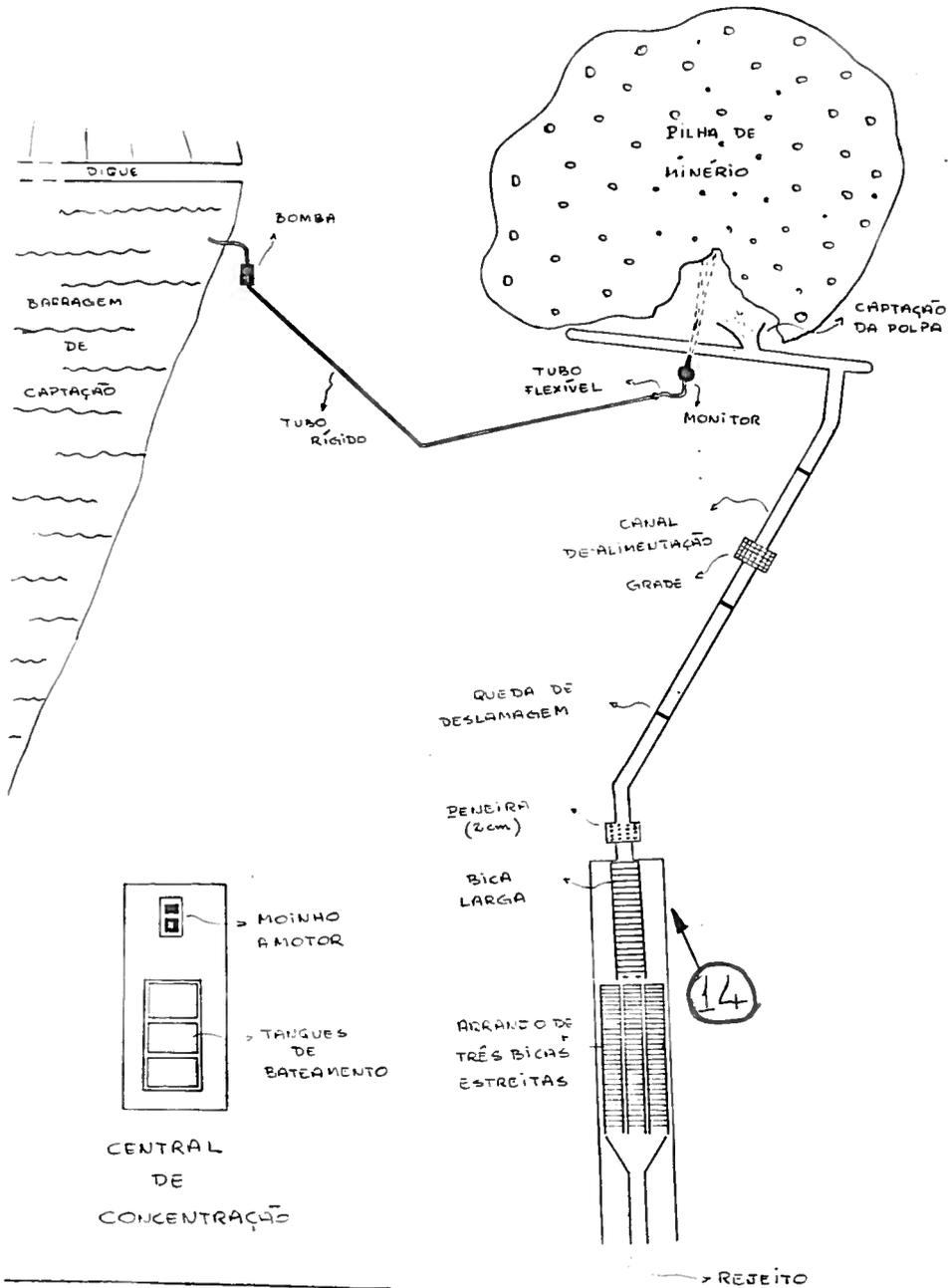
Foto - 12: Vista geral do conjunto de concentração em plena operação. Ao fundo, o canhão d'água operando no desmonte da pilha de minério. O canal de alimentação derrama a polpa na bica superior, constantemente remexida por um ou dois homens, e, daí, para as bicas inferiores, também remexidas por um homem. O que passar pelas bicas é considerado rejeito. Este arranjo, bem ajustado, tem permitido a recuperação de minério com granulometria de até 200 mesh.



CONJUNTO DE
EXTRAÇÃO COM
BICA CANADENSE
1:200



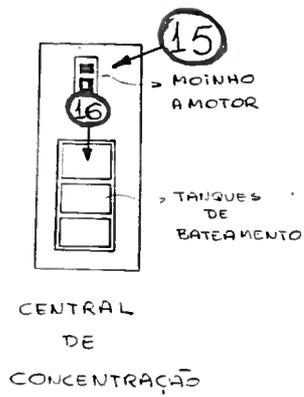
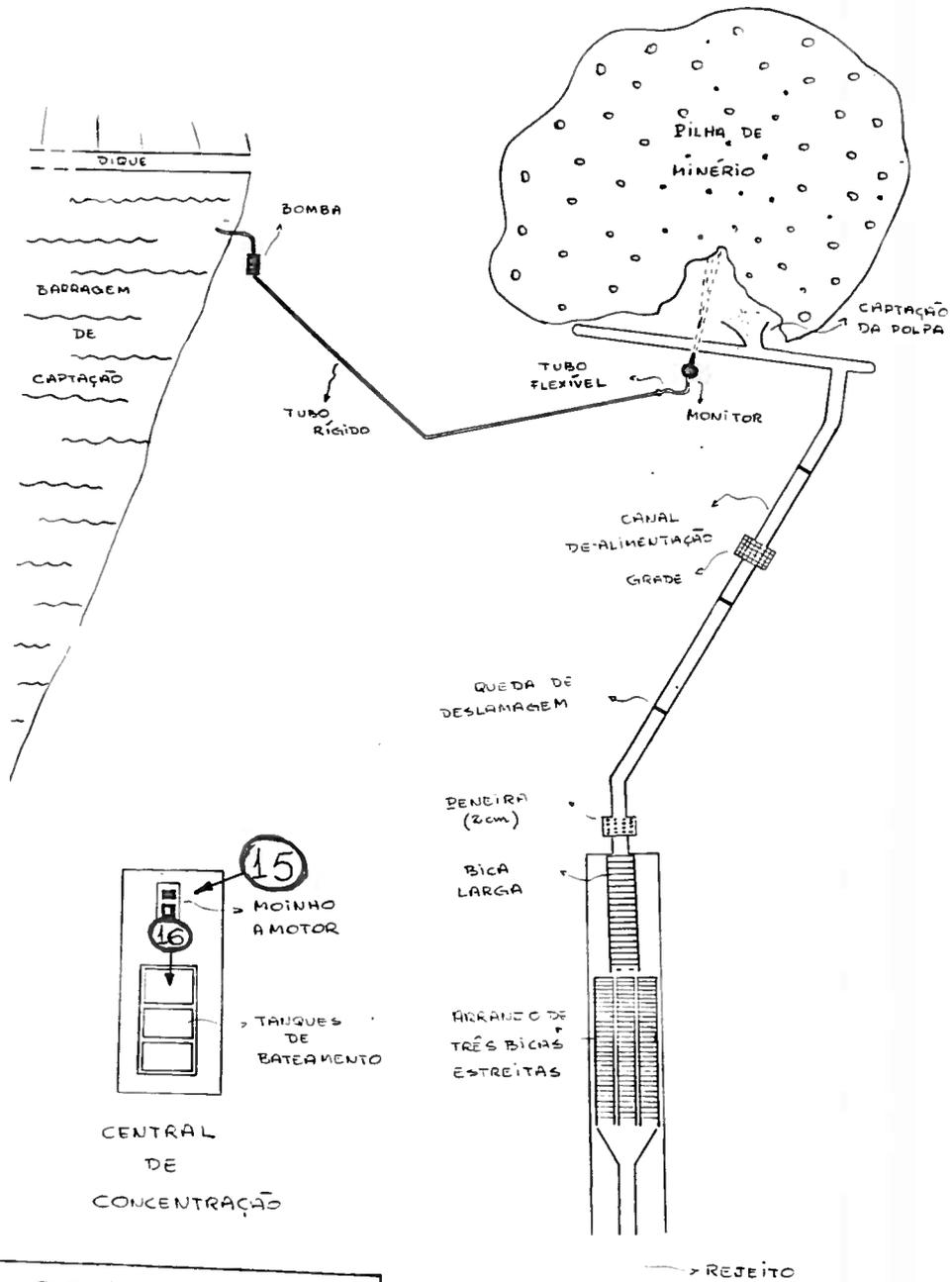
Foto 13: Em um arranjo feito por garimpeiros, notar a instalação de uma peneira (ralo) antes da bica superior. Esta peneira é constantemente limpa por um homem, que preocupa-se em agitar bem o material antes de o retirar do ralo, possibilitando uma boa deslamagem dos grânulos.



CONJUNTO DE EXTRAÇÃO COM BICA CANADENSE 1:200



Foto - 14 - Um arranjo mais simples feito por garimpeiros. O canal de alimentação das bicas é uma calha em V que recebe água por um cano flexível, visto ao fundo. O minério a ser levado é jogado sobre a saída do cano, com uma pá, formando a polpa. A polpa atravessa a peneira (ralo) e cai na bica superior, no caso sem rifle. Os rifles são substituídos por dois homens que, com pás, trabalham a polpa contra o fluxo, procurando amontoá-la junto a parte superior da bica. Esta operação concentra, nesta parte da bica, todo o material denso de maior granulometria. A polpa fina desce à bica inferior (não mostrada) que tem 3 ou 4 rifles e é forrada com sacos de estôpa. Isto permite a concentração da fase densa de pequena granulometria. A calha de alimentação tem 6 metros de comprimento, a bica superior tem 4 metros e a bica inferior (fora do campo fotografado) tem 3 metros.



CONJUNTO DE
EXTRAÇÃO COM
BICA CANADENSE
1:200



Foto - 15: Moinho de mandíbulas, movido por um motor Agrale de 11 CV. A amostra é moída a 4 mm. Usado para homogeneização de eluvios grosseiros ou de amostras de minério primário, obtidas nos poços e trincheiras usados na cubagem.



Foto - 16: Terminada a corrida nas bicas, estas são lavadas e o material obtido é peneirado a 4 mm. A parte fina é levada para estes tanques, na central de concentração, onde é concentrado por bateia. Normalmente o bateador trabalha dentro do tanque, com água pela cintura. Os tanques têm, cada um, 2 x 2 metros de profundidade, e são dotados de "bordas quebra onda". Têm o fundo em V aberto, para facilitar a evacuação de resíduos que se acumulam com o bateamento. A evacuação é feita por um ralo na base de cada tanque.

5 - AJUSTE DAS BICAS

A seguinte seqüência operacional pode ser seguida para otimizar-se a recuperação das bicas:

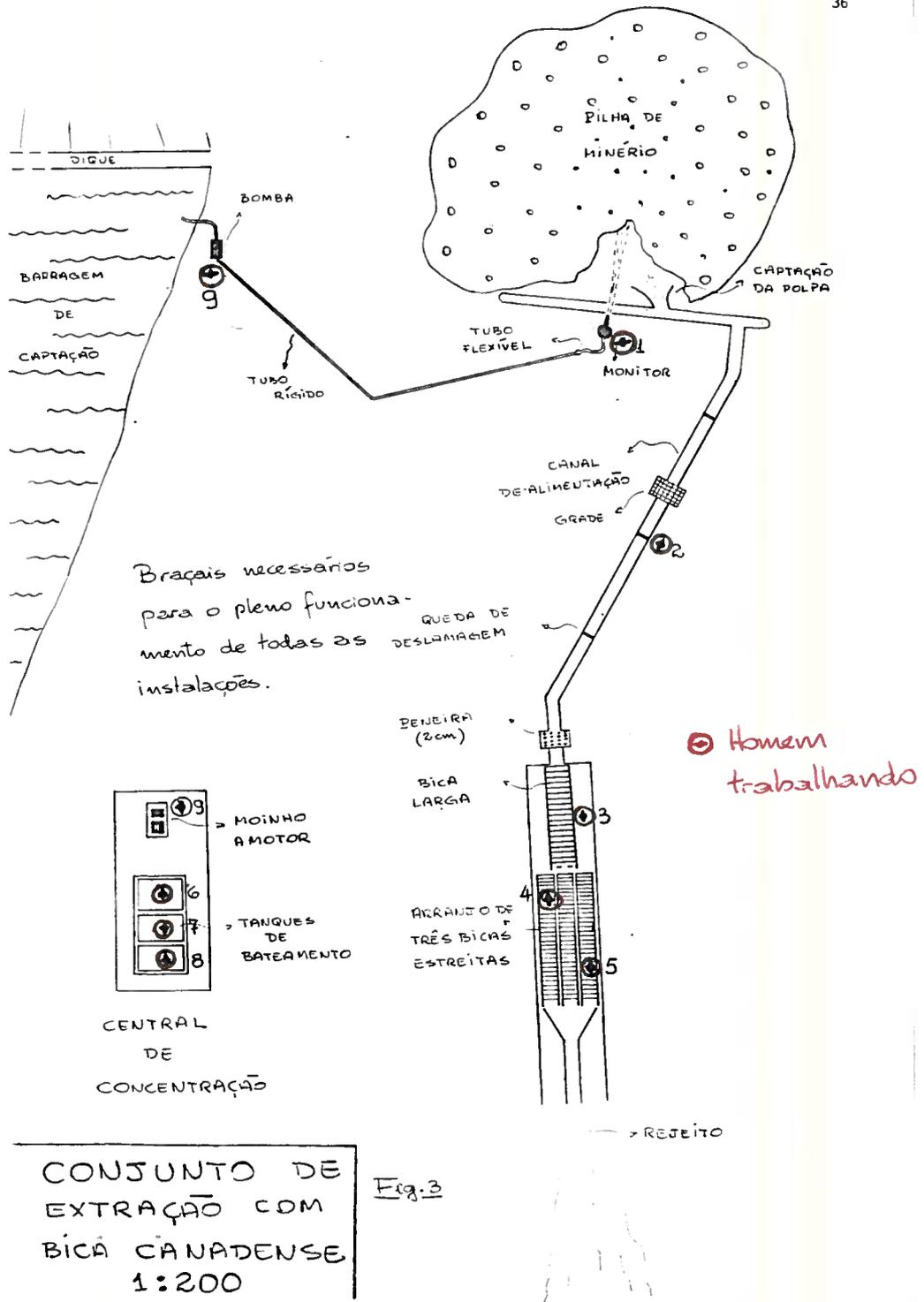
a) Ajuste da polpa, conforme relatado, de maneira que as bicas recebam uma mistura uniforme de água e cascalho. Uma polpa rica entulhará as bicas e, ao contrário, uma polpa pobre não permitirá que o cascalho chegue as bicas, que receberá somente água lodosa, com areia.

b) Várias amostras devem ser coletadas da pilha de minério que, juntamente com os dados de cubagem, permitirão conhecer o teor do minério a ser tratado.

c) Procede-se, após ajustada a polpa e conhecido o teor da alimentação (minério), a uma corrida de um dia. Após esta corrida, verifica-se, rifle por rifle, até onde foi o minério e analisa-se uma amostra do rejeito. Esta análise, comparada àquela do minério, permitirá que se determine a recuperação da bica. O "avanço" do minério nos rifles permitirá que se determine o tempo necessário de corrida. Normalmente a bica superior é mais inclinada que a inferior. No caso da área visitada, a bica superior é fixada com inclinação de 6 a 8% e a inferior com inclinação de 2 a 4%. Cada minério requer um tipo de ajuste.

d) Quanto menor a inclinação das bicas, mais fino será o minério recuperado, mas, também, menor deverá ser a vazão de polpa e maior será o entulhamento das bicas. A otimização das inclinações é feita por tentativa, controlando-se o teor e a granulometria do rejeito e comparando os valores obtidos entre si e com o minério. A rentabilidade é função de todos estes fatores, vazão e inclinação das bicas sobretudo.

e) É imprescindível que se tenha conhecimento da granulometria da fase mineral que se pretende separar. Isto permitirá que, ao fim da corrida, todo o material recuperado sobre as bicas seja peneirado, eliminando-se toda a fase grosseira de granulometria maior que a da fase interessante. Isto reduzirá de 10 vezes o volume de material a ser levado ao bateamento final.



6 - PESSOAL

A fig. 3 mostra a quantidade e a posição de pessoas necessárias para o funcionamento das bicas, no arranjo descrito. É necessário um mínimo de nove homens, assim distribuídos:

- Um operador do canhão d'água.
- Um limpador da grade e do canal de alimentação.
- Um remexedor dos interifles da bica superior.
- Dois remexedores dos interifles das três bicas inferiores.
- Três bateadores.
- Um homem encarregado da bomba d'água, do britador (quando necessário) e do ensacamento do concentrado obtido pelos bateadores.

O mais simples dos arranjos permite operação com dois homens, desde que ao menos um deles seja bateador. Neste caso, faz-se um arranjo de uma bica superior e uma bica inferior, alimentadas por um fluxo constante de água (foto 14). Um homem alimentará as bicas e o outro se encarregará de remexer os interifles, mantendo um fluxo turbulento. Terminada a corrida, as bicas são raspadas e o material é peneirado e bateado pelos mesmos homens.

