

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR

FLUORITA VOLTA GRANDE

RETROSPECTO E NOVA PROGRAMAÇÃO

S. L. MARTINI

CURITIBA

MINEROPA
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

MINERAIS DO PARANÁ S.A - MINEROPAR



FLUORITA DE VOLTA GRANDE: RETROSPECTO E NOVA PROGRAMAÇÃO

S.L. MARTINI

549.454
.2
(816.22)
m 386

CURTIBA



Registro n. 2010



Biblioteca/Minerpar

MINEROPAR
Minerais de Pará S/A.
BIBLIOTÉCA
REG. 2010 BFA 2011185

Granito
Etapa 4

FLUORITA DE VOLTA GRANDE: RETROSPECTO E NOVA PROGRAMAÇÃO

S. L. Martini

FLUORITA DE VOLTA GRANDE: RETROSPECTO E NOVA PROGRAMAÇÃO

I - INTRODUÇÃO

A área de Volta Grande em Cerro Azul (PR) foi requerida em 1979 devido às ocorrências de fluorita detectadas durante os trabalhos da Nuclebrás na região.

Em 1980, foram executados trabalhos de mapeamento geológico 1:10.000, aberturas de poços e trincheiras com amostragem de canal, e um serviço orientativo de geoquímica.

O detalhamento geológico, a cargo do Setor Granitos, definiu preliminarmente o potencial econômico da área para fluorita. O orientativo geoquímico, executado pelo SATO, demonstrou a viabilidade técnica do uso do solo como meio eficaz de amostragem para a prospecção de fluorita nas condições locais.

A finalidade do presente relatório é comentar brevemente os resultados geológicos obtidos até meados de 1981 e traçar um programa para a continuidade da exploração na área.

II - RESULTADOS GEOLÓGICOS OBTIDOS

A primeira fase de trabalhos em Volta Grande (... 1980, geologia de detalhe) é referida em dois relatórios internos (Felipe, 1980 a, b).

Os dois relatórios têm conteúdos praticamente idênticos e concluem que a fluorita de Volta Grande ou é 'singenética', relacionada aos 'restos de teto' carbonáticos com remobilização para espaços vazios, ou é geneticamente ligada às rochas alcalinas da região. Ambos relatórios enfatizam a ocorrência preferencial da fluorita nas intersecções de falhas NE e NW com uma falha

regional ENE mais recente, e recomendam a continuidade da pesquisa.

O relatório referente à fase de poços e trincheiras (Felipe, 1981) é mais objetivo. O minério de fluorita (até 80% CaF_2) é definido como uma impregnação superimposta em rochas graníticas com grau variável de cataclase (Marini, 1981; com. pessoal). Consequentemente, a presença física de 'restos de teto' carbonáticos é descartada como metalotecto. São também obtidos e sugeridos novos subsídios para justificar uma relação genética entre a fluorita e os corpos alcalinos, em detrimento de outras hipóteses. Além disso, a relação espacial minério/intersecção de falhas é reforçada e novos trabalhos de prospecção são recomendados.

Por outro lado, sugere-se aqui que inflexões locais dos falhamentos principais ENE possam também atuar como possível controle estrutural para fluorita em Volta Grande e áreas similares. Conforme já comprovado em outras jazidas de fluorita (e.g. Cerro Muriano, Espanha; Martini, 1980), estas inflexões são os lugares onde permanece mais espaço aberto durante a movimentação das falhas.

III - POTENCIAL GEOLÓGICO

A situação definida na fase de escavações acima referida sugere (ou indica) que a área de Volta Grande tem bom potencial geológico para concentrações econômicas de fluorita.

Teoricamente, todas as zonas porosas atingidas pelos fluídos hidrotermais do magmatismo alcalino podem estar mineralizados à fluorita. O controle último(?) da mineralização é estrutural, dado por falhas regionais relacionadas ao 'emplacement' dos corpos alcalinos e que se comportam como canais permeáveis fisicamente conectados aos centros magmáticos alcalinos.

Entretanto, restam dúvidas quanto à fonte do cálcio e ao papel representado pelas rochas carbonáticas.

Ainda não está claro, por exemplo, porque os 'restos de tetos' calco-dolomíticos estão menos mineralizados do que o granito cataclasado, mais pobre em cálcio. A explicação talvez re

sida no fato de que o granito é mais duro e quebradiço ('brittle') do que as rochas carbonáticas, permitindo assim a manutenção de mais espaços abertos durante a deposição da fluorita.

Resta também checar uma possível relação genética entre a fluorita e a atividade magmática representada por venulações de granito alaskítico (?) que invadem localmente o minério brechado.

IV - EXPLORAÇÃO

4.1. Geoquímica

4.1.1. Sedimento de Corrente

Não existe referência nos livros textos disponíveis sobre o uso de sedimento de corrente na prospecção de fluorita. Este método provavelmente não é aplicável no caso porque a dispersão hidromórfica do fluor é em forma de ânion (F^-) ou partícula neutra (HF^0), que não são atraídos ou absorvidos por argilas. Por outro lado, a fluorita não é resistato e em consequência normalmente não forma halos de dispersão clástica. Deve-se entretanto levar em consideração que topografia acidentada como a de Volta Grande é favorável para este tipo de dispersão.

O orientativo do SATO não foi conclusivo a respeito da aplicabilidade de sedimento de corrente devido à falta de drenagem apropriadas para amostragem. A mobilidade (ou a fixação?) do fluor é baixa neste meio de amostragem, conforme demonstrado pelo pequeno trem de dispersão apresentado.

Existem, no entanto, referências recentes sobre a viabilidade de sedimento de corrente para exploração de fluorita (Ramos, com. pessoal).

4.1.2. Solo

A campanha piloto executada pelo SATO demonstrou que pedogeoquímica para fluor funciona como método de exploração para fluorita nas condições locais de Volta Grande. A metodologia

e os resultados ^{são} apresentados em detalhe no relatório correspondente (Ramos, 1981). Os teores de fluor mostram um padrão de dispersão alongado na direção ENE - NSW que coincide exatamente com a zona mais rica em fluorita.

Uma boa correlação é definida entre fluor e Y, Yb, Nb, Ti, Ba, Pb e Ga no solo do alvo Volta Grande.

Geoquímica de solo é também considerada como método promissor para exploração de fluorita por Schwartz e Friedrich (1973) e Mukherjee (1978).

Além disso, Hg e Zn em solo têm sido sugeridos como elementos farejadores para depósitos de fluorita (em carbonatos?) (Friedrich e Pluger, 1971).

4.1.3. Hidrogeoquímica

* O uso de geoquímica de água superficial para prospecção de fluorita no sul do Brasil tem sido reportado ultimamente. As opiniões sobre a viabilidade técnica do método são contraditórias. O pessoal da CPRM/S.Paulo desaconselha seu uso (problemas de volume e calibração do instrumento para análise (marca Orion, importado), enquanto que outras empresas comentam sucesso na sua aplicação com aparelhagem nacional (Ramos, M. M; com. pessoal).

• O autor não tem conhecimento de referências a respeito do método na literatura geológica brasileira. No exterior, o método é considerado promissor por vários autores (e. g. Friedrich, 1970; Schwartz e Friedrich, 1973; Smith, 1974), uma vez que o fluor é elemento bastante móvel.

O método porém deve ser encarado com reservas devido às numerosas variáveis envolvidas na dispersão hidrogeoquímica dos elementos móveis em geral (ver, por exemplo, Rose et al. 1980, cap. 14). Essas variáveis, cujos efeitos ainda não estão bem entendidos e quantificados, são de importância básica quanto à persistência versus instabilidade das anomalias hidrogeoquímicas. Os problemas envolvidos, entre outros, incluem:

- identificação da fase ou fases aquosas para o elemento desejado (F^- e/ou HF^0 , no caso) e determinações da possível influência de

fases aquosas de outros elementos presentes na dispersão do elemento em pauta.

- definição do 'background' local (~100 ppb para F), que no caso de águas superficiais, varia consideravelmente de uma região para outra.
- variações climáticas desde a curto prazo até sazonais, especialmente importantes quando água superficial é o meio de amostragem utilizando (em oposição à água subterrânea); essas variações (por exemplo, forte insolação versus chuva terrencial) têm grande influência na atividade biológica e, conseqüentemente, na repartição das fases aquosas.
- barreiras geoquímicas tais como óxidos de Fe, Mn (talvez não muito importantes no caso de ânions) e rochas carbonáticas (presentes em Volta Grande).
- Instabilidade química das amostras de água mesmo para pequeno tempo de estocagem.

Além disso, é regra em explorações descartar-se uma técnica útil se ela não for bem dominada e se um especialista não puder ser contratado.

Por outro lado, levando-se em conta:

- a) a mobilidade moderada do fluor em condições redutoras em geral e em condições oxidantes com $\text{pH} < 8$ (Rose et al., 1980, p. 25), que provavelmente incluem o ambiente geoquímico superficial de Volta Grande; e,
- b) a existência de aparelhos portáteis com eletrodo específico para o ânion F^- , suficientemente sensíveis para serem usados com sucesso em exploração hidrogeoquímica (Levinson, 1974, p. 296-297);

geoquímica de fluor em água superficial é um método que merece ser levado em consideração para a região de Volta Grande, se um consultor no assunto der o seu aval; ou também, se um serviço orientativo mostrar plenamente a viabilidade técnica do método.

4.1.4. Litogeoquímica

Ytrio dosado em fluorita tem sido considerado um bom indicador para depósitos deste mineral. No distrito de fluor-espato de Pennines, Inglaterra, o teor de Ytrio da fluorita atinge os maiores valores próximo à intersecção de veios, onde estão concentradas as maiores tonelagens de espato comercial. Em Volta Grande, Ytrio e fluor mostram boa correlação (Ramos, 1981).

Outra aplicação litogeoquímica é a dosagem de Y e Sr em fluorita visando determinar a filiação magmática alcalina para este mineral. (Horbach e Marimon, 1980; Steyn(?); Deans e Powell, 1968).

4.2. Geofísica

4.2.1. Métodos Elétricos (e refração)

Segundo Bates (1960), o potencial dos métodos geofísicos para prospecção de fluorita no grande distrito de Illinois-Kentucky ainda não está definido. Resistividade e refração sísmica têm sido usados no distrito como métodos auxiliares para localizar falhas (às quais o minério está associado) e indicar lugares preferenciais para sondagem. Além disso, potencial espontâneo também pode ser aplicável quando a fluorita está associada a pequenas quantidades de pirita e galena, em processo de oxidação.

Para sulfetos não oxidados polarização induzida pode funcionar.

A aplicabilidade de métodos elétricos, logicamente, deve ser checada através de bibliografia mais recente.

4.2.2. Radiometria

A associação entre fluorita e falhas radioanômalas na região de Volta Grande é conhecida desde os trabalhos da Nuclebrás (1978) na área.

Segundo Telford et al. (1977), radiometria pode ser aplicado na exploração de minerais não-radioativos sempre que estes minerais estejam associados com quantidades significativas de

U, Th e, ocasionalmente, K. Assim, o método é viável, por exemplo, para prospecção de Nb, Ta e terras raras, além de carbonatitos e kimberlitos em geral.

A análise dos dados da Nuclebrás mostra que as anomalias radiométricas superpõe-se parcialmente à zona de ocorrência de brechas cimentadas por fluorita em Volta Grande. Além disso, a faixa de minério de fluorita (Felipe, 1980) praticamente coincide espacialmente com uma forte resposta radiométrica (>550cps).

Caso uma associação constante entre fluorita e minerais radioativos seja confirmada, radiometria pode vir a ser dos métodos mais eficazes para prospecção na área. Radiometria, portanto, é um método cuja viabilidade deve ser estudada seriamente.

Um trabalho experimental neste sentido provavelmente deveria ser executado com cintilômetro de 4 canais, para comparar as respostas individuais de U, Th, K e de radiação total especificamente sobre uma área com minério de alto teor. Neste caso seria necessário consultoria especializada para calcular as correções dos 'overlaps' de Thório no canal do U, e de Thório e Urânio no canal do potássio.

O método, é lógico, pode ser tentativamente aplicado com cintilômetro de canal único (contagem total).

4.3. Escavações e Sondagens

Provavelmente devido à falta de resposta geofísica do minério de fluorita, escavações e sondagens têm sido métodos clássicos para testar ocorrências promissoras, conforme citado por Bates (1960 - p. 282) e por Kuzvart e Böhmer (1978, p. 181).

É interessante salientar que nenhum destes autores se refere ao uso de geoquímica em exploração de fluorita.

V - NOVA PROGRAMAÇÃO

Os aspectos geológicos e exploratórios discutidos até agora indicam que os métodos disponíveis mais eficientes para a prospecção de fluorita em Volta Grande e áreas similares são:

- geologia em diferentes escalas.
- radiometria
- geoquímica de solo e rocha.
- escavações e sondagens.

A sequência exploratória recomendada é a seguinte:

1 - Geologia semi-regional 1:50.000 ou 1:25.000 visando:

OK

- a) inflexões de falhas regionais ENE e intersecção destas falhas com outras NE e NW;
- b) zonas radioanômalas ao longo ou próximo a estas falhas ENE;
- c) zonas onde as falhas cortam granitos e não rochas menos competentes como calco-filitos e metapelitos.
- d) zonas com associação fluorita e/ou barita e/ou quartzo enfumaçado.

2 - Radiometria sobre zonas geologicamente favoráveis. Nesta etapa, pode ser feita mais uma tentativa com sedimento de corrente em áreas contendo rede de drenagem adequada. => Antes, fazer piloto.

3 - Geoquímica de solo (F, (Y), (Pb)?, Ba) em malhas 100 x 50 m sobre as anomalias radiométricas.

4 - Mapeamento geológico detalhado 1:5.000 das áreas cobertas por geoquímica de solo. Amostragem concomitante de rocha em malha adequada com análise para (Sr), (Y), F, Ba...

5 - Trabalho experimental com resistividade ou IP, caso haja associação comprovada com sulfeto.

6 - Mapa integrado geologia + geoquímica + geofísica.

OK

7 - Escavações sobre anomalias combinadas. ou de solo

OK

8 - Mapeamento 1:50 e amostragem 'chip sample' de metro em metro, em poços e trincheiras. Se não ocorrer rocha fresca, amostrar solo e/ou horizonte C.

OK

9 - Sondagem de ocorrências favoráveis delineadas pelas escavações.

Esta sequência, logicamente deve ser testada e refinada à medida em que for sendo aplicada.

5.1. Alvo Volta Grande I - Margem Esquerda do Rio Ribeira

O alvo Volta Grande já passou, ao menos parcialmente, pelas fases 1 a 8 da sequência explorativa acima referida. Entretanto, para completar-se coerentemente a pesquisa pré-sondagem em todo o alvo, recomenda-se:

50 x 25 m?

- Cobertura com geoquímica de solo em malha (100 x 50 m) de todas as picadas a sul da linha base situadas dentro da área legalmente controlada pela MINEROPAR; estão incluídas nesta área as picadas de A a P, todas cortando transversalmente anomalias cintilométricas; as picadas K, L, M, N já foram amostradas durante o serviço orientativo do SATO. (1) e analisadas

OK
- Abertura adicional de 285 m de trincheiras, conforme mapa 1 e tabela I anexos; a locação de trincheiras na parte leste da malha (transversais A a I) só deve ser feita após os resultados de geoquímica de solo, uma vez que as anomalias radiométricas coincidem apenas parcialmente com zonas mineralizadas; além disto, em relação às escavações, a geoquímica de solo fornece com menos esforço uma informação arealmente mais representativa, diminuindo, portanto, o risco de deixar-se parte da área completamente sem investigação.

- *Reamostragem de canal feita corretamente e regularmente.*

5.2. Alvo Volta Grande II - Margem Direita do Rio Ribeira

Não existe informação geofísica disponível sobre esta área. Os indícios favoráveis se restringem a ocorrências localizadas de barita e fluorita na parte oeste da malha e da galena na porção leste. Esta última provavelmente se restringe a um resto de teto carbonático e, portanto, não deve ter volume expressivo.

A fluorita da parte oeste já foi investigada por

(1) As linhas O, P e H, J, I foram amostradas mas ainda não analisadas. Convém analisar para fluor. OK

poços e pequenas trincheiras, locados a partir de indícios localizados de superfície. Este certamente é um exemplo da falta de um 'critério focalizador' antes da execução de escavações, conforme já referido no item 5.1.

Assim, é recomendada cobertura com geoquímica de solo nas linhas A a F para posterior 'follow-up' com escavações se os resultados geoquímicos forem favoráveis. (1)

Como a área já é naturalmente restrita, pode-se prescindir do trabalho radiométrico em detrimento de um método mais eficaz como a geoquímica de solo.

(1) As linhas O, M, N e a linha base H-P foram amostradas mas ainda não foram analisadas para fluor. Convém analisar. *OK*

10VA PROGRAMAÇÃO - VOLTA GRANDE

ESCAVAÇÕES

TRINCHEIRA	EXT.	DESCRIÇÃO TOPOGRÁFICA	INDÍCIOS	TEMPO MÉDIO PREVISTO
T9	25 m	LT J + 50 W LB + 140-165 S	Extensão minério Fluorita? Anomalia Fluor solo Anomalia radiométrica	2 h/15 d
T10	40 m	LT K + 50 W LB + 100-140 S	ditto	2 h/30 d
T11	55 m	LT L + 40 W LB + 75-130 S	ditto	2 h/30 d
T 12	30 m	LT M + 90-120 S	Extensão minério Fluorita?	2 h/15 d
T 13	30 m	LT M + 30 W LB + 145-175 S	Anomalias Fluor Solo Anomalia radiométrica	2 h/15 d
T 14	25 m	LT M + 70 W LB + 130-155 S	Extensão minério Fluorita? Anomalia radiométrica	2 h/15 d
T 15	50 m	LT N + 40W/LB+ 170 S LT N + 75W/LB+ 135 S	Anomalia Fluor Solo Anomalia radiométrica	2 h/30 d
T 16	30 m	LT P LB + 30-160 S	Anomalia radiométrica	2 h/15 d
TOTAL	285 m			2 h/ 6,5 meses 4 h/ 3,25 meses <i>Shoreman?</i>

TAB I

B I B L I O G R A F I A

- BATES, R. L. 1960 - Geology of the Industrial Minerals and Rocks pp. 276 - 287.
- DEANS, T. e POWELL, J. L. 1968 - Trace Elements and Strontium Isotopes in Carbonatites, Fluorites and Limestones from India and Pakistan. Nature, nº 218, pp. 750-752.
- FELIPE, R. S. 1980 a. Relatório Preliminar da Fluorita de Volta Grande. Rel. Int. Mineropar, 10 pp.
- FELIPE, R. S. 1980 b. Relatório Geológico Preliminar da Área de Volta Grande. Rel. Int. Mineropar, 8 pp.
- FRIEDRICH, G. H. 1970 - Dispersion of Mercury in Soils in the Region of some Fluorspar Deposits in Nabburg - Waelsendorf. (texto em alemão). Erzmetall nº 23, pp. 482-486.
- FRIEDRICH, G. H. e PLÜGER, W. L. 1971 - Geochemical Prospecting for Barite e Fluorite Deposits. Toronto Symposium volume, pp. 151-156.
- HORBACH, R. e MARIMON, R. G. 1980 - Esboço da Evolução Tectônica e seu significado na Gênese dos Depósitos de Fluorita do Sudeste Catarinense. An. XXXI Cong. Bras. Geol. vol. 3, pp. 1540-1551.
- LEVINSON, A. A. - 1974 - Introduction to Exploration Geochemistry. Applied Pub. Co., Calgary, 612 pp.
- MARTINI, S. L. 1980 - Geology and Exploration aspects of some Mines and Prospects in Southern Spain and Portugal. Relatório de viagem, Imperial College, 75 pp.

- MUKHERJEE, K. K. 1978 - Fluorine as a direct Indicator in a local Soil-geochemical Survey in the humid Tropics - a Case History (abst). 7^o Simp. Int. Expl. Geoquím., Denver, pp. 53-54.
- NUCLEBRÁS, 1978 - Relatório de Etapa- Projeto Açungui. Mapeamento geológico. Rel. int. Nuclebrás, vol. 1, 77 pp.
- RAMOS, M. M. 1981 - Estudos geoquímicos orientativos na Área de Volta Grande - PR. Rel. Int. Mineropar, 28 pp.
- ROSE, A. W. et al. 1980 - Geochemistry in mineral Exploration. Academic Press, London, 657 pp.
- SCHWARTZ, M. O. e FRIEDRICH, G. H. 1973 - Secondary Dispersion Patterns of Fluoride in the Osor Area, Province of Gerona, Spain. J. Geochem. Explor. vol. 2, pp. 103-114.
- SMITH, F. W. 1974 - Yttrium Content of Fluorite as a Guide to vein Intersection in partially developed Fluorspar Ore Bodies. Soc. Mining Eng. Trans. n^o 256, pp. 95-96.
- STEYN, J. G. D. - s. d. - Spectrographic and X-ray Data on some Fluorites from the Transvaal, South Africa. South Africa Geol. Survey, vol. 30, pp. 327-332.
- TELFORD, N. W. et al. 1977 - Applied Geophysics. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 758-763.

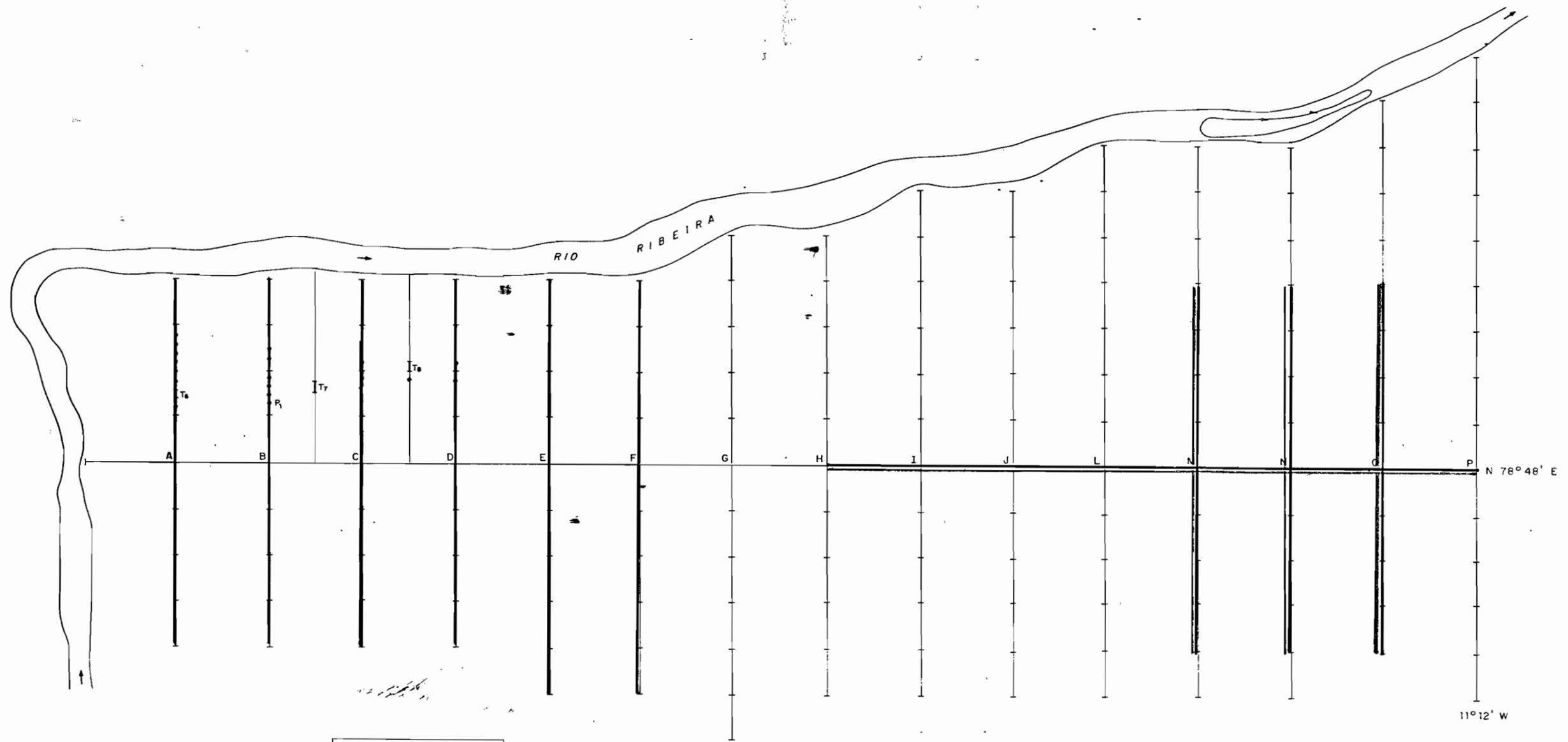
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E TRINCHEIRAS DA
MARGEM ESQUERDA DO RIO RIBEIRA



[] = TRINCHEIRA
 • = POÇO

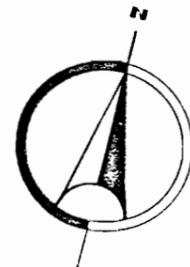
- SUDO COLETADO E ANALISADO
- SUDO COLETADO MAS NÃO ANALISADO
- SUDO A SER COLETADO E ANALISADO
- TRINCHEIRAS A SEREM ABERTAS
- LITIO LEGAL MINEROPAC / GARDINGWAY

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E TRINCHEIRAS DA
MARGEM DIREITA DO RIO RIBEIRA



I_{Tr} = TRINCHEIRA
• = POÇO

— SOLC COLETADO E NÃO ANALISADO
— SOLC A SER COLETADO E ANALISADO



M
M