

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR

FLUORITA DE VOLTA GRANDE

GEOLOGIA

ROGÉRIO DA S. FELIPE

JOÃO CARLOS BIONDI

**CURITIBA
1983**

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR
GEPEM-GERÊNCIA DE PESQUISA E ENGENHARIA MINERAL

PARTE I

FLUORITA DE VOLTA GRANDE

GEOLOGIA

27-07-83

549.454
.2.55
(816.22)
F.219
3.2

L.R.B. 1983

ROGERIO DA SILVA FELIPE

JOÃO CARLOS BIONDI



MINEROPAR
Minerais do Pará S/A.
BID 1976 CA
REG. 1924 DATA 13/11/85

ÍNDICE

	Pag.
I - INTRODUÇÃO	01
II - SITUAÇÃO LEGAL	02
III - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	04
IV - METODOLOGIA DA PESQUISA	04
V - DADOS FÍSICOS DA PRODUÇÃO	09
VI - GEOLOGIA REGIONAL	10
VII - GEOLOGIA LOCAL	17
7.1 - Formação Água Clara	17
7.2 - Granito Três Córregos	18
7.2.1 - Granito Porfiróide com Matriz Monzogranítica ..	18
7.2.2 - Granito Granular Alasquítico	19
VIII - TECTÔNICA RÍGIDA E ROCHAS CATACLÁSTICAS	19
IX - GEOLOGIA DA JAZIDA	29
1. Trabalhos Realizados	29
2. Os Corpos Mineralizados e Rochas Relacionadas	29
a) Os Corpos Mineralizados	29
b) Rochas Relacionadas ao Corpo Mineralizado	43
Granito Três Córregos	43
Metassedimentos e Sedimentos	45
Granito Alasquítico	50
Cataclasitos	50
c) Relação entre os Diversos Tipos de Rochas e o Minério	54
3. Alteração e Transformações Hidrotermais	57
a) Transformações dos Minerais	57
b) Distribuição dos Elementos	75
4. A Mineralização	101
a) Tipos de Minério e Teores	101
b) Aspectos Microscópicos	103
c) Dados Físicos e Quantitativos	112
5. Considerações Genéticas	115
6. Conclusões	118
X - BIBLIOGRAFIA	119
ANEXO - Quadros da Composição Mineralógica qualitativa das rochas aflorantes na área da jazida de Volta Grande).	
ANEXO - Mapa Geológico	

I - INTRODUÇÃO

A área objeto do presente relatório de pesquisa integra um conjunto de requerimentos, que vêm sendo pesquisados pela Minero par - Minerais do Paraná S/A. A orientação técnica e a execução dos trabalhos está a cargo da Gerência de Pesquisa e Engenharia Mineral GEPEM.

Em 1979, durante o reconhecimento geológico do granito Três Córregos, a equipe do então Projeto Granitos, detectou mineralizações de fluorita em área pesquisada pela Nuclebrás.

Estas ocorrências, aqui denominadas de corpo I e corpo II, localizadas nas áreas DNPM 820.214/80 e 820.215/80, foram detalhadamente pesquisadas através de geoquímica de solo, trincheiras e sondagens rotativas. Os resultados obtidos, adiante apresentados, permitiram uma segunda avaliação e caracterização mais precisa, mas não definitiva, de uma jazida de fluorita de médio porte.

As reservas estimadas são de 635 mil toneladas de minério, com um teor médio em torno de 40% de CaF_2 .

A ressaltar a participação temporária em trabalhos de campo dos Geólogos Sergio Maurus Ribas e Sergio Luiz Martini. A Geóloga Rosa Maria de Souza fez as descrições petrográficas.

635
24/3
MTV

II - SITUAÇÃO LEGAL

A Mineropar detém direitos minerários sobre onze áreas contíguas, totalizando 7.695,5 ha. As áreas DNPM 820.211/80 e 820.216/80 possuem alvará de pesquisa (fig.1). As demais encontram-se requeridas, aguardando a liberação do competente alvará.

- 820.211/80 - Alvará nº 4.007 - Data 31.08.82
- 820.212/80 - Alvará nº 4.008 - Data 03.09.82
- 820.213/80 - Alvará nº 4.724 - Data 21.09.82
- 820.214/80 - Alvará nº 4.524 - Data 16.09.82
- 820.215/80 - Alvará nº 4.725 - Data 21.09.82
- 820.216/80 - Alvará nº 4.726 - Data 21.09.82

Centro Azul

INSTITUTO DE GEOGRAFIA - MÍNICA DO BRASIL
FOLHA SG-22-X-B-IV-3 REGIÃO SUL DO BRASIL — E:50.000

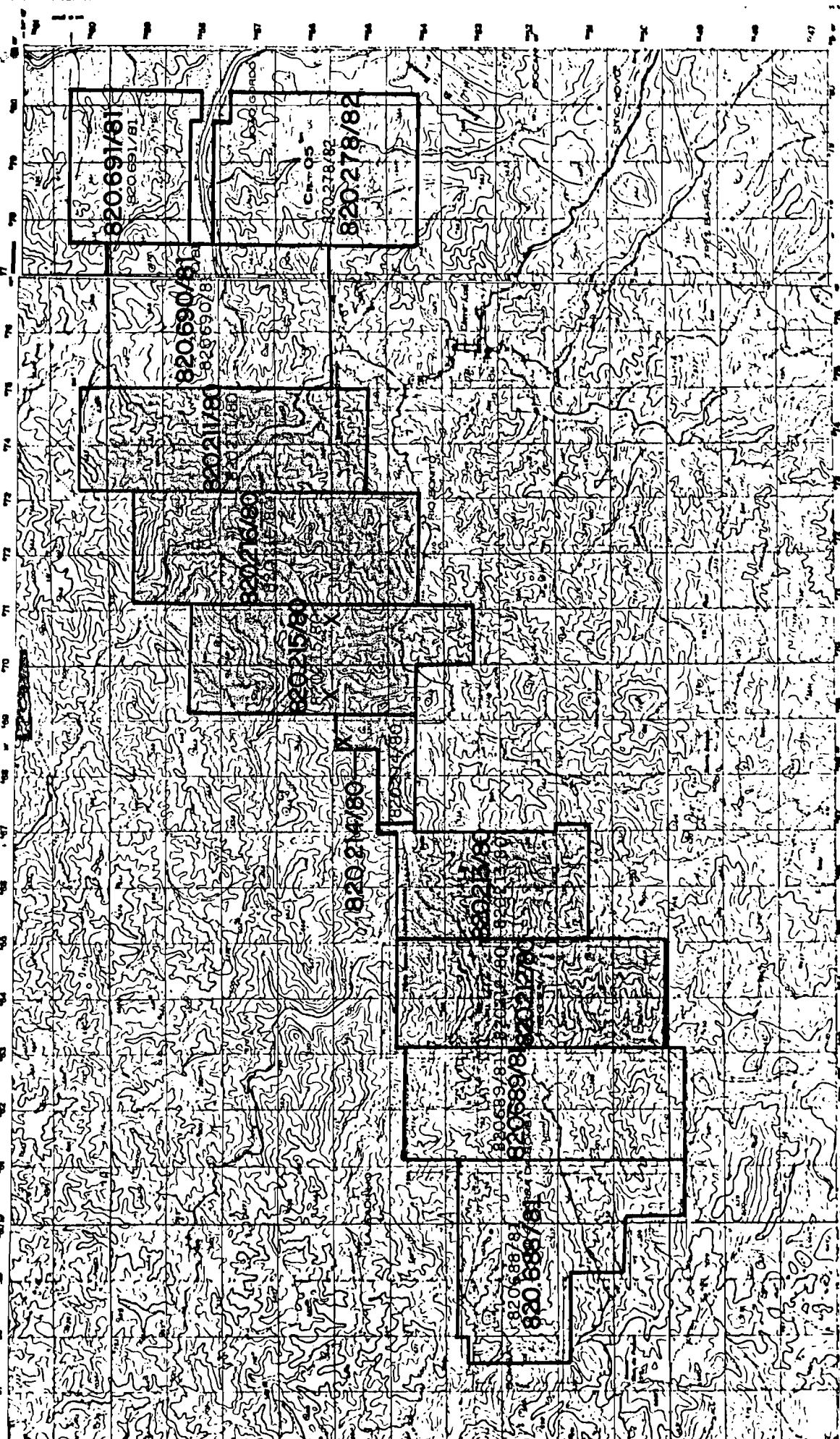


FIG. 1
ESC. 1:200.000

X - MINERALIZAÇÕES DE FLUORITA

III - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A jazida de fluorita situa-se na localidade de Volta Grande, às margens do Rio Ribeira, no município de Cerro Azul Estado do Paraná.

O acesso a partir de Curitiba pode ser feito pela Rodovia dos Minérios PR-092, como pela Estrada da Ribeira BR-476, (fig. 2). A partir de Cerro Azul, o acesso pode ser feito tanto pela antiga estrada Cerro Azul-Varzeão, como pela estrada que conduz à localidade de Freguesia (fig. 3).

Pela estrada Cerro Azul-Varzeão, trafega-se 9 km, quando então se toma o acesso para as localidades de Volta Grande, Bomba, São Sebastião (ponte sobre o rio Turvo), percorrendo-se mais 5 km para alcançar os corpos I e II na margem esquerda do Rio Ribeira.

Pela estrada de acesso à localidade de Freguesia, segue-se por 20 km até a balsa sobre o rio Ribeira. Da balsa segue-se mais 2 km a jusante do rio.

IV - METODOLOGIA DA PESQUISA

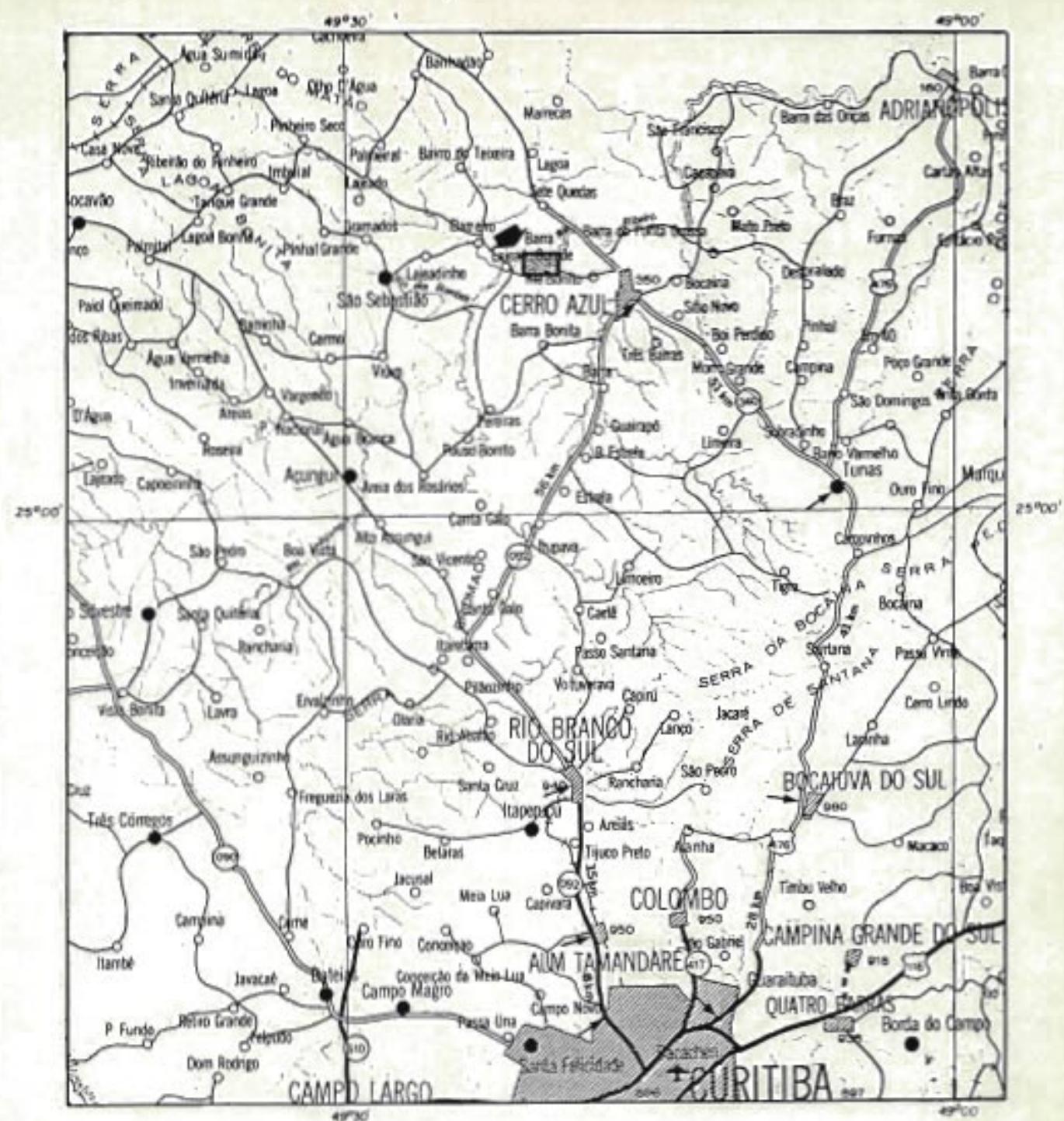
A pesquisa constou de duas etapas. A primeira etapa teve início em setembro de 1980, com término em fevereiro de 1981. Os trabalhos foram iniciados com fotointerpretação em escala 1:25.000, sobre uma área de 22,2 km², e com um reconhecimento geológico preliminar visando definir a extensão superficial e as direções preferenciais da mineralização.

De acordo com esses dados, foram abertas 19.460 m de picadas, piquetadas em intervalos de 50 m, assim distribuídas:

Margem esquerda do rio Ribeira: Linha-base com 1.500 m na direção N75°E e 17 transversais (N15°W) com equidistâncias de 100 m, perfazendo um total de 7.960 m.

Margem direita do rio Ribeira: Linha-base com 1.500 m na direção N 78° 48'E, e 15 transversais (N 11°12'W) com equidistâncias de 100 m, perfazendo um total de 7.960 m.

Concomitantemente à abertura de picadas, foi realizado mapeamento geológico na escala 1:5.000, totalizando 5,8 km². Definiram-se então 3 zonas de mineralização superficial, (2 na margem esquerda do rio Ribeira e 1 na margem direita).



CONVENÇÕES

- ESTRADA PAVIMENTADA -----
- ESTRADA PERMANENTE -----
- ESTRADA TEMPORÁRIA -----
- CURSO D'ÁGUA -----
- ÁREA PESQUISADA -----



ESCALA 1:500.000

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

DE LOCALIZAÇÃO

1:50.000

RELA PESQUISADA
CORRÉNCIA DE FLUORITA

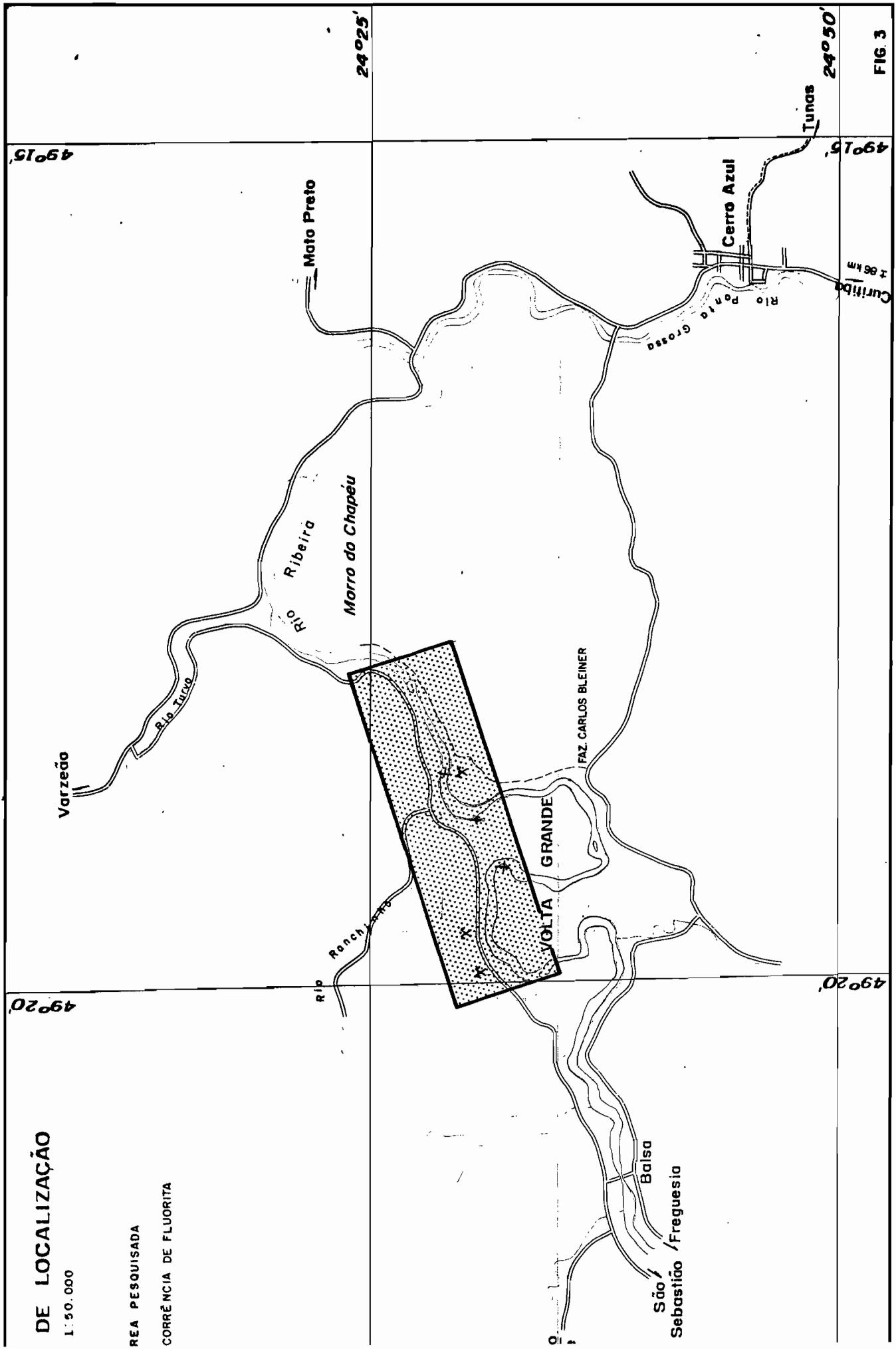


FIG. 3

de mineralizações superficiais. Foram abertas então 5 trincheiras na margem esquerda (corpo I e II) e 3 trincheiras na margem direita (corpo III), perfazendo um total de 376,5 m³ de desmonte. Estas trincheiras foram abertas perpendiculares as direções dos corpos observadas em afloramento, e mapeadas nas escalas 1:50. A avaliação quantitativa das ocorrências foi feita através de amostragem de canal e "chip-sample" de metro em metro. O material foi analisado por via úmida para os seguintes elementos: CaF₂, SiO₂, BaSO₄, Fe₂O₃, CaO, Pb e Zn, nos laboratórios da Tecpar.

Ao mesmo tempo em que eram abertas as últimas picadas, foi iniciada uma campanha de geoquímica orientativa (Solo, sedimento de corrente e concentrado de bateia) a cargo do Setor de Apoio Técnico Operacional. A metodologia usada e os resultados obtidos estão descritos em relatório específico daquele setor.

A segunda etapa teve início em Novembro de 1981, com término em Julho de 1983. Os trabalhos foram iniciados a princípio com um programa de escavações nos corpos I e II, uma vez que o corpo III não foi definido na 1.^a etapa. O objetivo das escavações foi a definição da geometria e variação de teores em superfície dos respectivos corpos. Foram então abertas 9 trincheiras perpendiculares e 2 longitudinais ao corpo I e 3 trincheiras perpendiculares e 1 longitudinal ao corpo II, totalizando 392 m³ de desmonte. Essas trincheiras foram mapeadas na escala 1:50, e amostradas de metros em metro através de canal e/ou "chip-sample", obedecendo os contatos como limites de amostragem.

Após essa fase iniciou-se um programa de geoquímica de solo, a cargo do Setor de Rochas Graníticas, sobre uma área de 4,0 Km², obedecendo as recomendações da geoquímica de solo orientativa, executada na 1.^a etapa. Essa geoquímica foi elaborada em uma malha de 100m x 50m e de 200m x 50m. As amostras foram coletadas a uma profundidade de 50 a 75 cm. Coletou-se nesta fase 676 amostras que foram analisadas pela GEOSOL para os seguintes elementos:

F - TÉCNICA DE ÍON ESPECÍFICO

Ba - ESPECTROGRAFIA ÓTICA

Pb - ABSORÇÃO ATÔMICA

Foram considerados como anomalias de 1.^a, 2.^a e 3.^a ordem os seguintes teores: (de acordo com geoquímica orientativa).

Metassedimento 5.310 ppm de F

1.^a ordem

		Metassedimento	3.972	5.310 ppm de F
2. ^a ordem		Granito	2.187	2.945 ppm de F

	3. ^a ordem	Metassedimento	2.634	3.972 ppm de F
		Granito	1.429	2.187 ppm de F

De posse dos resultados acima, obteve-se 14 anomalias de 1.^a ordem as quais foram checadas através de escavações. Foram então abertas 35 trincheiras, totalizando 700 m³ de desmonte. A sistemática do mapeamento e da amostragem dessa trincheira obedeceu o mesmo critério empregado nas trincheiras abertas no ínicio da 2.^a etapa. Coletou-se nas duas fases de escavações 1.455 amostras de canal e/ou "chip-sample".

Juntamente com a checagem das anomalias de geoquímica de solo, traçou-se um plano de sondagem para os corpos mineralizados (I e II). O espaçamento entre cada sondagem foi de + 45,0 metros, com furos locados sempre sob trincheiras. O primeiro furo é inclinado, visando interceptar o minério a 40,0 metros da superfície. Quando essa sondagem resultou mineralizada, fez-se uma nova sondagem, na mesma base da primeira, inclinada, visando interceptar o minério a 40,0 metros abaixo da primeira sondagem. Foram executados 10 furos no corpo I , 6 furos no corpo II e 1 furo no corpo III, totalizando 1163,35 m. Em todos os furos foram tomadas medidas de desvio a cada 25 m, fazendo-se uso do equipamento TROPARI-PAJARI. Coube inicialmente a CPRM a execução de 1.238 m de sondagem e posteriormente a GEOSOL os outros 424,80 m.

Os testemunhos de sondagem foram descritos na escala de 1:50 e amostrados de metro em metro, coletando-se 1/4 ou 1/2 testemunhos e obedecendo os contatos como limite de amostragem. Coletou-se 1.395 amostras.

As amostras coletadas nas trincheiras, bem como as amostras de testemunhos de sondagem, foram analisados pela GEOSOL inicialmente para CaF₂. Todas as amostras que analisaram mais de 5% de CaF₂, sofreram uma complementação de análise para SiO₂, BaSO₄, S, FeO (TOTAL), CaCO₃, Pb e Zn, pelos seguintes métodos:

CaF₂ - Fluorescência de raio x e técnica de íon específico

SiO₂ - Fluorescência de raio x com amostra fundida

FeO - Via úmida c/tit. c/permanganato de Potássio

S - Fluorescência de raio x

BaSO₄ - Fluorescência de raio x e via úmida

Pb e Zn - Absorção Atômica após dissolução total.

Com as informações obtidas dos trabalhos de pesquisa foi iniciada a fase de interpretação da geologia e determinação da geometria dos corpos mineralizados. Os critérios usados para esta interpretação poderão ser vistos no volume relativo a cubagem.

Em maio de 1.982 concluiram-se os trabalhos de topografia em uma área de 26,25 ha, abrangendo os corpos I, II e III. A base plani-altimétrica é na escala 1:1.000, e foi elaborada pela ENGE FOTO - Fotogrametria e Levantamentos Topográficos Ltda.

V - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

ATIVIDADES	UNIDADES
Fotointerpretação	22,2 km ²
Mapeamento Geológico	5,8 km ²
Sondagem	1.163,35 m
Topografia	26,25 ha
Abertura de Trincheiras	1.468,5 m ³
Abertura de Picadas	19.460 m
Amostragem de canal e/ou "chip-sample"	1.455 Un
Amostragem de Test.sondagem	1.395 Un
Amostragem Geoquímica(solo)	676 Un
Análises Petrográficas	115 Un
Relatório de Pesquisa	2 Un
Relatório de Cubagem	2 Un

VI - GEOLOGIA REGIONAL

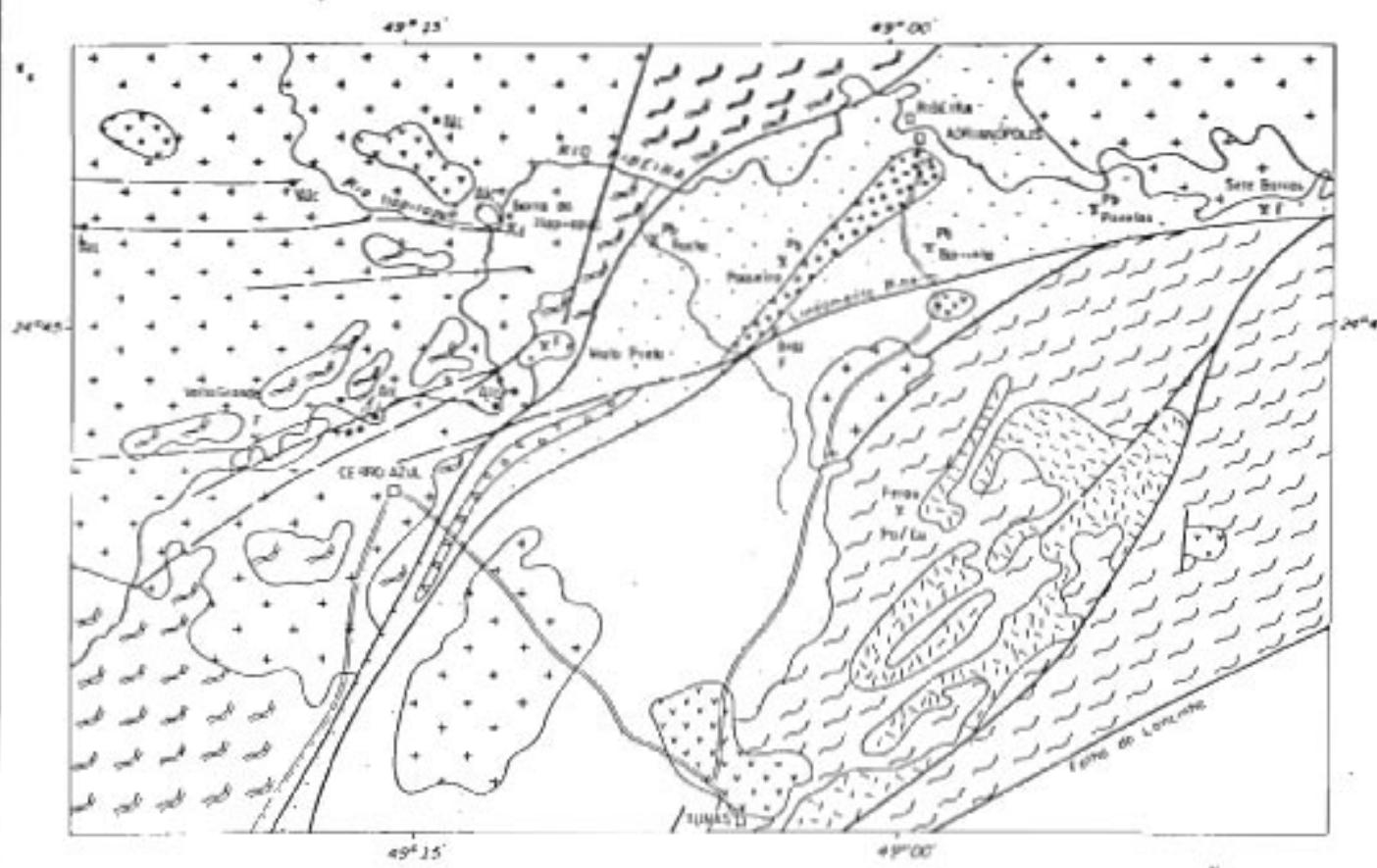
As mineralizações de fluorita da região do Vale do Ribeira estão inseridas dentro de um contexto geológico no qual predominam os metamorfitos do Grupo Açungui, de idade provável Proterozóica média a superior, referidos às Formações São Sebastião (Seqüência Perau), Água Clara e Votuverava. É ainda notável a presença de corpos graníticos intrusivos, com destaque para o Complexo Três Córregos, seguindo-se os "stocks" de Morro Grande, Varginha e Itaóca. Todo esse conjunto de rochas pré-Cambrianas foi afetado no Mesozoico por manifestações magmáticas de natureza alcalino-carbonatítica, representadas pelos corpos de Banhadão, Itapirapuã, Mato Preto, José Fernandes, Tunas, Bairro da Cruz e por uma série de "plugs" e diques que ocorrem principalmente na região do Granito Três Córregos.

Estruturalmente a região apresenta-se bastante complexa, sendo observada uma estruturação em megaanticlinórios e megasinclínórios, complicada por inúmeras falhas sucessivamente reativadas, com evidentes sinais de uma fase de movimentação transcorrente, a qual imprimiu um aspecto de blocos sigmoidais às faixas de metassedimentos.

É também notável o sistema de falhas de direção NE, paralelas à estruturação regional e o sistema de falhas e fraturamentos NW, com o qual associam-se os inúmeros diques de diabásio/diorito de idade Juro-Cretácea presentes na área. Observa-se ainda um sistema de falhas ENE/EW, cujo representante mais característico é o denominado Lineamento Ribeira. As mineralizações de fluorita das jazidas de Sete Barras, do Bráz e da Volta Grande, acham-se dispostas segundo esse alinhamento, embora na região de Volta Grande a sua continuidade não tenha sido detectada em imagens de radar (fig. 4).

O Complexo Três Córregos forma um maciço alongado, concordante com as estruturas regionais do Grupo Açungui, tendo no Primeiro Planalto Paranaense cerca de 95 km de comprimento e largura variável de 05 a 20 km. A oeste o maciço faz contato através da falha de Itapirapuã com os metassedimentos Açungui da Formação Itaiacoca (dolomitos, quartzitos, filitos e metabasitos). A leste, seus contatos são intrusivos ou tectônicos com os metassedimentos Açungui da Formação Votuverava (filitos, quartzitos, calcáreos, metaconglomerados, e metabasitos) e da Formação Água Clara (filitos, calcá-

FIG. 4



CONVENÇÕES



GRUPO ACUNGUÍ F. VOTUVERRAIA	[V V V V V]	INTRUSIVAS ALCALINAS	
	[+ + + + +]	GRANITOS INTRUSIVOS	
	[* * * * *]	FÁCIES CLÁSTICO SUPERIOR METASSEDIMENTOS CLÁSTICOS IMATUROS	
	[--- --- ---]	FÁCIES CARBONÁTICO METASSEDIMENTOS CARBONÁTICOS E PELÍTICOS	
	[] [] []	FÁCIES PELITO-CLÁSTICO METASSEDIMENTOS PELÍTICOS COM ANFIBOLITOS	
	[--- --- ---]	FORMAÇÃO ÁGUA CLARA METASSEDIMENTOS CARBONÁTICOS IMPURIOS	
	[--- --- ---]	SEQUÊNCIA PERAU METASSEDIMENTOS CARBONÁTICOS E CLÁSTICOS COM ANFIBOLITOS	
	[--- --- ---]	FORMAÇÃO SETUVA QUARTZO - MICA - XISTOS E GRANITO - GNAISSES	
— — —	ESTRADAS		
— — —	DRAINAGENS		
— — —	CONTATO GEOLOGICO		
— — —	FALHAS FOTOINTERPRETADAS		
— — —	FALHAS COMPROVADAS		
		ESCALA GRÁFICA	
	0	5	10

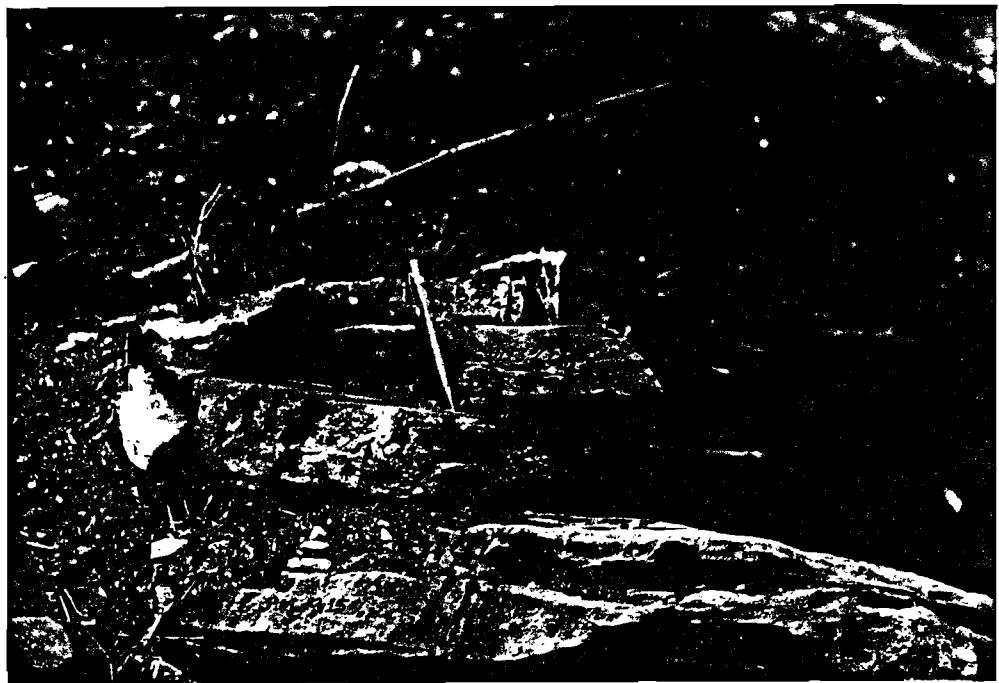


Foto 01:- Calco-dolomito impuro com níveis mineralizados à fluorita
ocorrência a 800m oeste do Corpo I.



Foto 02:- Calco-dolomito impuro
parcialmente miloniti-
zado e intemperizado
Corpo III.

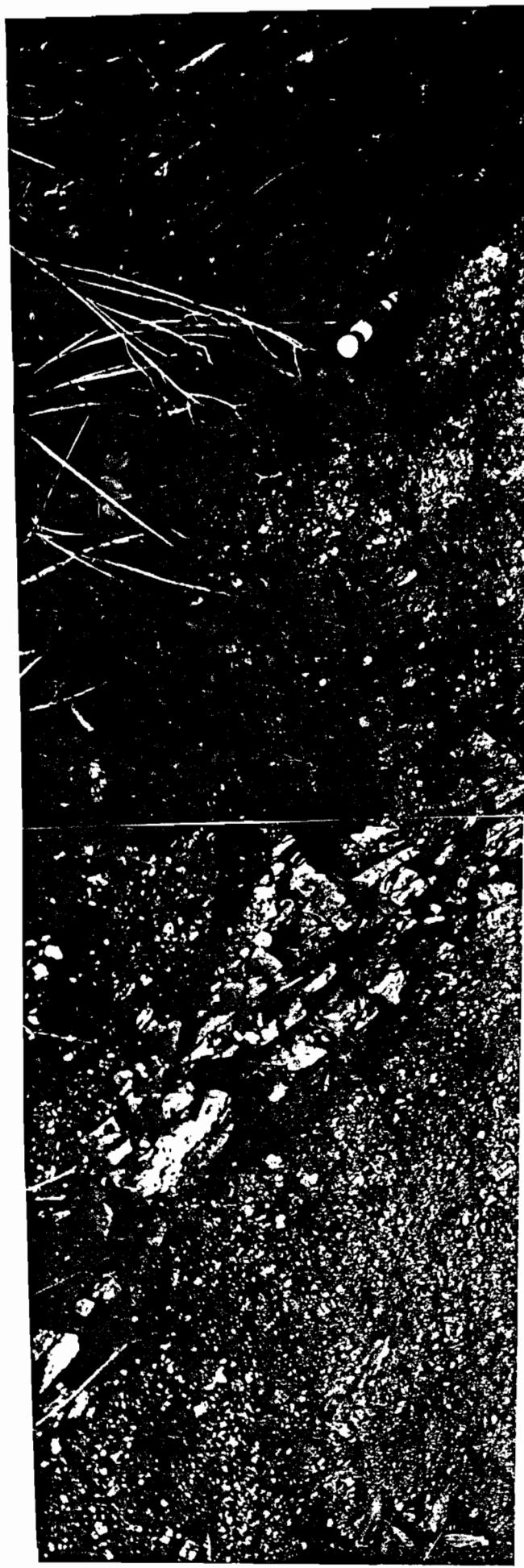


Foto 03:- Granito Três Córregos (esquerda) cortado por dique de granito alasquítico (centro). Observe que o granito Três Córregos (à direita) no contato, com o enclave de calco-dolomito impuro, torna-se granular. Trincheira T₁₄



Foto 04:- Contato do granito do Três Corregos (Canto direito da foto) com o calco-dolomito impuro (à esquerda). Observar que o granito Três Corregos é granular no contato, e a medida que se afasta torna-se porfiróide e cloritizado furo VG.F.11.



Foto 05:- Dique de Granito alasquítico cortando o minério de fluorita. Afloramento área Gaidzinski.



Foto 06:- Minério de fluc
rita Venulado pe
lo granito alas
quítico. Observa
que as vezes o
minério é engol
bado pelo grani
to.

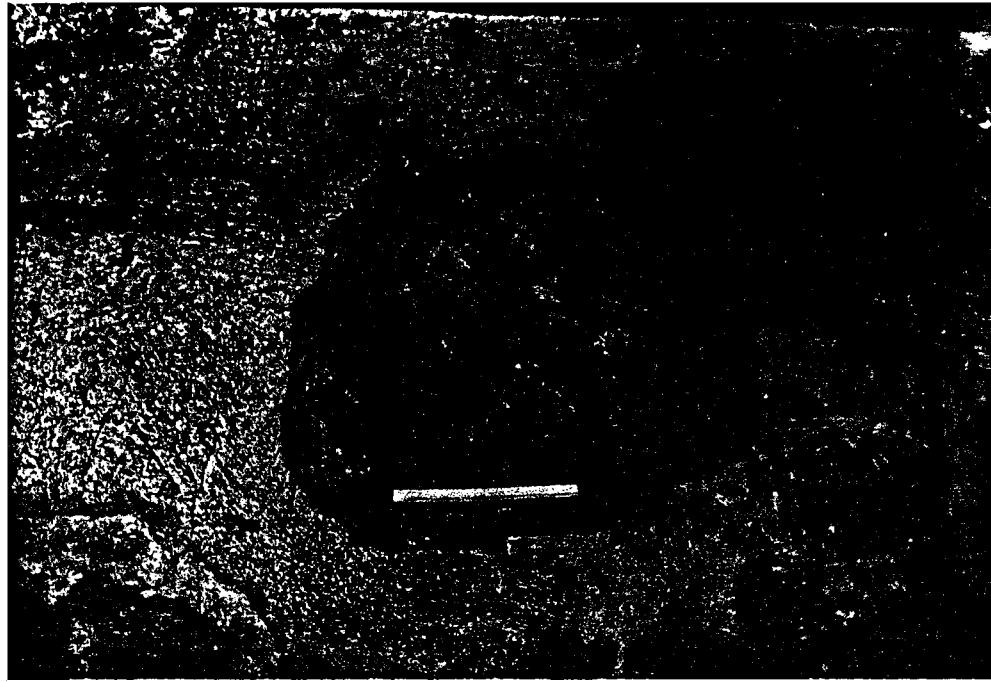


Foto 07:- Brecha constituída por fragmentos de microbrecha, cimentados por fluorita e sílica, Corpo III.



Foto 08:- Brecha constituída por fragmentos de minério de fluorita, cimentados por calcita e fluorita. Furo VG.F. 13.

As rochas graníticas do complexo são muito diversificadas, incluindo termos porfiróides sintectônicos, ao lado de granitos granulares tarditectônicos (Santos, 1980).

As rochas porfiróides dominam praticamente toda a extensão do complexo. Essas rochas são isotrópicas ou orientadas, apresentando macrocristais de 1,5 a 8 cm de comprimento, predominantemente de microcline, inseridos em uma matriz de granulação fina a grossa, de composição monzogranítica, granítica, granodiorítica, quartzo-monzonítica ou quartzo-monzodiorítica. Observam-se localmente núcleos gnássicos migmatizados com passagem lateral para granito porfiróide orientado, até o termo granito porfiróide isotrópico.

Os granitos granulares ocorrem como pequenos corpos intrusivos nas rochas porfiróides, sendo normalmente representados por diques pouco espessos (até 10 m) de microgranito de composição monzogranítica e localmente quartzo-sienítica.

Restos de teto são frequentemente encontrados sobre o complexo granítico. Medem desde uma dezena de metros quadrados até mais de 100 km² e são estratigraficamente correlacionados à Formação Água Clara (Fuck et alli, 1967).

VII - GEOLOGIA LOCAL

A geologia da área compreende basicamente rochas do complexo Granítico Três Córregos, representadas por um granito porfiróide com matriz de composição monzogranítica e diques de granito granular alasquítico. Rochas do Grupo Açungui, representadas por anfibolitos e rochas metassedimentares carbonáticas impuras, ocorrem como restos de teto, correlacionados à Formação Água Clara.

7.1 - Formação Água Clara

As rochas da Formação Água Clara ocupam 40% da área mapeada e são representadas principalmente por tipos carbonáticos. Ocorrem como restos de teto, formando pequenos corpos dispersos na área à margem esquerda do rio Ribeira. Na área à margem direita, estas rochas têm distribuição mais contínua, ocupando uma faixa de 248 ha, com espessura máxima de 20 metros. A individualização destes corpos é feita muitas vezes através de solo residual. As rochas metassedimentares originam um solo escuro, muito argiloso, enquanto o granito é recoberto por um solo castanho-claro a róseo com macro-

Estas rochas de natureza carbonática são representadas em sua grande maioria por calco-dolomitos impuros, normalmente recristalizados, de cor cinza-escuro e cinza-claro. A textura é clástica, podendo tratar-se de carbonato de água rasa. Apresentam uma superfície Sn de direção N45° - 50°E bem definida, não sabendo-se até o momento a que fase de deformação pertence, uma vez que a Formação Água Clara apresenta no mínimo 3 fases (Pontes, 1982). Mineralogicamente são compostos por calcita, dolomita, ortoclásio, quartzo e opacos (Foto 1). A assembléia é típica do fácies xistos verdes do metamorfismo regional. Localmente, devido à superposição do metamorfismo de contato, estas rochas podem alcançar o fácies hornblenda-hornfels. Neste caso, elas apresentam textura granoblástica, e sua mineralogia é representada por quartzo, plagioclásio, tremolita, grossulária, diopsídio e opacos.

As rochas carbonáticas, quando intemperizadas, apresentam-se com cor amarela e muito silicificadas, raramente reagindo ao ataque com HCl (foto 2).

Esporadicamente observam-se junto ao calco-dolomito impuro, alguns blocos pequenos de cálcoxisto e de um meta-arenito conglomerático de cor rósea, com metamorfismo incipiente. Estas rochas, no entanto, não foram encontradas em afloramento. Anfibolito ocorre em forma de pequenos blocos arredondados em uma área muito restrita, e em forma de pequenos enclaves no granito Três Córregos. Possui cor negra, pitalgada de branco, textura blastofítica, granulação média, e é composto por horblenda, andesina, quartzo e opacos. Os minerais de alteração são representados por epidoto, zoicitita e sericita.

Trata-se possivelmente de uma rocha ortometamórfica devido às suas características texturais e mineralógicas; pouco quartzo, igual proporção de plagioclásio e anfibólio, ausência de micas.

7.2 - Granito Três Córregos

7.2.1 - Granito Porfiróide com Matriz Monzogranítica

Este tipo petrográfico é de cor cinza-escuro, por vezes cinza-claro, e aflora em forma de matacões arredondados que raramente ultrapassam 5 m de diâmetro. No contato com enclaves de rocha metassedimentar, esse granito torna-se fino apresentando cor branca e textura granular (Fotos 3 e 4).

Os macrocristais são de microclíneo ou ortoclásio, têm em média 1,5 cm de comprimento, cor rósea e forma retangular ou ovalada. Estão inseridos em uma matriz granular hipidiomórfica média a grosseira, de cor cinza-escura, composta por oligoclásio-andesina, quartzo, microclíneo, hornblenda, biotita e opacos. Acessoriamente ocorrem apatita, titanita, zircão e turmalina. Este granito, quando alterado, apresenta cores que variam de castanho-avermelhado a cinza-claro. A composição precisa desta rocha granítica ainda não está definida devido à dificuldade de quantificar a proporção macrocristais/matriz em lâminas delgadas.

7.2.2 - Granito Granular Alasquítico

É uma rocha de cor esbranquiçada, levemente rósea, textura granular fina, hipidiomórfica a xenomórfica, que ocorre em forma de diques com direção N30°-75°E. Possui espessuras centimétricas a métricas e comprimentos que alcançam dezenas de metros. Por vezes esses diques aproveitaram de espaços vazios tais como fraturas para se alojarem, englobando totalmente fragmentos de granito e/ou metassedimento demonstrando ter na época da intrusão uma grande fluidez.

Microscópicamente é composto por microclíneo, plagioclásio quartzo, sericita, carbonato, apatita, zircão e opacos (Fotos 5 e 6).

VIII - TECTÔNICA RÍGIDA E ROCHAS CATACLÁSTICAS

Estruturalmente a área foi afetada por falhamentos regionais de direção N45°-50°E e ENE que em parte controlam o canal do rio Ribeira. Aparentemente as falhas são normais, subverticais, e rebaixaram os restos de teto de rochas carbonática. As falhas de direção NE apresentam uma distribuição mais ou menos regular, aparentemente interseptadas pela falha ENE de maior envergadura.

A falha de direção ENE, a leste da área pesquisada, passa pelo fonolito da barra do rio Ponta Grossa parecendo estender-se por cerca de 12 km, até as rochas alcalinas da localidade de Mato Preto. A oeste, ela estende-se por mais 4 km, formando cristas alinhadas muito bem definidas no terreno e em fotografia aérea.

Esta falha reflete forte radioanomalia, principalmente

As demais falhas, embora importantes, não apresentam extensões tão grandes com a acima citada.

Os falhamentos afetam tanto as rochas graníticas como as rochas carbonáticas de resto de teto. As rochas cataclásticas derivadas ocorrem em cinco zonas distintas, apresentando espessuras que variam de 50 a 150 metros.

Fora das intersecções das falhas, as rochas são representadas por granito porfiróide cataclasado, marcado por um fraturamento generalizado dos grãos minerais, de uma maneira geral intemperizados, raramente apresentando alternância com macrobrechas. As rochas carbonáticas apresentam-se bastante recristalizadas. No corpo III observa-se brechas com fragmentos de rochas carbonáticas de cor amarela, cimentadas por sílica e fluorita (foto 7). Nas intersecções das falhas as rochas apresentam um maior grau de cataclasamento, formando faixas irregulares, possivelmente contínuas, com direção aproximadamente E-W. Estas faixas mostram uma alternância de granito cizalhado, intemperizado, e microbrechas com contatos aparentemente gradacionais.

O granito apresenta cor rósea, levemente amarelada, poucos maficos, (estes normalmente esverdeados) bem como fraturas preenchidas por epidoto (foto 12). A microbrecha possui cor rósea e é constituída por fragmentos de quartzo e microclinio, cimentados por uma massa afanítica quartzo-feldepática. Manchas escuras formadas por epidoto e opacos são normais nestas microbrechas, bem como fraturas preenchidas por quartzo enfumaçado.

As rochas carbonáticas apresentam-se normalmente milonitizadas, de cor amarela e muito silicificadas (foto 2). Mineralizações e/ou pontuações de fluorita, barita e galena ocorrem com frequência nestas rochas. Fraturas preenchidas por quartzo enfumaçado, bem como drusas de quartzo piramidal vítreo são normais. No corpo I, observa-se brechas constituidas por fragmentos de microbrechas, cimentados por fluorita, sílica e barita.

As evidências de campo, bem como o estudo macroscópico das rochas cataclásticas (particularmente as microbrechas e brechas com fragmentos de microbrecha), levam-nos a aceitar a hipótese de a região ter sofrido pelo menos dois eventos de tectonismo rígido.

Por outro lado, as orientações das zonas de cataclase, dos sistemas de juntas e dos espelhos de falhas, medidas nas intersecções das falhas sugerem que o último evento teve direção

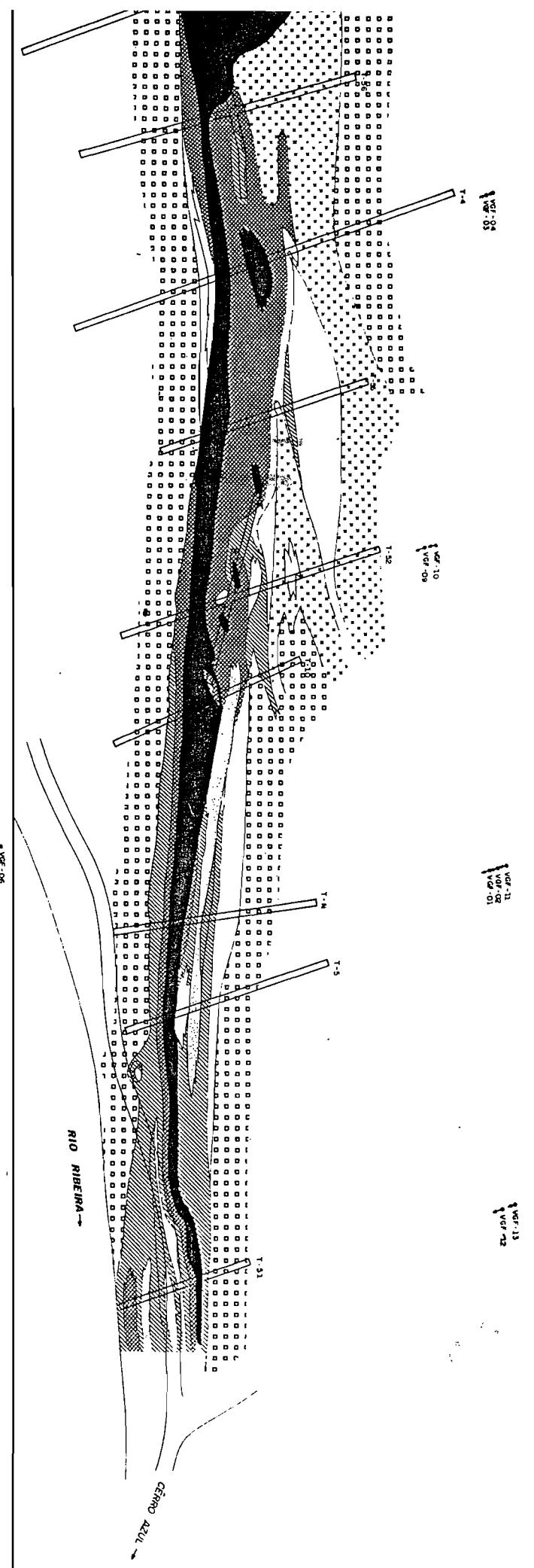
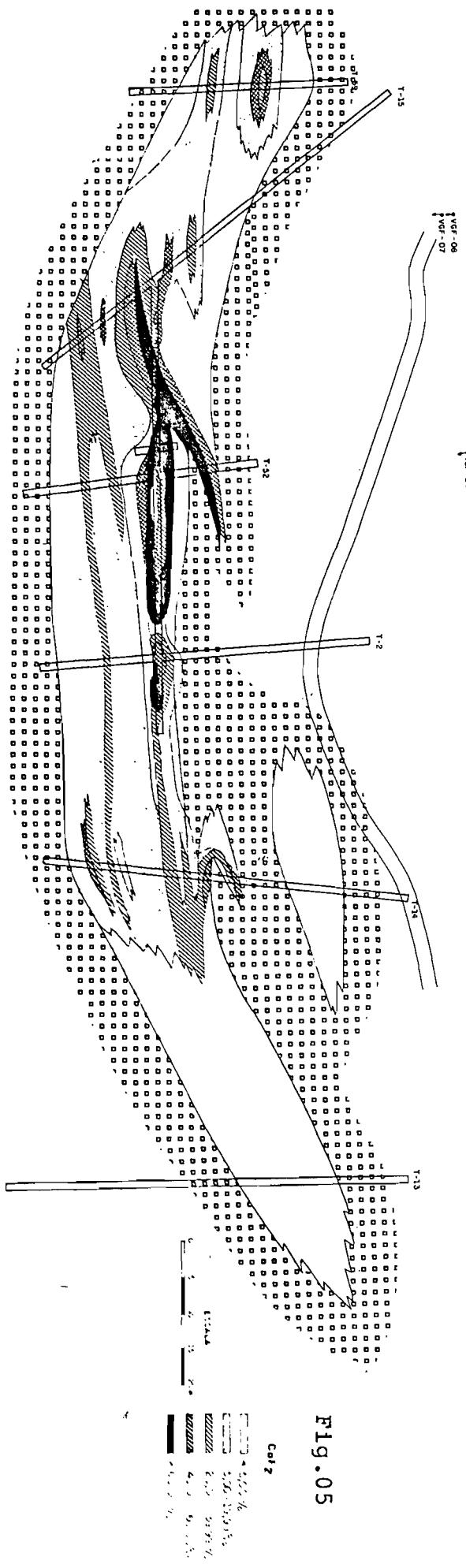


Fig. 5:- Planta dos corpos 1 e 2, na Volta Grande, mostrando a relação entre as litologias que fazem contato com os corpos mineralizados e a zonalidade do minério com diferentes teores de CaF_2 . Os quadrados representam o granoto Três Córregos, as cruzes os diques alasquíticos e as partes brancas internas na figura são metassedimentos não mineralizados. Notar a zonalidade regular do corpo 1 e compara-la com o corpo 2.

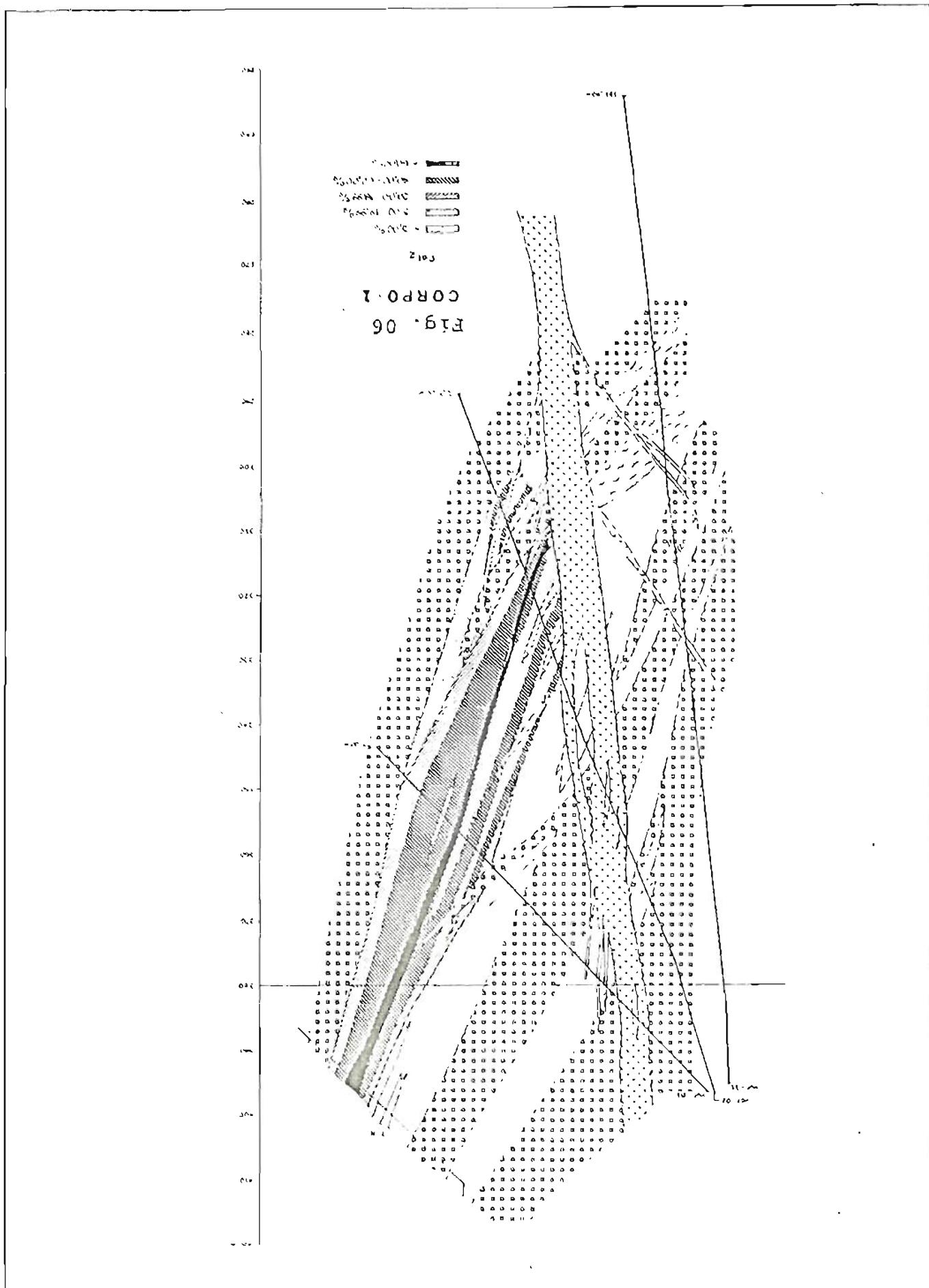


Fig. 6:- Secção no corpo 1 mostrando a distribuição da CaF_2 em diferentes teores e o relacionamento do minério com as diferentes litologias locais. Quadrados correspondem ao granito Três Córregos, as cruzes correspondem a um granito alasquítico tardio, a parte clara interna da figura são metassedimentos não mineralizados e a simbologia de xistos indica a presença de marmores.

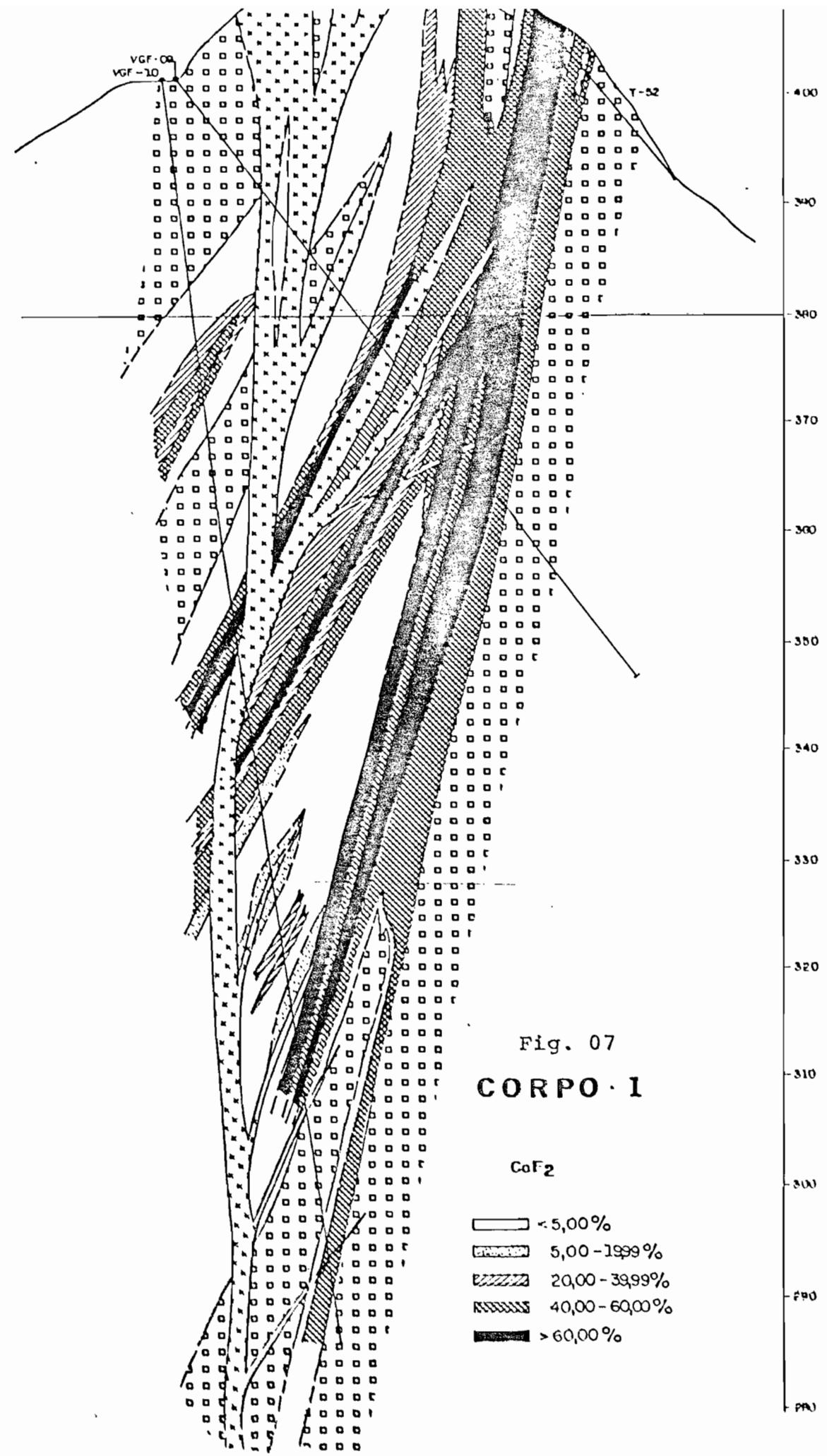


Fig. 7:- Secção no corpo 1 mostrando a distribuição da CaF_2 em diferentes teores. As simbologias têm o mesmo significado daquela das figs. 6 e 5.

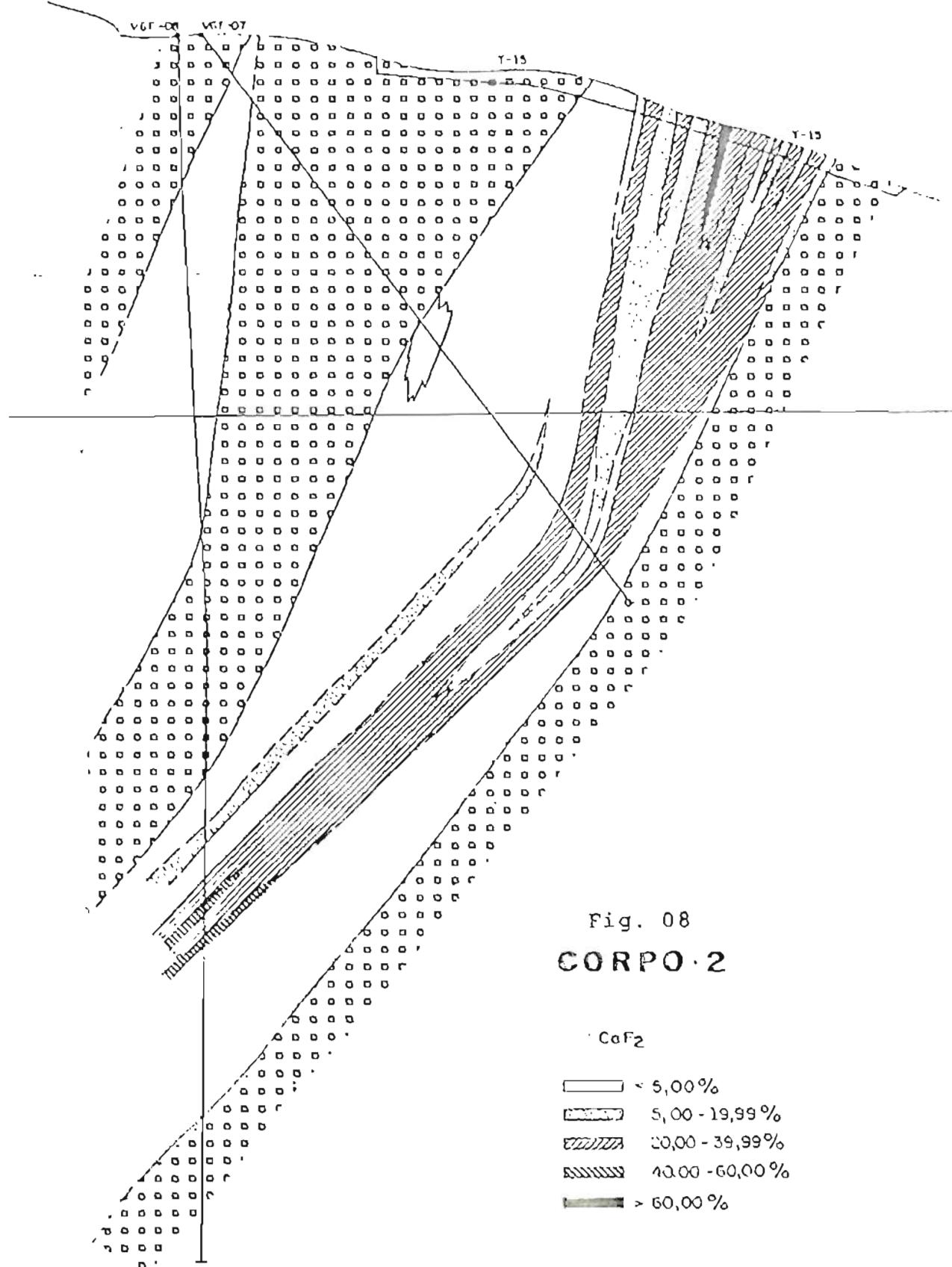


Fig. 08

CORPO · 2

CaF_2

- | | |
|-------------------|---------------|
| $\leq 5,00\%$ | (white) |
| $5,00 - 19,99\%$ | (light gray) |
| $20,00 - 39,99\%$ | (medium gray) |
| $40,00 - 60,00\%$ | (dark gray) |
| $> 60,00\%$ | (black) |

Fig. 8:- Secção típica do corpo 2 mostrando a distribuição da CaF_2 em diferentes teores. Mesma simbologia das figs. 6 e 5. Notar que no corpo 2 a distribuição dos minérios com diferentes teores não obedece uma zonalidade regular como aquela do corpo 1.

1 - Trabalhos Realizados

Na área mineralizada foram feitos 16 furos de sonda, 20 trincheiras e dois poços profundos (fig. 5). Os testemunhos de sondagem e as trincheiras foram descritos e amostrados metro a metro, obdecendo-se os contatos litológicos. Todas as amostras foram analisadas para fluorita (CaF_2). Aquelas que mostraram teores iguais ou maiores que 5,0% de CaF_2 foram reanalisadas para SiO_2 , BaSO_4 , CaCO_3 , FeO (ferro total), S, Pb e Zn. As amostras para petrografia foram coletadas nos testemunhos e em superfície, tendo sido descritas 110 lâminas delgadas. A área mineralizada serviu como área teste de geoquímica de solo. Os dois corpos mineralizados conhecidos como corpos 1 e 2 (Vide mapa geológico anexo e fig. 5) tiveram suas reservas avaliadás, os resultados constando na segunda parte deste relatório. Todas as informações relatadas a seguir são oriundas dos trabalhos acima mencionados.

2 - Os corpos mineralizados e rochas relacionadas:

a) Os corpos mineralizados:-

O corpo 1 tem cerca de 210 metros de comprimento e espessura média em superfície de cerca de 10,0 metros (fig.5). Em profundidade geralmente o corpo 1 se alarga alcançando até 19,0 metros (fig. 6). Localmente pode bifurcar-se tomando a forma de um Y invertido (fig. 7), cada parte mantendo espessuras variáveis entre 5 e 10 metros. É orientado EW com mergulho variável para norte, passando gradativamente da verticalidade, no seu extremo oeste, para mergulhos de cerca de 65° no seu extremo leste. A oeste o minério termina digitando-se e afilando-se dentro do granito Três Córregos. No extremo leste o minério mostra-se envolvido pelo granito (foto 12) e parte dele é recoberto pelo rio Ribeira. O minério foi reconhecido até um máximo de 120 metros de extensão (fig. 7) a partir da superfície.

O corpo 2 tem cerca de 120 metros de comprimento e espessura média de cerca de 16,0 metros, considerando-se teores de CaF_2 maiores que 5,0%. Aflora como um sinforme dentro do granito Três Córregos (fig. 5). Em profundidade o minério afila-se rapidamente atingindo espessuras entre 1,0 e 5,0 metros, tendo si-



Foto 09:- Brecha cárstica. Observar no testemunho inferior o contato com a parede (Calco-Dolomito Impuro) - Furo VG.F. 11.



Foto 10:- Testemunho superior-Brecha de colapso. Os fragmentos estão mineralizados a fluorita Testemunho Inferior - Brecha Cárstica- Furo VG.F. 7 46,30m.

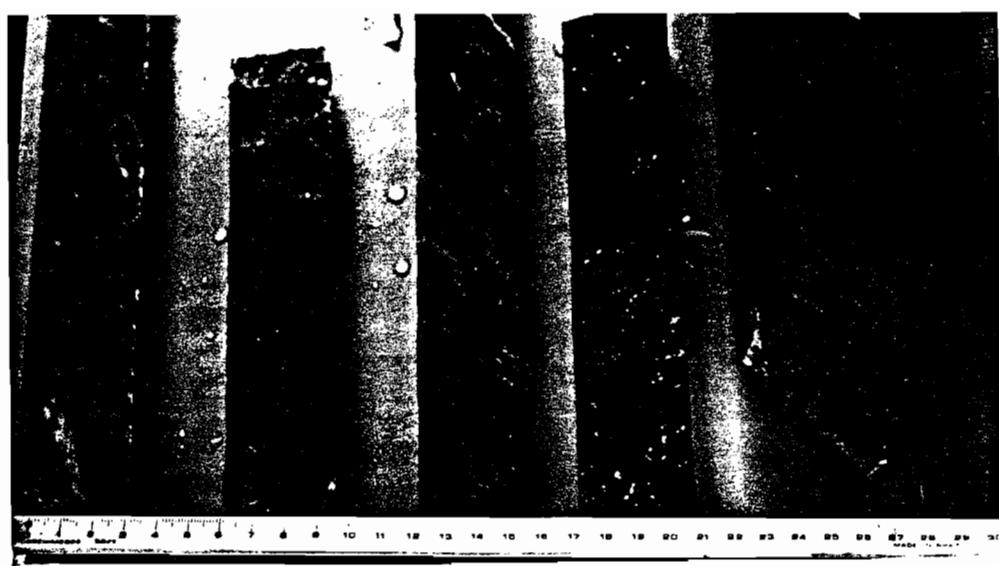


Foto 11:- Grau de intemperismo do calço-dolomito impuro.

Da esquerda para direita.

- Cálco-Dolomito impuro inalterado
 - Passagem de intemperismo
 - Calco-Dolomito pouco alterado
 - Minério de fluorita
 - Calco-Dolomito bem alterado
- Furo VG.F. 12

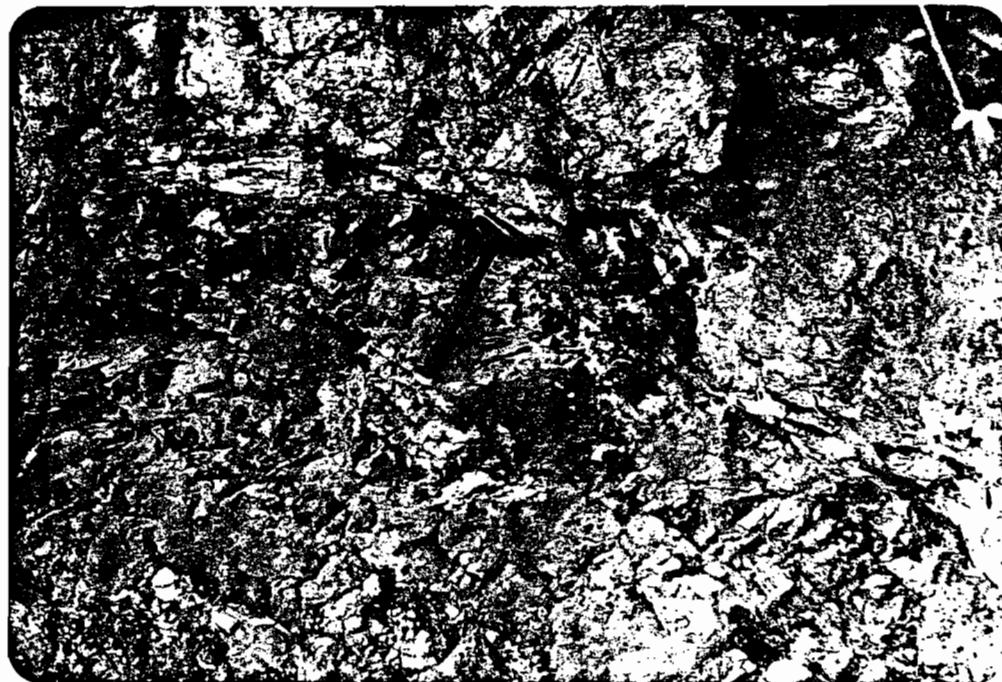


Foto 12:- Contato do granito Três Córregos (Parte superior da foto) com o minério de fluorita (parte inferior da foto). Observar que o granito apresenta cataclasado, e o minério apresenta um sistema de fraturas paralelas ao contato.

Afloramento no corte de estrada-Corpo I.



Foto 13:- Minério maciço
Trincheira T₅

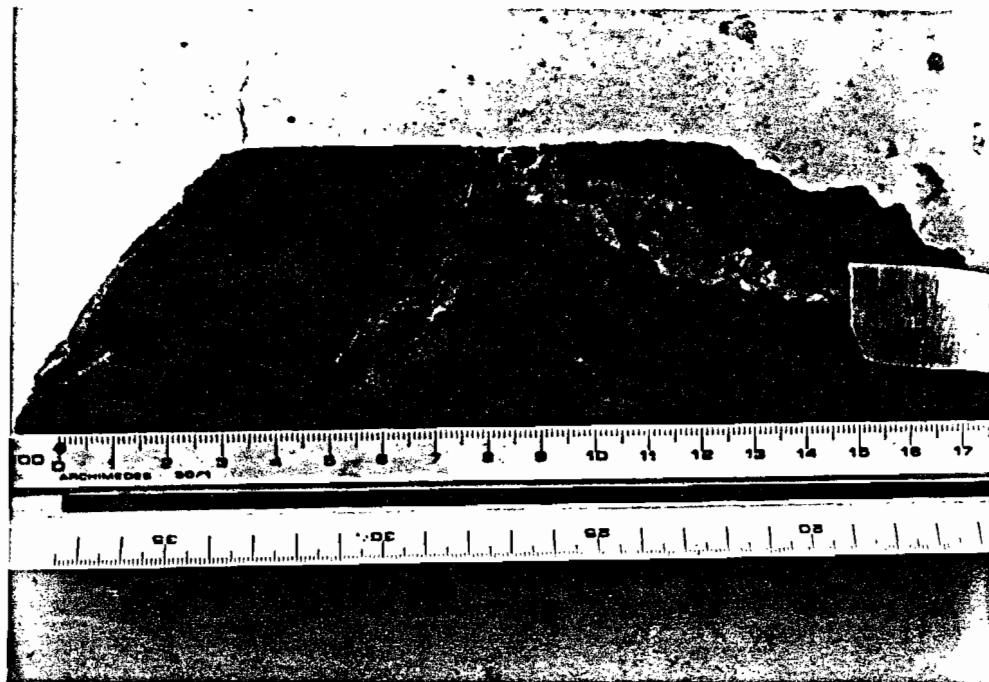


Foto 14:- Minério maciço - furo VG.F. 13

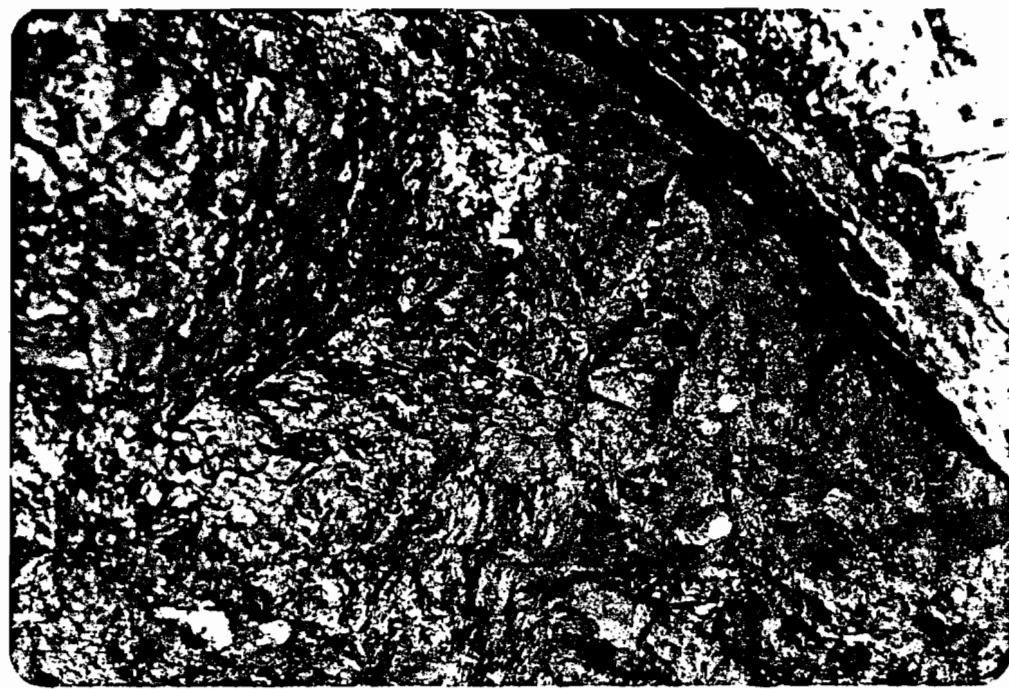


Foto 15:- Minério recristalizado - corte de estrada(corpo I)

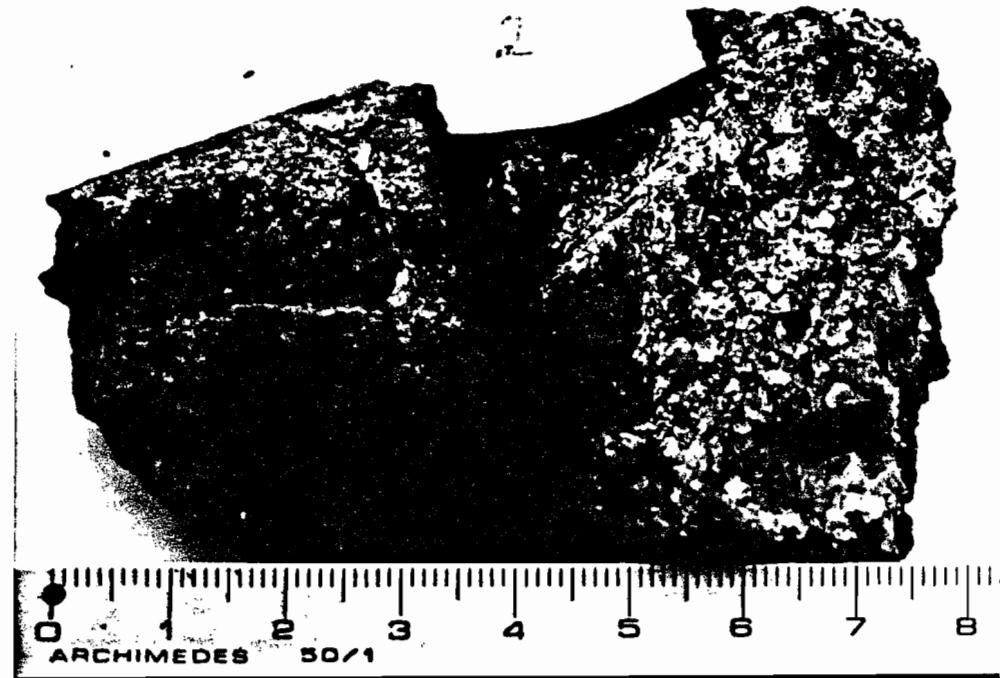


Foto 16:- Minério recristalizado -furo VG.F.12

do reconhecido até um máximo de 80,0 metros de extensão a partir da superfície (fig. 8). Notar que, sendo correta a interpretação mostrada na fig. 8, o metassedimento mineralizado que constitui o corpo 2 está arqueado nos sentidos longitudinal e de extensão, mostrando uma forma geral côncava, com mergulhos variáveis entre 50° e 70° para norte. A oeste o minério termina bruscamente em contato com o granito Três Córregos, fazendo suspeitar da existência de um falhamento que o tenha seccionado. A leste a mineralização esvanece-se no metassedimento entre as trincheiras T-14 e T-13 (fig. 5).

Os corpos 1 e 2 não são paralelos nem mostram-se alinhados. São separados por um espaço de cerca 70 metros onde o granito Três Córregos ocorre sem qualquer indício de mineralização. Sobretudo o corpo 1, mas também o corpo 2, é mais resistente à erosão que as encaixantes, formando cristas relativamente proeminentes (foto 17 e mapa geológico 1:5.000).

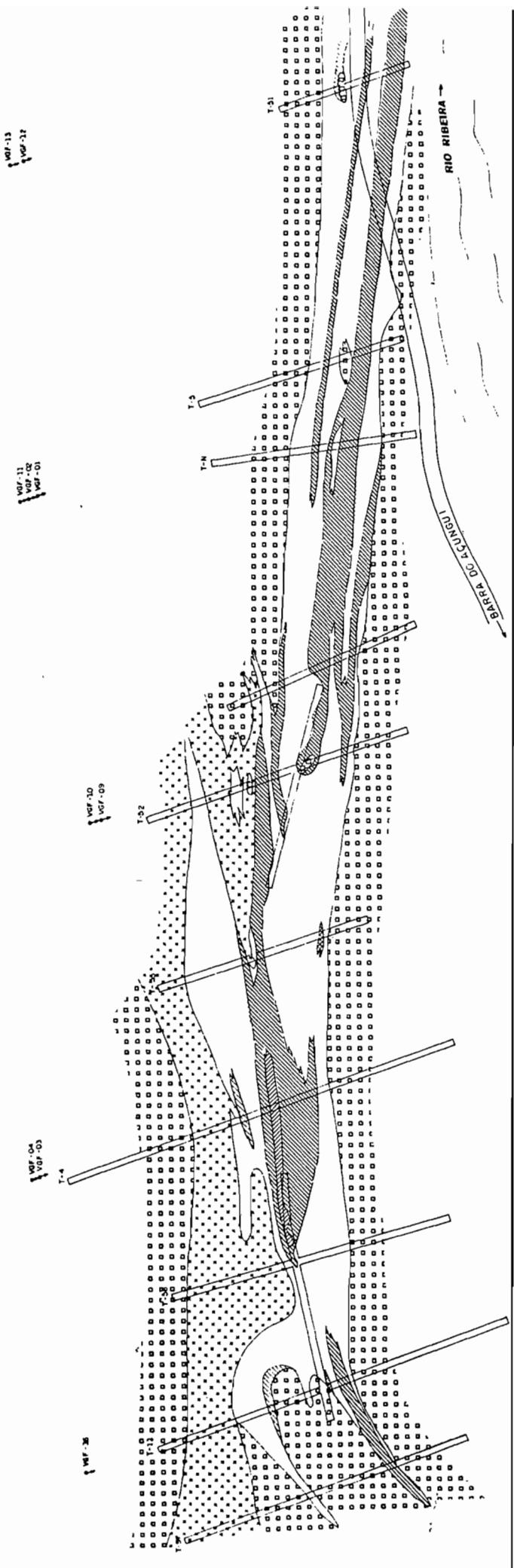
A barita em nenhum local chega a formar concentrações importantes. No corpo 1 parece haver uma maior concentração na parte oeste, onde encontram-se bolsões decimétricos e filonetes que raramente atingem teores maiores que 2,0% de BaSO₄ (em amostras de canal com 1,0 metro de comprimento). Somente na trincheira T-55 (fig. 9) uma amostra analisou cerca de 16,0% de BaSO₄. Em profundidade nenhuma vez foi detectada qualquer concentração mais importante (figs. 10 e 11).

No corpo 2 as trincheiras T-15, T-52 e longitudinal in-



Foto 22:- Vista parcial dos corpos I e II. Observa-se os sulcos das trincheiras T₁₅ e T₂, bem como a plataforma dos furos de sondagem VG.F.07 e VG.F.08.

CORPO. 1



CORPO · 2

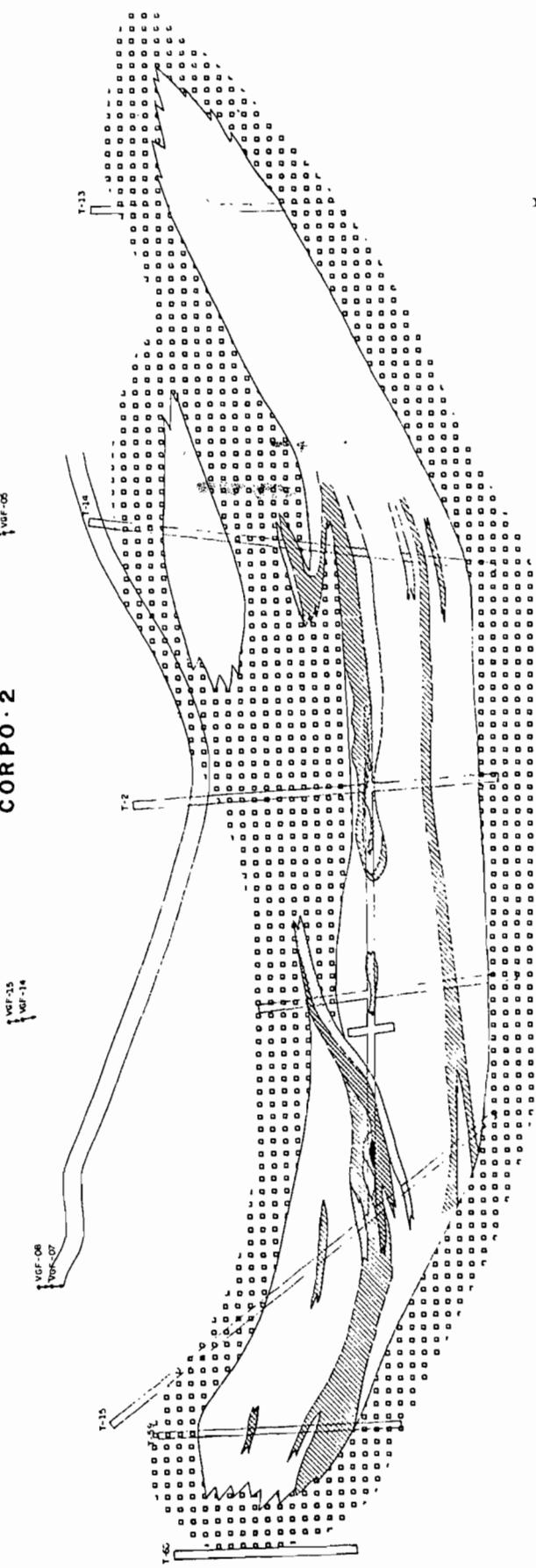


Fig. 9:- Planta dos corpos 1 e 2 mostrando a distribuição de ba
rita com diferentes teores. Notar que no corpo 2 tem-
se uma concentração significativa de barita nas trin-
cheiras T-15 e longitudinal.

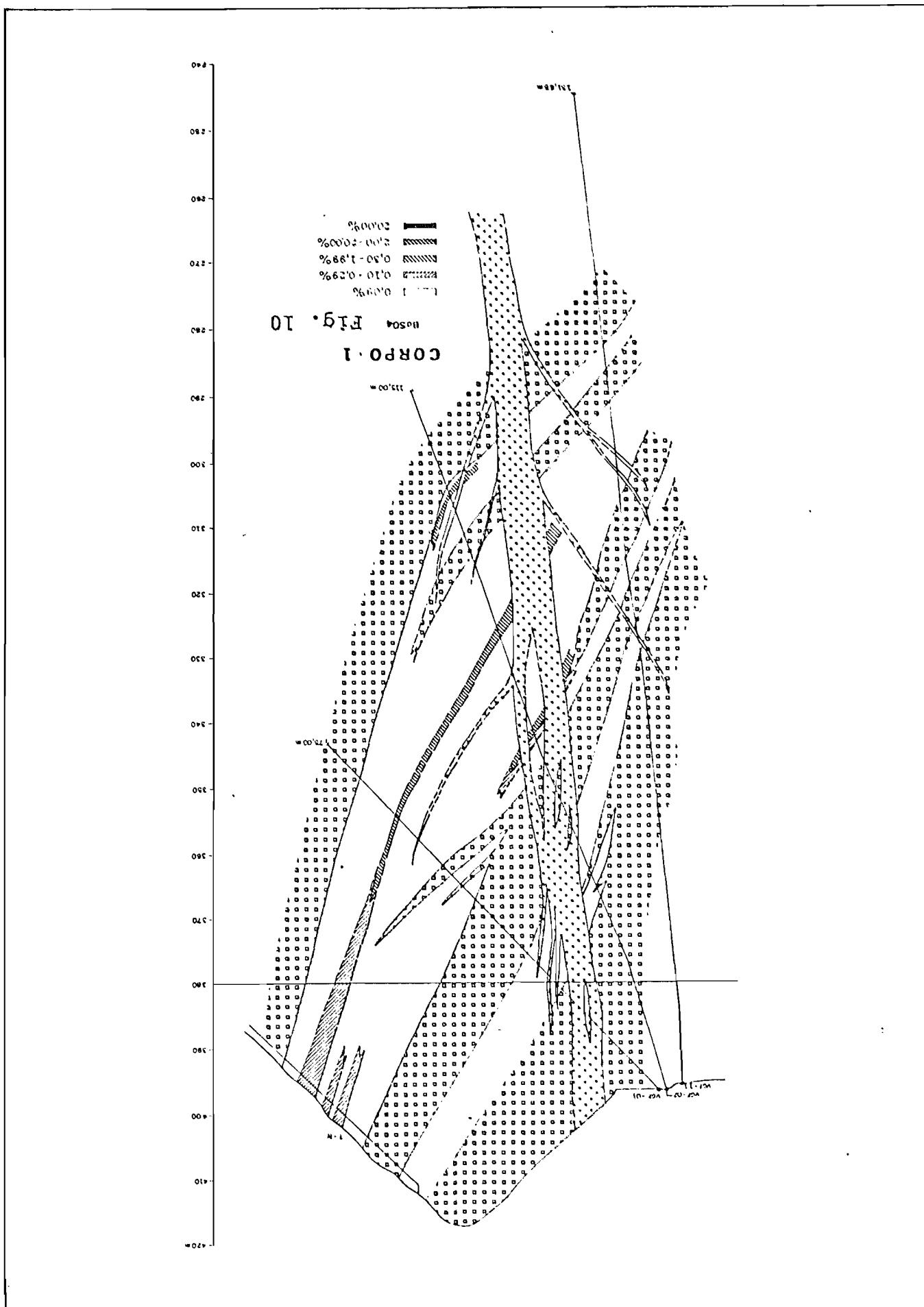


Fig. 10:- Secção do corpo 1 mostrando a distribuição da barita em profundidade.

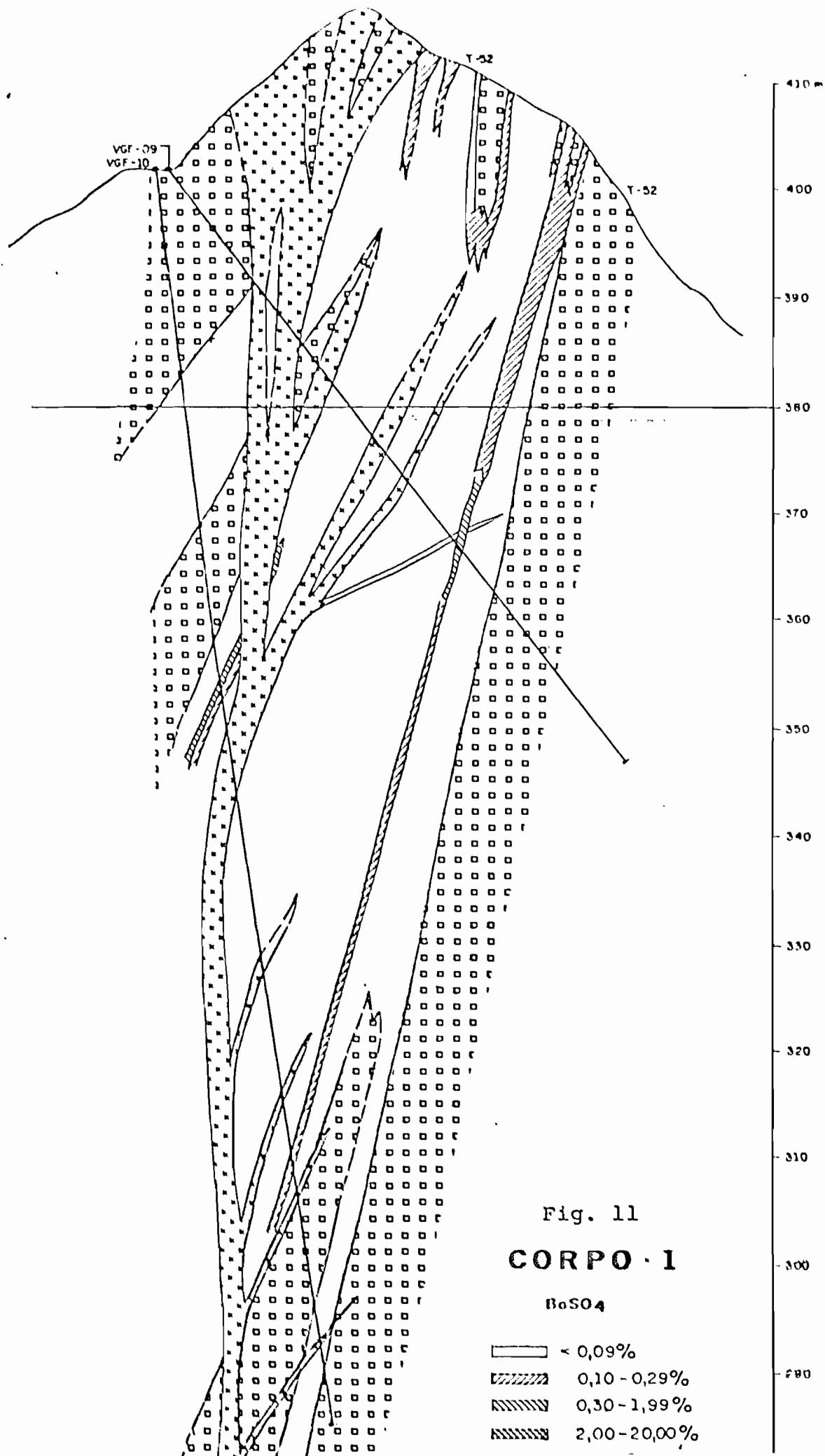


Fig. 11

CORPO · 1

BaSO₄

- < 0,09%
- ▨ 0,10 - 0,29%
- ▨ 0,30 - 1,99%
- ▨ 2,00 - 20,00%

Fig. 11:- Secção do corpo 1 mostrando a distribuição da barita em profundidade.

CORPO - 2

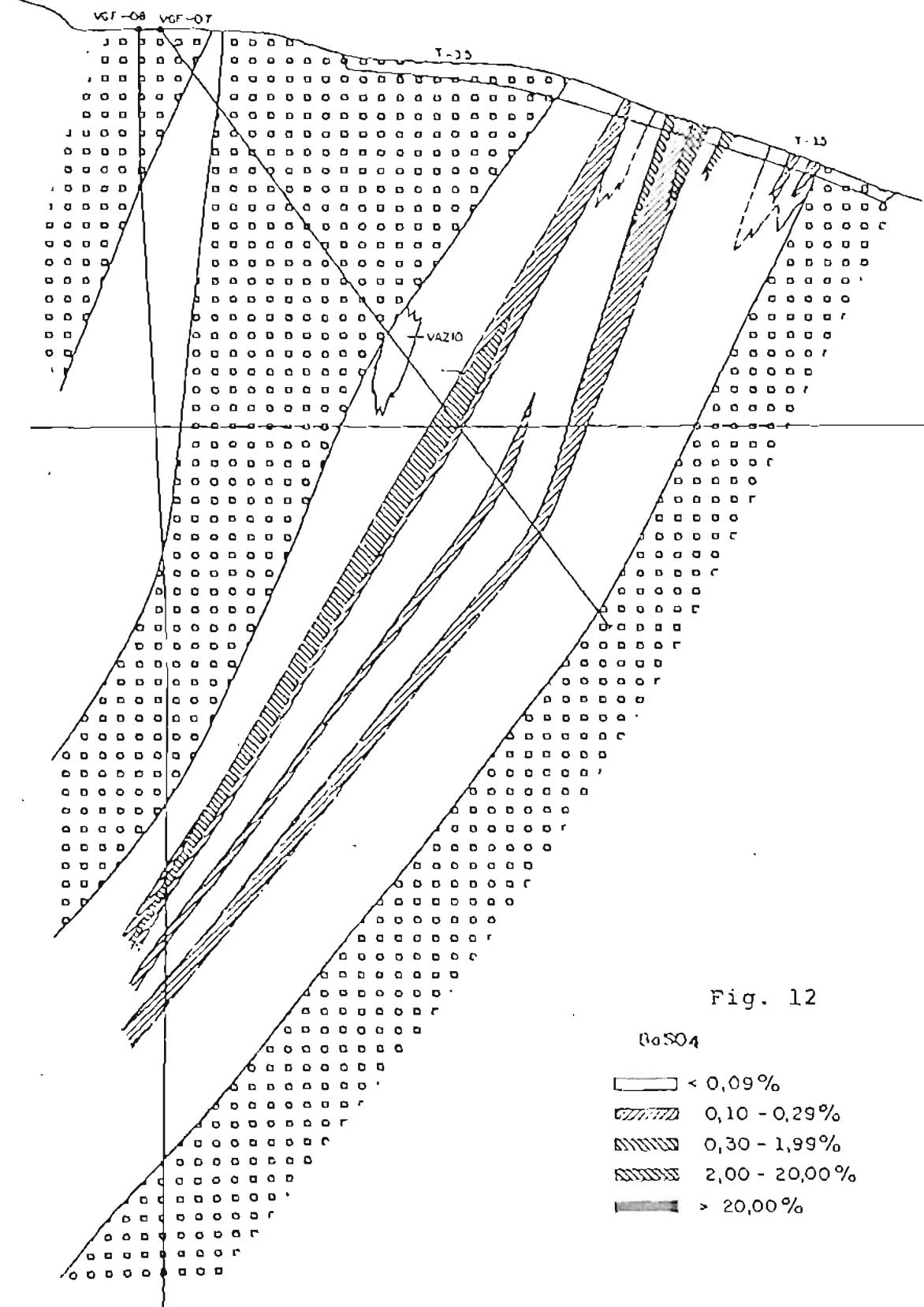


Fig. 12:- Secção do corpo 2 mostrando a distribuição da barita em profundidade. Os teores no corpo 2 são maiores que no corpo 1, embora as partes ricas, com mais de 2,0% de BaSO₄, sejam inexpressivas e pareçam ocorrer somente em superfície.

terceptaram o que parece ser uma faixa mineralizada a barita, com concentrações desde 2,0% de BaSO₄ até a barita pura (fig. 9). O bolsão mais rico tem dimensão métrica. A faixa mineralizada a mais de 2,0% de BaSO₄ tem cerca de 30 metros de comprimento e a pessura média de cerca de 1,5 metros. A exemplo do corpo 1, também no corpo 2 nenhuma vez foi detectada qualquer concentração importante de barita, fazendo crer na existência de bolsões isolados, esparsos e de dimensões reduzidas.

b) Rochas relacionadas ao corpo mineralizado:-

GRANITO TRÊS CÓRREGOS:-

Na região da jazida raramente encontra-se o granito Três Córregos inalterado. É um biotita-hornblenda granito com macrocristais de feldspato potássico de dimensões centimétricas. A matriz é clara, acinzentada ou escura, a depender da concentração de maficos e os macrocristais são de cor creme. Ao microscópio a rocha sempre tem sinais de cataclase, com o quartzo e os feldspatos mostrando extinção ondulante e microfissuramentos. As descrições petrográficas normalmente restringem-se à matriz da rocha, dado que a dimensão dos macrocristais impede que uma lâmina atinja matriz e macrocristais ao mesmo tempo.

A matriz é também porfiróide, com cristais milimétricos de microclínio pertitizados perfazendo de 20% a 40% da rocha. Os plagioclásios são maclados, estão geralmente com um início de sausuritização e são de composição albita-oligoclásio. Perfazem de 20% a 30% da rocha, em alguns casos atingindo uma proporção maior que a do microclínio. Parece haver ao menos duas gerações de plagioclásio. A primeira é de cristais diminutos que geralmente estão englobados pelo microclínio. A segunda geração inclui os grandes cristais da matriz da rocha. O mesmo parece acontecer com o quartzo, que normalmente compreende cerca de 20% em volume da rocha.

A hornblenda, a biotita, a apatita, o zircão e a alanita perfazem de 5% a 20% da rocha (foto 23). A hornblenda é mais frequente que a biotita e ambas parecem ter se cristalizado também em duas fases distintas, uma anterior ao plagioclásio 2 e ao quartzo 2 e outra posterior a eles. A ordem de cristalização, definida nas lâminas descritas foi:-

QUADRO 2: Análises químicas e composição normativa de amostras do granito Três Corregos coletadas entre a região de Cerro Azul e Vila Branca (Gomes et al., 1975 a e b).

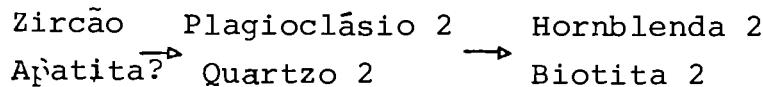
Amontra	UC 1152	UC 1141*	CG 705*	ED 201**	Média de 26 análises
SiO ₂	67,01	65,35	65,53	60,14	68,42
TiO ₂	0,48	0,54	0,39	0,76	0,41
Al ₂ O ₃	14,02	14,46	14,42	15,49	14,01
Fe ₂ O ₃	0,74	0,93	1,49	1,95	0,90
FeO	2,06	2,31	1,63	2,98	1,88
MnO	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
MnO	1,38	1,14	0,79	1,48	0,94
CaO	3,07	3,07	2,79	3,89	2,33
Na ₂ O	5,66	6,25	6,04	6,04	5,13
K ₂ O	3,61	4,41	5,56	5,71	4,43
P ₂ O ₅	0,22	0,22	0,18	0,28	0,16
H ₂ O ₄	1,20	0,61	0,65	0,67	1,03
H ₂ O ₅	0,10	0,15	0,08	0,11	-
TOTAL	99,61	99,50	99,61	99,57	99,70
Cr	20	15	15	20	-
Nb	15	15	20	25	-
Na	20	20	15	35	-
Sn	< 20	< 20	< 20	< 20	-
Cu	20	10	15	35	-
Zn	85	80	75	125	-
Zr	230	220	230	300	-
Sr	1180	1320	1050	1120	-
Rb	30	35	30	25	-
Ba	1750	2750	1770	3000	-
Eu	70	75	65	35	-

COMPOSIÇÃO NORMATIVA

Quartzo	12,69	6,05	6,38	-	15,4
Ortoclásio	21,45	25,95	32,69	33,54	26,4
Albita	51,12	52,66	45,65	42,05	46,4
Anortita	2,20	-	-	-	2,1
Diopsidio	Wo 4,67	5,50	4,24	6,95	3,4
	En 3,01	2,85	2,17	4,01	2,0
	Fs 1,66	2,65	2,07	2,94	1,4
Hiperstênio	En 0,82	0,28	-	-	0,6
	Fs 0,45	0,26	-	-	0,4
Magnetita	0,78	-	-	1,01	1,0
Ilmenita	0,67	0,75	0,54	1,05	0,6
Apatita	0,46	0,46	0,37	0,58	0,3

* Mais 2,58% de acmita na composição normativa da UC 1141 e + 4,13% na composição da CG 705.

** Mais 5,8% de nefelina normativa, 0,07% de olivina e 2,72% de acmita.



Não parece haver diferenças compositionais importantes, que se refletem nas propriedades óticas, entre as diferentes fases de cristalização de um mesmo mineral. Apenas o plagioclásio I, englobado pelo microclínio, parece ser ligeiramente mais básico (oligoclásio-andesina), apesar de que as medidas feitas não sejam conclusivas. São comuns os intercrecimentos mirmequíticos e relativamente raros os minerais opacos. Os opacos presentes são geralmente produtos da alteração dos máficos.

O granito Três Córregos mostra diversas fácies de alteração que serão descritos posteriormente.

Quimicamente as amostras analisadas por Gomes et.al. (1975 a e b) caracterizam o Três Córregos como um corpo heterogêneo de composição tendendo ao granodiorito (Quadro 1) levemente alcalino na região de Cerro Azul. As amostras coletadas na região próxima a Volta Grande têm acmita normativa (UC 1141, CG 705 e ED-201) ou nefelina normativa (ED-201). A média de 26 análises químicas feitas de amostras coletadas no Paraná e em São Paulo caracterizam um quartzo monzonito com 48,5% de plagioclásio, 26,4% de ortoclásio e 15,4% de quartzo. Gomes et al. (1975 b) ressaltam a inexistência de uma correspondência lógica entre os teores em elementos maiores e os teores de elementos traços nas amostras analisadas. Notar os elevados teores em Ba, Sr, e Zr das amostras da região da Volta Grande.

Metassedimentos e Sedimentos:-

Depois do granito Três Córregos os metassedimentos são as rochas de maior expressão superficial na área da jazida. São restos de teto apoiados ou englobados pelo granito ou encaixados em falhamentos.

A maioria do minério dos corpos 1 e 2 é produto da substituição destas rochas por fluorita.

Entre os metassedimentos, as rochas carbonatadas impuras constituem o fácies volumetricamente mais importantes, devendo perfazer cerca de 90% ou mais das ocorrências onde é ainda possível reconhecer as feições litológicas originais. Afloram bastante bem na área do corpo 2. No corpo 1 os metassedimentos ocor-

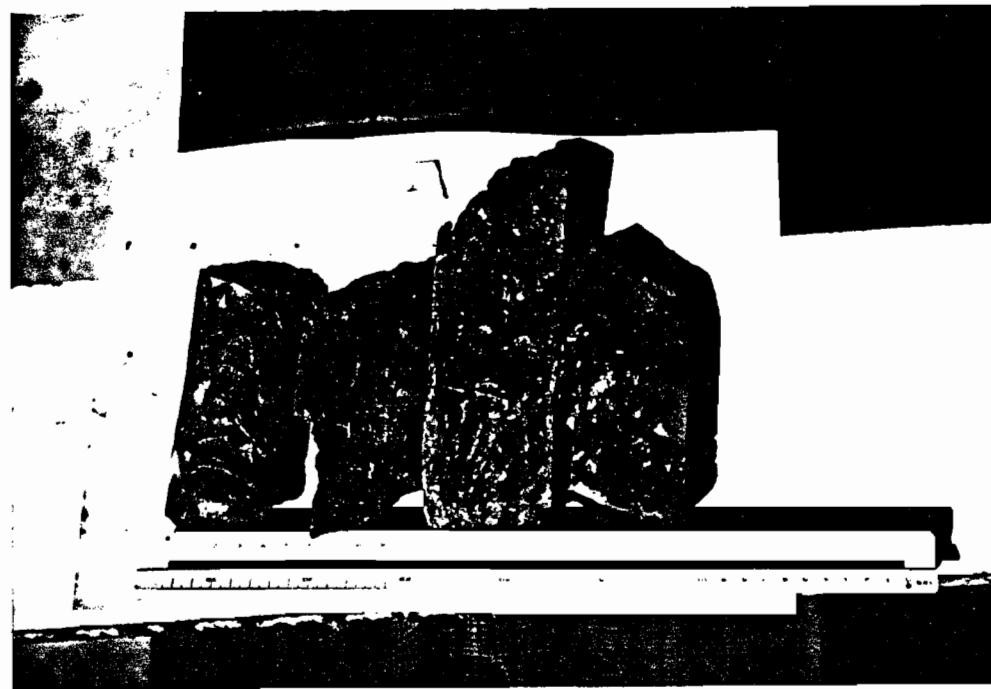


Foto 17 :- Minério recristalizado - Furo VG.F. 10.



Foto 18:- Minério bandado:-
níveis cinza es-
curos são ricos
em fluorita. A
seta indica re-
cristalização da
fluorita no con-
tato com o grani-
to Alasquítico -
trincheira T₂.

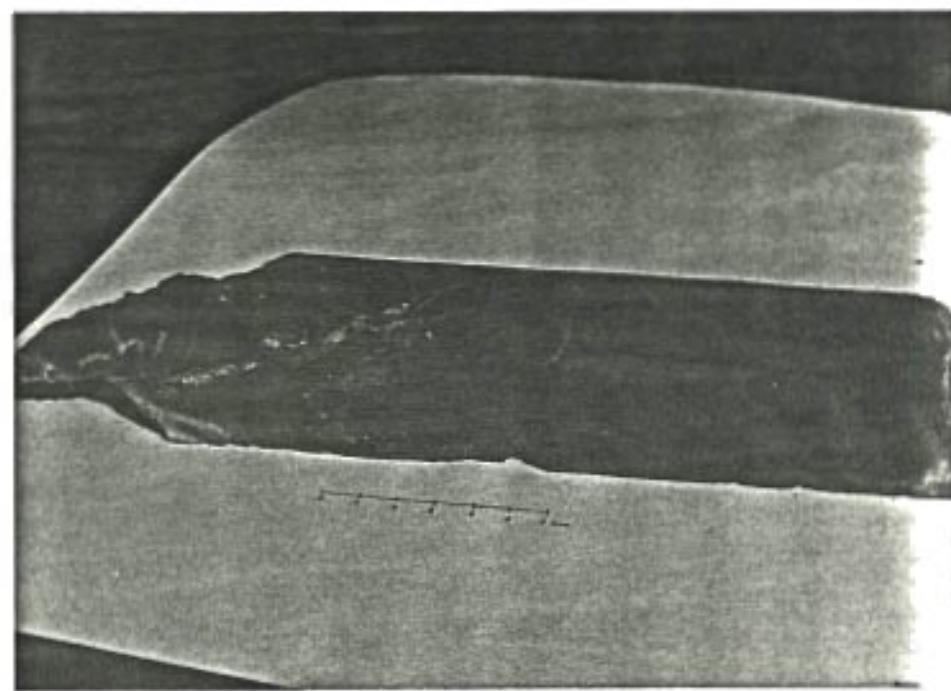


Foto 19 - Minério bandado - Os níveis escuros são ricos em fluorita-furo VG.F. 10.



Foto 20:- Abertura de
Trincheira
T-52

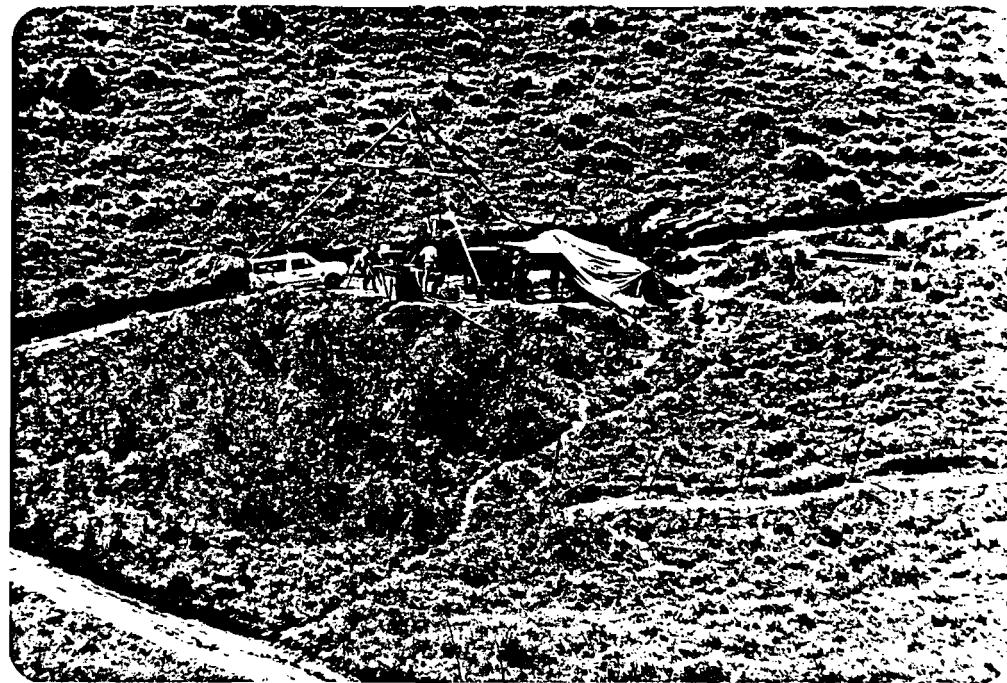


Foto 21 - Trabalhos de sondagem, com execução do furo VG.
F. 07, inclinado 53° para sudeste.

dos. Quando inalterados são de côr cinza e composição variando entre mármore dolomíticos impuros e metamargas silticas. Ao microscópio mostram uma paragênese simples de carbonato, sericita-muscovita, quartzo e opacos (hematita). Fragmentos de feldspato não são raros. O carbonato é micrítico e cristalizado junto a argilas, o que confere à rocha um aspecto turvo e homogêneo (foto 24), com raras feições orientadas marcadas por leitos de quartzo e/ou feixes de muscovita-sericita melhor cristalizadas. Normalmente a hematita está oxidada colorindo a rocha de ocre ("ferrugem"-foto 25). Quantitativamente o carbonato + argila perfazem sempre mais que 90% da rocha, o quartzo perfaz de 0% a 5% e os opacos + sericita-muscovita os outros 5%. Não raro os opacos alcançam proporções maiores, entre 5% e 10% em volume, com distribuição homogênea e granulometria fina (foto 25).

No corpo 2 afloram, além das rochas carbonáticas acima descritas, alguns níveis de metagrauvacas finas, bandadas, intercalando leitos centimétricos e decimétricos de metassedimento magnesífero de côr negra. O elevado grau de intemperismo impediu que estes fácies fossem laminados. Não foram interceptados pelas sondagens em nenhum dos dois corpos mineralizados.

Raras vezes foi constatada a presença de cornubianitos na área da jazida. O metamorfismo térmico desenvolveu-se de modo muito restrito, abrangendo apenas alguns centímetros das rochas carbonatadas junto ao contato com o granito Três Córregos (foto 4). A ação termometamórfica recristaliza os carbonatos em cristais submilimétricos, com contornos bem definidos, que englobam os opacos. O diopsídio (foto 26) cristaliza-se em pequenos cristais idiomórficos a subidiomórficos que se distribuem homogêneamente. O quartzo e o feldspato não mostram modificações perceptíveis. Na lâmina observada a muscovita ocorre de forma muito resrita, talvez destruída pela ação térmica.

Diversas sondagens no corpo 2 interceptaram leitos de brechas kársticas e de colapso (vide secções a 1:200 na parte II-Avaliação das Reservas). É provável que tais rochas estejam sendo geradas ainda atualmente, nos "vaziões" (grutas) interceptados nos corpos 1 (VGF-12) e 2 (VGF-07 a e b). A maioria das vezes são mais recentes que a mineralização e que as ações hidrotermais iniciais, dado portarem elementos mineralizados e oxidados (fotos 9 e 10). Os bolsões de brecha reconhecidos mostram sempre dimensões reduzidas, métricas, em nenhum caso tendo sido possível correlacionar leitos de brecha em duas sondagens próximas, distantes

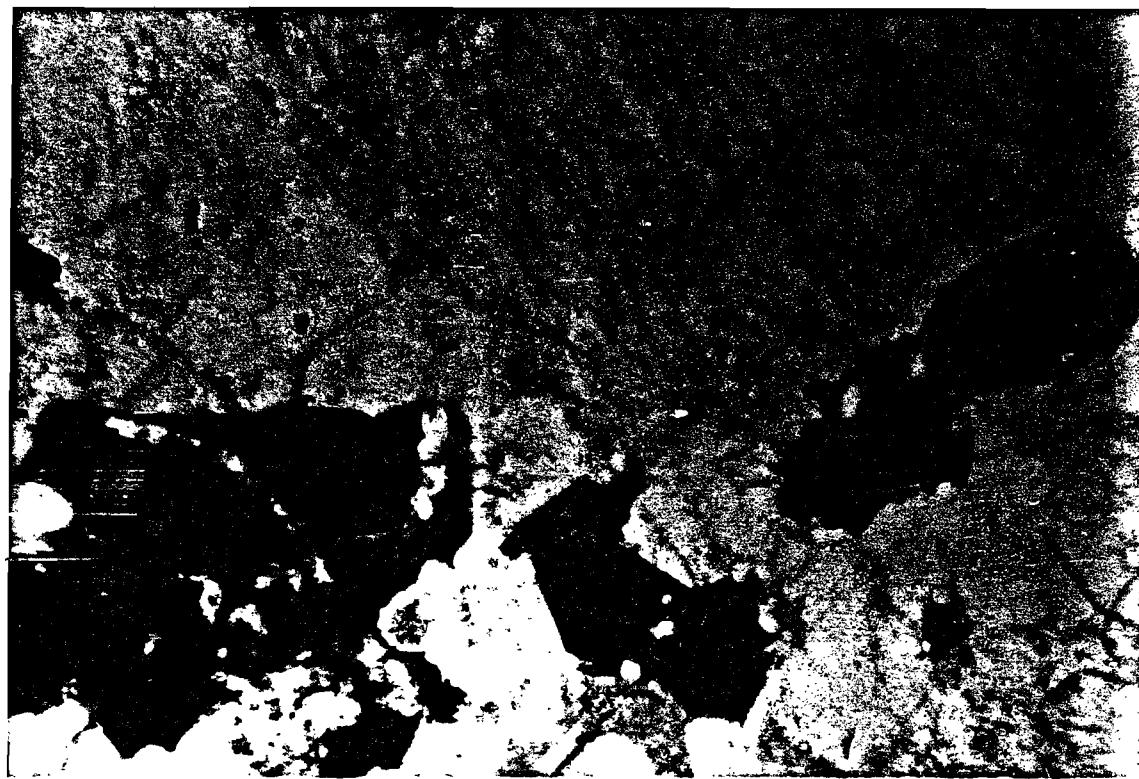
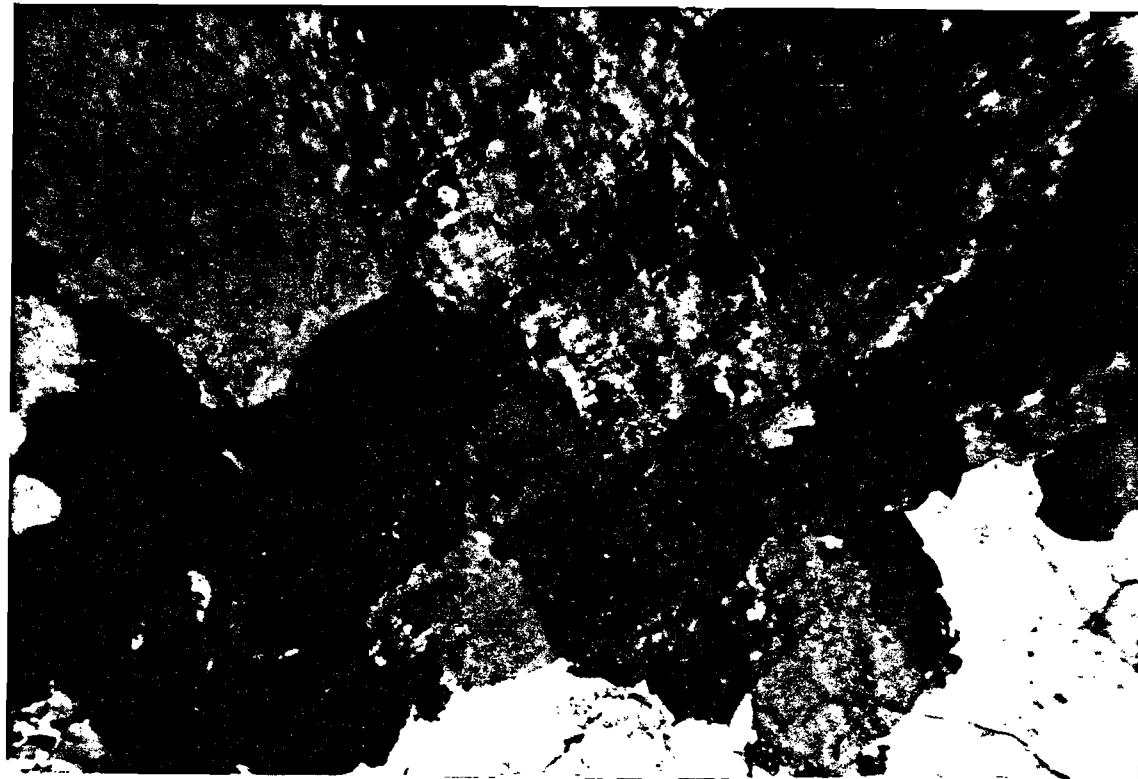
de no máximo 45 metros. Os elementos são de dimensões variadas, desde submilimétricos até pluridecimétricos. A matriz é de cor cinza, fina e homogênea.

Granito Alasquítico:-

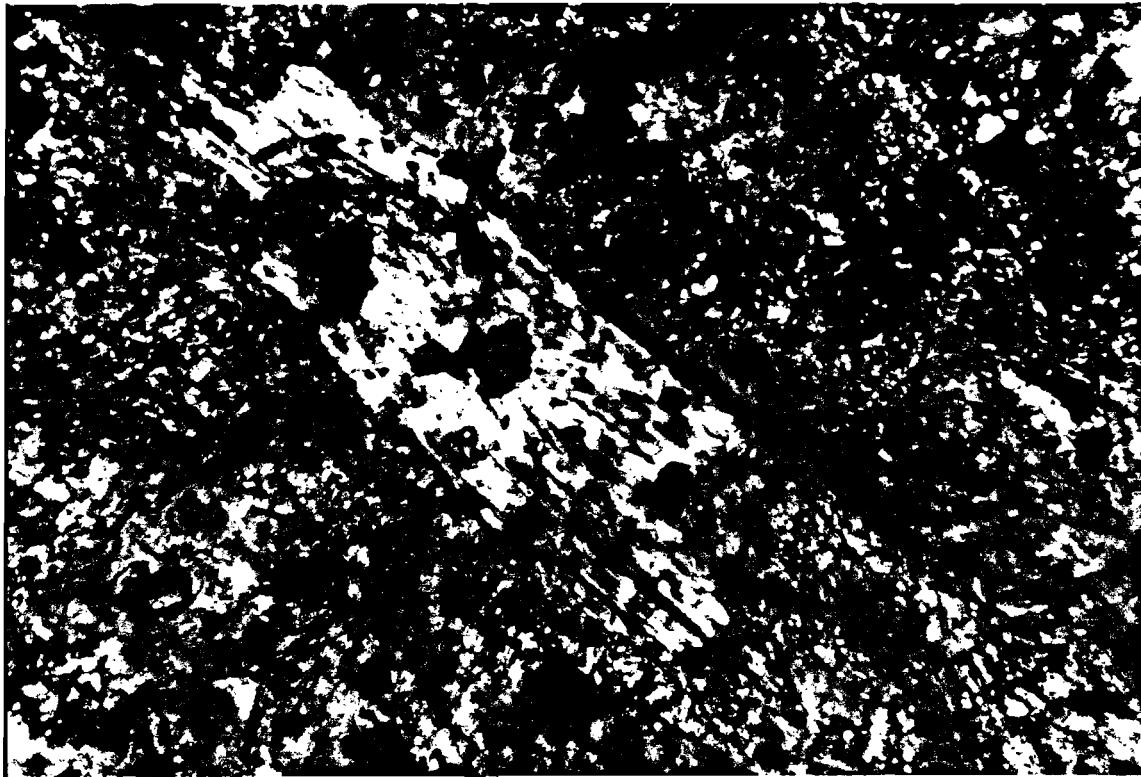
Sobretudo no corpo 1, mas também no corpo 2, todas as rochas, sedimentares, cataclásticas e graníticas, são cortadas e/ou venuladas por um granito branco, fino, de granulometria homogênea e composição alaskítica (figs. 5,6 e 7 e fotos 3,5 e 6). A cor branca, a ausência de macrocristais e fenocristais e a granulometria homogênea o diferencia do granito Três Córregos. Ao microscópio mostra textura granular hipidiomórfica sempre com indícios de cataclase percebida na extinção ondulante do quartzo e na torção das macras de geminação do plagioclásio. O principal feldspato é o microclínio, embora algumas vezes a quantidade de plagioclásio praticamente o iguale. Raras vezes notou-se a presença também do ortoclásio. Normalmente o quartzo é o segundo mineral mais presente na rocha. A apatita, o zircão e opacos são acessórios comuns. A turmalina foi descrita em uma lâmina. Quantitativamente estes granitos têm composição média de cerca de 50% de feldspato potássico, 30% de quartzo, 15% de plagioclásio (albita) e 5% de acessórios (apatita, opacos, zircão e turmalina).

Cataclasito

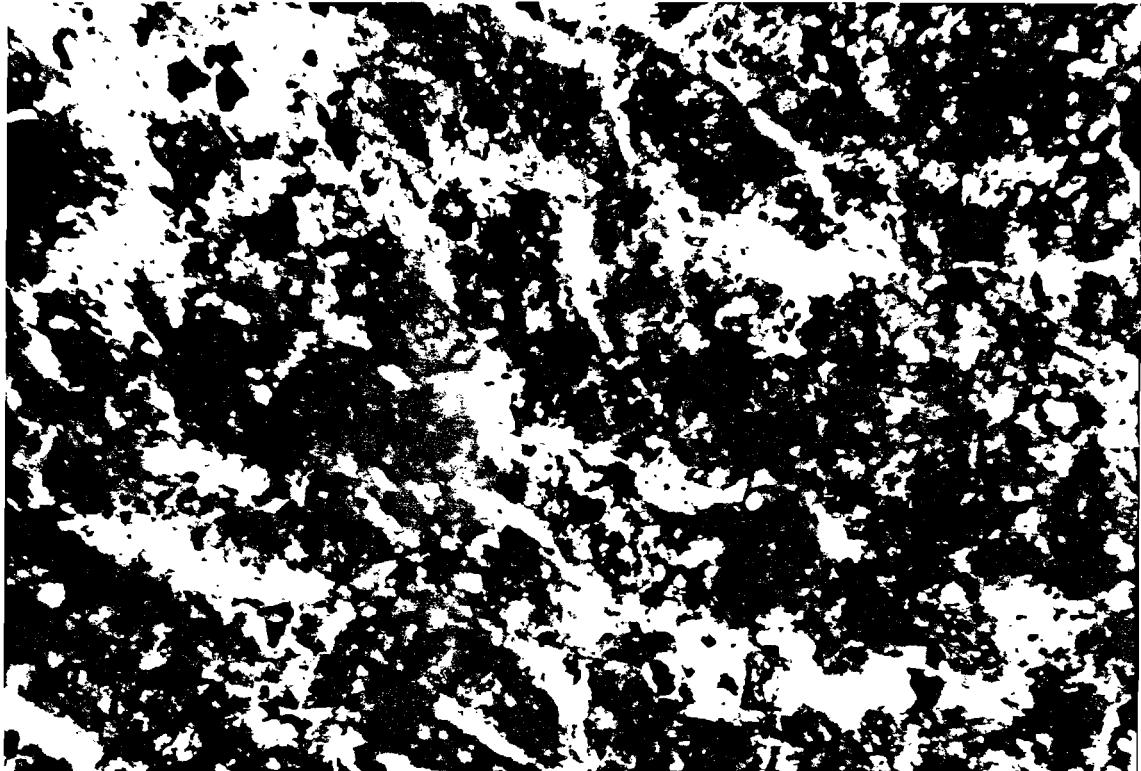
O metamorfismo dinâmico foi particularmente intenso na área do corpo 1 (vide mapa geológico 1:5.000), localizado dentro de uma zona de cizalhamento. Foram gerados milonitos e brechas com granulometrias as mais variadas. Os cataclasitos mais finos geralmente mostram-se orientados e bandados, exibindo uma pseudo-estratificação oriunda do esmagamento consequente do deslocamento diferencial entre blocos falhados. Os milonitos do corpo 1 formam pacotes de espessuras métricas. Os falhamentos geradores dos cataclasitos foram reativados durante a história geológica da jazida, propiciando o aparecimento de brechas cujos fragmentos são de outras brechas cataclásticas mais antigas (foto 7). Tanto os metassedimentos quanto o granito Três Córregos foram milonitzados. Devido as suas porosidades os cataclasitos foram facilmente percolados tanto pelos fluidos minerali-



Fotomicrografia 23 - (20 x) Granito Três Córregos inalterado, com microclínio, quartzo, plagioclásio, biotita, hornblenda e zircão. Comparar com fotomicrografias 28 e 29 (lâmina RG-12).



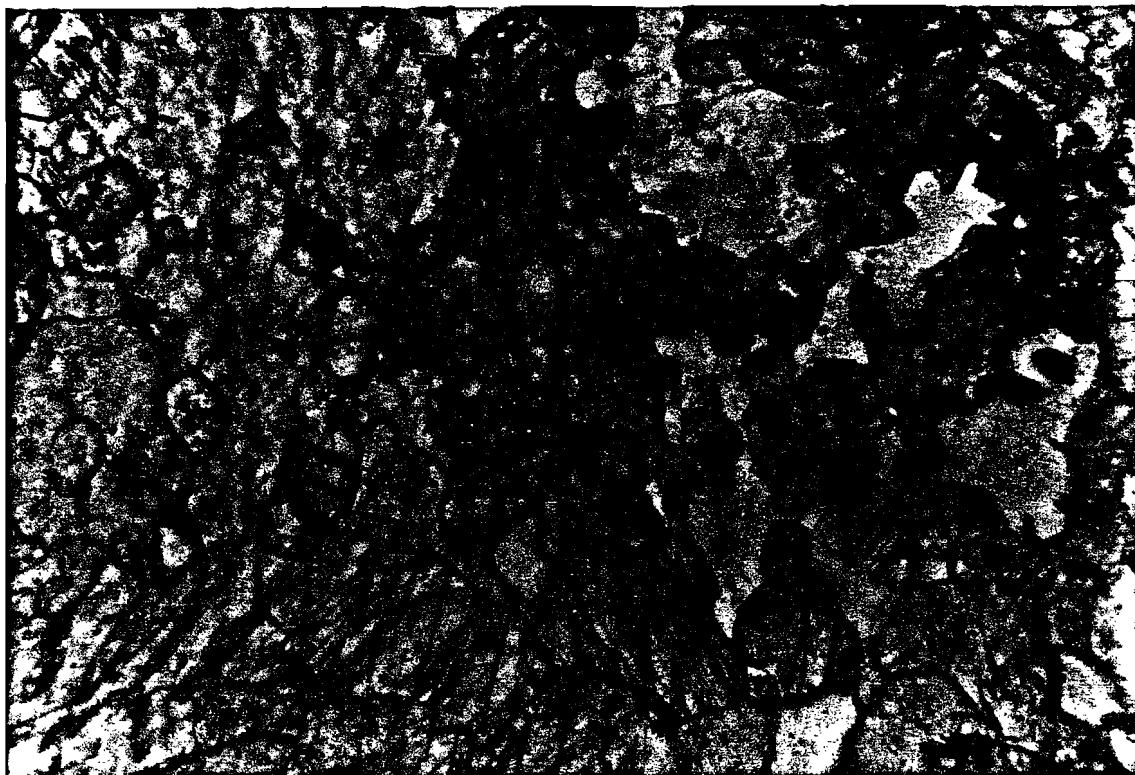
Fotomicrografia 24 - (80 x, nicóis +) - Rocha carbonática impura, inalterada. Notar textura irregular e fina da rocha, presença de cristais bem desenvolvidos de muscovita e grande quantidade de opacos. Comparar com



Fotomicrografia 25 - (80 x, nicóis //) - Rochas carbonáticas cor amarelo-amarronada tingida por óxido de ferro. O quartzo(brancos) é microcristalino e mostra um inicio de recristalização. Comparar com fotomicrografia nº 24 (Lâmina RG-401).



Nicóis +



Nicóis //

Fotomicrografia 26. - (80 x)- Cornubianito formado a partir de rocha carbonatada impura. O carbonato recristalizou-se, englobando os opacos e o quartzo originais da rocha. Cristais arredondados de diopsidio distribuem-se de modo homogêneo. Cristalizaram-se englobando os opacos (lâmina RG-399).

zadores e pela sílica (foto 7) quanto por fluidos carbonatados tardios (foto 8), que cimentam a matriz das brechas e substituem os milonitos. A presença de brechas cataclásticas com elementos mineralizados, assim como de brechas com matriz mineralizada e elementos estéreis ou, ainda, com elementos e matriz mineralizados, sugerem que o metamorfismo dinâmico tenha estado ativo desde épocas pré-mineralização talvez até o presente. A ressaltar que a inexistência de milonitos gerados dos granitos alaskíticos indica que as principais movimentações dos falsoamentos deram-se antes da introdução destes granitos. As evidências de cataclasamento portadas pelos alaskitos são pouco importantes, consequentes de pressões que não chegaram a causar o esmagamento dos minerais.

c) Relações entre os diversos tipos de rochas e o minério:-

O granito Três Córregos encaixa os metassedimentos e ambas as rochas são cataclasadas. O granito alaskítico corta to das estas rochas, metassedimentos, granito Três Córregos e cataclasitos. Obviamente deduz-se que a ordem de "mise-en-place" das rochas no local da jazida é, primeiro, o metassedimento, que foi posteriormente soerguido pelo granito Três Córregos. O conjunto foi falhado e percolado pelo granito alaskítico.

A relação destas rochas com a mineralização é muitas vezes dúbia. Em ao menos um local (Lâmina RG-468, furo VGF-13, a 16,40 metros) o granito Três Córregos porta microfissuras com fluorita, indicando a presença de uma fase de mineralização post granito, seja ela remobilizada ou não. No poço 1, por contra, tem-se evidência de que o minério recristalizou-se no metassedimento junto ao contato com o granito, formando uma banda de minério grosso de alguns centímetros de espessura. Este aspecto pode ser interpretado como devido a existência de mineralização no metassedimento antes dêle ser erguido pelo granito, cuja ação térmica proporcionaria a recristalização, o que contraria a primeira observação. Uma outra interpretação seria considerar a recristalização como devida a ser o contato metassedimento-granito um local de percolação mais fácil aos fluidos mineralizantes tardios. As evidências disponíveis no momento não permitem uma conclusão.

Normalmente o granito Três Córregos tem fluorita jun-

EVOLUÇÃO DA PARAGÊNESE HIDROTHERMAL

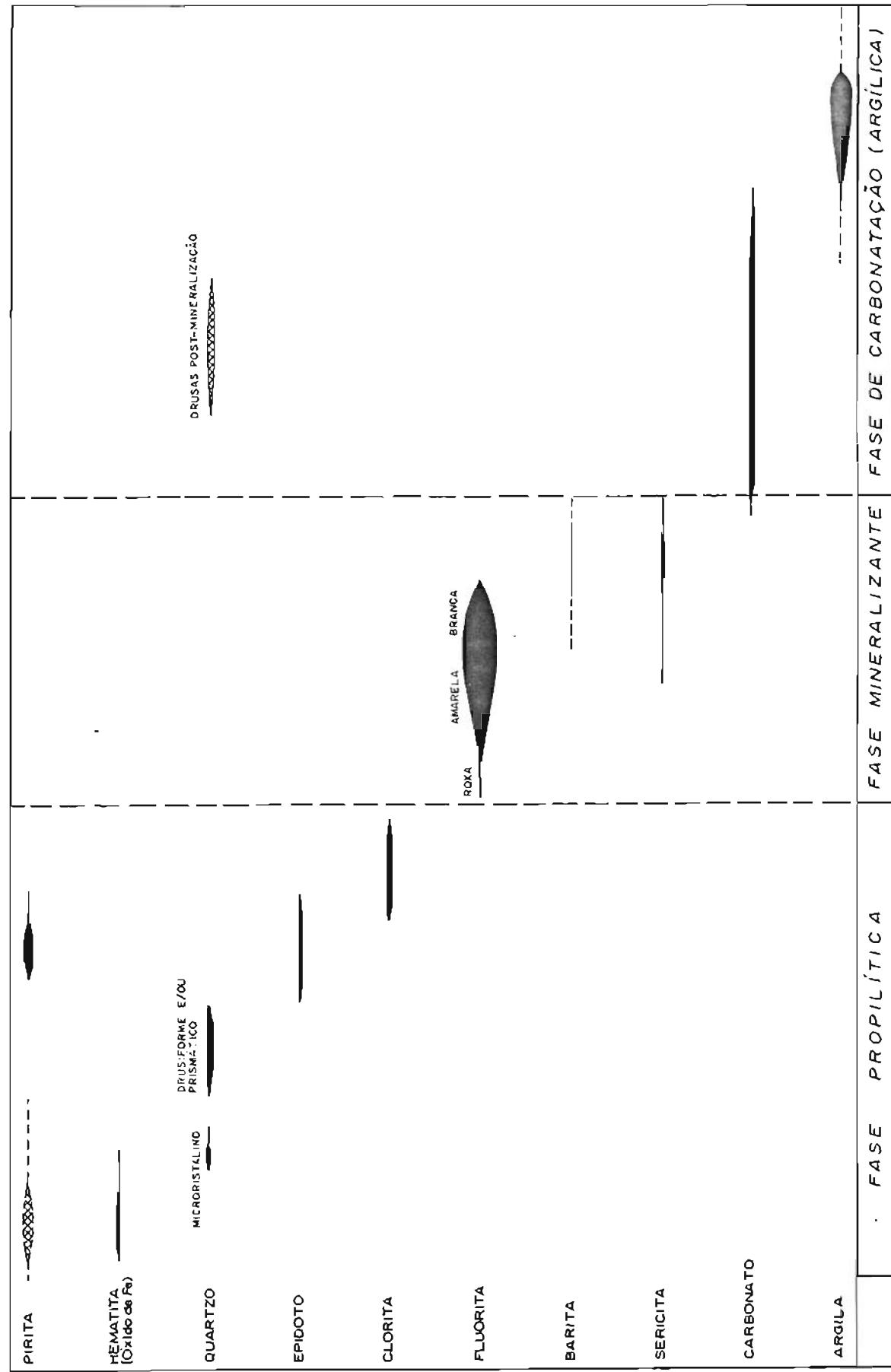


Fig 13

to ao contatc ccm as zonas mineralizadas, mostrando teores acima de 1,0% de CaF_2 até mais del0,0% (T-52, T-2, etc). Em posições distantes da área da jazida estes granitos são desprovidos de fluorita, o que é uma evidênciа de que foram mineralizados ap s estarem cristalizados. Os metassedimentos carbonatados que aflo-ram nas proximidades da área da jazida (800 ms do corpo 1), sem aparentarem qualquer modifica o hidrotermal, mostram-se tamb m mineralizados, com at  22% de CaF_2 (foto 1). H , portanto, evid cias de mineraliza o sedimentar e hidrotermal, hidrotermalismo cuja exist ncia ser  demonstrada posteriormente.

O granito alask tico corta e recristaliza a mineraliza o e   desprovido de fluorita, deixando pouca d vida quanto a se ter introduzido posteriormente a principal fase mineralizado-ra. Entretanto o hiat  de tempo que existiu entre a introdu o do granito e a mineraliza o n o deve ter sido extenso, dado que alguns diques mostram-se argilisados, tendo sido atingidos pela  ltima fase hidrotermal ap s a fase de mineraliza o (fig. 13) . A abrang ncia da recristaliza o causada pelos diques   desconhe-cida. No extremo oeste do corpo 1 (fig. 5), onde os diques ocorrem com maior espessura, encontram-se as maiores recristaliza o es conhecidas na  rea at  o momento. No po o 2, entretanto, ocorrem pacotes. re-cristalizados esp ssos de min rio junto a filonet es centim tri-cos de alask tico aos quais dificilmente poderia ser atribuida to-da a recristaliza o conhecida no local. Em amostras de m o (Foto 18) a recristaliza o causada por uma v nula de alaskito com mais de 5 cms de espessura tem 2-3 mil metros de largura. Em ou-tros locais (Fotos 5 e 6) nenhuma recristaliza o   percept vel.

As rochas carbonatadas e os cataclasitos delas derivados foram preferencialmente substituidos pela fluorita, prov avelmente devido a terem composi es receptivas aos fluidos mineralizantes. Como j  relatado, enquanto na  rea da jazida tem-se evid ncias in-discut veis de a o es hidrotermais, em locais, n o muito distantes encontram-se afloramentos (foto 1) portadores, aparentemente, de mineraliza o es prim rias de origem sedimentar. No momento as in-forma es existentes n o permitem concluir sobre a origem da mineraliza o, se sedimentar, filoneana, ou, caso os dois proces-sos t nham existido, qual a abrang ncia de cada um deles.

3. Alterações e transformações hidrotermais:-

a) Transformações dos minerais

Todas as rochas que ocorrem na região da jazida foram transformadas hidrotermalmente até várias dezenas de metros além do contato com o minério (Mapa geológico 1:5.000). O granito Três Córregos mostra macrocristais esbranquiçados ou esverdeados e a matriz, antes clara com maficos negros, torna-se, também, inteiramente de côn^{te}r verde clara. Sondagens como a VGF-11 (fig.15), que extenderam-se a mais de 170 metros abaixo da parte mais alta do corpo 1, terminaram dentro do granito alterado, de côn^{te}r verde.

Em lâmina delgada o granito mostra-se cataclasado, com microfraturas preenchidas por quartzo, clorita, epidoto, opacos (hematita e/ou pirita) e carbonato. Os feldspatos potássicos estão sericitizados e os núcleos dos plagioclásios estão argilizados. A hematita e, talvez, a pirita são os primeiros minerais a se formarem, logo seguidos pelo epidoto (foto 28), quando o hidrotermalismo ocorre sobre rochas graníticas, ou pelo quartzo microcristalino, quando sobre rocha carbonatada. A clorita cristaliza-se após o epidoto (foto 29) pouco após a cristalização da pirita (fig. 13).

A sílica cristaliza-se inicialmente na forma microcrystalina e em seguida em mosaicos, com prismas piramidados de quartzo e microdrusas. Nas zonas mineralizadas o interior das microdrusas é preenchido por fluorita (foto 27) sempre tardia em relação ao quartzo hidrotermal (fig. 13), ao qual substitui. A barita, nenhuma vez visível nas lâminas delgadas feitas, parece ter cristalizado imediatamente após a fluorita. A sericita e a muscovita hidrotermais encurvam-se contornando os cubos de fluorita, mostrando terem-se formado após a mineralização.

A última fase hidrotermal foi carbonatada e argílica. O carbonato hidrotermal distingue-se facilmente do carbonato antigo da rocha carbonatada por cristalizar-se sob a forma de grandes cristais limpidos que envolvem poiquiliticamente todos os outros minerais. Os carbonatos antigos são reconhecidos sobre as placas de carbonato hidrotermal por serem micríticos e geralmente de côn^{te}r ocre, devido a oxidação dos seus opacos (foto 30). O crescimento dos romboedros de calcita fez-se sucessivamente, segundo os diversos fluxos de fluido carbonatado, cada um deles marcados por uma película de óxido de ferro que envolve os romboedros.

CORPO 1
FASES DE HIDROTERMALISMO

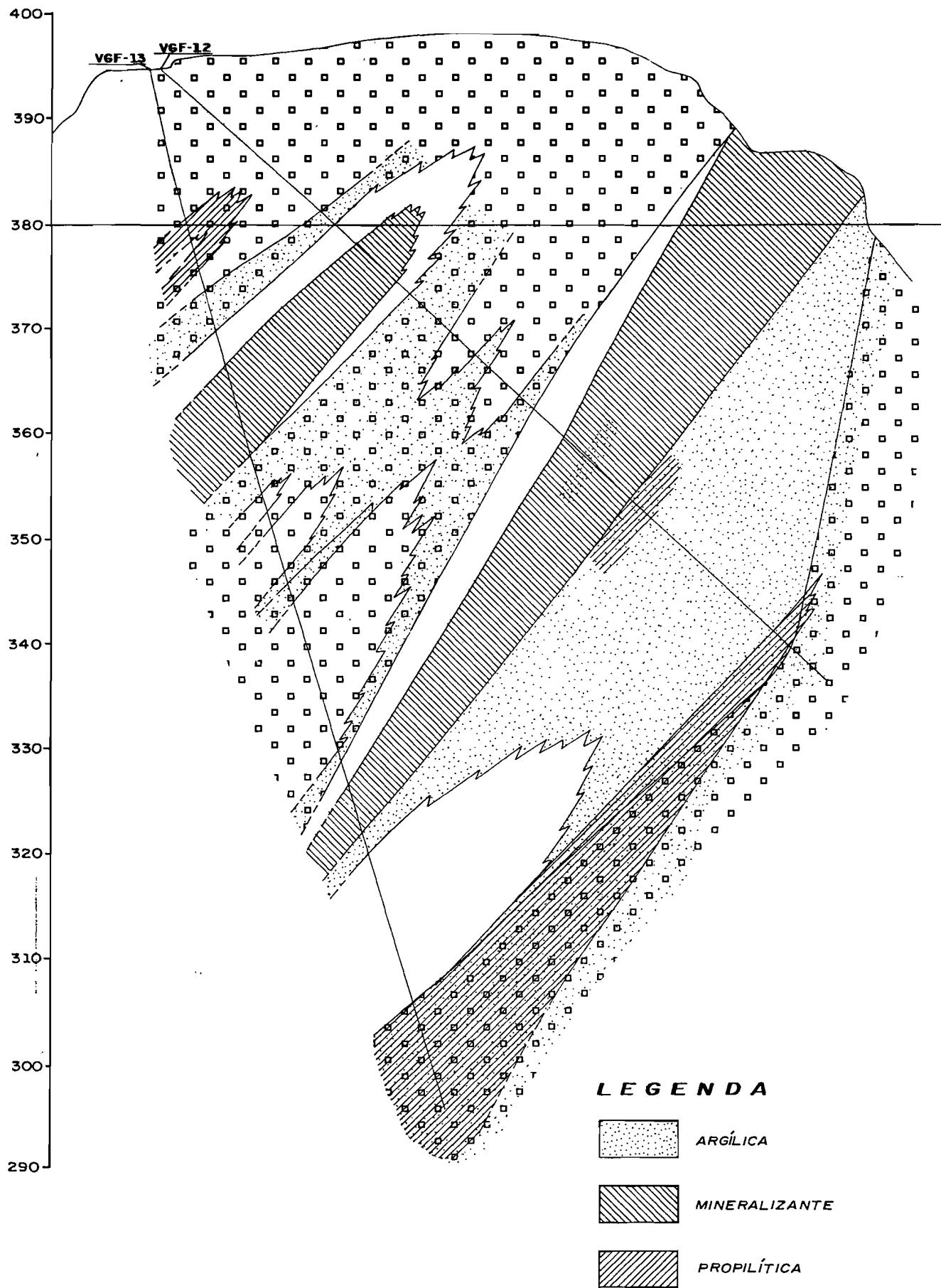


Fig.14

FIG. 14 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.
Notar o extenso desenvolvimento da zona
argílica, superposta a propilítica na
parte abaixo da mineralização.

CORPO 1
FASIS DL HIDROTERMALISMO

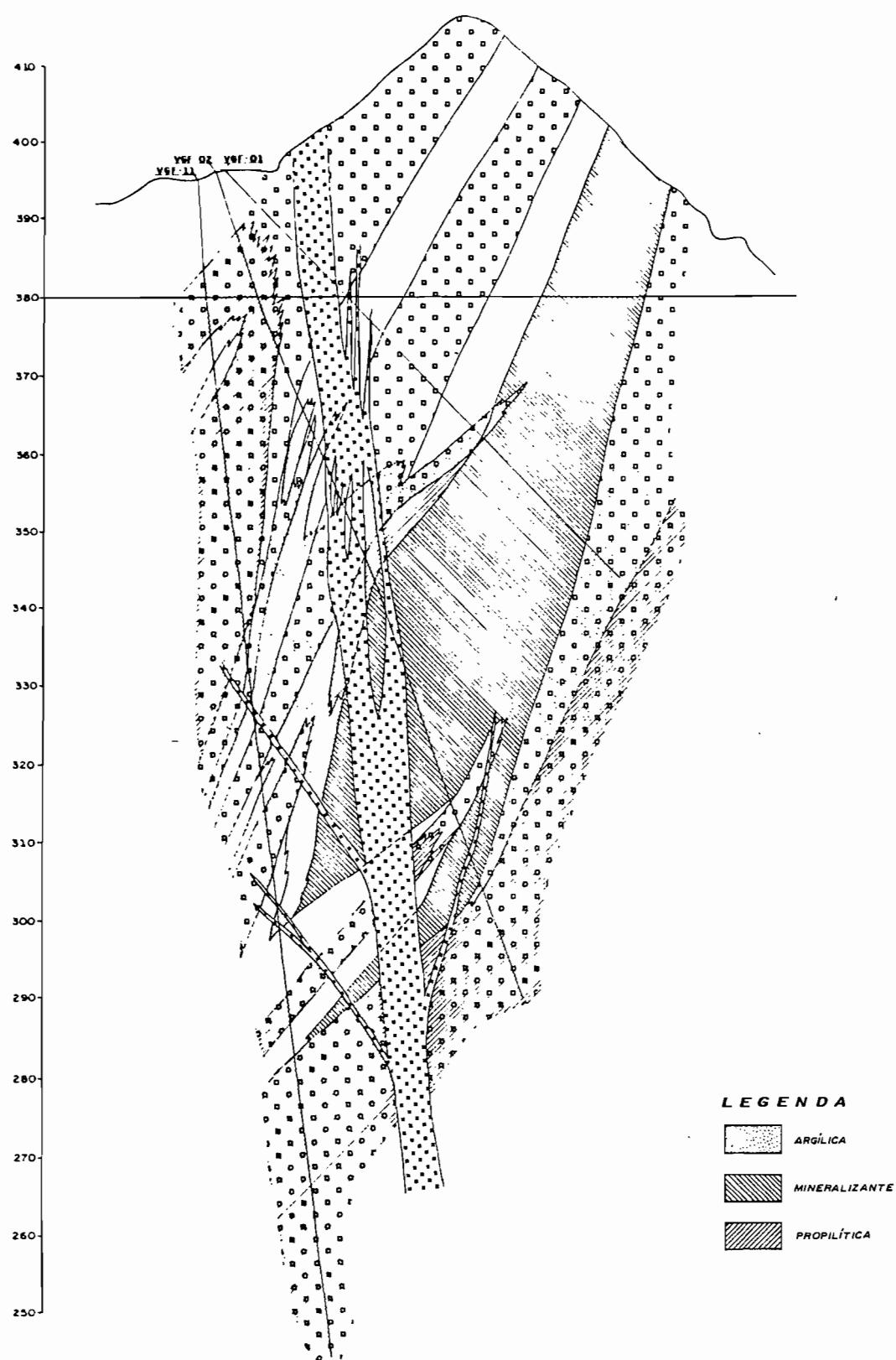


Fig. 15

FIG. 15 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.
Notar que a propilitização se estende a grande profundidade, o furo VGF-11, com mais de 150 metros, tendo terminado dentro da zona propilítica.

CORPO 1
FASES DE HIDROTERMALISMO

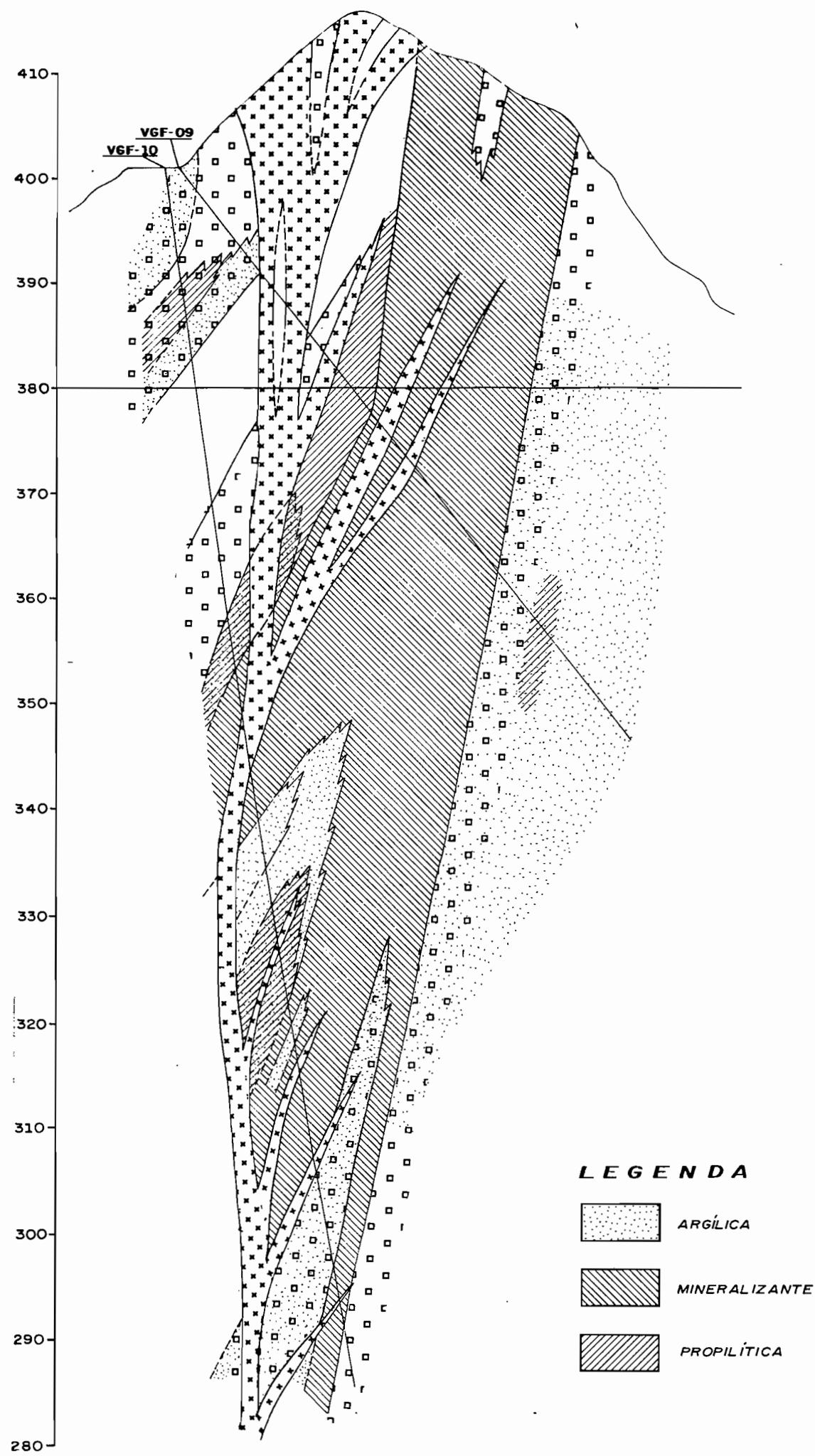


Fig. 16

FIG. 16 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

CORPO 1
FASES DE HIDROTERMALISMO

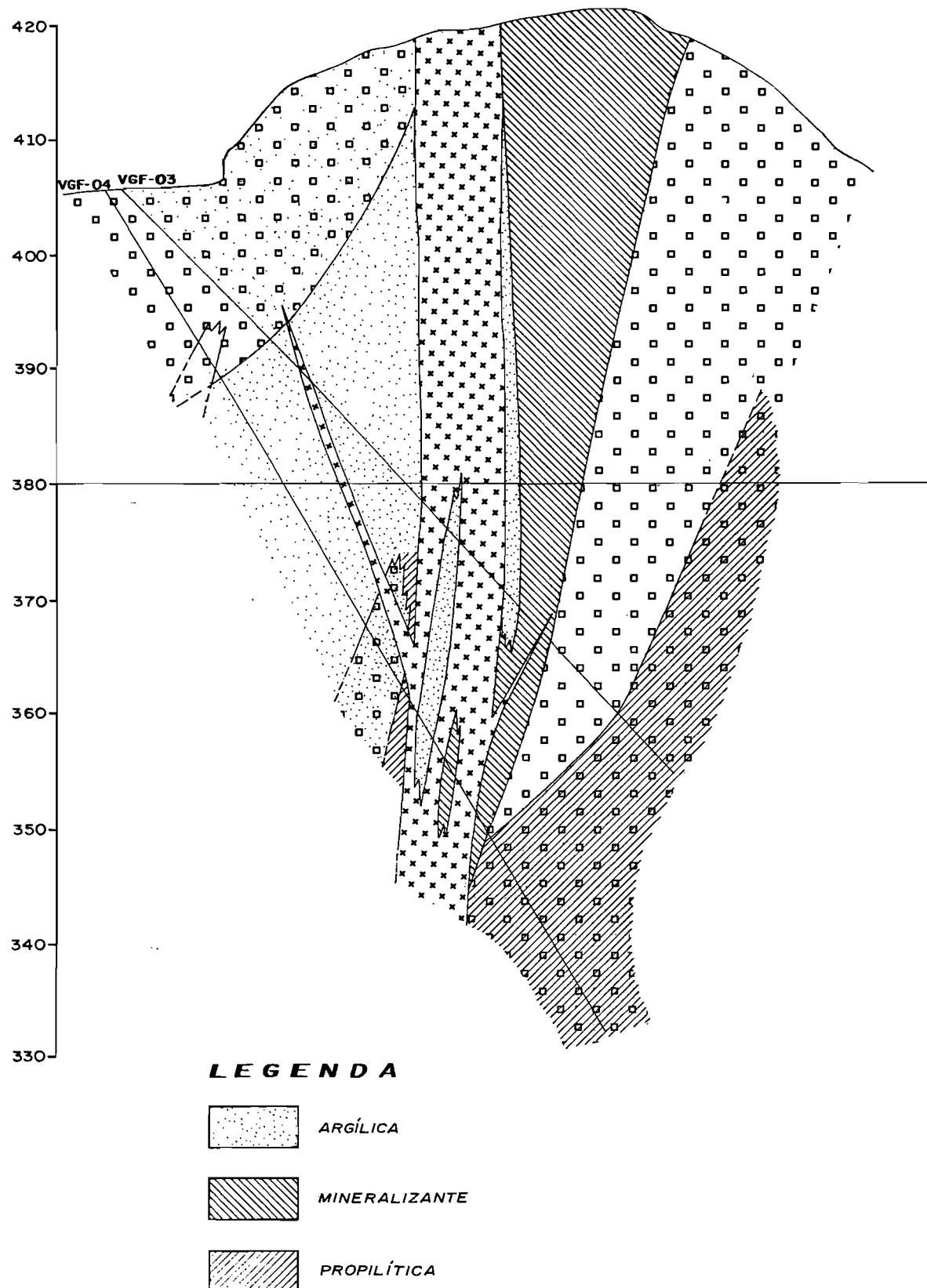
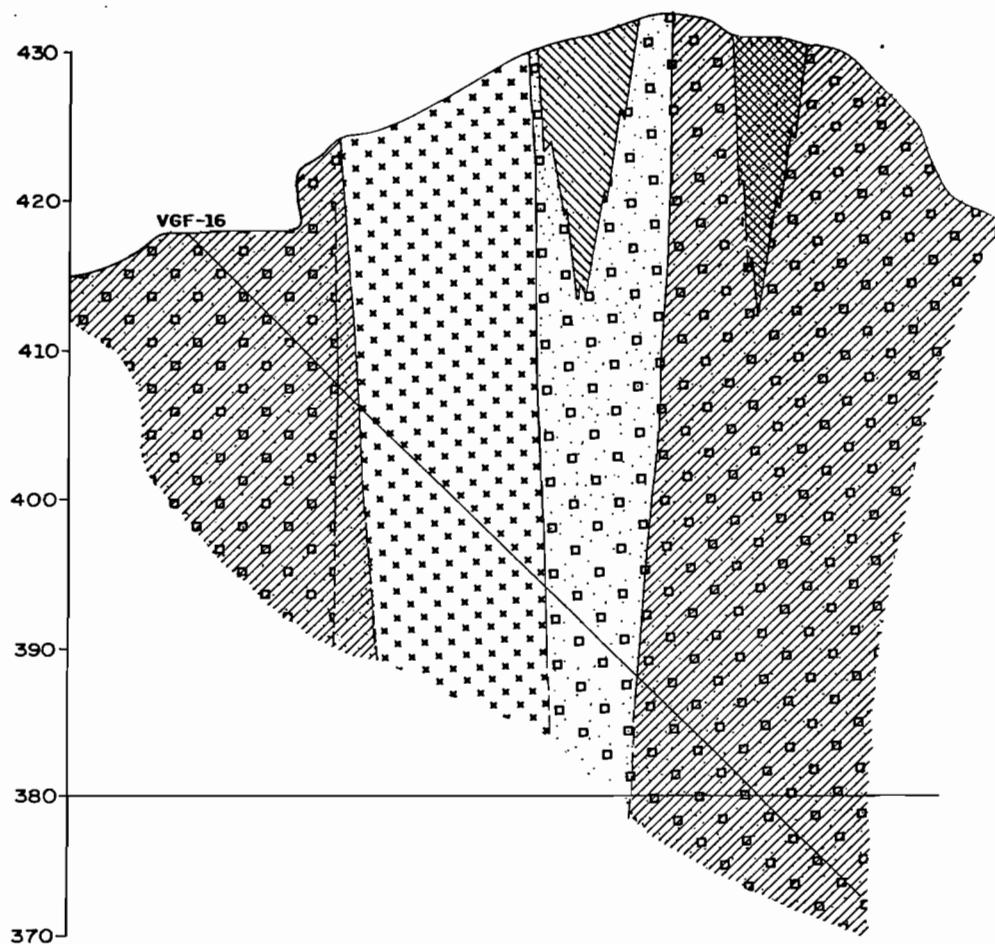


Fig. 17

FIG. 17 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

CORPO 1
FASES DE HIDROTERMALISMO



LEGENDA

[Diagonal lines pattern] ARGÍLICA

[Cross-hatch pattern] MINERALIZANTE

[Vertical lines pattern] PROPILETICA

FIG. 18 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

Todo o extremo oeste do corpo 1 está argilizado, a zona argílica se tendo superposto a zona propilítica e a zona mineralizada.

CORPO 2
FASES DE HIDROTERMALISMO

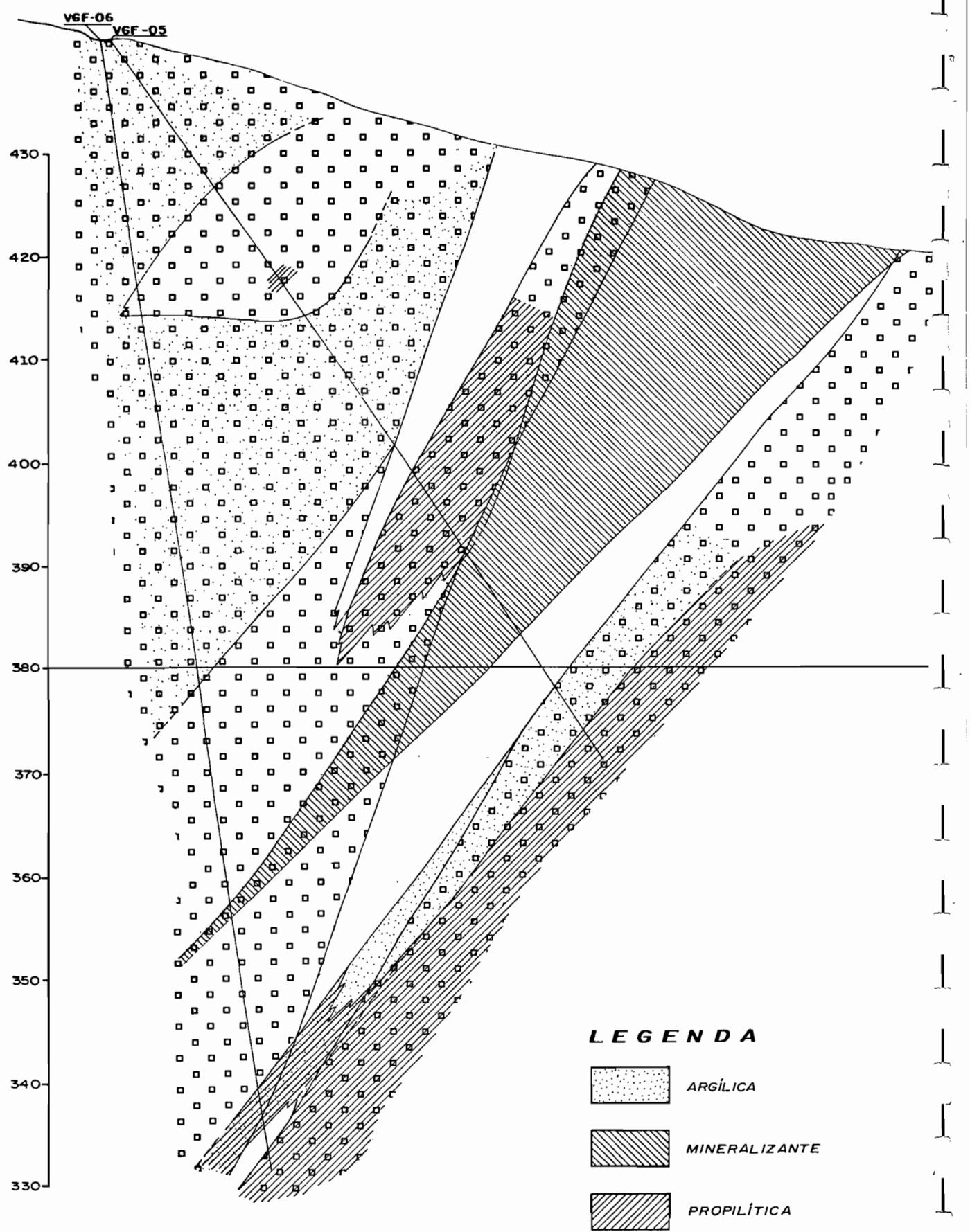


Fig. 19

FIG. 19 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

Notar que a zona mineralizada propaga-se de dentro do granito Três Córregos. Por algum motivo desconhecido a argilização não se desenvolveu junto aos contatos da mineralização.

CORPO 2
FASES DE HIDROTERMALISMO

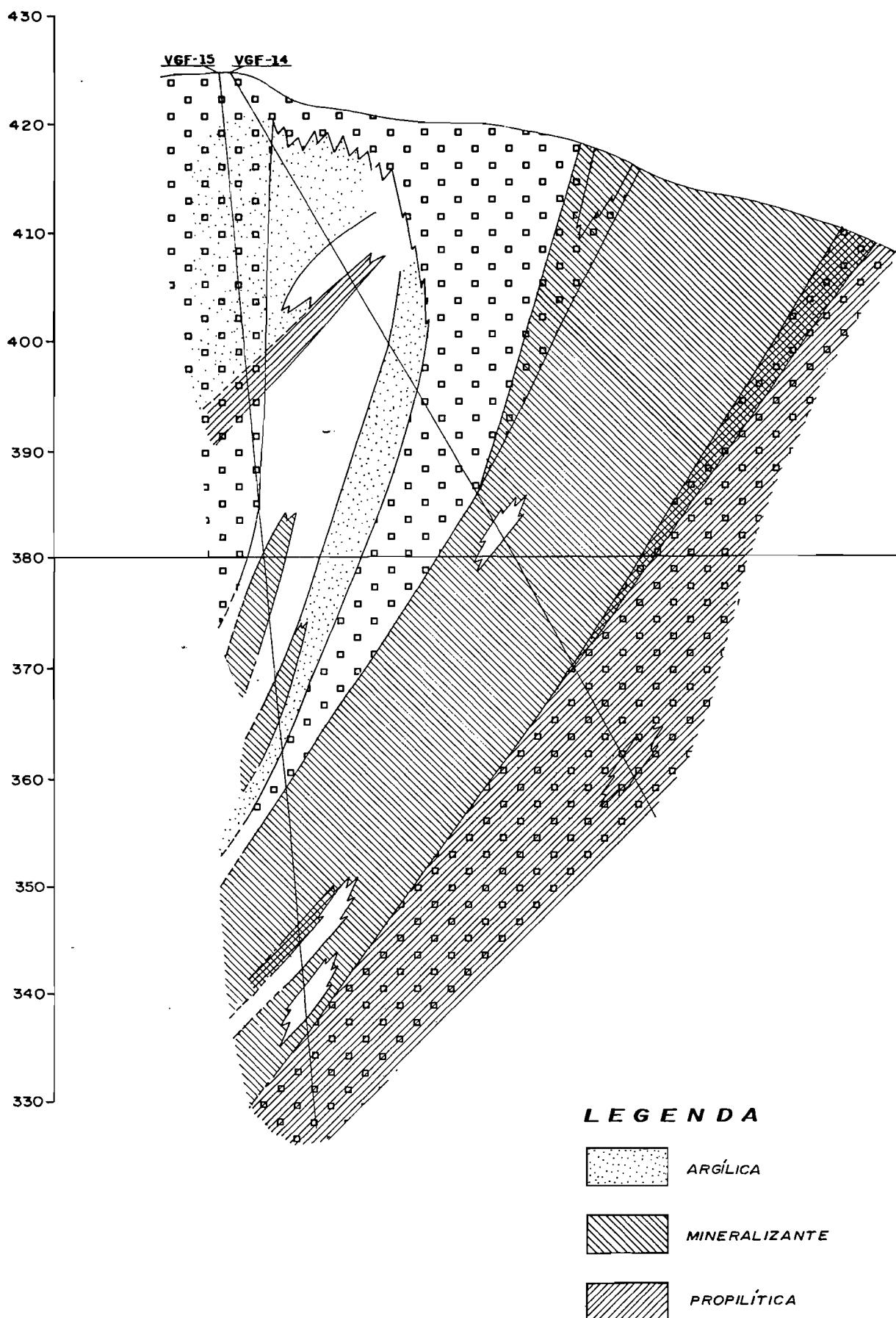


Fig. 20

FIG. 20 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

CORPO 2
FASES DE HIDROTERMALISMO

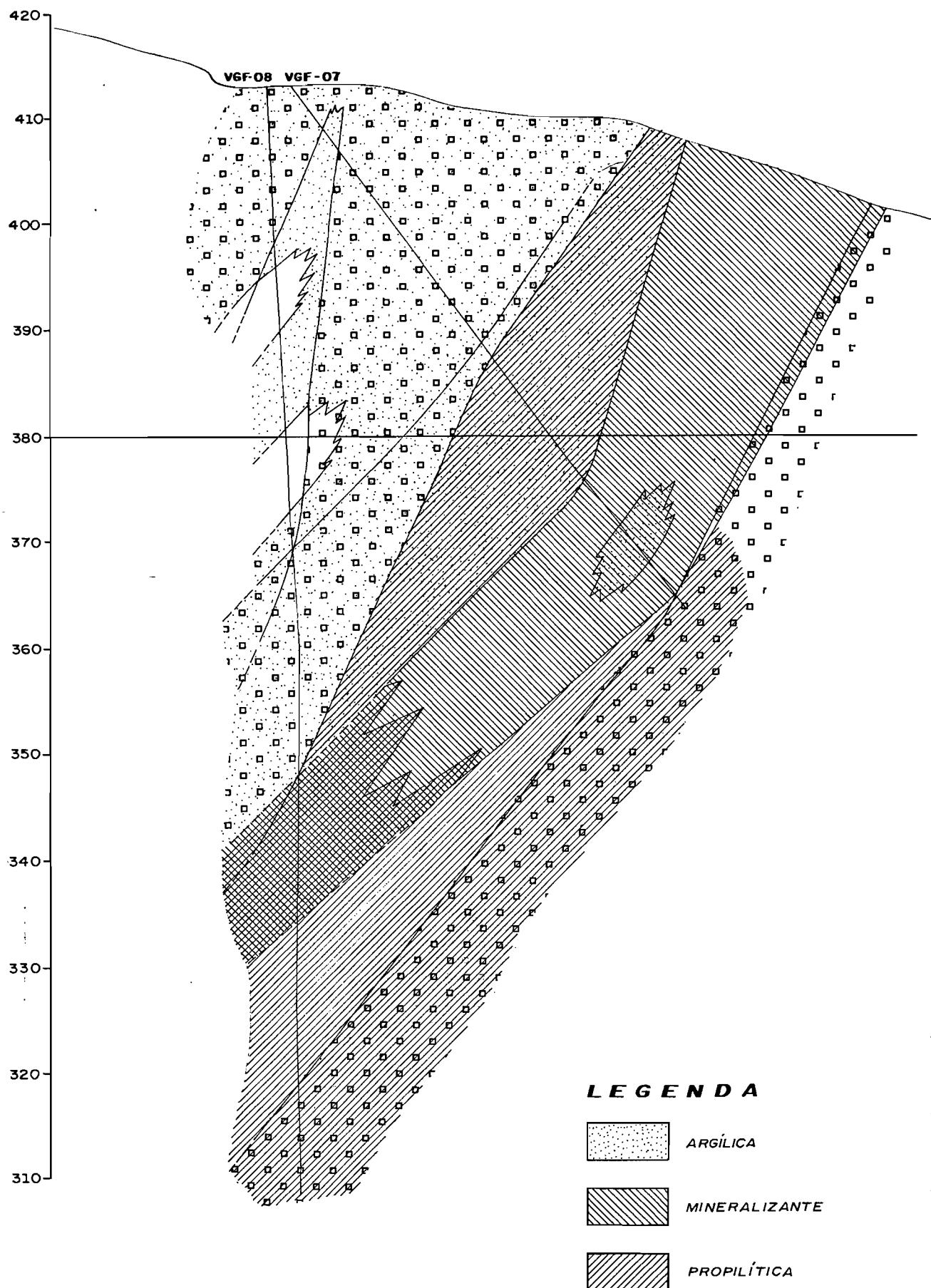


Fig. 21

FIG. 21 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.
Notar a existência de um "fundo" propilic
tizado sobre o qual superpuseram-se pri-
meiro a mineralização e depois a argili-
zação.

Embora não detectado em lâmina delgada, em amostras de mão foi descrita o que seria uma última fase de silicificação, aparentemente desenvolvida em paralelo à carbonatação. Neste caso o quartzo preenche vazios dentro da fluorita recristalizada. Restam dúvidas se esta silicificação é consequente de um hidrotermalismo de origem profunda ou simplesmente de uma remobilização local da sílica, causada, talvez, pela intrusão dos alaskitos.

O ciclo hidrotermal foi fechado por uma argilização penetrativa que se superpõe a todas as outras fases hidrotermais. Em lâmina delgada a argilização é visível apenas nos plagioclásios, cujos núcleos tornam-se turvos. Nos testemunhos de sondagem, por contra, a argilização é facilmente reconhecida pelas transformações que causa sobre todas as rochas atingidas, desagregando-as por completo.

A ordem de cristalização mostrada na figura 13 permite a subdivisão das ações hidrotermais em ao menos três fases. Uma primeira, de maior temperatura, seria a fase propilitica, que envolve a silicificação, sobretudo, seguida da cloritização e da epidotização. A fase mineralizante, com fluorita e barita, é claramente posterior a propilitica. O seu término é marcado pelo desaparecimento da sericita, substituída pelos argilo-minerais. A última fase, a fase argílica e de carbonatação, foi a mais abrangente, superimpondo-se e mascarando todas as outras.

Estas três fases de hidrotermalismo foram identificadas nos testemunhos de sondagem através da descrição macroscópica e do exame de 110 lâminas delgadas. As figs. 14 a 18, para o corpo I, e 19 a 21, para o corpo II, mostram a distribuição das zonas descritas em todas as secções feitas. O intemperismo superficial na área da jazida impediu a definição destas zonas nos afloramentos impossibilitando a elaboração de uma planta que mostre a distribuição horizontal dos fácies hidrotermais.

Na maioria das vezes a alteração hidrotermal transgride sobre os contatos litológicos (figs. 14, 15 e 21). A propilitização é melhor visível quando desenvolvida sobre o granito. Três Córregos, tornando-o de cor verde. Sobre os metassedimentos este fácies causa sobretudo uma silicificação intensa, dando a estas rochas uma resistência maior que a do granito. Isto faz com que, sobretudo no corpo I, mais silicificado, o minério sustente a topografia formando uma crista ao longo de toda a sua área de ocorrência.

A fase mineralizante normalmente superpõe-se às posi-

ções anteriormente ocupadas pela propilitização, substituindo-a e mantendo um envoltório propilitico residual (figs. 15, 16, 18, 19, 20 e 21). Com exceção das figs. 15 e 16 a forma em secção da região ocupada pela fase mineralizante é sempre afunilada para baixo, sugerindo a existência de uma fissura (fig. 19) alimentadora através da qual o fluido mineralizante teria percolado. O eixo de alimentação poderia constituir atualmente as zonas de minério mais rico (mais de 60% de CaF_2) a partir das quais os teores decrescem lateralmente (figs. 5 e 6, p.ex.). Esta hipótese deve ser testada com a abertura de galerias e o exame de inclusões fluidas de amostra do minério rico, que deverão acusar as maiores temperaturas de formação.

A fase argílica envolve todas as fases anteriores. Atingiu particularmente o granito Três Córregos, química e mineralogicamente mais receptivo, superimpondo-se às regiões propilitizadas.

Também os metassedimentos e cataclásitos foram atingidos restando quase que unicamente as partes mineralizadas, onde a sílica e/ou fluorita resistiram a alteração (fig. 14).

Os alaskitos estão argilizados em alguns locais no extremo oeste do corpo 1. Aparentemente não foram atingidos pelas fases propilitica e mineralizante, porém restam dúvidas a este respeito. A dificuldade advém da composição dos alaskitos, pouco favorável a observação de sinais indicadores de alterações outras que não a argílica. Por este motivo, nas secções os diques de alaskito são mostrados como se não tivessem sido atingidos pelas alterações, os limites das zonas de alteração aparecendo sobre eles em traços discontinuos (figs. 15 e 16).

b) Distribuição dos elementos

Como já relatado, as amostras com mais que 5,0% de CaF_2 foram analisadas para SiO_2 , BaSO_4 , CaCO_3 , FeO (total) e S. Embora estas análises tenham sido feitas por motivos tecnológicos da área de beneficiamento, podem ser utilizadas também para que se visualize a distribuição espacial de alguns elementos e as suas relações com as rochas. Deve-se ter em mente que representam somente a repartição dos elementos na zona abrangida pela fase mineralizante, as amostras das outras zonas não tendo sido analisadas.

As figs. 22 a 26 mostram a distribuição do CaCO_3 , em plan-

CORPO · I

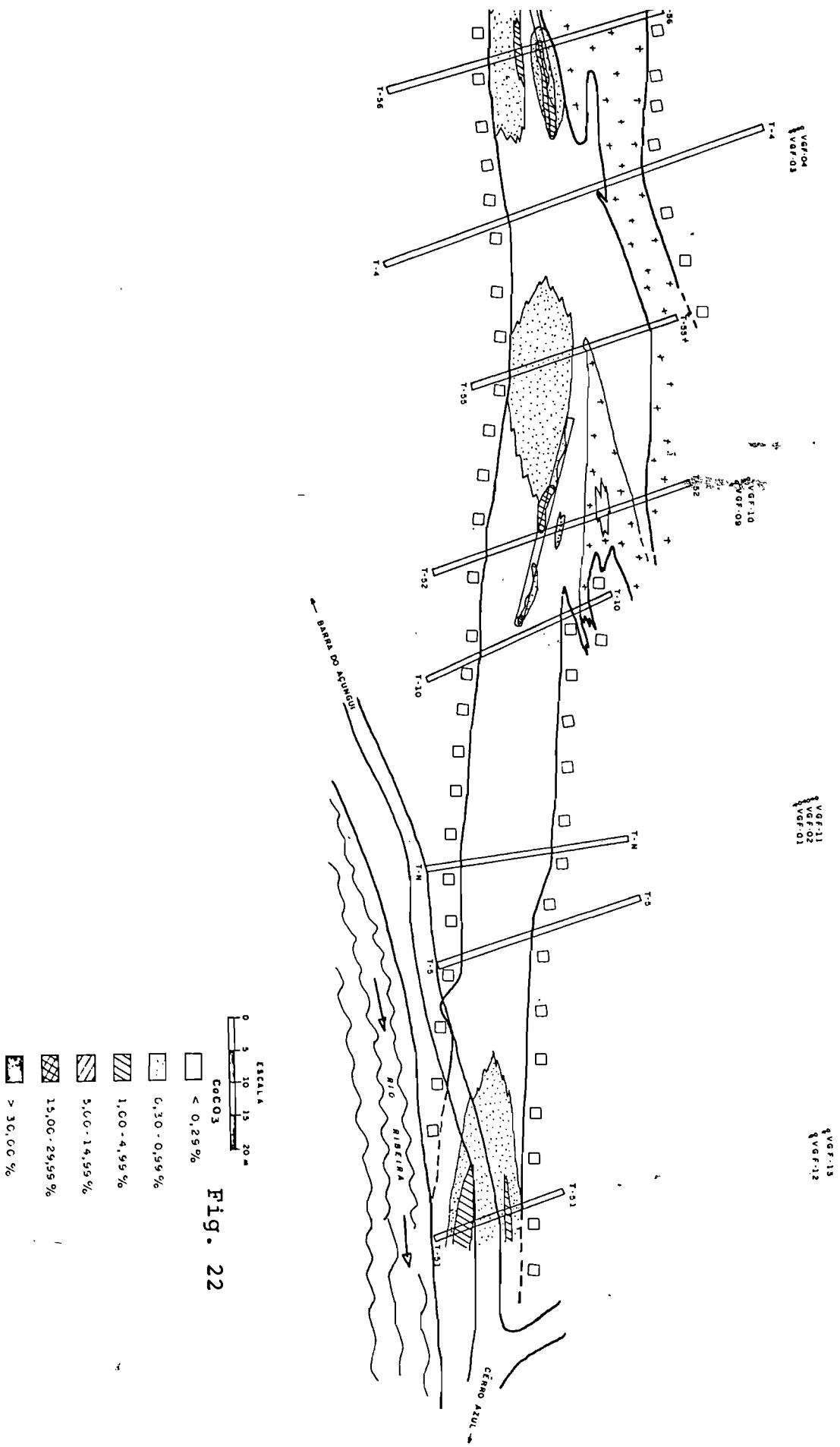


FIG. 22 - Planta de distribuição do CaCO_3 no corpo 1.

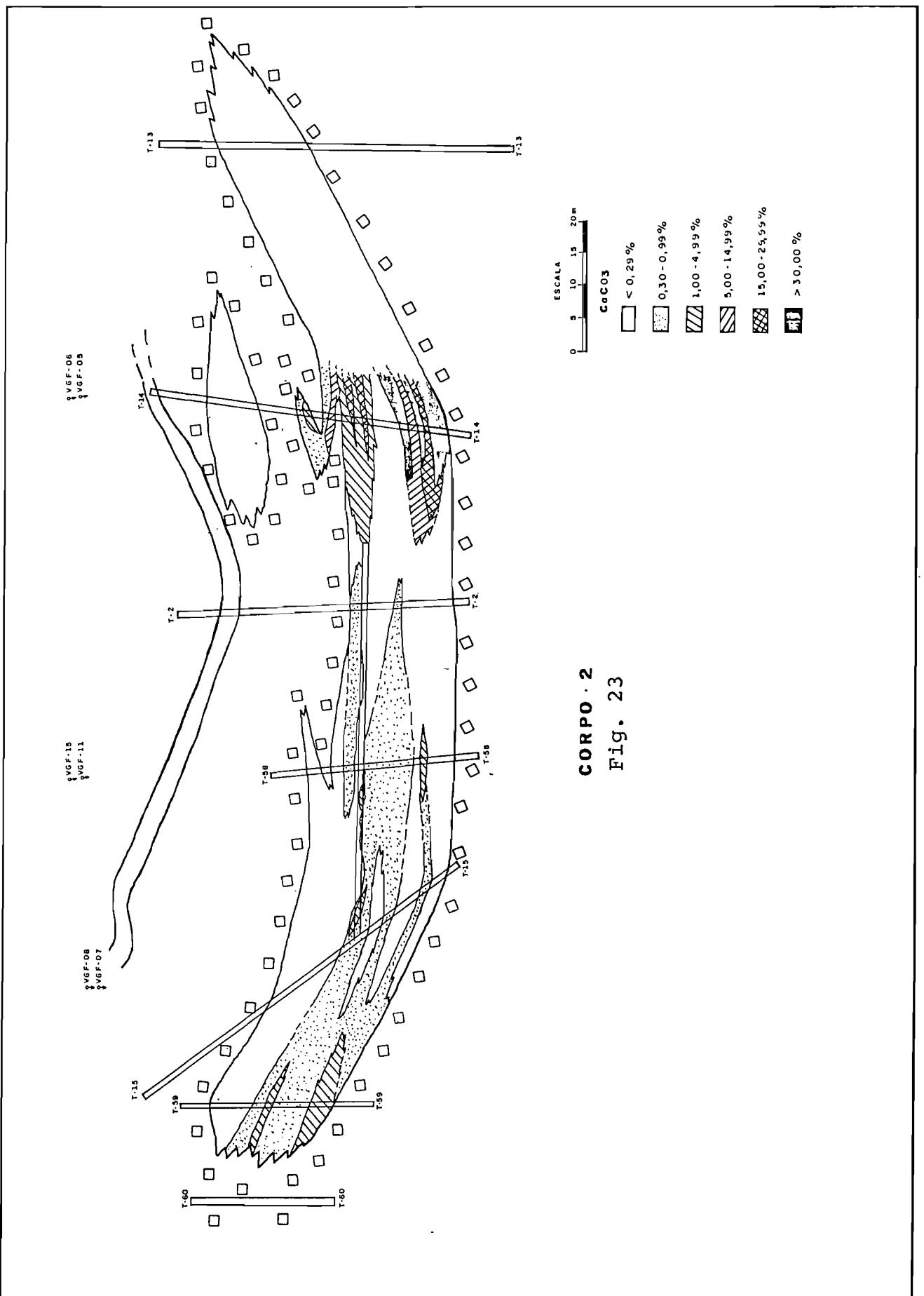


FIG. 23 - Planta de distribuição do CaCO_3 no corpo 2.

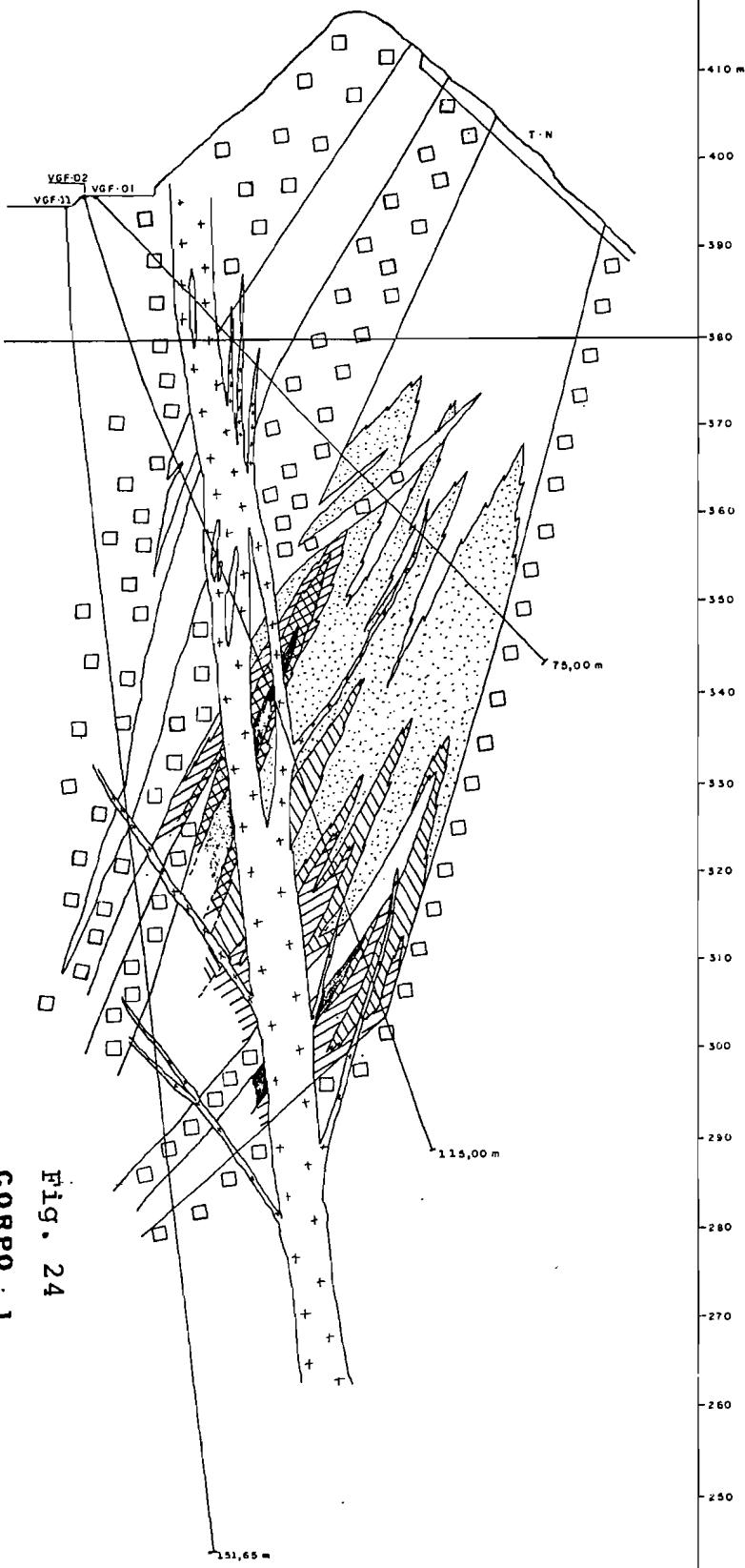
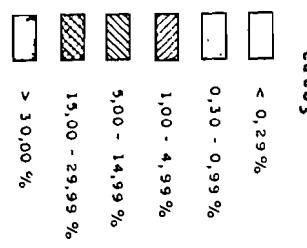


Fig. 24

FIG. 24 - Secção do corpo 1 mostrando a distribuição do CaCO_3 na região ocupada pela fase hidrotermal mineralizante. Notar a lixiviação intensa do CaCO_3 em superfície e o aumento de teor em profundidade.

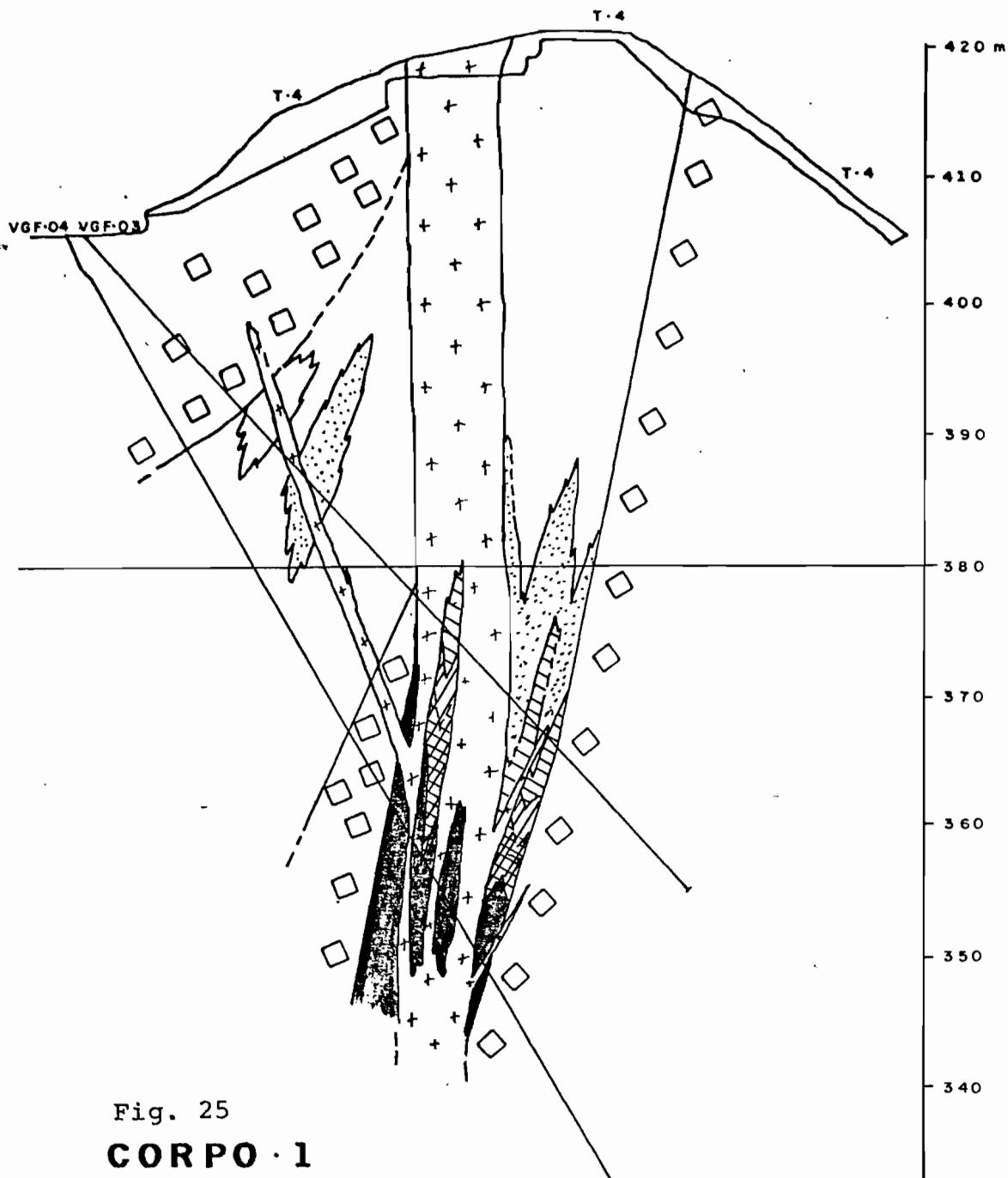


Fig. 25
CORPO · 1

CaCO₃

- < 0,29 %
- 0,30 - 0,99 %
- ▨ 1,00 - 4,99 %
- ▨ 5,00 - 14,99 %
- ▨ 15,00 - 29,99 %
- ▨ > 30,00 %

FIG. 25 - Secção na parte oeste do corpo 1 mostran
do a distribuição do CaCO_3 na zona ocupa
da pela fase mineralizante. Notar a in
tensa lixiviação do carbonato em superfi
cie e a sua preservação em profundidade.

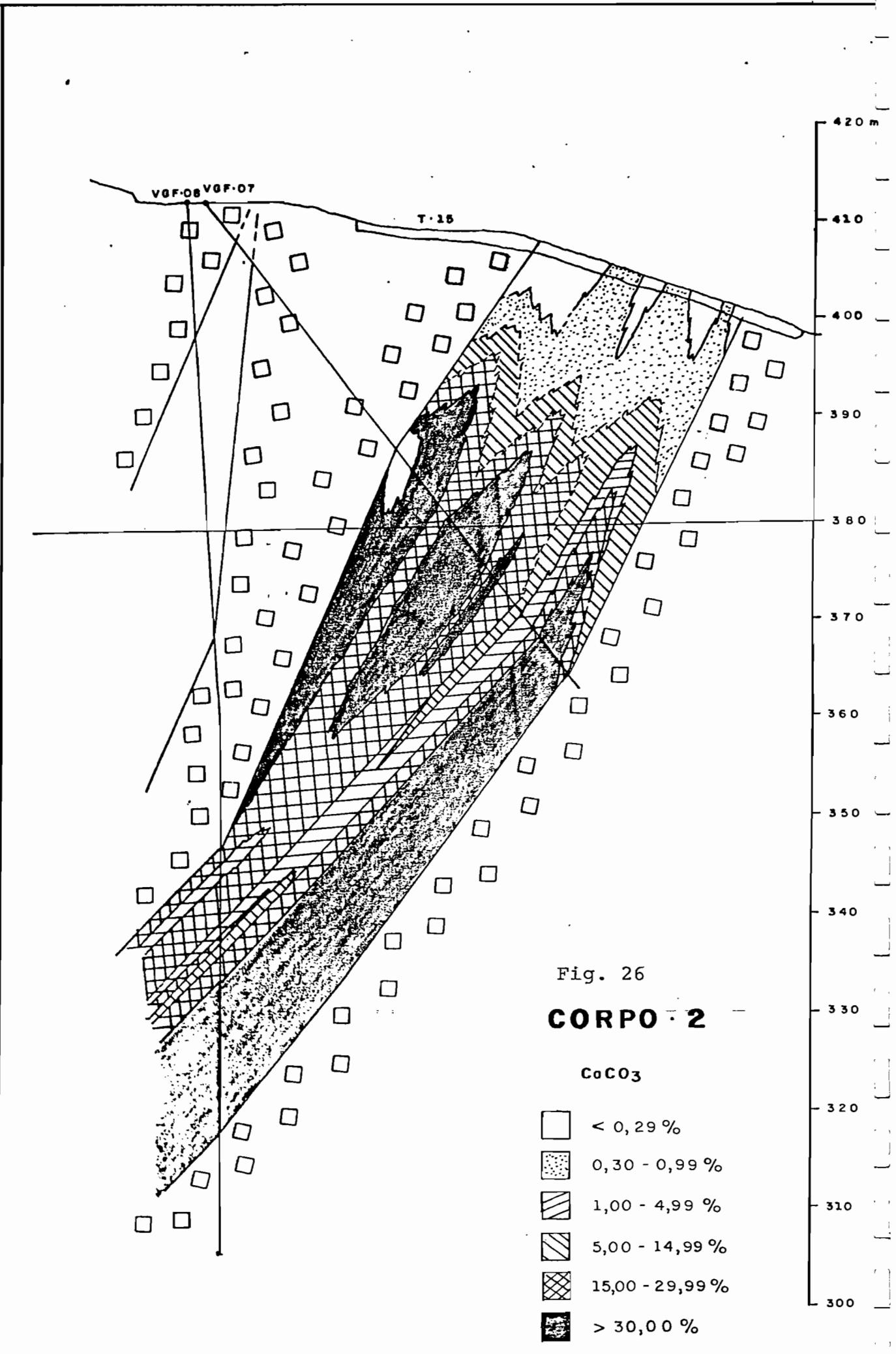


Fig. 26

CORPO 2

CaCO₃

- < 0,29 %
- 0,30 - 0,99 %
- ▨ 1,00 - 4,99 %
- ▨ 5,00 - 14,99 %
- ▨ 15,00 - 29,99 %
- ▨ > 30,00 %

Fig. 26:- Secção na parte oeste do corpo 2 mostrando a distribuição do CaCO_3 na zona ocupada pela fase hidrotermal mineralizante. Notar a lixiviação do carbonato em superfície e a sua preservação em profundidade.

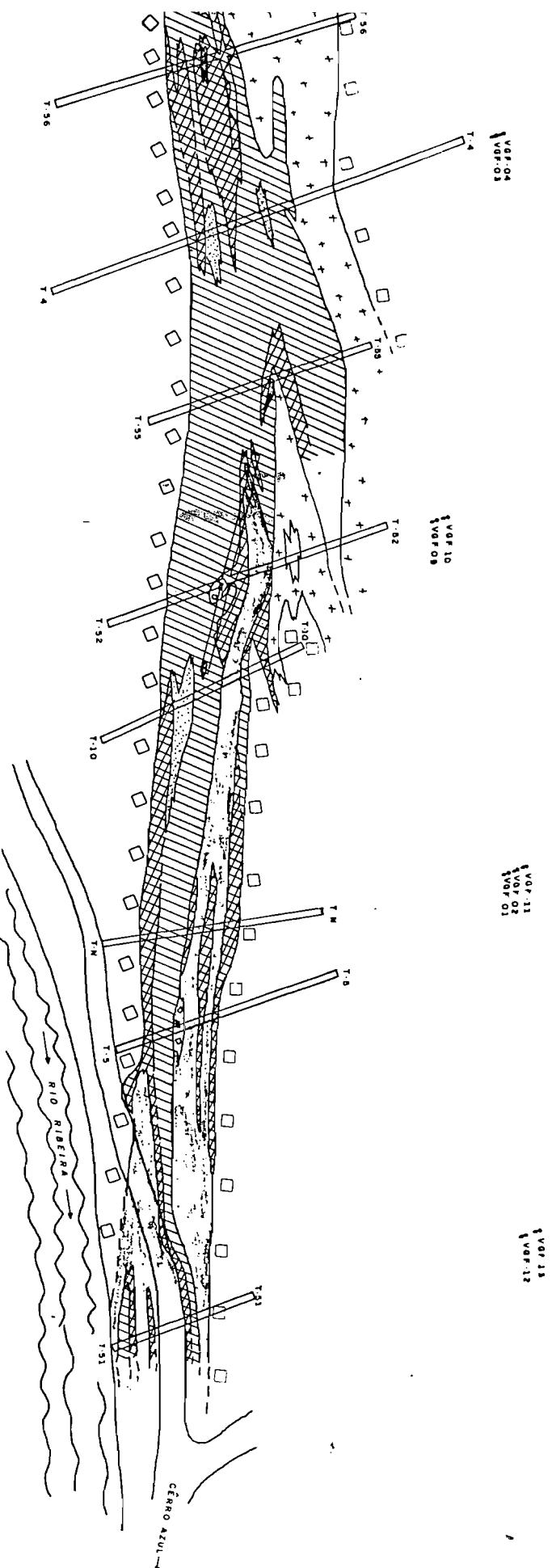
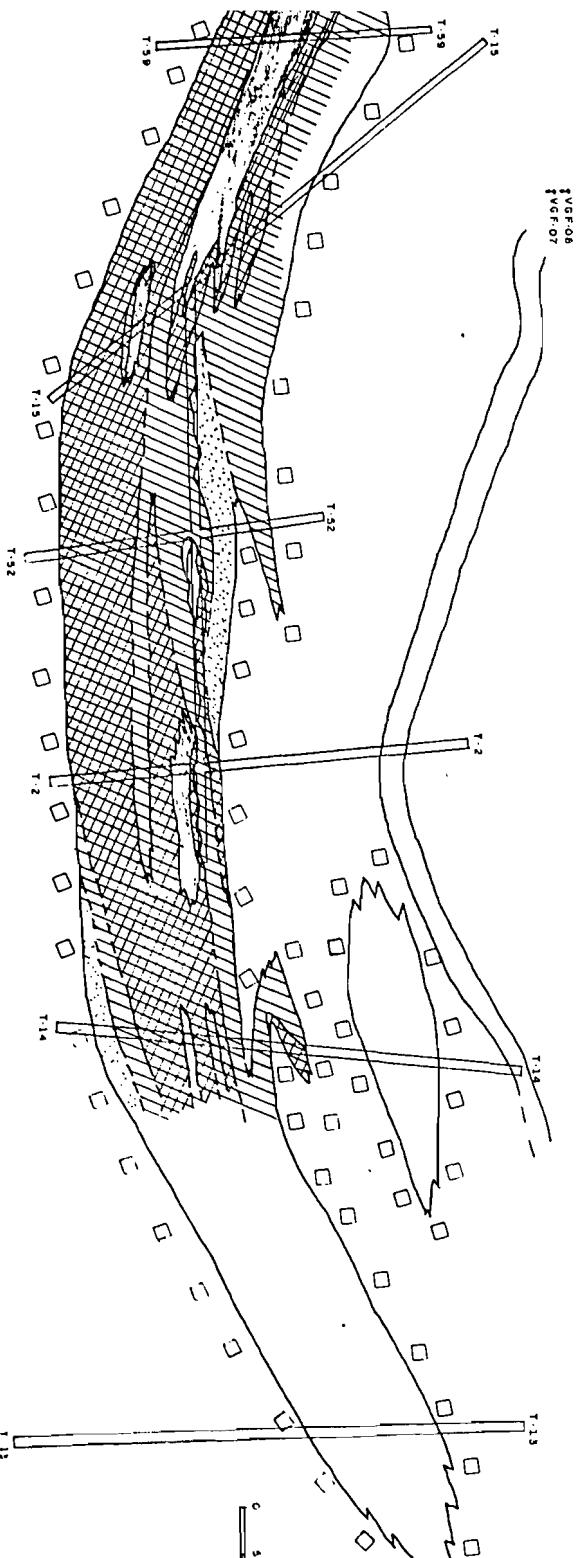


Fig. 27

FIG. 27 - Planta de distribuição da SiO_2 nos corpos 1 e 2. Notar que a distribuição mostrada é a inversa daquela da fluorita.

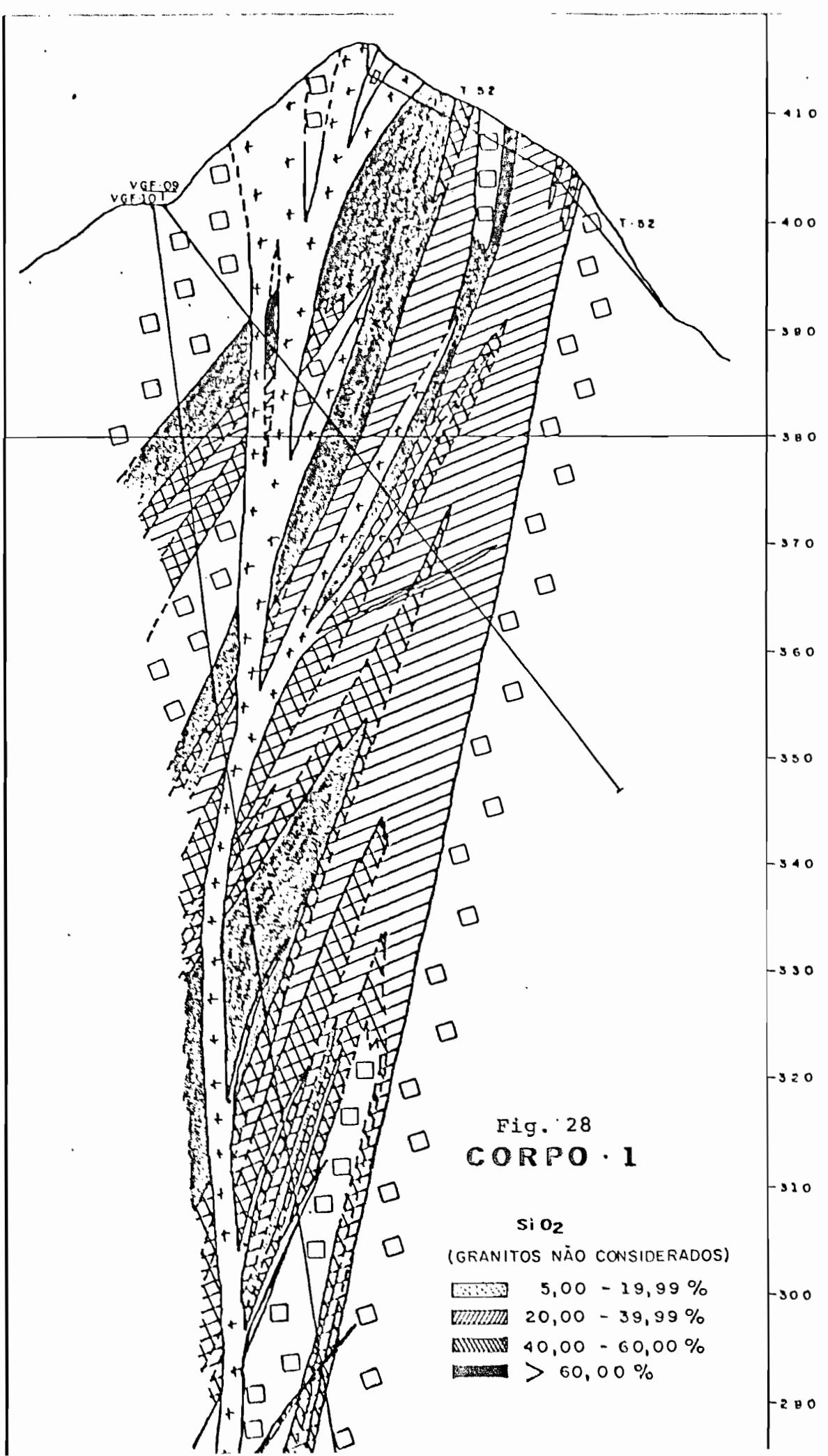
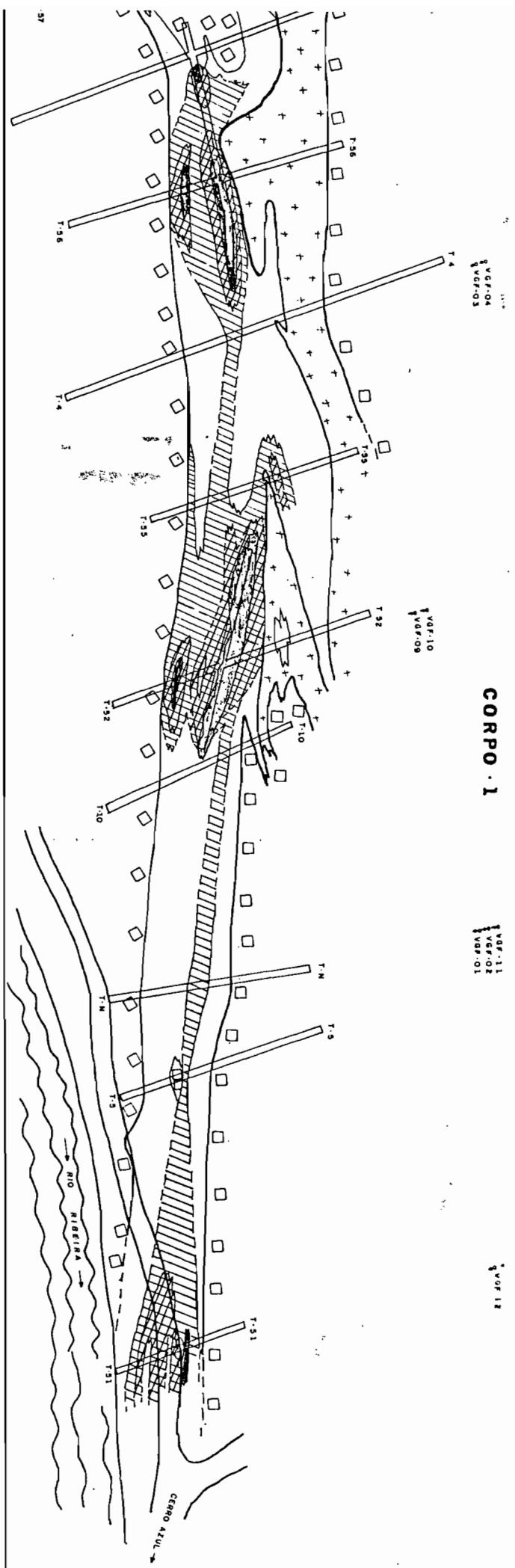


FIG. 28 - Secção no corpo 1 mostrando a distribuição da SiO_2 . Notar que a distribuição é a inversa daquela da fluorita.

CORPO 1



CORPO 2

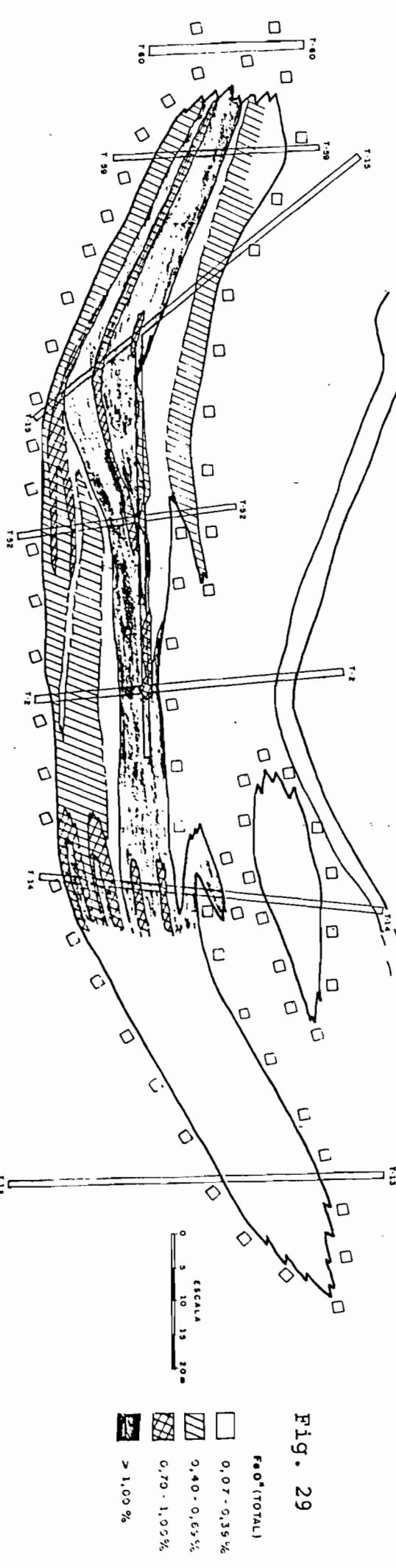


Fig. 29

FIG. 29 - Plantas dos corpos 1 e 2 mostrando a distribuição do FeO*(total) na região mineralizada.

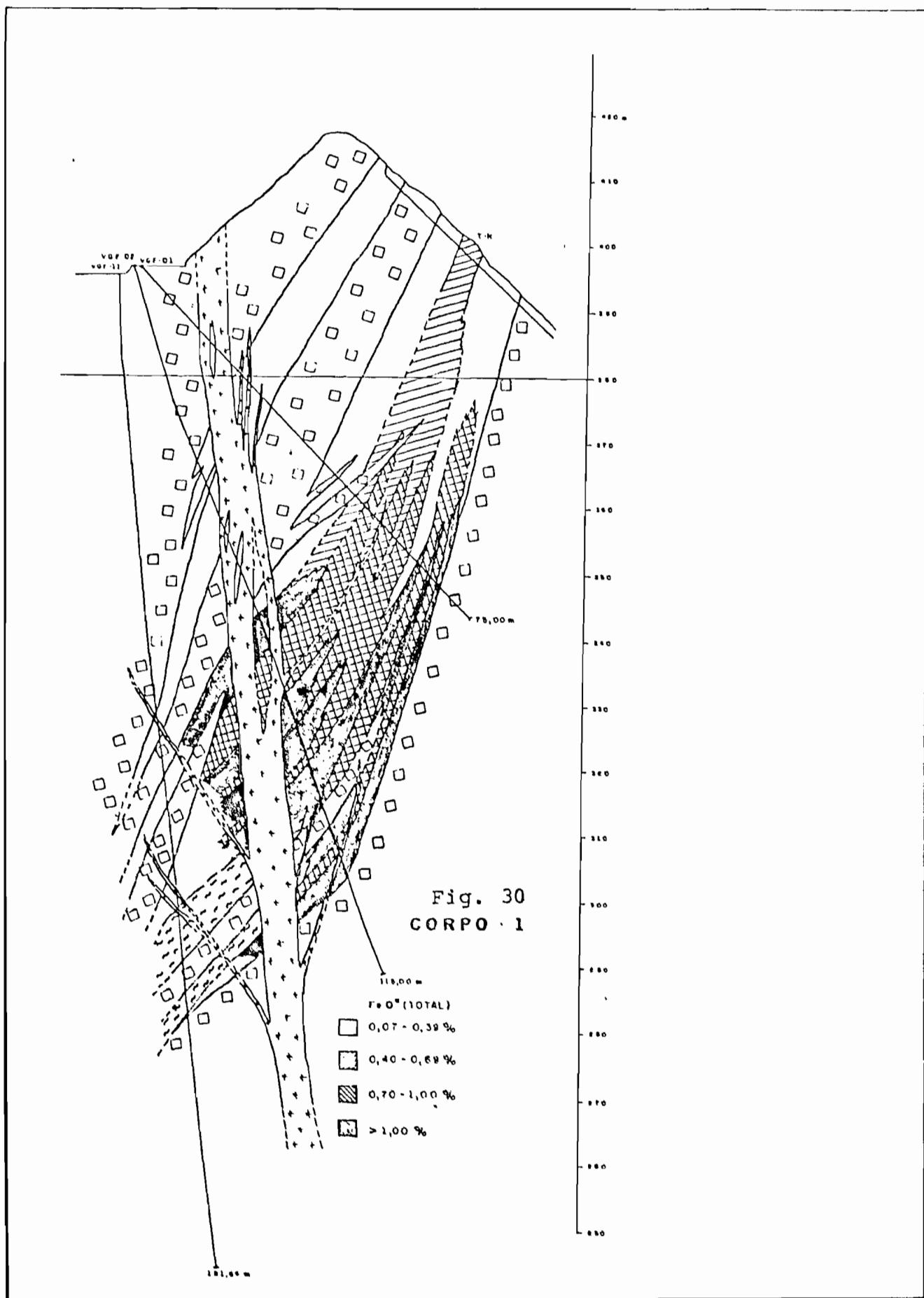


FIG. 30 - Secção do corpo 1 mostrando a distribuição do FeO* (total) na região mineralizada.

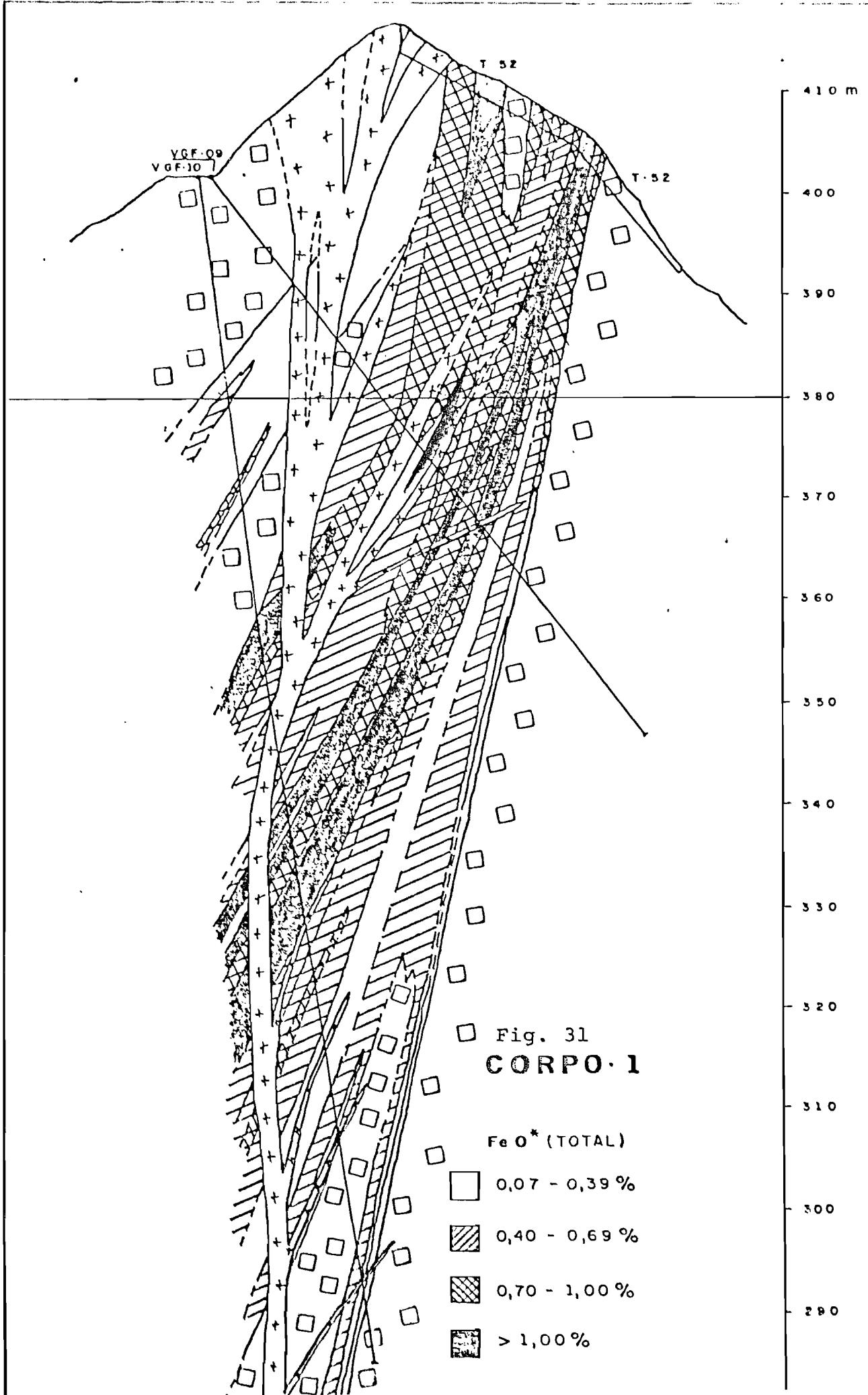


FIG. 31 - Secção na parte central do corpo 1 mostrando a distribuição do FeO* (total) nas regiões mineralizadas.

CORPO · 1

Fig. 32

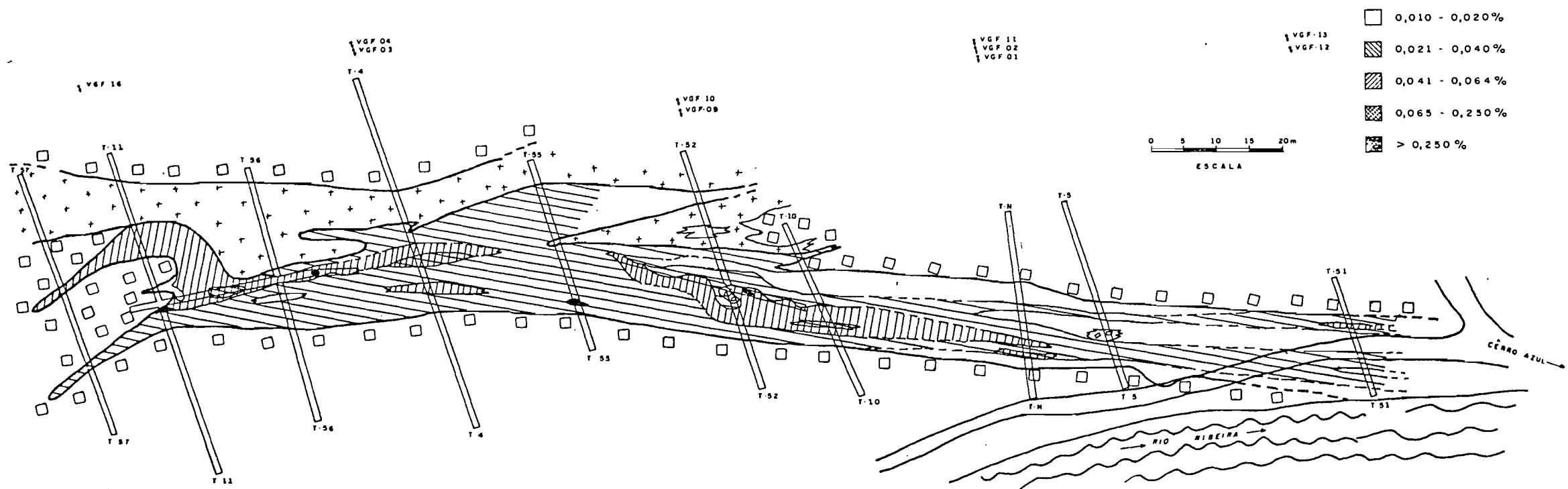


FIG. 32 - Planta de distribuição do enxofre na área mineralizada do corpo 1.

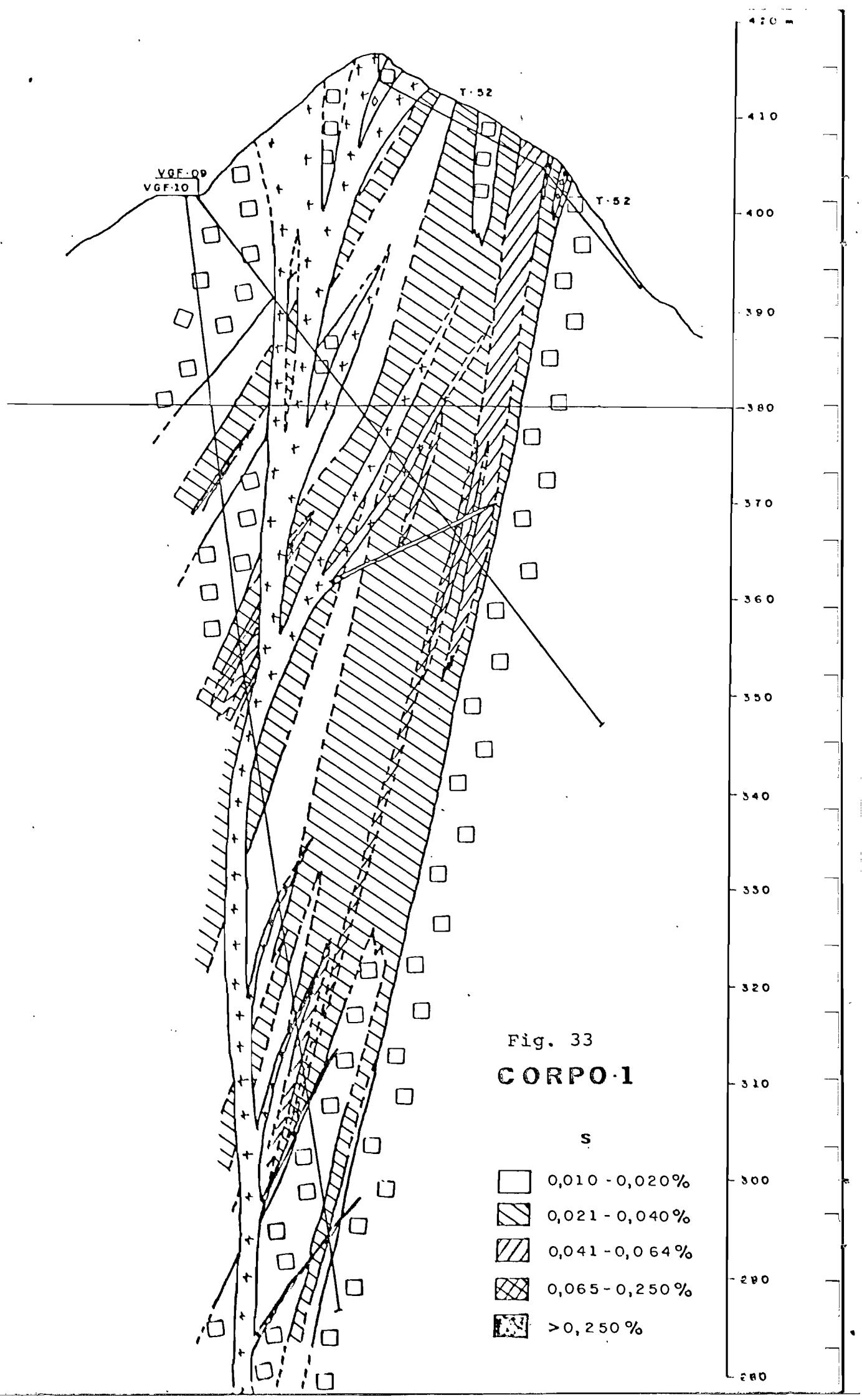


Fig. 33
CORPO-1

S	Thickness Range (m)
□	0,010 - 0,020%
▨	0,021 - 0,040%
▨▨	0,041 - 0,064%
▨▨▨	0,065 - 0,250%
▨▨▨▨	> 0,250 %

FIG. 33 - Secção do corpo 1 mostrando a distribuição do enxofre na parte mineralizada. A comparação com a Fig. 11. mostra que todo o enxofre presente está sob a forma de sulfato, nas baritas.

ta e secção, nos corpos 1 e 2.

A comparação das figs. 6 com a 24 e 8 com a 26 mostra a existência de uma relação inversa entre o minério e a distribuição do CaCO_3 , o minério rico ocupando áreas desprovidas de carbonato e vice-versa. Notar que a propilitização, ao contrário da mineralização, não desloca o CaCO_3 . Com efeito, a comparação das figs. 24 com a 15, 25 com a 17 e 26 com a 21 mostra que as regiões com mais de 30,0% de CaCO_3 são propilitizadas, ambas as fases coexistindo perfeitamente. A propilitização atinge a rocha carbonática sem destruí-la enquanto a mineralização substitui e/ou desloca o carbonato original da rocha.

Um outro aspecto notável nas secções mostradas (figs. 24, 25 e 26) é a intensa lixiviação dos carbonatos nas partes superficiais, que se prolonga em alguns locais até 50 ms abaixo da superfície dos corpos 1 e 2, particularmente no corpo 1. É, provavelmente, este fenômeno que dá a cor amarela (fotos 13e.14) ao minério em superfície. Após o "front" de lixiviação parece ocorrer um rápido aumento da quantidade de CaCO_3 com a profundidade (fig. 26), em regiões menos afetadas pelo intemperismo.

A sílica é também deslocada pela mineralização, como se pode deduzir das figs. 27 e 28. Em planta e secção, a comparação destas figuras com as fig. 5 e 7, torna evidente uma relação inversa entre SiO_2 e CaF_2 . A substituição do quartzo hidrotermal pela fluorita é visível nas lâminas delgadas (fotos 27 e 31), conforme já mencionado. A comparação das figs. 28 e 16 mostra que a fase mineralizante ocupa o mesmo lugar anteriormente, afetado pela silicificação propilítica, substituindo ou preservando a sílica conforme a quantidade de fluorita que ascedeu ao local.

Não parece haver qualquer relação entre a distribuição do FeO^* (como ferro total) e a quantidade de fluorita das rochas ou as alterações hidrotermais. Conforme constatado em lâmina delgada, os metassedimentos são ricos em hematita e, ao menos quando inalterados, devem ter alto teor em FeO . Nestes casos, entretanto, têm menos que 5,0% de CaF_2 e não foram analisados para ferro, impossibilitando que a relação FeO com CaF_2 seja visualizada nas figuras.

Todo o enxofre presente junto ao minério está sob a forma de sulfato, ligado à barita. Os sulfetos inexistem no minério ou existem em quantidades insignificantes. Isto pode ser constatado comparando-se as figs. 32 com a 9 e 33 com a 11. As

áreas ricas em S correspondem exatamente as áreas ricas em BaSO₄. A quantidade de barita é insignificante no corpo 1 e pouco importante no corpo 2, restringindo-se a alguns bolsões de pequenas dimensões e distribuição irregular.

4. A mineralização:-

a) Tipos de minério e teores:-

O corpo 1 mostra uma boa zonação dos teores de CaF₂. A partir de um núcleo de elevado teor, que ocupa a posição media do corpo mineralizado, os teores decrescem lateralmente, em direção aos contatos com o granito. Todo o núcleo tem mais de 60,0% de CaF₂, alcançando mais de 70,0% no extremo oeste do corpo 1 (fig. 5) e mesmo mais de 80,0% na trincheira longitudinal oeste. O tipo de distribuição observado no corpo 1 em superfície mantém-se em subsuperfície, conforme mostrado nas figuras 6 e 7.

O corpo 2 tem uma conformação mais complexa. Em planta tem-se um núcleo alongado, com mais de 60,0% de CaF₂, envolvido por uma faixa praticamente estéril, com menos de 5,0% de CaF₂ (fig. 5 entre trincheiras T-52 e T-14). A irregularidade vista em planta persiste em subsuperfície, onde o pacote mineralizado afila-se de modo rápido, proporcionando, nas sondagens, espessuras de minério aparentemente incompatíveis com aquelas visíveis nas trincheiras (vide secções na parte 2 deste relatório). Esta distribuição do minério fez pensar na possibilidade de um enriquecimento supergênico da fluorita, a partir de um canal de alimentação delgado em subsuperfície. Este modelo resultaria em um corpo mineralizado com secção em forma de cogumelo, e com a finalidade de testá-lo foi aberto o poço-trincheira no lado oeste da T-52 (fig. 5). Este poço, no momento tem cerca de 9,0 metros de profundidade, mostrou ter o minério rico uma forma tabular, com contatos bem definidos, semi-paralelos e contínuos, mergulhando para norte com cerca de 65° de inclinação, o que inviabiliza a hipótese testada. Não se tem, até o momento, uma explicação para a distribuição irregular dos teores de CaF₂ no corpo 2, sendo talvez apenas uma consequência da maior ou menor permeabilidade das rochas aos fluidos mineralizadores.

Ao menos 80% do minério conhecido do corpo 1 e 95% daquele do corpo 2 é do tipo maciço, de granulometria fina e regular (fotos 13 e 14), cor amarela e teores entre 5,0% e 60,0% CaF₂. Em profundidade, onde a lixiviação do carbonato foi menos intensa,

este minério tem cores mais escuras, tendendo ao marron, ao cinza ou ao negro (foto 19), sendo tanto mais escuro quanto maior o teor em fluorita. São comuns os bandamentos (foto 18), marcados simplesmente pelas diferenças nos graus de lixiviação de faixas paralelas ou por variações no teor de fluorita ou, ainda, pela variação na granulometria da rocha original. Os milonitos substituídos pela mineralização geralmente mostram uma pseudo-estratificação consequente do movimento diferencial dos blocos falhados (foto 14). No minério fino geralmente a fluorita é amarela ou branca e, em partes com mais de 40,0% de CaF_2 , ela cristaliza-se como uma massa equigranular, fina e uniforme, que engloba todos os outros minerais, à exceção do carbonato hidrotermal (foto 31 e 32). A mineralização interrompe e destroi as estruturas originais da rocha, tais como o acamamento (foto 33) ou a orientação dos minerais micasceos sedimentares.

O minério rico, com mais de 60% de CaF_2 , perfaz cerca de 15%-20% do corpo 1 e 5% do corpo 2. No corpo 1 as maiores concentrações em teor e em volume estão na parte oeste. O minério de alto teor é basicamente de dois tipos:- O minério maciço, de cor roxa azulada, compacto, identificado no poço 1, aberto na trincheira longitudinal entre a T-11 e a T-56 (fig. 5). Este minério não foi reconhecido nas descrições dos testemunhos de sondagem. A sua maior parte é de fluorita roxa, mas as de cores amarela e branca estão também presentes. A sua textura é maciça e irregular, formando massas nebulíticas de fluorita roxa misturada à branca e à amarela. Um bloco de cerca de dois metros de espessura e 5 metros de altura(reconhecidos até o momento) foi descoberto no poço 1. A abertura de galerias poderá revelar a importância volumétrica desse tipo de minério.

O minério poroso é o tipo de minério rico mais comum nos corpos 1 e 2 (foto 17). Aparentemente formado a partir de uma brecha de onde os elementos de composição carbonatada foram lixividos, a fluorita ocupa a matriz e forra a paréde das cavidades deixadas pelos elementos (foto 16). Nestas cavidades a fluorita cristaliza-se com a forma cúbica regular, seu hábito típico de cristalização. Não raro os cubos de fluorita são perfeitamente zonados, mostrando um núcleo de fluorita roxa, envolvido por fluorita amarela, com um último envoltório de fluorita incolor, limpida. Algumas vezes no lugar da fluorita roxa do núcleo tem-se um mineral branco leitoso, não identificado. A fluorita amarela raramente tem forma

regular, cristalizando-se em torno do núcleo roxo geralmente como um envoltório disforme com limites difusos ou facetado não cúbico.

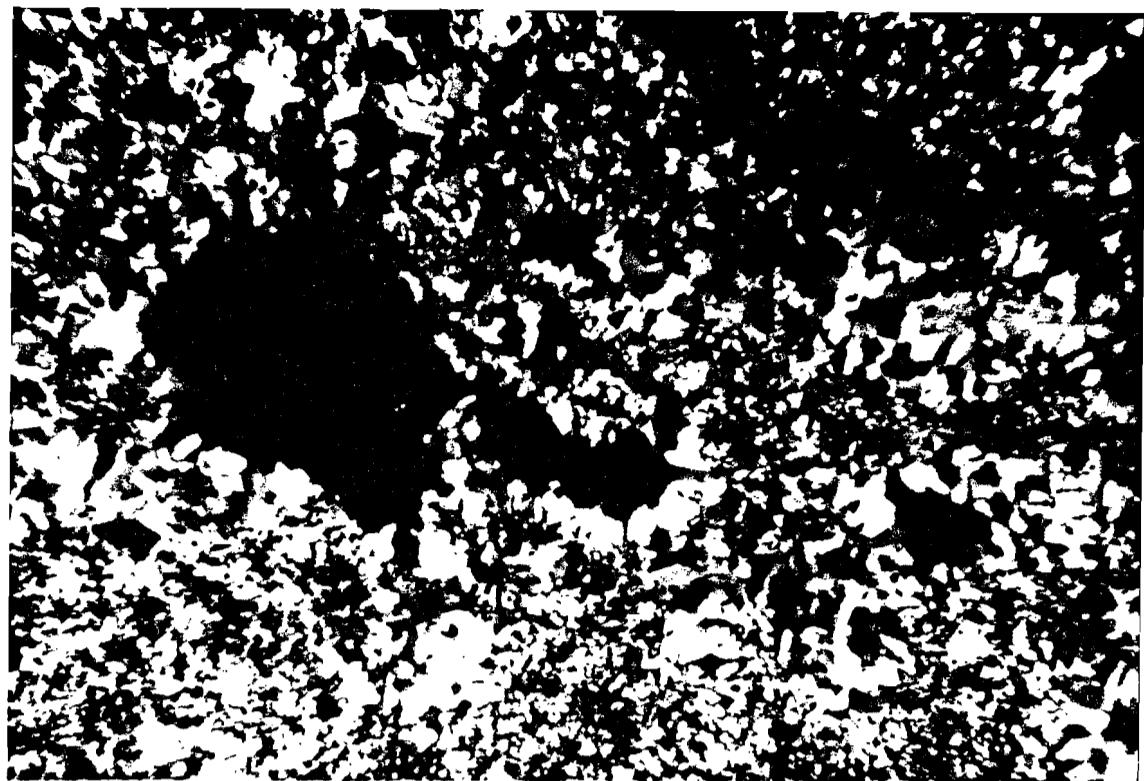
Com pouca importância volumétrica, as brechas kársticas e de colapso podem mostrar-se com os elementos, com a matriz ou com os elementos e a matriz mineralizados (fotos 9 e 10). Minério deste tipo foi descrito unicamente no corpo 2.

A barita, finalmente, tem pouca importância em volume e em teor (figs. 9 a 12). Ocorre principalmente no corpo 2, formando bolsões métricos isolados ou em associação com a fluorita. Geralmente forma agregados de indivíduos rômbicos com dimensões variando desde o milímetro até quase o decímetro e cores desde o transparente até o cinza esbranquiçado. A dimensão reduzida dos bolsões e a sua distribuição irregular impediu a avaliação das reservas de barita.

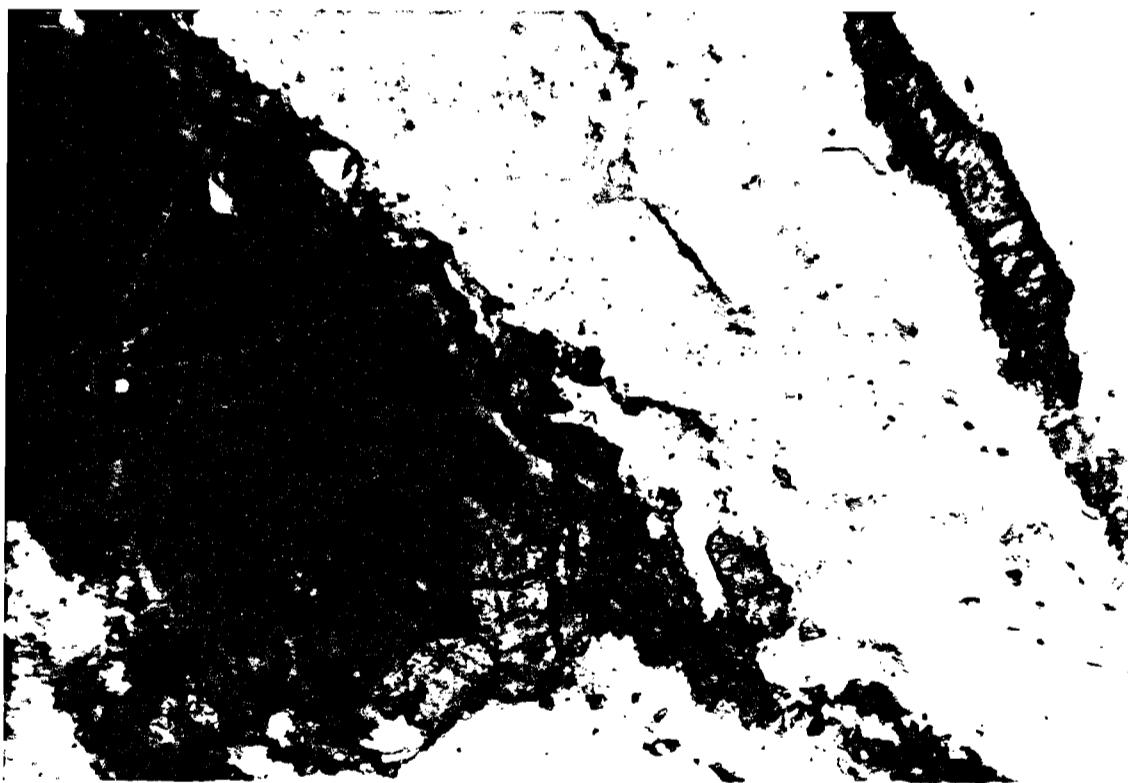
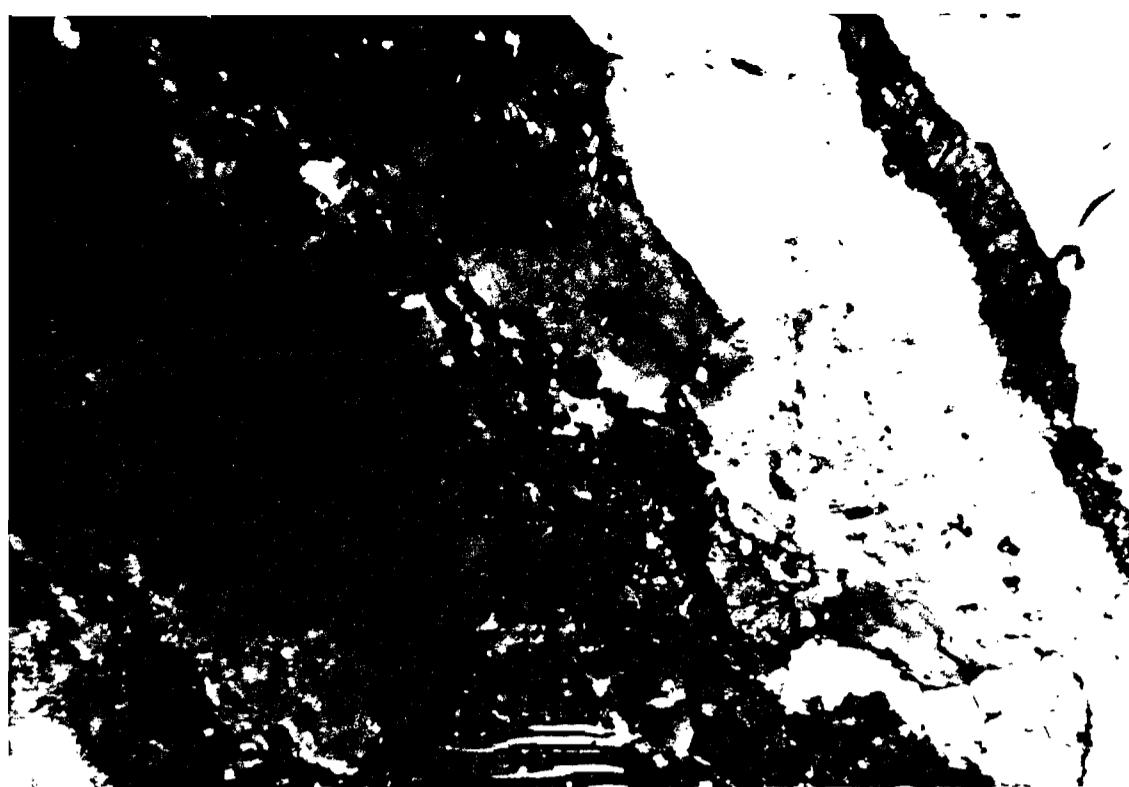
b) Aspectos Microscópicos:-

Nos minérios de baixo teor (5,0% a 20,0% de CaF_2), geralmente a fluorita cristaliza-se com formas euhédricas (fotos 34 e 35) em meio a matriz carbonática dos metassedimentos. Não raro os cubos de fluorita são substituídos pelo carbonato hidrotermal (fa se argilica-carbonatada, fig. 13) gerando pseudomorfos de calcita com formas cúbicas regulares (foto 35). Os cubos de fluorita são substituídos pelo carbonato hidrotermal e substituem o carbonato original do metassedimento, reconhecido por ser micrítico e de cor ocre (foto 34), contrastando com os cristais bem formados e limpidos de origem hidrotermal.

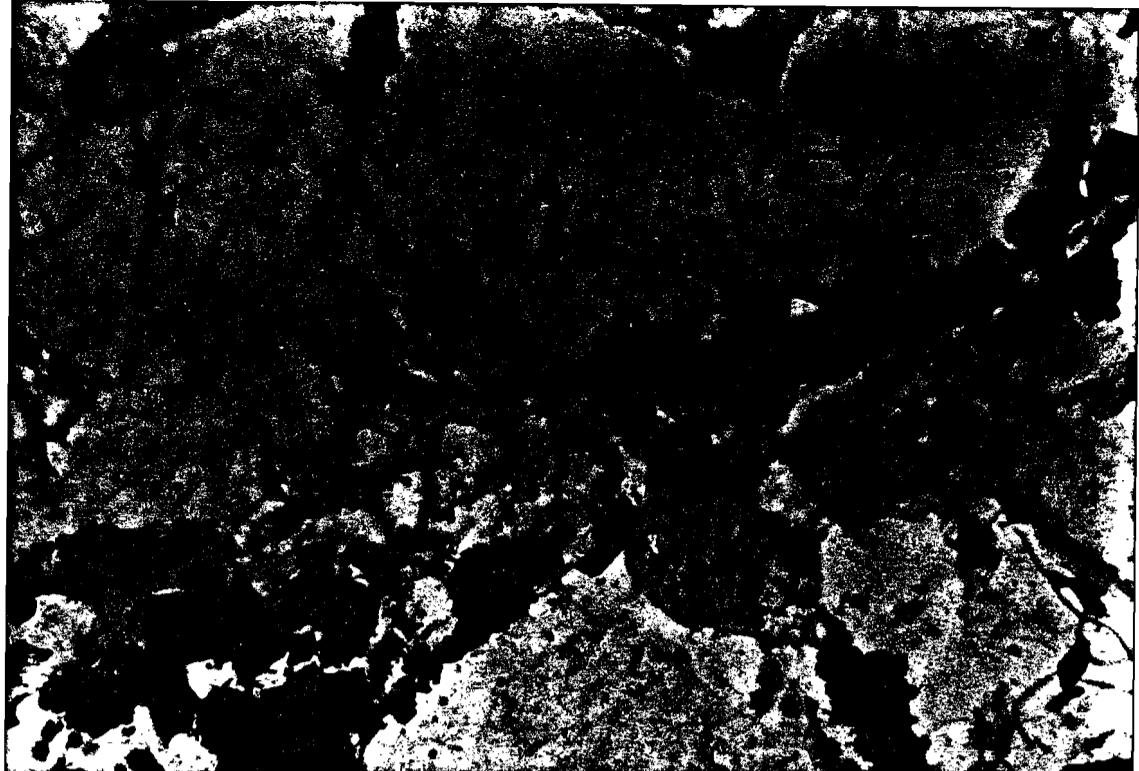
Em minérios com mais de 20,0% de CaF_2 a fluorita mostra-se como agregados contínuos, isótropos, formados por substituição direta do sedimento carbonatado ou pela substituição do quartzo hidrotermal, que antes já substituiu o metassedimento. Em ambos os casos a fluorita mostra-se em microagregados que, com o aumento do teor, coalecem gerando agregados maiores e assim sucessivamente. É possível seguir o processo de mineralização sobre rochas silicificadas desde o início, onde a fluorita ocupa o núcleo das microdrusas de quartzo (foto 27), com todos os intermediários até a substituição quase total do quartzo, que passa a ocorrer como resíduo não digerido dentro da massa mineralizada (foto 31). Nestes casos são preservados, além dos pedaços de quartzo drusiforme, também os opacos (foto 32) e alguns núcleos irregulares de carbonato oxidado. Aparentemente a substituição faz-se lenta e homogê-



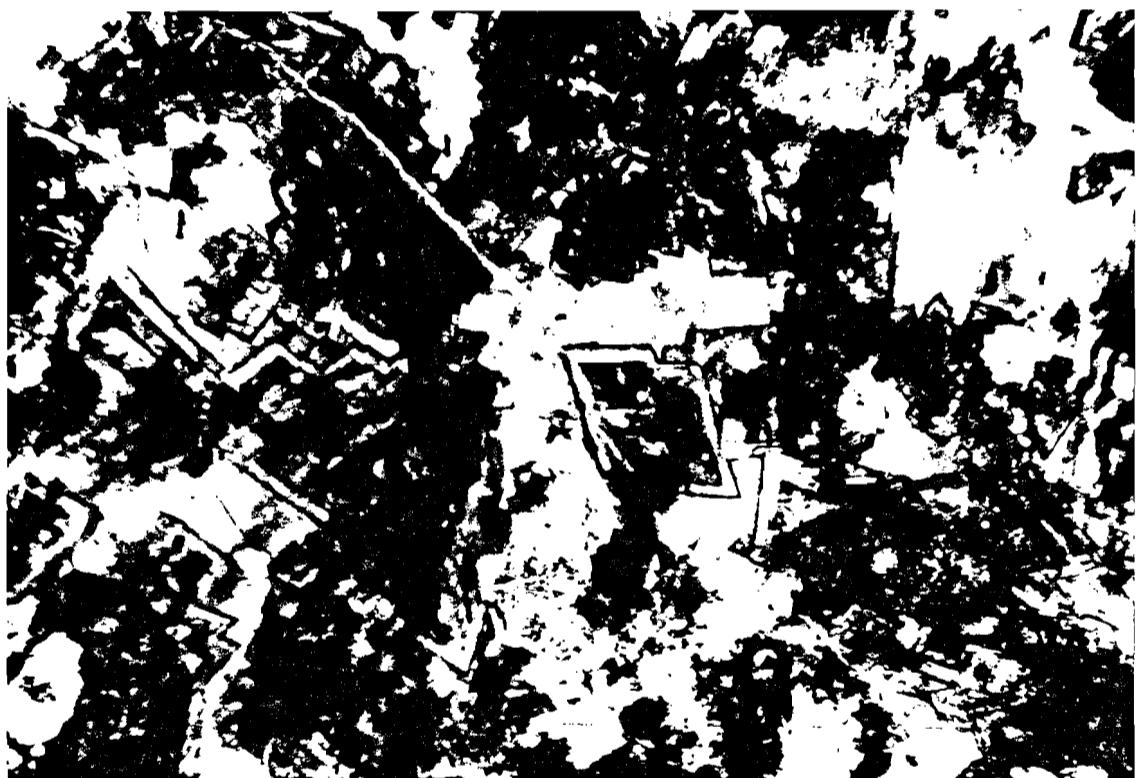
Fotomicrografia 27 - (80 x, nicóis +) - Rocha "carbonática" quase que totalmente silicificada por quartzo hidrotermal. Formam-se microdrusas cujos centros são ocupados pela fluorita(isótropa) nitidamente formada após o quartzo. A evolução da fase hidrotermal mineralizante leva à quase total substituição do quartzo drusiforme que permanece apenas como resíduo dentro da fluorita (vide fotomicrografia nº 31)-Lâmina RG-389.



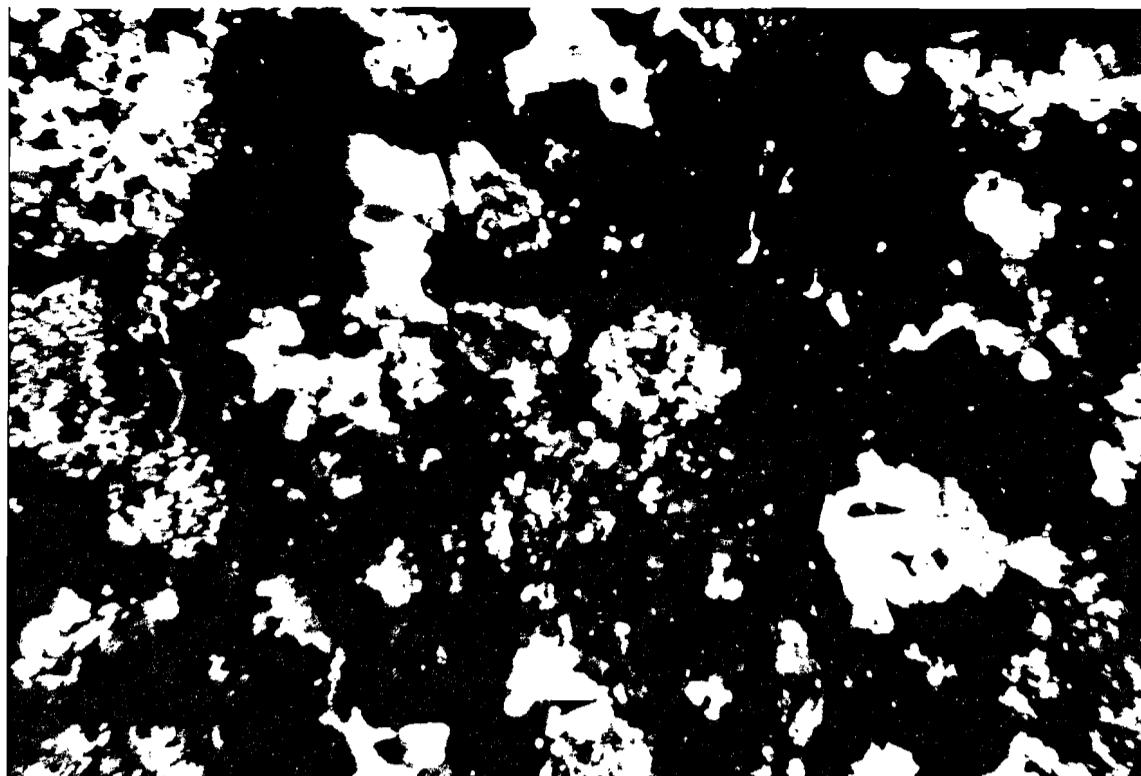
Fotomicrografia 28 - (80 x) - Granito Três Corregos cataclasado e hidrotermalizado. As microfraturas estão preenchidas por epidoto e clorita (que envolve o epidoto). Há resíduos de hornblenda (Lâmina RG-458).



Fotomicrografia 29 - (80 x, nicóis //) - Granito Três Córregos cataclásado e hidrotermalizado. As microfraturas estão preenchidas por pirita, (secções quadradas), clorita, carbonato e fluorita de granulometria muito fina (lâmina RG- 468).



Fotomicrografia 30 - (80 x, nicóis //) - Plaqueamento de carbonato hidrotermal (claro) envolvendo resíduos de carbonato original da rocha (oxidados). Os romboedros concêntricos têm sem limites marcados por películas de óxido de ferro. O carbonato hidrotermal não tem opacos, envolvendo os opacos da rocha substituída e resíduos oxidados da rocha antiga(Lâmina RG-462).

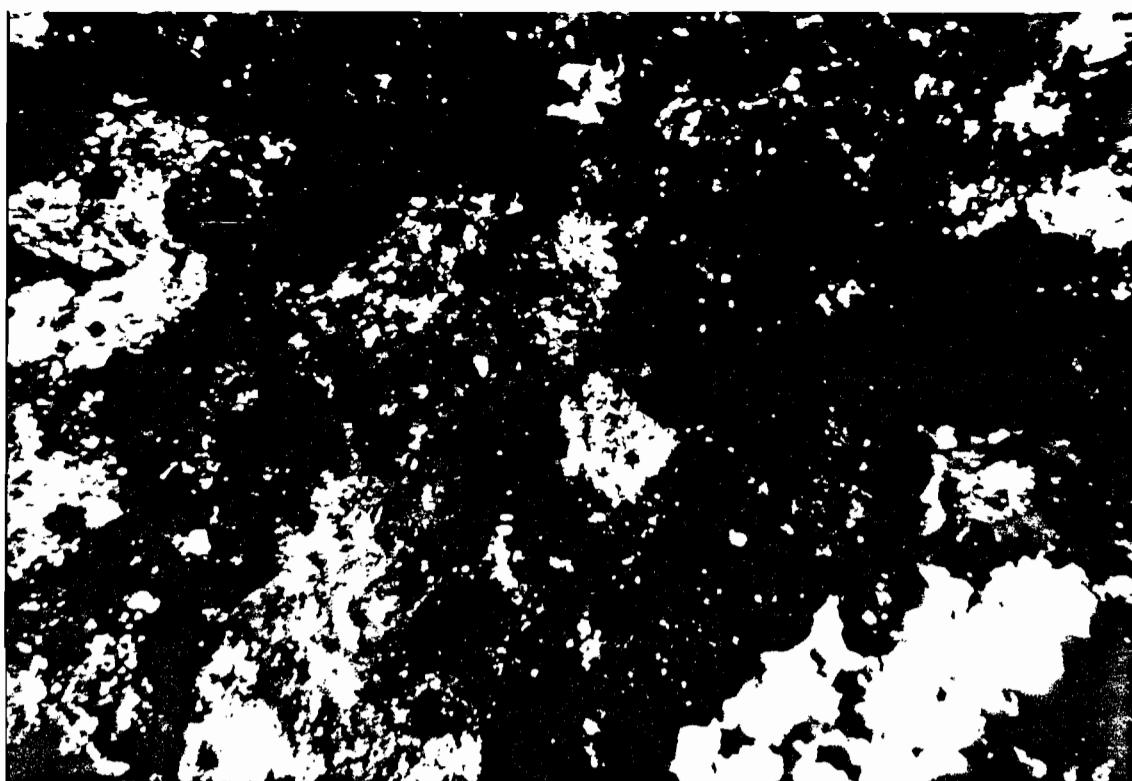


Nicóis +

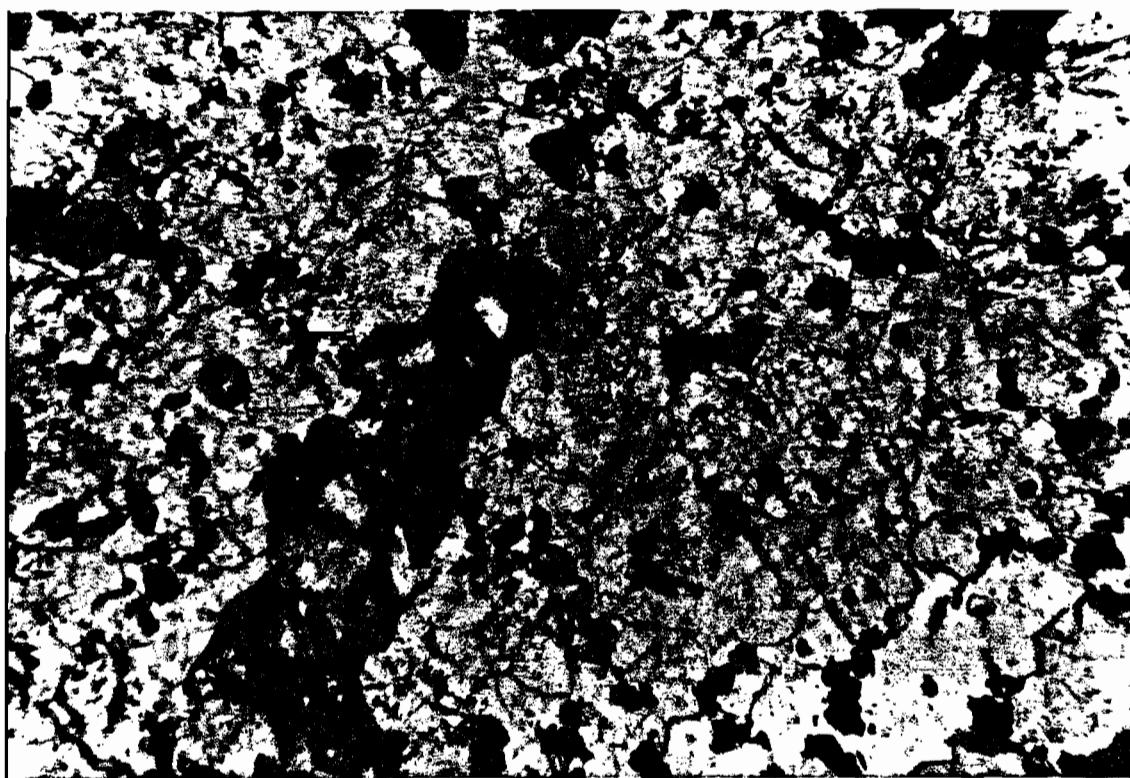


Nicóis //

Fotomicrografia 3I - (20 x) - Minério de fluorita com resíduos de drusas de quartzo (comparar com fotomicrografia 27). Existem todos os intermediários entre a rocha totalmente silicificada e os minérios com resíduos de quartzo drusiforme, em forma de leques. Notar os restos oxidados da rocha substituída. Em alguns locais o carbonato hidrotermal começa a substituir a fluorita (Lâmina RG- 439).

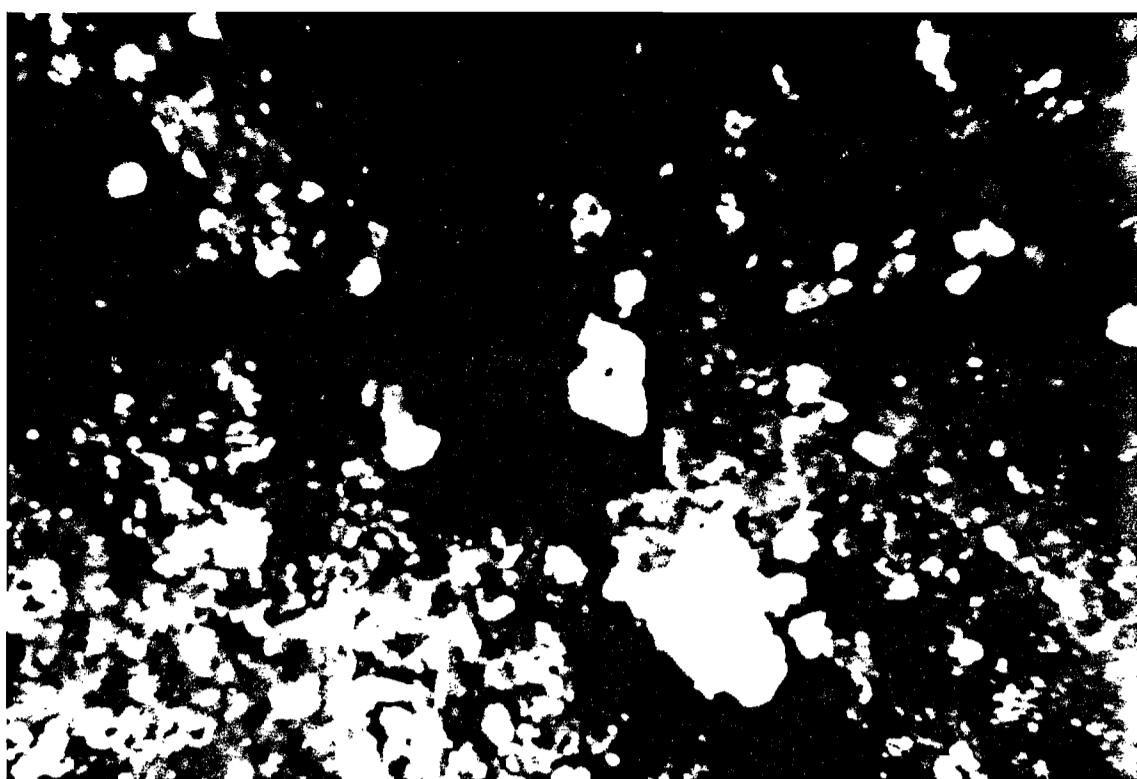


Nicóis +

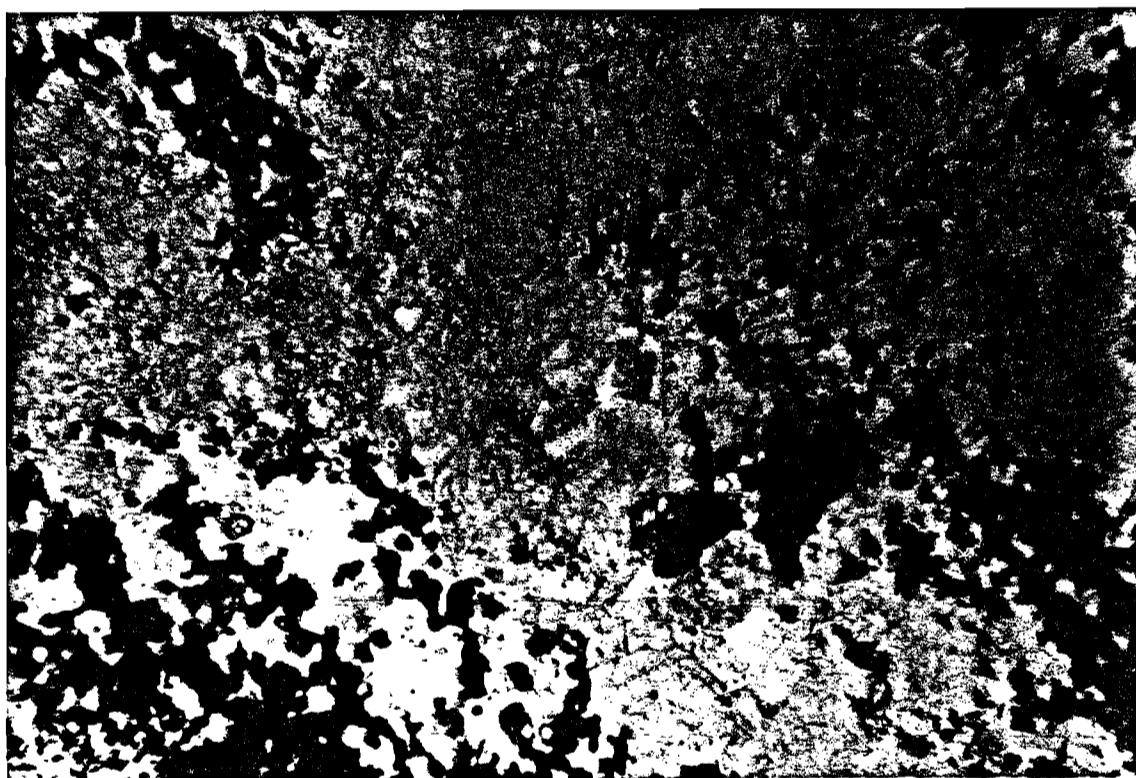


Nicóis //

Fotomicrografia 32 - (80 x) - Minério de fluorita com resíduos da rocha carbonática substituída(oxidado). Comparando-se esta foto com a fotomicrografia nº 24 nota-se que a fluorita substitui o carbonato sem alterar a quantidade, dimensão ou densidade de distribuição dos opacos (lâmina RG- 416).

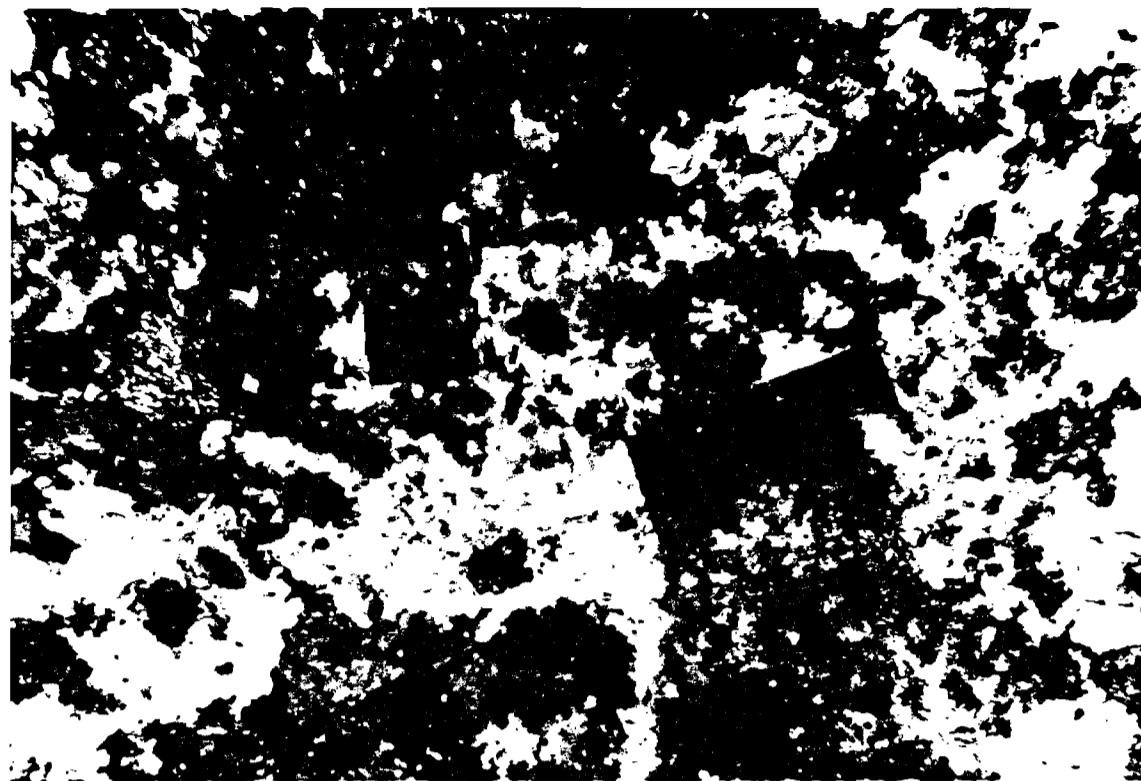


Nicois +

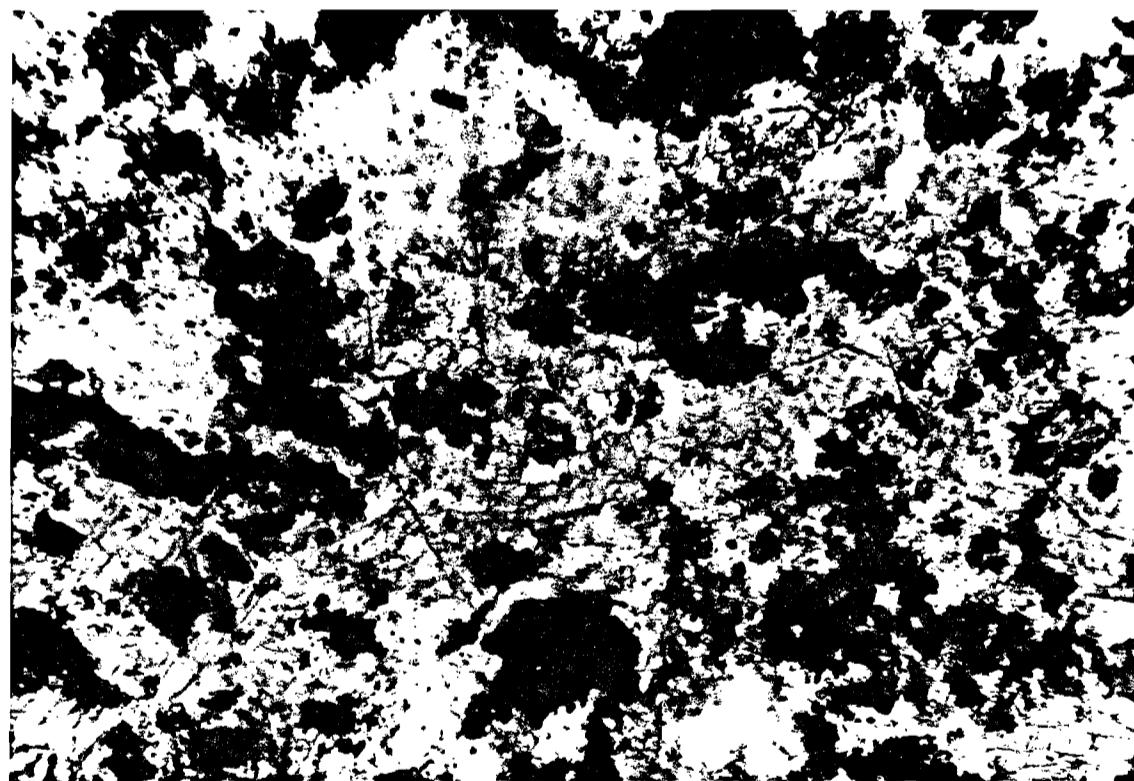


Nicois //

Fotomicrografia 32 - (20 x) - Minerio de fluorita que sibstitui rocha carbonatada quartzosa bandada. A mineralização interrompe o bandamento da rocha (do canto superior esquerdo ao canto inferior direito) cristalizando-se de modo homogêneo, sem qualquer orientação deposicional ou de fluxo (Lâmina RG- 417) .

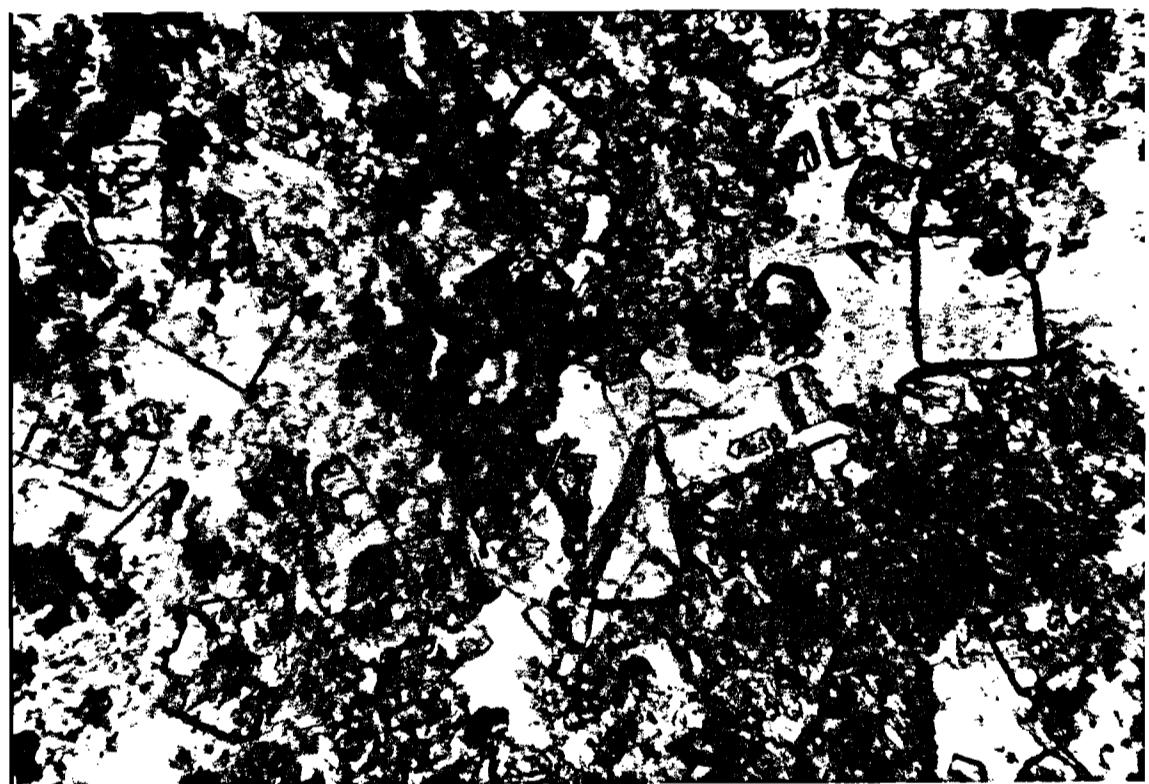
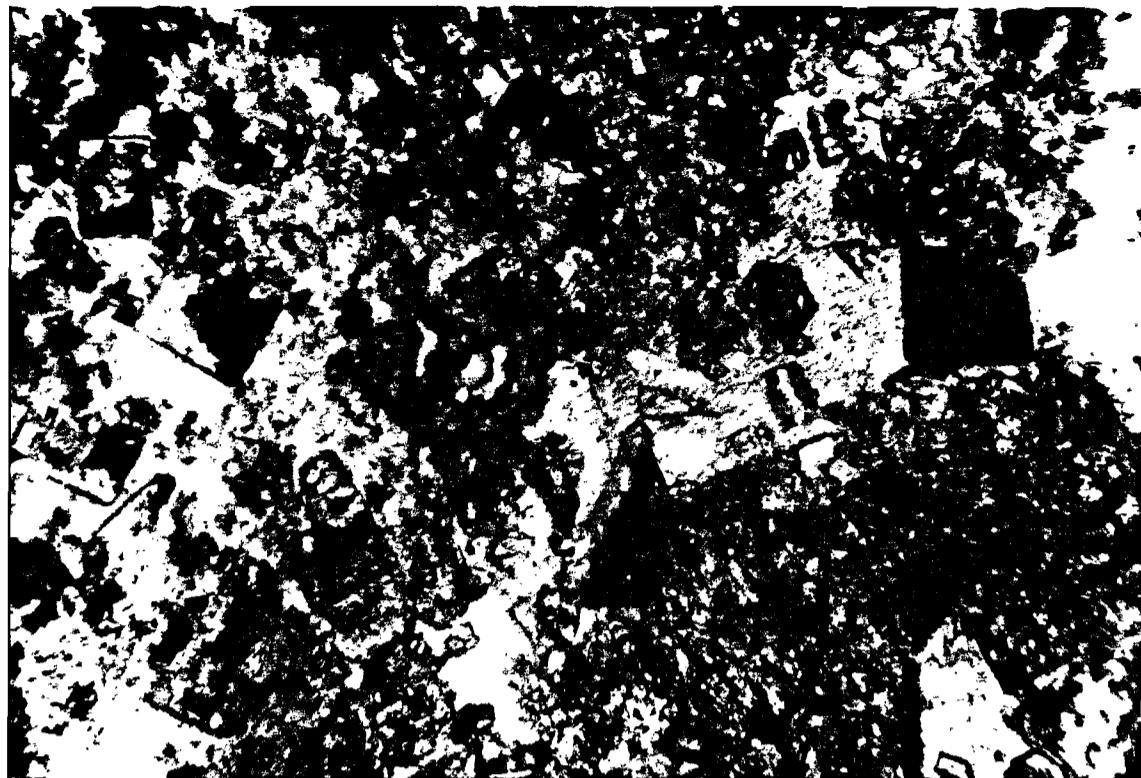


Nicóis +



Nicóis //

Fotomicrografia 34 - (80 x) - Minério de baixo teor. Notar presença da fluorita euhédrica (quadrados negros, com nicóis +) que engloba resíduos oxidados da rocha carbonática em processo de substituição. A carbonatação hidrotermal (partes claras, com nicóis +) substitui a fluorita, conforme mostrado na fotomicrografia 35 (Lâmina RG-472).



Fotomicrografia 35 - (80 x) - Minério de baixo teor. A fluorita euhédrica (quadrados negros, com nicóis +) está parcialmente substituída pelo carbonato hidrotermal, gerando pseudomorfos de carbonato com a forma da fluorita. (Lâmina RG- 388).

neamente, sem gerar texturas orientadas ou de fluxo. As feições originais da rocha como os microbandamentos, são preservadas sem deslocamento (foto 33), quando não totalmente substituídas pela fluorita. A densidade de distribuição dos opacos e dos plagioclássios é a mesma no metassedimento estéril e no minério de alto teor, onde praticamente toda a rocha foi substituída pela fluorita (comparar foto 24 com a 32).

c) Dados físicos e quantitativos:-

As figuras 34 e 35 são as curvas de parametrização resertas x teores para os corpos 1 e 2, respectivamente. Destas curvas deduz-se facilmente, para qualquer teor de corte entre 5,0% e 60,0% de CaF_2 , quais são as reservas de minérios, de fluorita e de sílica contidos nos corpos 1 e 2, além do teor médio para aquêle corte. Estas informações podem ser obtidas em se tratando de reservas "medidas" e "indicadas" (vide definições na parte 2 deste relatório).

Com corte a 5% de CaF_2 o corpo 1 tem 371.100 ton. de minério "medido", com teor médio de 46,3% de CaF_2 . Com corte a 60% as reservas caem para 97.760 ton. de minério com teor médio de 66,7% de CaF_2 . A proporção entre minério rico e minério pobre é bastante diferente no corpo 2, onde com corte a 5% tem-se 160.160 ton. de minério com teor de 22,2% de CaF_2 , e com corte a 60% as reservas são diminutas, de somente 5.130 ton. com teor médio de 72,5% de CaF_2 . No corpo 1, diminuindo-se o corte de 20% para 5% de CaF_2 é possível recuperar apenas 2% (3.260 ton) de fluorita (sobre 168.630 ton contidas com corte 20%). No corpo 2 a mesma mudança de corte implica na recuperação de mais 28% (7.824 ton) de fluorita (sobre 23.376 ton contidas com corte 20%). Esta diferença sugere um evento mineralizante agindo mais gradualmente no corpo 2 e de modo mais brusco no corpo 1. No corpo 1 houve a substituição quase completa da parte atingida pelo fluido mineralizador, inexistindo, praticamente, o minério de baixo teor.

Se o evento mineralizante foi mais ativo no corpo 1, também foram os eventos posteriores, de lixiação intempérica e de argilização hidrotermal. Isto é perceptível quando se compara as densidades de minérios de mesmo teor do corpo 1 e do corpo 2. (Quadro 3). Em ambos os casos há um aumento gradual da densidade com o teor em CaF_2 . No corpo 2, entretanto, as densidades são maiores que no corpo 1, para minérios com o mesmo teor. Provavelmente is-

FIG. 34

VOLTA GRANDE - CORPO 1
PARAMETRIZAÇÃO DAS RESERVAS

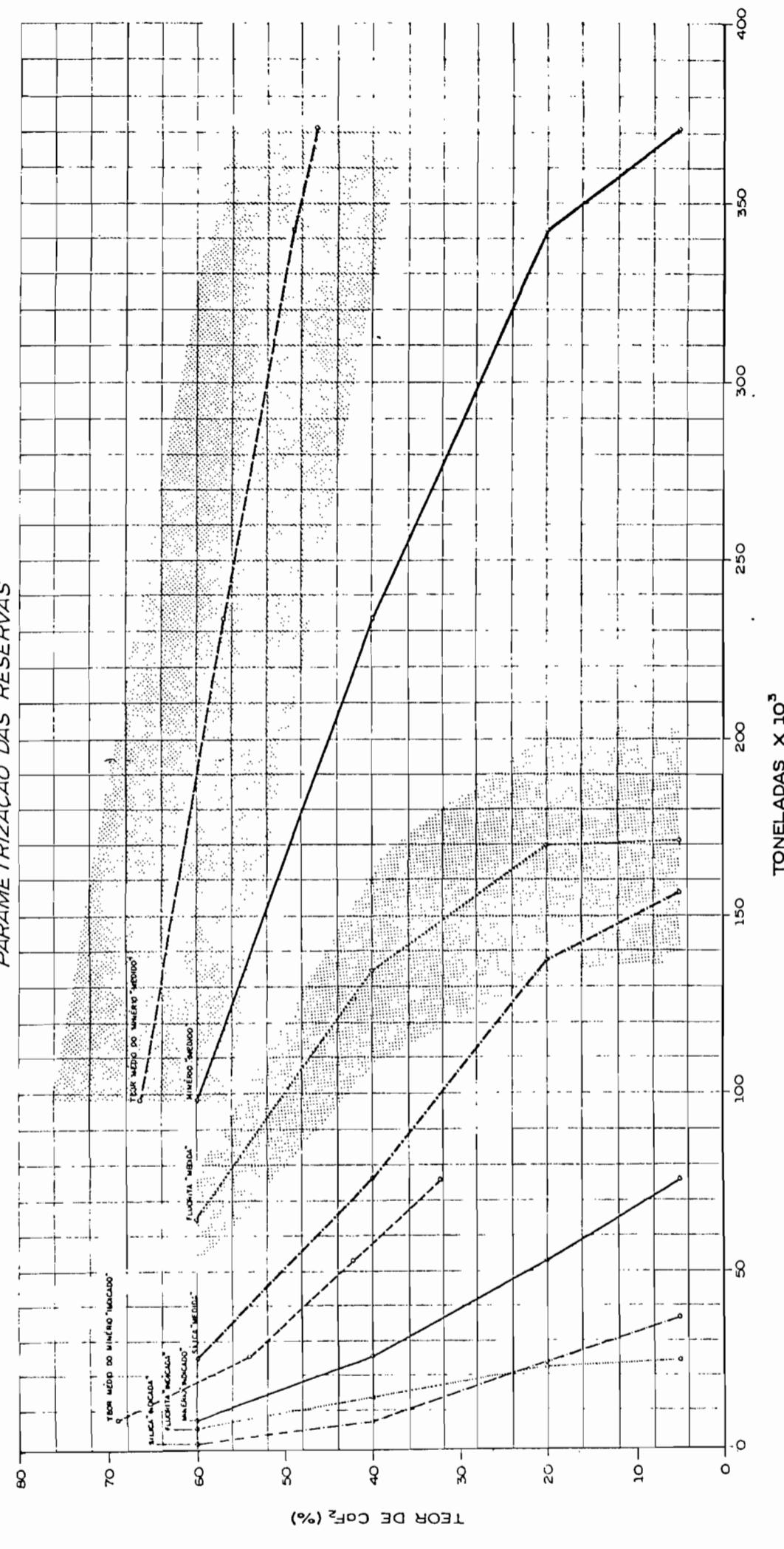
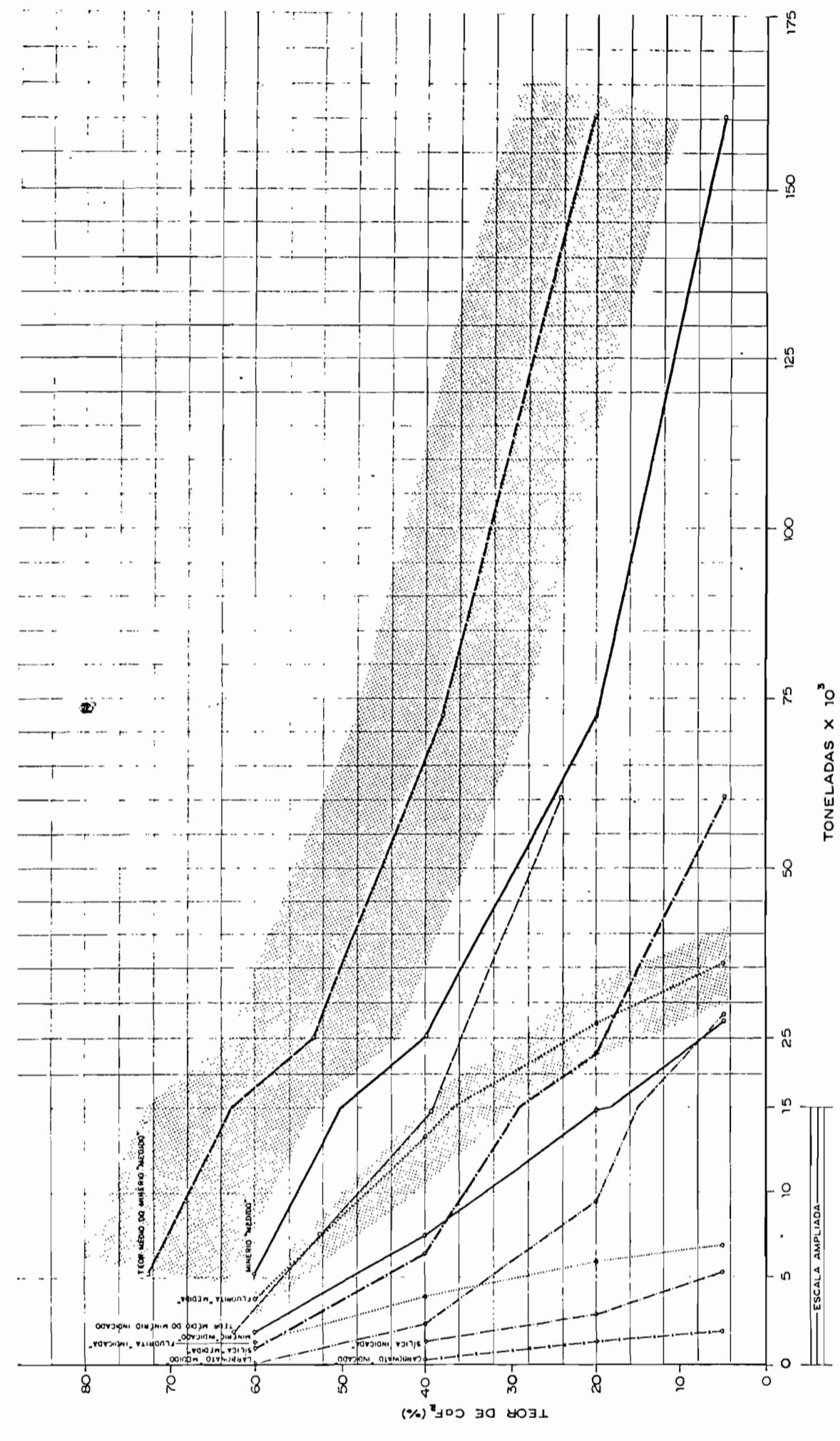


FIG. 35

VOLTA GRANDE - CORPO 2
PARAMETRIZAÇÃO DAS RESERVAS



to possa ser explicado devido a ação hidrotermal mais intensa a qual foi submetido o corpo 1, sobretudo na fase argílica. Este hidrotermalismo levou a destruição dos resíduos da rocha original existente nos minérios de teor médio a alto, gerando um minério de porosidade elevada e, logicamente, de menor densidade que seu equivalente no corpo 2, menos argilizado. A lixiviação superficial age de modo comparável, fazendo com que o minério tenha menor densidade quanto mais próximo estiver da superfície. Nas trincheiras a maioria das densidades estão entre 2,13 e 2,5 g/cm³, enquanto nas sondagens os valores variam entre 2,49 e 2,9 g/cm³, a média estando próxima de 2,7 g/cm³. (Quadros 2 e 3 na segunda parte deste relatório).

QUADRO 3:- Comparação das densidades médias de minérios de mesmo teor dos corpos 1 e 2.

Teor de de CaF ₂	Número de Medi- das		Densidade média em g/cm ³	
	CORPO 1	CORPO 2	CORPO 1	CORPO 2
Maior que 60%	22	6	2,74	2,86
De 40% a 60%	24	8	2,63	2,82
De 20% a 40%	20	8	2,56	2,80
De 5% a 20%	14	6	2,46	2,42

A granulometria de todos os tipos de minério dos corpos 1 e 2 é fina, os cristais de fluorita sendo geralmente de dimensões inferiores a 0,5 mm. A exceção seria o minério poroso, onde os cubos de fluorita cristalizados nas paredes dos macroporos têm dimensões de 0,5 mm até 1,0 cm, em média alcançando 2-3 mm. Mesmo o minério maciço de alto teor, encontrado recentemente no poço 1, é constituido por uma massa amorfa e compacta de fluorita microcristalina com praticamente nenhuma impureza. O minério normal, fino e maciço, que perfaz cerca de 80-90% das reservas totais (corpos 1+2), tem granulometria sempre submilimétrica, não discernível a vista desarmada.

5.- Considerações Genéticas

As informações disponíveis não permitem concluir sobre o

mecanismo genético que originou o depósito de fluorita da Volta Grande. Até que se obtenham novas informações, é útil que se defina o atual estágio no qual se encontra o problema. Isto poderá facilitar o direcionamento de novas pesquisas visando encontrar uma solução.

Aceitando-se a proposta de classificação das jazidas de fluorita feita por Lhégu (1976), é possível deduzir a existência de dois grandes tipos geométricos de depósitos de fluorita: (a) depósitos estratiformes e; (b) depósitos filoneanos. Os depósitos estratiformes incluem os depósitos sedimentares propriamente ditos e os depósitos formados a partir da substituição de um ou mais estratos de um pacote sedimentar. Os depósitos filoneanos compreendem todos as concentrações minerais formadas pelos preenchimento de espaços vazios associados a estruturas rígidas (falhamentos).

Cada um destes tipos pode formar-se em ambientes e situações estruturais bastante diversificados, a saber:-

1) Depósitos estratiformes:-

- a) Relacionados a falhamentos em áreas reativadas do embasamento.
- b) Em séries carbonatadas de cobertura das regiões de embasamento.
- c) Em calcários e arenitos nas regiões de contato entre o embasamento e as séries de cobertura.
- d) Associados a manifestações graníticas.
- e) Em calcários próximos a manifestações vulcânicas (tipo "manto").
- f) Exalativos:- não mencionado por Lhégu, porém considerado existir em alguns locais da Espanha (informação verbal do Geol. Hubner, da Bayer).

2) Depósitos filoneanos:-

- a) Em falhamentos nas regiões reativadas do embasamento.
- b) Em sequências de cobertura cortadas por falhamentos.
- c) Relacionados a manifestações vulcânicas post-orogênicas.
- d) Relacionados a intrusões graníticas.
- e) Relacionados a manifestações plutônicas alcalinas.

No depósito da Volta Grande tem-se um pacote de rocha carbonatada, brechado e milonitizado, impregnado de fluorita, encalhado em um falamento dentro do granito Três Córregos. Nas proximidades da jazida existem manifestações alcalinas em afloramento.

A questão, portanto, é concatenar a situação observada com as possibilidades genéticas mencionadas.

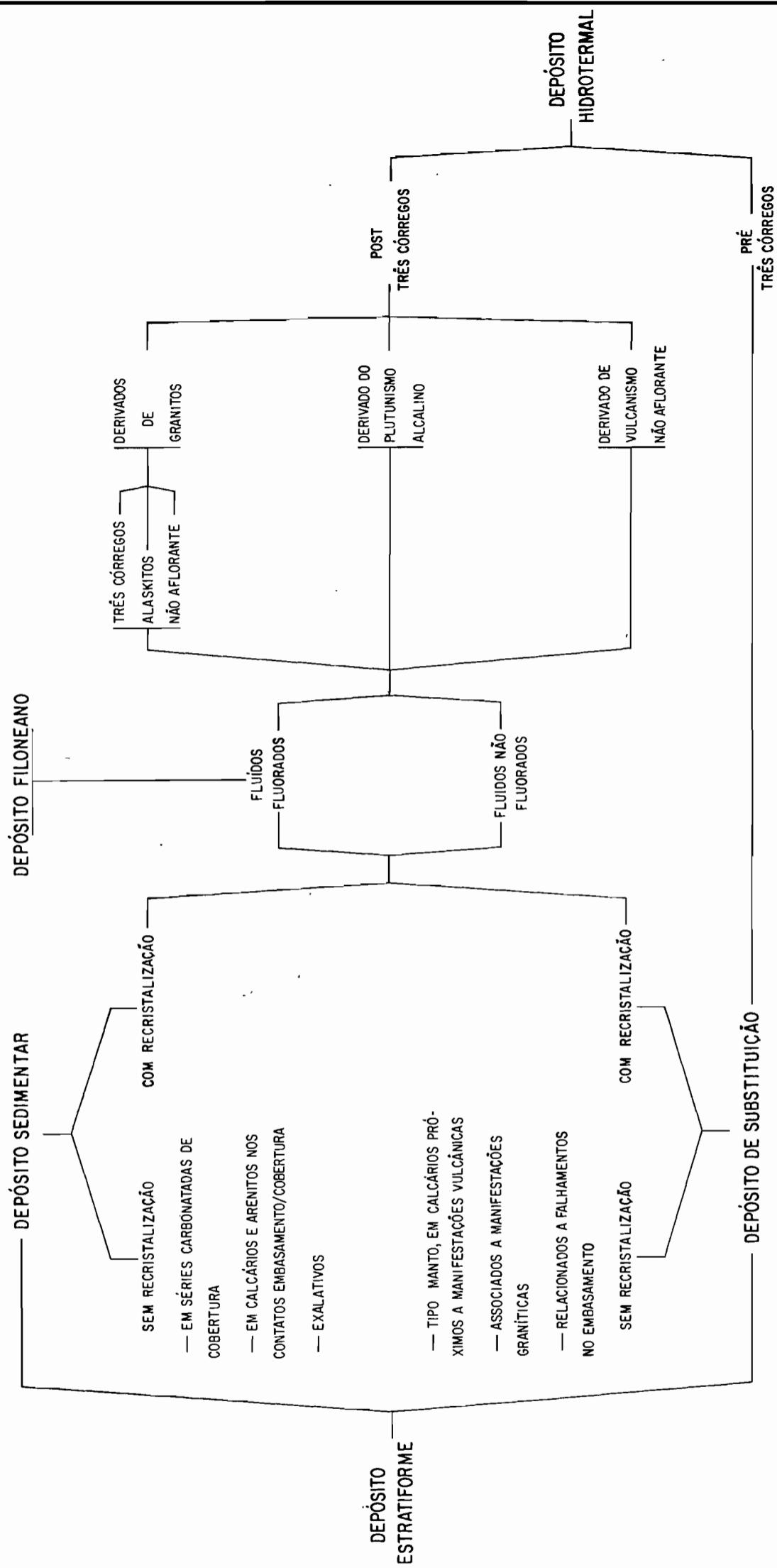
Logicamente a fluorita pode ser estratiforme ou hidrotermal. Se estratiforme, duas situações são possíveis; (a) Fluorita é sedimentar, ou (b) a fluorita é de substituição. Se hidrotermal filoneana, deve-se admitir que houve apenas uma coicidência de localização espacial entre a mineralização e o pacote carbonatado encaixado no falhamento. Deve-se ressaltar que a possibilidade da jazida ser estratiforme não elimina a ocorrência de uma remobilização e recristalização hidrotermal do minério primário. Esta remobilização pode ser causada por fluidos hidrotermais não fluorados ou fluorados. Neste segundo caso ter-se-ia uma jazida mixta, filoneana e estratiforme. O esquema mostrado a seguir permite visualizar as diversas hipóteses possíveis e os seus interrelacionamentos. A hipótese de hidrotermalismo é válida tanto se o depósito formou-se após o granito Três Córregos quanto antes do granito, caso em que o hidrotermalismo de substituição ocorreu nos sedimentos pré-Brasiliense.

É inegável terem ocorrido ações hidrotermais envolvendo o minério de fluorita da Volta Grande. É, também, inegável que o último hidrotermalismo ocorrido no local deu-se após ou durante o falhamento que afeta o Três Córregos e encaixa os metassedimentos. Afora estas duas constatações, qualquer outra observação concernindo a gênese do depósito é discutível. Existem indicações de que a fluorita seja estratiforme e, também, de que seja filoneana, e as informações disponíveis não permitem optar por qualquer das duas possibilidades.

O raciocínio por probabilidade e por exclusão permite avançar um pouco mais sobre as hipóteses aventadas. Lógicamente quanto mais longo for este raciocínio menor é a segurança da conclusão. Uma das possibilidades é a seguinte:-

O hidrotermalismo post-Três Córregos ocorrido no local pode ter gerado fluidos fluorados se derivado do magmatismo alcalino, como o sugere as ocorrências do Mato Preto e da Barra do Itapirapuã. Provavelmente esta emissão hidrotermal atingiu sedimentos não mineralizados anteriormente, dado que desconhece-se na região, até o momento, qualquer ocorrência de fluorita totalmente dissociada de falhamentos. A comprovação deste modelo exige que se demonstre que o fluido hidrotermal originou-se das manifestações alcalinas, que este fluido continha fluor suficiente para mineralizar os sedimentos e que estes sedimentos eram desprovidos

ESQUEMA MOSTRANDO AS POSSIBILIDADES GENÉTICAS DA FLUORITA DE VOLTA GRANDE E O INTERRELACIONAMENTO POSSÍVEL ENTRE AS DIVERSAS HIPÓTESES.



de fluorita antes da ação hidrotermal. O fato do local mineralizado ser radiometricamente anômalo em tório permite supor a ação de fluidos de origem alcalina no local. Mato Preto e Barra do Itapiroú rapuã permitem supor que este fluido era fluorado. A ocorrência de sedimentos com fluorita em locais não distantes da jazida, entretanto, sugere que na região existam concentrações estratiformes de fluorita, com teores que permitem facilmente uma remobilização e reconcentração.

6 - Conclusões

- a) O depósito é de dimensão média a pequena, com cerca de 500.000 ton. de fluorita (corte a 20% de CaF_2).
- b) A geometria dos corpos mineralizados é tabular, verticalizada, com cerca de 10 metros de espessura média e 150-200 metros de comprimento, tendo sido reconhecidos até uma profundidade máxima de 120 metros abaixo da superfície.
- c) A mineralização impregna um pacote de rocha carbonatada, ou os cataclasitos dela derivados, que está encaixado em uma falha sobre o granito Três Córregos.
- d) A fluorita foi mobilizada por ações hidrotermais que afetam também as encaixantes.
- e) Existem, na área da jazida, níveis de sedimentos carbonatados aparentemente não afetados por ações hidrotermais que são mineralizados a fluorita.
- f) As informações disponíveis não permitem concluir se a fluorita primária do depósito é de origem sedimentar ou hidrotermal.
- g) A ressaltar que os corpos 1 e 2 estão abertos no sentido de profundidade. O corpo 1 está aberto também no seu extremo leste.

X - BIBLIOGRAFIA

FUCK, R.A. et alli - 1967 - Contribuição ao Estudo das Rochas Graníticas do Estado do Paraná. in: Geologia do Pré- Devoniano e Intrusivas Subsequentes da Porção Oriental do Estado do Paraná. Bol. Paranaense de Geociências nos. 23 a 25. Curitiba - Paraná.

*CV.RU
FEU/PE*

GOMES, C.B., BERENHOLC, M., HYPÓLITO, E e ARRUDA, J.R. (1975 a) : Geoquímica de maciços graníticos da região da Ribeira- Parte 1:- Elementos principais. Anais Acad. Bras. Ciências, vol 47, nº 1, pg. 113 - 130.

GOMES, C.B., ARRUDA, J.R. BEVENHOLC, M. e HYPÓLITO, R. (1975 b) - Geoquímica de maciço graníticos da região da Ribeira- Parte 2:- Elementos traços. Anais Acad. Bras. Ciências, vol.47,nºs. 3/4, pg. 460-476.

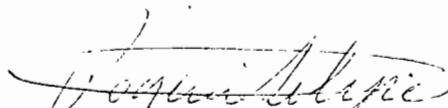
LHÉGU, J. (1976) - Essai de classification des gisements de fluorine. Mém. h. Sér. Géol. France, nº 7, pg 295-302.

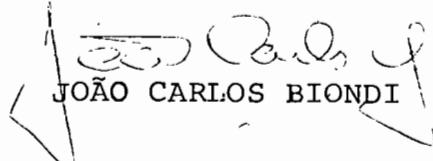
LIMA

NUCLEBRÁS - 1978 - Projeto Açungui - Relatório de Etapa, Vol. I, textos e tabelas, 77p, Curitiba.

PAZ D'ARAUJO, R. L. R.

SANTOS, M.J. - 1980 - Reconhecimento Geológico da Faixa Três Corregos, relatório interno do Setor de Rochas Graníticas- Dezembro.


ROGÉRIO DA SILVA FELIPE


JOÃO CARLOS BIONDI

ANEXOS

Composição mineralógica qualitativa das rochas aflo-
rantes na área da Jazida da Volta Grande.

GRANITO

1

CORPO 2

GRANITO

CORPO 1

ROCHA MEIASSE DIMENTRAR

CORPO 2

ROCHIA MENASSÉDIMENTAR

Minerais	Lâminas	CLASSIFICAÇÃO									
		Fundo (VG. F. nº)	Profound.	Clinocloro	Clorita	Calciita	Plagiop. I.	Titanita	Muscovita	Ox. Ferro	Hornfels
* RG-391	X										69,3
RG-393	X	X	X	X	X	X					44,0
RG-394	X	X	X	X	X	X					46,39
RG-395	X	X	X	X	X	X					58,3
RG-396	X	X	X	X	X	X					46,0
RG-397	X	X	X	X	X	X					37,8
RG-398	X	X	X	X	X	X					39,55
RG-399	X	X	X	X	X	X					35,7
RG-400	X	X	X	X	X	X					42,25
RG-401	X	X	X	X	X	X					39,95
RG-405	X	X	X	X	X	X					33,5
RG-406	X	X	X	X	X	X					40,2
RG-407	X	X	X	X	X	X					42,0
RG-408	X	X	X	X	X	X					91,5
RG-409	X	X	X	X	X	X					73,0
RG-410	X	X	X	X	X	X					67,0
RG-411	X	X	X	X	X	X					80,0
RG-415	X	X	X	X	X	X					61,7
RG-414	X	X	X	X	X	X					61,5
RG-486	X	X	X	X	X	X					49,5
RG-481	X	X	X	X	X	X					22,4
RG-482	X	X	X	X	X	X					33
RG-483	X	X	X	X	X	X					45,0
RG-484	X	X	X	X	X	X					60
RG-490	X	X	X	X	X	X					69
RG-487	X	X	X	X	X	X					57
RG-488	X	X	X	X	X	X					59
RG-493	X	X	X	X	X	X					80
RG-492	X	X	X	X	X	X					75
RG-507	X	X	X	X	X	X					43,0
RG-508	X	X	X	X	X	X					61,0
RG-509	X	X	X	X	X	X					111,0

CORPO 1

MINÉRIO DE FLUORTA

Lâminas	Minerais	CLASSIFICAÇÃO			
		Ferro (VG.F. nº)	Biotita	Apatita	Muscovita
RG-389	X	X	X	X	02
RG-390	X	X	X	X	02
RG-430	X	X	X	X	09
RG-429	X	X	X	X	09
RG-428	X	X	X	X	09
RG-427	X	X	X	X	09
RG-426	X	X	X	X	09
RG-420	X	X	X	X	09
RG-438	X	X	X	X	10
RG-439	X	X	X	X	10
RG-440	X	X	X	X	10
RG-465	X	X	X	X	12
RG-466	X	X	X	X	Afl. cort.est.
RG-467	X	X	X	X	X T 2 Corpo II
RG-473	X	X	X	X	13
** RG-477	X	X	X	X	13
RG-478	X	X	X	X	13
					77,0
					73,5
					R. Carbonatita hidrotermalizada
					R. Carb.Hidrot.mineralizada fluorita

CORPO 2

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

Minerais	Lâminas	CLASSIFICAÇÃO									
		Fluorita	Quartzo	Carbonato	Feldspato	Sericita	Opaços	Plagiocl.	Ferro	(V.G.F. nq)	Profund.
RG-412	X	X	X	X	X	X	X	X	08	76,3	Minério de fluorita
RG-416	X	X	X	X	X	X	X	X	05	62,9	Minério de fluorita
RG-417	X	X	X	X	X	X	X	X	05	62,6	Minério de fluorita
RG-418	X	X	X	X	X	X	X	X	05	63,8	Minério de fluorita
RG 419	X	X	X	X	X	X	X	X	05	65,2	Minério de fluorita
RG-489	X	X	X	X	X	X	X	X	15	67,0	Minério de fluorita
RG-491	X	X	X	X	X	X	X	X	15	71,0	Minério de fluorita
RG-506	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	T-59 Minério de fluorita

ANEXOS

MAPAS GEOLOGICOS

