

1

MINEROPAR

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

DNPM 820214/80

VOLUME I

Ilustríssimo Senhor

Dr Roberto Mamiti Akinaga

M.D. Diretor do 2º Distrito do

Departamento Nacional da Produção Mineral

SÃO PAULO - SP

21 JUN 1985

REC. CURITIBA

Ref.: DNPM nº 820.214/80

Assunto: Relatório dos Trabalhos Realizados

Minerais do Paraná S/A - MINEROPAR, autorizada a funcionar como Empresa de Mineração pelo Alvará nº 3.165, de 18 de maio de 1978, publicado no Diário Oficial da União de 12 de junho de 1978, devidamente arquivado na Junta Comercial do Estado do Paraná, sob nº 125.665, CGC nº 77.635.126/0001-67, com sede à Rua Constantino Marochi, 500, na cidade de Curitiba, Estado do Paraná, vem por seu representante infra-assinado, de conformidade com o que se refere o inciso VIII do Artigo 22 do Código de Mineração, apresentar em duas vias, relatórios dos trabalhos realizados nas áreas dos processos acima mencionados.

Nestes termos

pede deferimento

Curitiba, 20 de junho de 1985



MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

21 USO EXCLUSIVO DO DNPM

25 26 27 28 0 9

25 26 27 28 0 9

25 26 27 28 0 9

25 26 27 28 0 9

22 - ATUAL LOCALIZAÇÃO POLÍTICA DA ÁREA (CASO DE ALTERAÇÃO)

1)

UF

29 30

MUNICÍPIO

DISTRITO

2)

UF

29 30

MUNICÍPIO

DISTRITO

3)

UF

29 30

MUNICÍPIO

DISTRITO

4)

UF

29 30

MUNICÍPIO

DISTRITO

23 USO EXCLUSIVO DO DNPM

MUNC DSTR

31 32 33 34 35 36 37 38 39

31 32 33 34 35 36 37 38 39

31 32 33 34 35 36 37 38 39

31 32 33 34 35 36 37 38 39

24 USO EXCLUSIVO DO DNPM

27 28 29 30 31 32 1 9 T O T L

27 28 29 30 31 32 1 9 S O N D

27 28 29 30 31 32 1 9 P O Ç O

27 28 29 30 31 32 1 9 Q U Í M

27 28 29 30 31 32 1 9 G E O F

27 28 29 30 31 32 1 9 T O P O

27 28 29 30 31 32 1 9 G E O L

27 28 29 30 31 32 1 9 I N F R

27 28 29 30 31 32 1 9 G E O Q

27 28 29 30 31 32 1 9 5 D F N

25 INVESTIMENTOS REALIZADOS NA PESQUISA EM MILHARES DE CRUZEIROS

TIPO	VALOR (x Cr\$ 1000)	ANO INÍCIO	ANO TÉRMINO
TOTAL	1 2 1 5 3 3 0 33 34 35 36 37 38 39 40	8 0 41 42	8 4 43 44
SONDAGENS	3 0 0 6 4 4 33 34 35 36 37 38 39 40	8 2 41 42	8 3 43 44
TRINCHERAS E POÇOS	1 4 7 4 4 0 33 34 35 36 37 38 39 40	8 0 41 42	8 4 43 44
ANÁLISES QUÍMICAS	1 0 8 2 7 1 33 34 35 36 37 38 39 40	8 0 41 42	8 4 43 44
GEOFÍSICA	 33 34 35 36 37 38 39 40	 41 42	 43 44
DESENHO, TOPOGRAFIA E /OU CARTOGRAFIA	1 5 9 9 9 5 33 34 35 36 37 38 39 40	8 0 41 42	8 2 43 44
GEOLOGIA	1 4 2 3 9 4 33 34 35 36 37 38 39 40	8 0 41 42	8 4 43 44
INFRAESTRUTURA (ESTRADAS, ENERGIA, ETC.)	 33 34 35 36 37 38 39 40	 41 42	 43 44
GEOQUÍMICA	1 4 5 5 6 1 33 34 35 36 37 38 39 40	8 1 41 42	8 3 43 44
OUTROS (ESPECIFIQUE NO RELATÓRIO)	2 1 1 0 2 5 33 34 35 36 37 38 39 40	8 0 41 42	8 4 43 44

26 USO EXCLUSIVO DO DNPM

27 28 2 0

27 28 2 0

27 28 2 0

27 28 2 0

27 INVESTIMENTOS ANUAIS (TOTAIS) DA PESQUISA EM MILHARES DE CRUZEIROS

VALOR (x Cr\$ 1000) ANO DA APLICAÇÃO

29 30 31 32 33 34 35 36 7 2 2 0 9

8 0
37 38

29 30 31 32 33 34 35 36 7 2 5 9 5

8 1
37 38

29 30 31 32 33 34 35 36 6 8 8 7 7 8

8 2
37 38

29 30 31 32 33 34 35 36 1 9 3 1 9 2

8 3
37 38

28 USO EXCLUSIVO DO DNPM

REFX SUBS

1 5

29 PRINCIPAL SUBSTÂNCIA DO MINÉRIO

Fluorita

30 DENOMINAÇÃO DO MINÉRIO CUBADO

MINÉRIO DE FLUORITA

31 ANO DA CUBAGEM

8 3

32 Nº DE CORPOS OU FILÕES MINERALIZADOS E CONSIDERADOS NESTA CUBAGEM

0 0 2

33 USO EXCLUSIVO DO DNPM

34 USO EXCLUSIVO DO DNPM

35 CUBAGEM OU TONELAGEM DO MINÉRIO

MEDIDA

INDICADA

INFERIDA

1 5 3 1 2 6 3

1 0 4 1 9 2

TONS

UNIDADE DE CUBAGEM: toneladas

36 ANÁLISE DO MINÉRIO

ELEMENTO QUÍMICO, COMPOSTO QUÍMICO, MINERAL OU ROCHA (SOMENTE OS MAIS SIGNIFICATIVOS)

CARACTERIZAÇÃO MINR= PRODUT PRINC SBPR= SUBPRODUTO NOCV= SUBST NOCIVA

TEOR % MÉDIO DA SUBSTÂNCIA NO MINÉRIO

TEOR % LIMITE (CUTOFF) PARA CÁLCULO RESERVA

1) CaF_2 ☒ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

3 9 . 0 4

5

2) SiO_2 ☐ MINR
☐ SBPR
☒ NOCV

4 0 . 8 0

5

3) CaCO_3 ☐ MINR
☐ SBPR
☒ NOCV

4 . 7 8

5

4)

☐ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

5)

☐ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

6)

☐ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

7)

☐ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

8)

☐ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

9)

☐ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

10)

☐ MINR
☐ SBPR
☐ NOCV

37 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MINÉRIO

(FRIÁVEL, COMPACTO, PULVERULENTO, MACIÇO, ETC)

1) heterogêneo

2) compacto

3)

4)

5)

6)

28 USO EXCLUSIVO DO DNPM

REFX
SUBS
15

29 PRINCIPAL SUBSTÂNCIA DO MINÉRIO
Fluorita

30 DENOMINAÇÃO DO MINÉRIO CUBADO
MINÉRIO DE FLUORITA

31 ANO DA CUBAGEM
83

32 Nº DE CORPOS OU FIÕES MINERALIZADOS E CONSIDERADOS NESTA CUBAGEM
002

33 USO EXCLUSIVO DO DNPM

34 USO EXCLUSIVO DO DNPM

35 CUBAGEM OU TONELAGEM DO MINÉRIO

MEDIDA
15

INDICADA
104192

INFERIDA

TONS

UNIDADE DE CUBAGEM: toneladas

36 ANÁLISE DO MINÉRIO

ELEMENTO QUÍMICO, COMPOSTO QUÍMICO, MINERAL OU ROCHA (SOMENTE OS MAIS SIGNIFICATIVOS)	CARACTERIZAÇÃO MINR= PRODUT PRINC SBPR= SUBPRODUTO NOCV= SUBST NOCIVA	TEOR % MÉDIO DA SUBSTÂNCIA NO MINÉRIO	TEOR % LIMITE (CUTOFF) PARA CÁLCULO RESERVA
1) CaF ₂	☒ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV	39.04	5
2) SiO ₂	☐ MINR ☐ SBPR ☒ NOCV	40.80	5
3) CaCO ₃	☐ MINR ☐ SBPR ☒ NOCV	4.78	5
4)	☐ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV		
5)	☐ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV		
6)	☐ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV		
7)	☐ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV		
8)	☐ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV		
9)	☐ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV		
10)	☐ MINR ☐ SBPR ☐ NOCV		

37 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MINÉRIO
(FRIÁVEL, COMPACTO, PULVERULENTO, MACIÇO, ETC)

1) heterogêneo

2) compacto

3)

4)

5)

6)



MINISTÉRIO DO TRABALHO
CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA
CREA-PR
PLANEJAMENTO E PROJETOS
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - LEI 6496, DE 07/12/77

ART Nº 452433 -2

NOME DO PROFISSIONAL ROGÉRIO DA SILVA FELIPE	Nº CARTEIRA 6.386-D	CREA PR
TÍTULO PROFISSIONAL/ESPECIALIDADE Geólogo	USO DO CREA RO S CARTEIRA DV	
NOME DO CONTRATANTE/PROPRIETÁRIO MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR	USO DO CREA MICROF SEQUÊNCIA	

LOCAL DA OBRA OU SERVIÇO Freguesia	BAIRRO/VILA/PLANTA		
CIDADE OU MUNICÍPIO Cerro Azul	CEP		
CONSULTE O MANUAL DE INSTRUÇÕES (PARTE DE TABELAS) NÃO ENCONTRANDO Nº DE CÓDIGO COMPATÍVEIS, DEIXE ESTES CAMPOS EM BRANCO, PORÉM INDIQUE OS DETALHES DO TRABALHO CONTRATADO NO CAMPO "OBSERVAÇÕES".			
NATUREZA TRABALHO 4 0 2	ATIVIDADE PROFIS. 0 2 2	FINALIDADE DA OBRA/SERVIÇO 3 4 2 6 0	USO DO CREA EST. MUN. CIDADE

CTA	DIMENSÃO (ÁREA, QUANT. ETC) 186 ,00	UNIDADE DE MEDIDA ha	USO CREA UM 1	COMPLEMENTO (Nº PAV., ETC) ,00	UNIDADE DE MEDIDA	USC CREA UM 2	DATA INÍCIO 30 / 11 / 82	HÁ CO-AUTOR OU CORRESPONSÁVEL? não
CUSTO TOTAL DA OBRA 62.898,648 ,00		CUSTO DOS PROJETOS OBJETO DESTA ART. ,00		A TAXA DE ART. DEVERÁ SER PAGA EM FUNÇÃO DO VALOR DOS PROJETOS				
NOME DO ESCRITÓRIO DE PROJETOS SE POR O CASO				USO DO CREA Nº REGISTRO	DV	EQ	VLR TAXA ART 8.350	DATA PAGTO 17 / 06 / 85

USO DO CREA	DESCRIÇÃO AUXILIAR DA OBRA OU SERVIÇO
SERV. DO CONTRATADO O SERV. VÁLID. PARA OS PROJETOS CONTRATADOS	
Pesquisa Técnica - DNPM nº 820.214/80	
FINALIDADE DA OBRA OU SERV. DO EX. RES. DEN. AL. COMERCIAL, RODOVIA, REFORESTAMENTO, ETC.	
Levantamento Geológico	
OBSERVAÇÕES NOME DOS CO-AUTORES OU DO RESPONSÁVEL E SE INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	
<i>[Assinatura]</i>	
ASS. NATURA DO CONTRATANTE	
<i>[Assinatura]</i>	
Nº OF. 234.176.179/87	Nº OF. 77.635.126/0001-67
ENDEREÇO R. Guilherme Puggley, 1000-ap.22	ENDEREÇO R. Constantino Marochi, 800-Curitiba

CREA-PR

COMPROVANTE DE PAGAMENTO

RECEB. DE 27/07/85 - CONF. A
Nº 140 PARA APLICAÇÃO DA TABELA SERÁ CONSIDERADO O VALOR DA DESPESA DOS SERVIÇOS CONTRATADOS EXCETO SE TRATAR DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS POR PESSOA FÍSICA CASO EM QUE SERÁ CONSIDERADO O VALOR DOS HONORÁRIOS PROFISSIONAIS CORRESPONDENTES.

ATENÇÃO: AO RETIRAR A GUARDA PAGAR R\$ 500,00 E AO RECOLHER A ART. EM BANCO TERÁ ESTE V.LR. REDUZIDO DA TAXA DEVIDA.

VLR TAXA ART 8.350	VLR A DEDUZIR Cr\$ 500,00	VLR A PAGAR 7.850
AUTENTICAÇÃO MECÂNICA		

CREA-PR

3ª VIA ÓRGÃOS PÚBLICOS
APRESENTAR AOS ÓRGÃOS QUE EXIJAM
COMPROVAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ART

Nº 452433 -2

VALOR A PAGAR
7.850

7.850

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

VOLUME I

DNPM Nº 820.214/80

ALVARÃ N 4.524 - 16.09.82

TITULAR: MINERAIS DO PARANÁ S/A

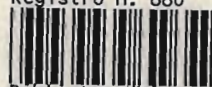
1985

DE

558.624
F 313
V.1

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTECA
REG. 880 DATA 02.09.85

Registro n. 880



Biblioteca/Mineropar

ÍNDICE

VOLUME I

I - APRESENTAÇÃO.....	1
II - LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	1
III - ASPECTOS FISIOGRAFICOS.....	4
IV - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....	4
V - METODOLOGIA DE PESQUISA.....	5
VI - GEOLOGIA REGIONAL.....	9
VII - GEOLOGIA LOCAL.....	17
7.1 - Formação Água Clara.....	17
7.2 - Granito Três Córregos.....	18
7.2.1 - Granito Porfiróide com Matriz Monzograní- tica.....	18
7.2.2 - Granito Granular Alasquítico.....	19
VIII - TECTÔNICA RÍGIDA E ROCHAS CATACLÁSTICAS.....	19
IX - GEOLOGIA DA JAZIDA.....	30
1 - Trabalhos Realizados.....	30
2 - Os Corpos Mineralizados e Rochas Relacionadas.	31
3 - Alterações e Transformações Hidrotermais.....	59
4 - A Mineralização.....	103
5 - Considerações Genéticas.....	117
6 - Conclusões.....	118
7 - Composição Mineralógica Qualitativa das Rochas Aflorantes na Área da Jazida de Volta Grande..	119
8 - Custos da Pesquisa.....	126
X - CÁLCULO DE RESERVAS.....	127
1 - Introdução e Objetivos.....	127
2 - Critérios de Avaliação.....	127

OK

2.1 - Critério de Pesquisa.....	127
2.2 - Critério de Interpretação.....	128
2.3 - Critério de Cálculo e Tonelagem de Minério..	132
2.4 - Resultados Obtidos.....	140
2.4.1 - No Cálculo de Reservas.....	140
2.4.2 - Na Distribuição das Substâncias.....	148
XI - ENSAIO DE BENEFICIAMENTO.....	150
1 - Amostragem e Descrição das Instalações de Tes <u>te</u>	150
1.1 - Coleta do Minério.....	150
1.2 - Planta de Meio Denso.....	150
1.3 - Planta de Flotação.....	151
2 - Realização dos Testes.....	152
2.1 - Circuito de Meio Denso.....	152
2.2 - Circuito de Flotação.....	155
XII - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	159
1 - Mercado de Fluorita.....	159
2 - Reservas no Brasil e no Mundo.....	160
3 - Consumo e Produção de Fluorita no Brasil....	163
4 - Expectativa de Demanda e Evolução dos Preços	164
5 - Diretrizes para Lavra.....	165
6 - Estudo Econômico.....	167
6.1 - Níveis de Produção.....	167
6.2 - Estimativa de Investimentos.....	168
6.3 - Previsão de Receitas.....	168
6.4 - Custos Operacionais.....	169
6.5 - Custos Administrativos.....	170
6.6 - Custos de Comercialização.....	170
6.7 - Depreciações e Amortizações.....	170
6.8 - Cota de Exaustão.....	171

6.9 - Imposto de Renda.....	171
6.10 - Fluxo de Caixa.....	171
7 - Análise de Viabilidade.....	173
7.1 Metodologia Adotada.....	173
7.2 - Taxa de Atratividade.....	174
7.3 - Fluxo de Caixa Descontado.....	174
8 - Conclusões.....	174
XIII - BIBLIOGRAFIA.....	176

VOLUME II

- Descrição das Trincheiras - Corpos I e II.....	1
- Descrição dos Poços e Galerias.....	24
- Análises Químicas	



ANEXO I

- Mapa Geológico (escala 1:5.000)
- Levantamento Planialtimétrico com Distribuição dos Corpos I e II com Corte de 5% (escala 1:1.000)
- Planta do Corpo I (escala 1:200)
- Perfil A-B Furos VGF 12-13 (escala 1:200)
- Perfil C-D Furos VGF 01-02-11 (escala 1:200)
- Perfil E-F Furos VGF 09-10 (escala 1:200)
- Perfil G-H Furos VGF 03-04 (escala 1:200)
- Perfil I-J Furo VGF 16 (escala 1:200)
- Planta do Corpo II (escala 1:200)
- Perfil K-L Furos VGF 05-06 (escala 1:200)
- Perfil M-N Furos VGF 14-15 (escala 1:200)
- Perfil O-P Furos VGF 07a - 07b-08 (escala 1:200)

ANEXO II

- Mapa das Trincheiras (escala 1:50)
 - . Trincheira T-2
 - . Trincheira T-4
 - . Trincheira T-5
 - . Trincheira T-n
 - . Trincheira T-9
 - . Trincheira T-10
 - . Trincheira T-11
 - . Trincheira T-12
 - . Trincheira T-13
 - . Trincheira T-14
 - . Trincheira T-15
 - . Trincheira T-16
 - . Trincheira T-51
 - . Trincheira T-52
 - . Trincheira T-53
 - . Trincheira T-54
 - . Trincheira T-55

NE

- . Trincheira T-56
- . Trincheira T-57
- . Trincheira T-58
- . Trincheira T-59
- . Longitudinal Leste do Corpo I (escala 1:50)
- . Longitudinal Oeste do Corpo I (escala 1:50)
- . Longitudinal Corpo II (escala 1:50)
- Mapa das Galerias (escala 1:50)
 - . Poço 1
 - . Poço 2

ANEXO III

- Descrição de Furo de Sondagem (Log) na escala 1:50
 - . Sondagem VGF 01
 - . Sondagem VGF 02
 - . Sondagem VGF 03
 - . Sondagem VGF 04
 - . Sondagem VGF 05
 - . Sondagem VGF 06
 - . Sondagem VGF 07a
 - . Sondagem VGF 07b
 - . Sondagem VGF 08
 - . Sondagem VGF 09
 - . Sondagem VGF 10
 - . Sondagem VGF 11
 - . Sondagem VGF 12
 - . Sondagem VGF 13
 - . Sondagem VGF 14
 - . Sondagem VGF 15
 - . Sondagem VGF 16

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

DNPM Nº - 820.214/80

ALVARÁ Nº - 4.524 - 16.09.82

TITULAR: MINERAIS DO PARANÁ S/A

SUPERFÍCIE: 186,56 ha

SUBSTÂNCIA REQUERIDA: CALCITA

LOCAL: VOLTA GRANDE

DISTRITO: CERRO AZUL

MUNICÍPIO: CERRO AZUL

COMARCA: CERRO AZUL

ESTADO: PARANÁ

Obs.: A ocorrência de fluorita na área foi comunicada ao DNPM.

I - APRESENTAÇÃO

A área objeto do presente relatório de pesquisa integra um conjunto de requerimentos, que vem sendo pesquisados pela Minerais do Paraná S/A - MINEROPAR. A orientação técnica e a execução dos trabalhos está a cargo da Gerência de Operações - GEOP.

O projeto teve início com um reconhecimento geológico de um conjunto de áreas, com aproximadamente 9.243,82 ha, ao longo do curso do Rio Ribeira, Município de Cerro Azul, onde detectou-se mineralizações de fluorita em área pesquisada pela NUCLEBRÁS.

A partir da descoberta dessas ocorrências, o programa de pesquisa passou a constar de duas fases: mapeamento geológico na escala 1:25.000, acompanhado de geoquímica de sedimentos de corrente e concentrados de bateia no conjunto de áreas; e pesquisa de detalhe sobre as ocorrências de fluorita.

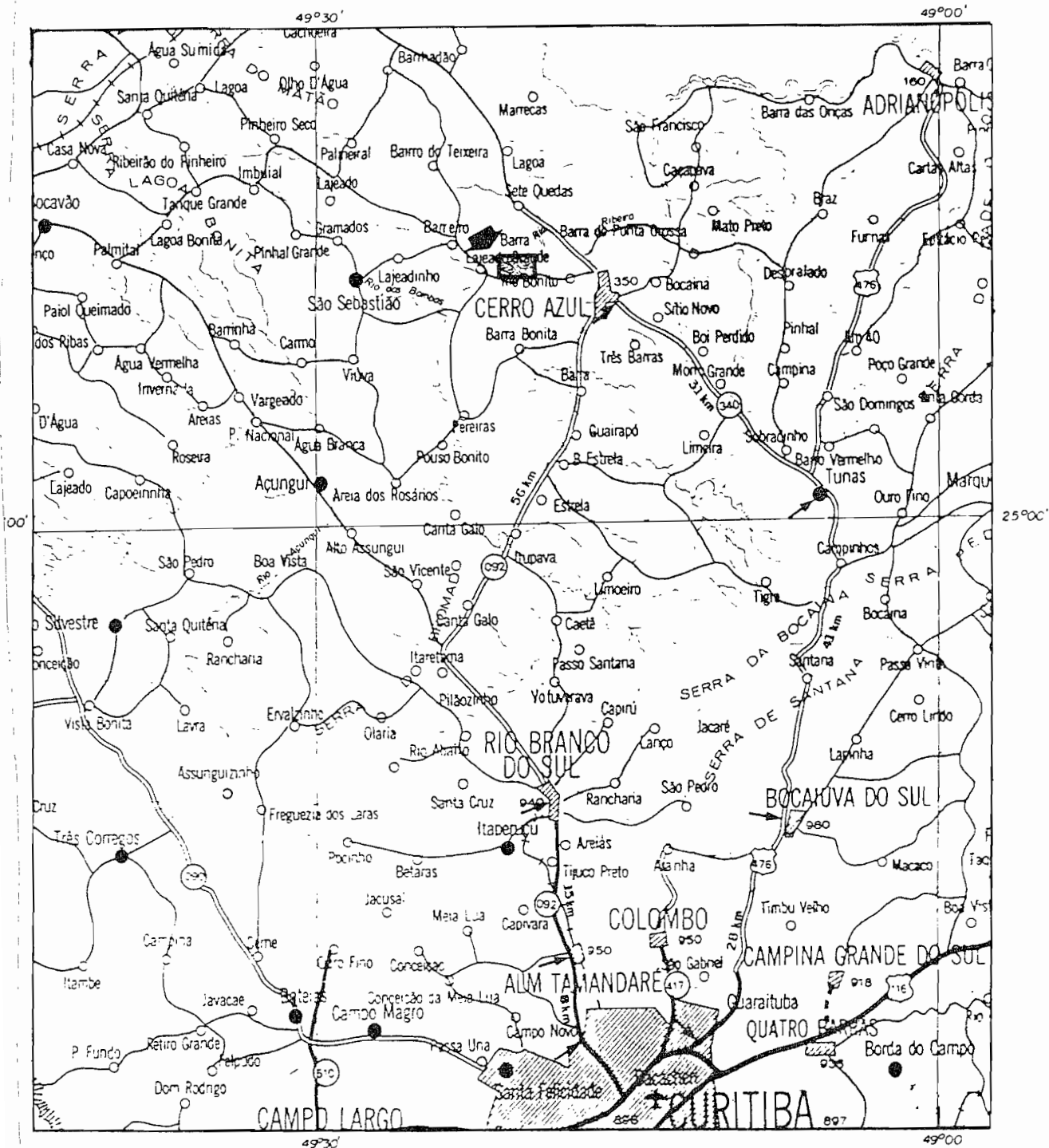
Estas ocorrências, aqui denominadas de corpo I e corpo II, localizadas na área DNPM 820.214/80, foram detalhadamente pesquisadas através de geoquímica de solo, trincheiras, sondagens rotativas e galerias. Os resultados obtidos, e adiante apresentados, permitiram assim, mais do que a definição de um depósito economicamente explorável, a caracterização de uma jazida de fluorita de médio porte, cuja exploração trará seguramente reflexos positivos em diversos segmentos da economia brasileira.

II - 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. 1). A partir de Cerro Azul, o acesso pode ser feito pela antiga Estrada Cerro Azul/Varzeão, como pela estrada que conduz à localidade de Freguesia (fig. 2).





CONVENÇÕES

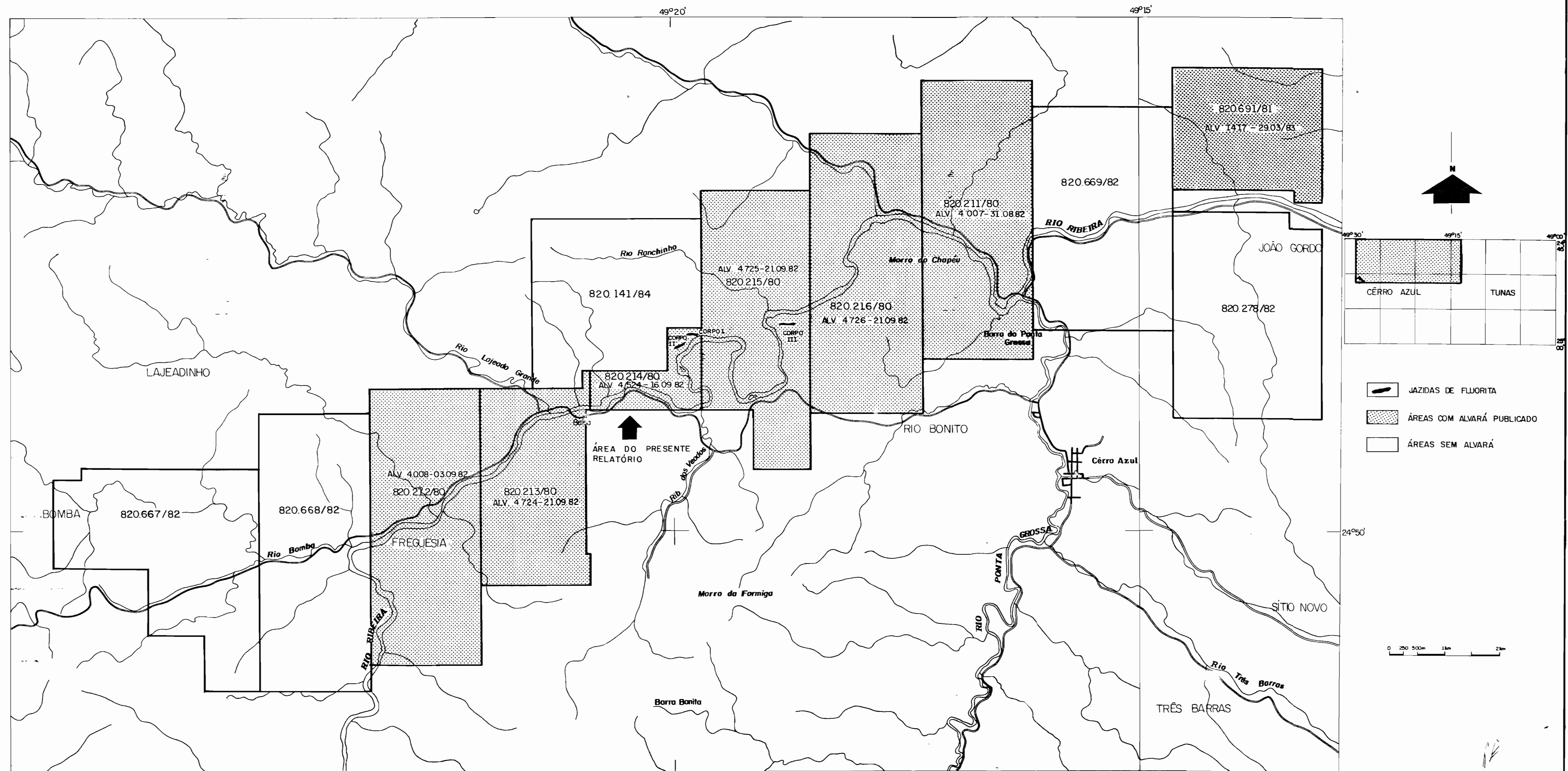
- ESTRADA PAVIMENTADA
- ESTRADA PERMANENTE
- ESTRADA TEMPORÁRIA
- CURSO D'ÁGUA
- ÁREA PESQUISADA



ESCALA 1.500.000

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Handwritten signature or initials



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.

III - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O relevo da região é tipicamente montanhoso, com cursos d'água rápidos e encaixados, pouco propícios ao desenvolvimento de depósitos aluvionares extensos.

Dentre os tributários do Rio Ribeira, destacam-se os rios Turvo, Ponta Grossa e Lageado Grande. A feição de relevo mais notável é o Morro do Chapéu, situado a leste da área em questão.

O clima, temperado úmido, determina severas condições de intemperismo químico sobre as rochas. No entanto, o desenvolvimento de solos férteis é prejudicado pela declividade das encostas e sua remoção é facilitada pelo intenso desmatamento verificado na região nos últimos anos.

IV - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A sede do município dispõe de infra-estrutura ainda precária, se considerarmos sua relativa proximidade em relação aos grandes centros urbanos do sul do país. A cidade de Cerro Azul dispõe de agências bancárias, escola secundária, energia elétrica, correio e telefone.

Dentre as atividades econômicas, predomina a citricultura de pequena escala, seguida pela agricultura, com produção de feijão e milho, além da pecuária leiteira.

O setor de mineração tem pequeno peso no município



pio, destacando-se o Rocha Mineração na extração de chumbo, além da Mina de Fluorita do Mato Preto inoperante até o momento.

o

V - METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa constou de três 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 das mineralizações detectadas previamente.

De acordo com esses dados, foram abertos 19.460 m de picadas, piqueteadas em intervalos de 50 m, assim distribuídos:

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 N78°48'E, e 15 transversais (N11°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 três zonas de mineralização superficial (duas na margem esquerda do Rio Ribeira e uma na margem direita).

Após essa fase, iniciou-se um programa de escavações cujo objetivo foi a definição dos indícios já conhecidos nas três zonas de mineralizações superficiais. Foram abertas então cinco trincheiras na margem esquerda (corpos I e II - área DNPM 820.214/80) e três trincheiras na margem direita (corpo III - área DNPM 820.215/80), perfazendo um total de 376,5 m³ de desmonte. Estas trincheiras foram abertas perpendiculares às direções dos corpos observados 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: CaF_2 , SiO_2 , BaSO_4 , Fe_2O_3 , 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 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 nove trincheiras perpendiculares e duas longitudinais ao corpo I e três trincheiras perpendiculares e uma longitudinal ao corpo II, totalizando 392 m³ de desmonte. Essas trincheiras foram mapeadas na escala 1:50, e amostradas de metro 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 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 100 m x 50 m e de 200 m x 50 m. As amostras foram coletadas a uma profundidade de 50 a 75 cm. Coletou-se nesta fase 676 amostras (91 na área DNPM 820.214/80, 585 nas áreas DNPM 820.215/80 e 820.216/80) que foram analisadas pela GEOSOL para os seguintes elementos:

F - Técnica de íon específico

Ba - Espectrografia ótica

Pb - Absorção atômica

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

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

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

De posse dos resultados acima, obteve-se quatorze anomalias de 1.^a ordem as quais foram checadas através de escavações. Foram então abertas trinta e cinco trincheiras, totalizando 700 m³ de desmonte. A sistemática do mapeamento e da amostragem dessa trincheira obedeceu o mesmo critério empregado nas trincheiras abertas no início 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 - área DNPM 820.214/80). O espaçamento entre cada sondagem foi de $\pm 45,0$ m, com furos locados sempre sob trincheiras. O primeiro furo é inclinado, visando interceptar o minério a 40,0 m da superfície. Quando essa sondagem resultou mineralizada, fez-se uma nova sondagem, na mesma base da primeira, inclinada, visando interceptar o minério 40,0 m abaixo da primeira sondagem. Foram executados 10 furos no corpo I, 6 furos no corpo II e 01 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 à CPRM a execução de 1.238 m de sondagem e posteriormente à GEOSOL os outros 424,80 m.

Os testemunhos de sondagem foram descritos na escala 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 analisadas 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

CaCO_3 - Fluorescência de raio x e via úmida
S - Fluorescência de raio x
 BaSO_4 - Fluorescência de raio x e via úmida
Pb e Zn - Absorção atômica após dissolução total.

Em maio de 1982 concluíram-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 ENGEFOTO - Fotogrametria e Levantamentos Topográficos Ltda.

Em maio de 1983, foi executado um teste de beneficiamento nas instalações da Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda, em Criciúma - SC. Foram utilizadas 93,69 ton de minério retirado da superfície do corpo I.

A terceira etapa, teve início em novembro de 1983, com término em dezembro de 1984. Os trabalhos constaram de abertura de 01 poço/trincheira medindo 6 m comp. x 1 m larg. x 10 m prof. no corpo II, 1 poço/trincheira medindo 4 m comp. x 1 m larg. x 10 m prof. e 218 m de galeria no corpo I. A galeria apresenta forma trapezoidal, medindo 1,20 m no teto, 1,40 m no piso e 1,80 m de altura. Todo o minério retirado da galeria foi estocado em pilhas, sendo que cada pilha corresponde a 1 m de avanço e está perfeitamente identificada no pátio de estocagem.

Essa galeria e poços/trincheiras foram mapeados na escala 1:50 e amostrados de metro em metro através de canal e/ou "chip sample" totalizando 183 amostras. As amostras foram analisadas pela GEOSOL para os seguintes elementos: CaF_2 , BaSO_4 , SiO_2 utilizando os mesmos métodos da 2.^a fase.



Quadro 1

ATIVIDADES	UNIDADES
Fotointerpretação ✓	22,2 km ²
Abertura de picadas	19.460 m
Mapeamento geológico	5,8 km ²
Abertura de trincheiras ✓	1.468,5 m ³
Amostragem geoquímica de solo ✓	676 un
Topografia ✓	26,25 ha
Sondagem ✓	1.163,35 m
Amostragem testemunho de sondagem ✓	1.395 un
Amostragem canal (trincheiras) ✓	1.455 un
Poços	100 m ³
Galerias ✓	218 m
Amostragem de poços e galerias	183 un
Análises petrográficas	115 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 Mesozóico 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 mega-anticlinó-

rios 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.

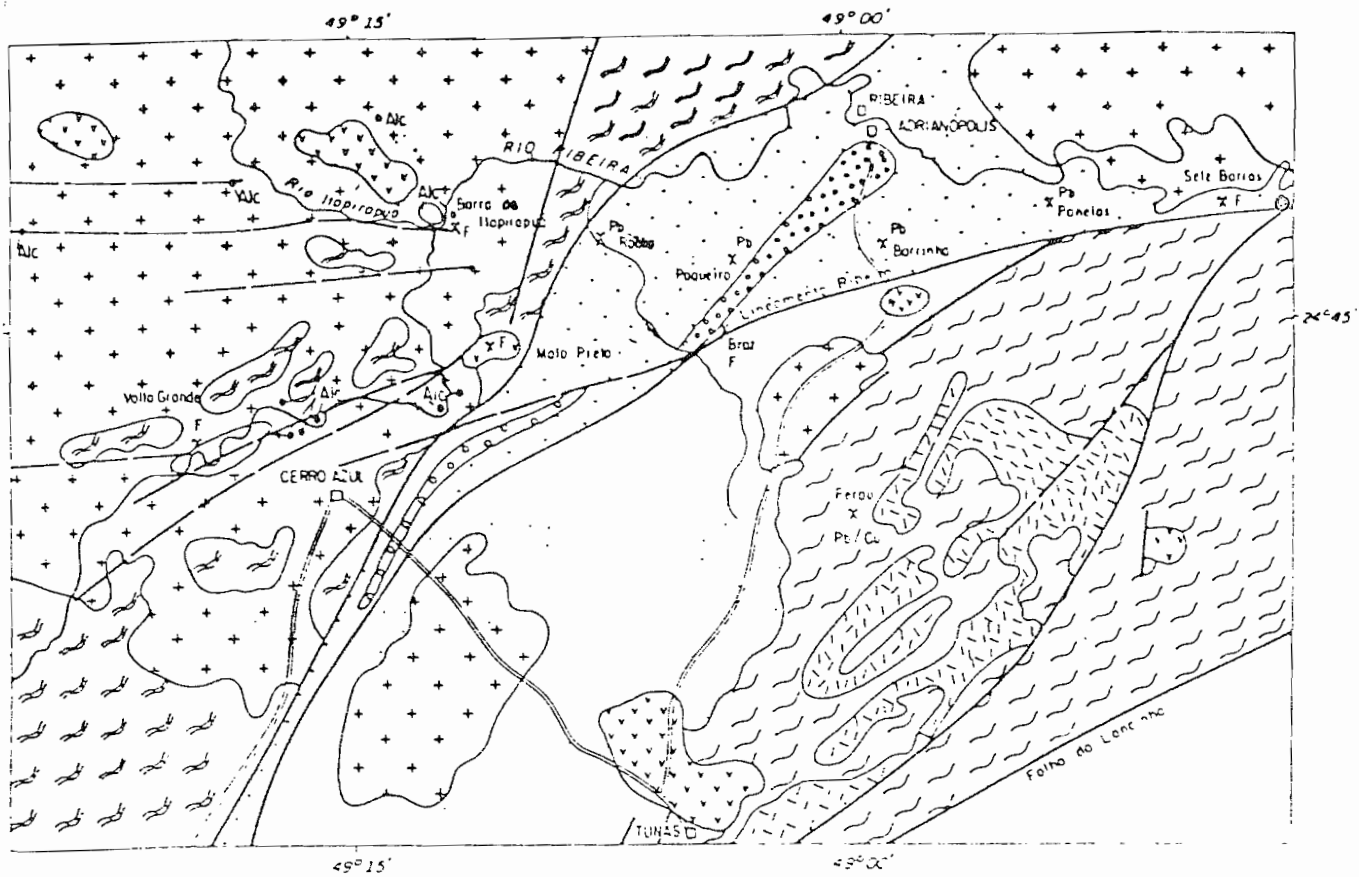
É também notável o sistema de falhas de direção NE, paralelas à estruturação regional e o sistema de falhas e fraturamentos NW, com o qual associam-se os inúmeros diques de diabásio/diorito de idade Juro-Cretácica presentes na área. Observa-se ainda um sistema de falhas ENE/EW, cujo representante mais característico é o denominado Lineamento Ribeira. As mineralizações de fluorita das jazidas de Sete Barras, do Brás 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. 3).

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, calcários, metaconglomerados e metabasitos) e da Formação Água Clara (filitos, calcários e metabasitos).

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 microclínio, inseridos em uma matriz de granulação fina a grossa, de composição monzogranítica, granítica, granodiorítica, quartzo-monzonítica ou quartzo-monzodiorítica. Observam-se localmente núcleos gnáissicos 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 re-



CONVENÇÕES

- | | | |
|--------------|--|--|
| | INTRUSIVAS ALCALINAS | |
| | GRANITOS INTRUSIVOS | |
| FM VOLUVIANA | | FÁCIES CLÁSTICO SUPERIOR METASSEDIMENTOS CLÁSTICOS MATURES |
| | | FÁCIES CARBONÁTICO METASSEDIMENTOS CARBONÁTICOS E PELÍTICOS |
| | | FÁCIES PELITO-CLÁSTICO METASSEDIMENTOS PELÍTICOS COM ANFIBOLITOS |
| | | FORMAÇÃO ÁGUA CLARA METASSEDIMENTOS CARBONÁTICOS IMPUROS |
| | SEQUÊNCIA PERAU METASSEDIMENTOS CARBONÁTICOS E CLÁSTICOS COM ANFIBOLITOS | |
| | FORMAÇÃO SETUVA QUARTZO - MICA - XISTOS E GRANITO - GNAISSES | |

- | | |
|--|--------------------------|
| | ESTRADAS |
| | DRENAGENS |
| | CONTATO GEOLOGICO |
| | FALHAS FOTOINTERPRETADAS |
| | FALHAS COMPROVADAS |
| | CIDADE |



FIG. 03

ESCALA GRÁFICA
0 5 10 20 km

Modificado de Algorite et al, 1972

MINEROPAR		
Minerais de Parana S.A.		
ESBOÇO GEOLOGICO		
FECHA	FEITURA	DESENO

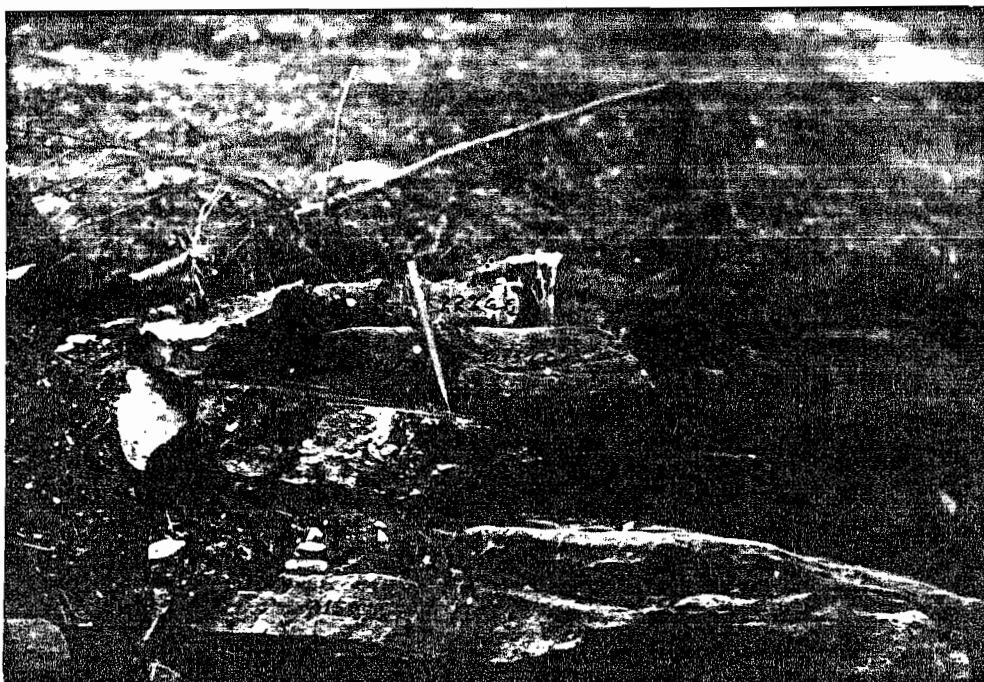


Foto 01 - Calco-dolomito impuro com níveis mineralizados à fluorita
ocorrência a 800 m oeste do Corpo I.



Foto 02 - Calco-dolomito impu-
ro parcialmente milo
nitizado e intemper
izado.
Corpo III.

OK

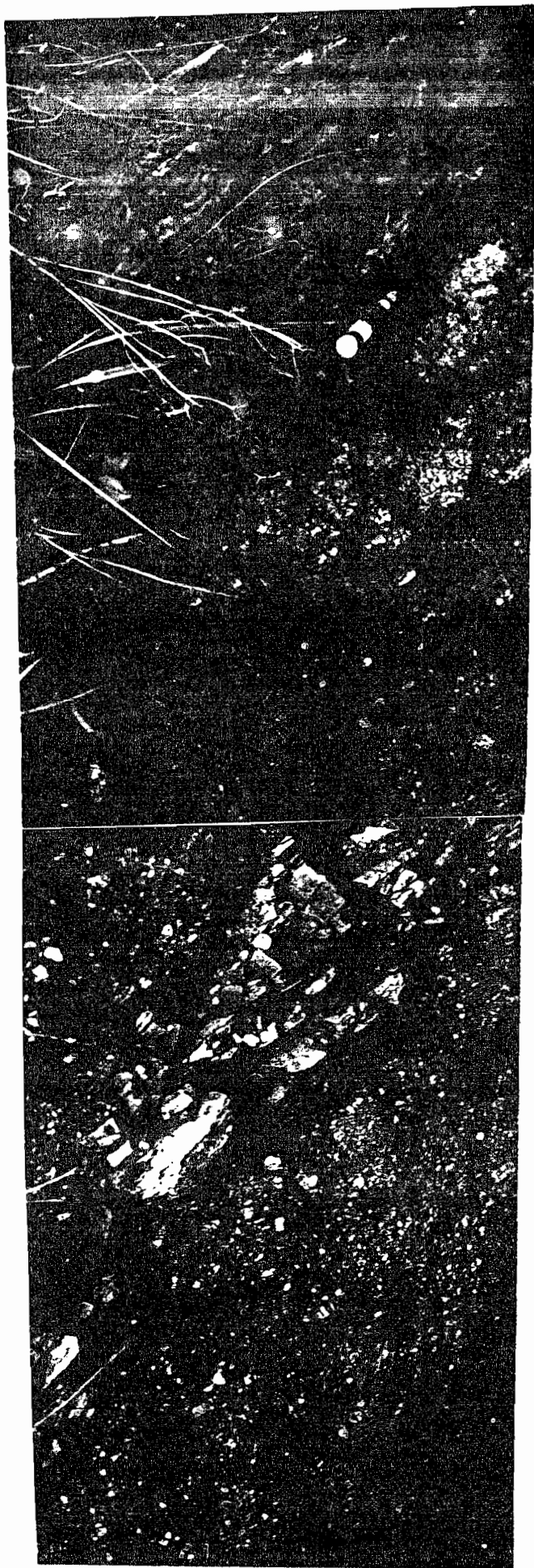


Foto 03 - Granito Três Córregos (esquerda) cortado por dique de granito
alásquítico (centro). Observar que o Granito Três Córregos
(à direita) no contato, com o enclave de calco-dolomito impu-
ro, torna-se granular. Trincheira T-14.

DE

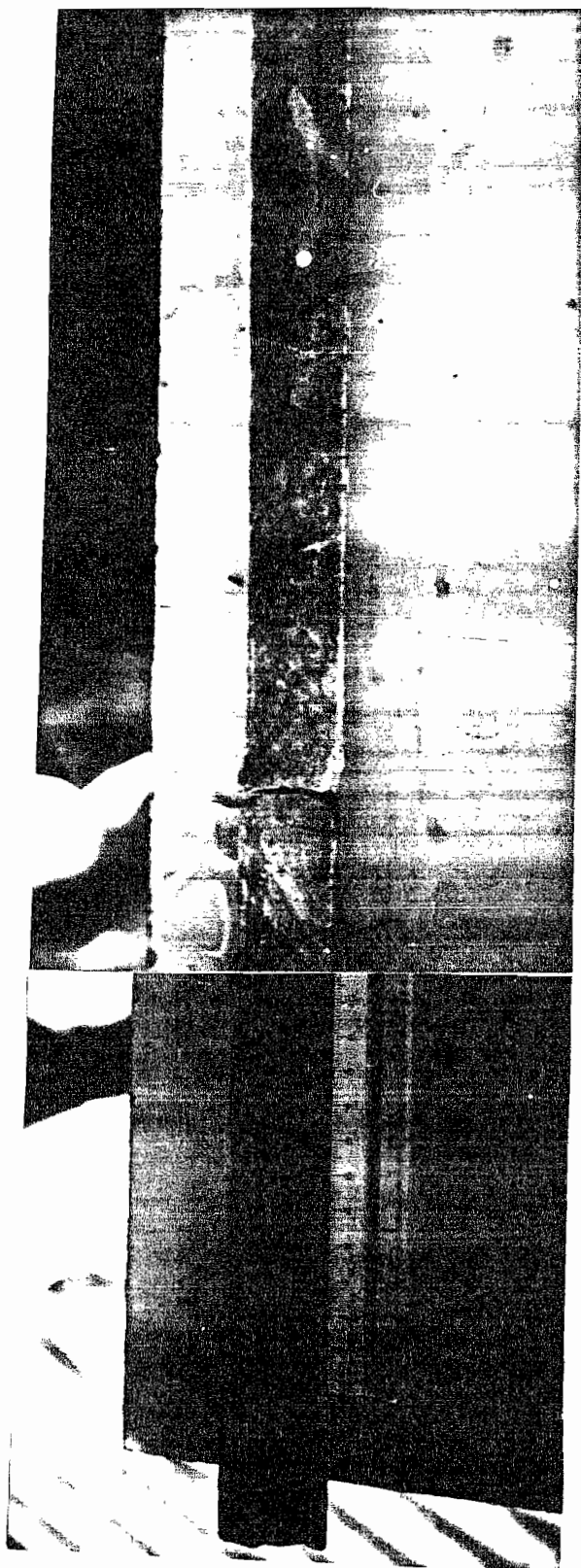


Foto 04 - Contato do Granito Três Córregos (canto direito da foto) com o calco-dolomito impuro (ã esquerda). Observar que o Granito Três Córregos é granular no contato, e ã medida que se afasta torna-se porfiróide e cloritizado. Furo VG.F. 11.

DE



Foto 05 - Dique de granito alasquítico cortando o minério de fluorita.
Afloramento área Gaidzinski vizinha a jazida.

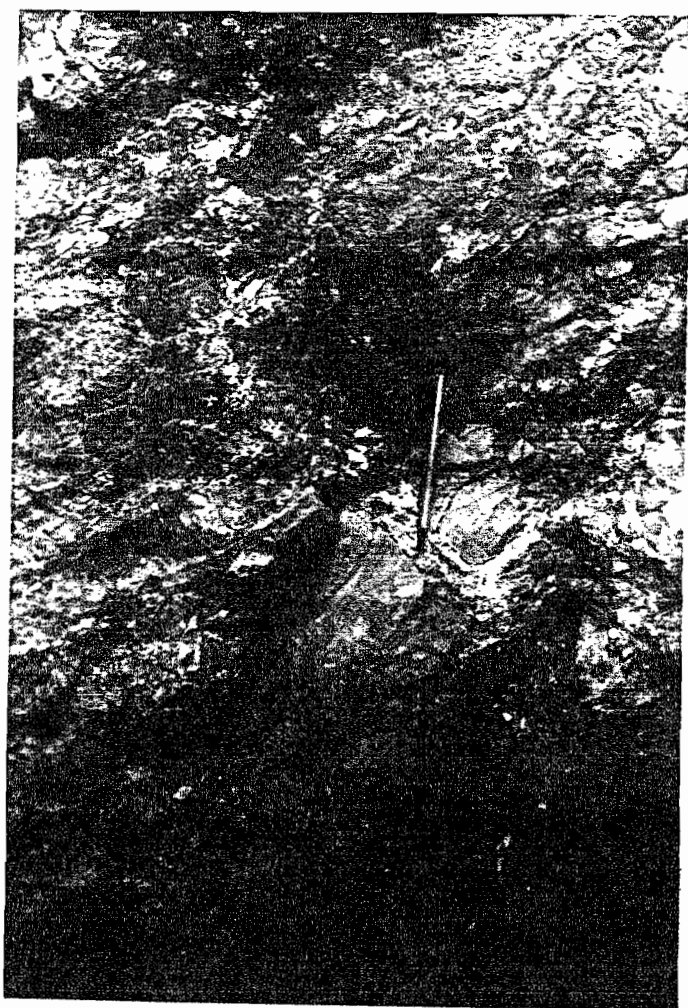


Foto 06 - Minério de fluorita venulado pelo granito alasquítico. Observe que as vezes o minério é englobado pelo granito.

OK



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

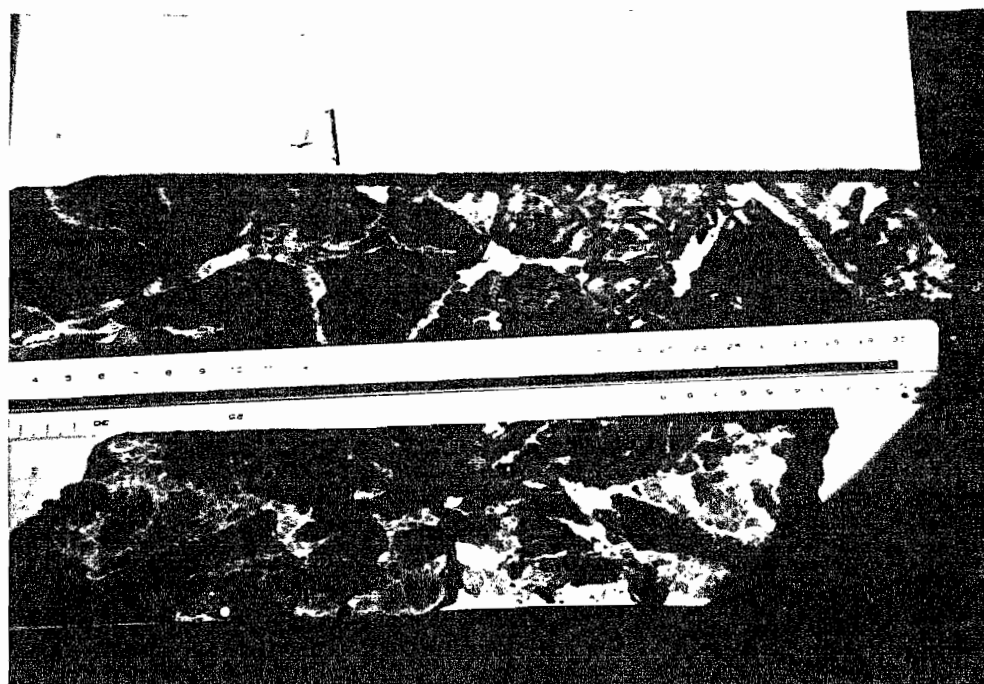


Foto 08 - Brecha constituída por fragmentos de minério de fluorita, cimentados por calcita e fluorita. Furo VG.F.13.

DE

presentados por diques pouco espessos (até 10 m) de microgranito de composição monzogranítica e localmente quartzo-sienítica.

Restos de teto são freqüentemente 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. al., 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 macrocristais de feldspato potássico ainda preservados.

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 de

formação pertence, uma vez que a Formação Água Clara apresenta no mínimo três fases (Pontes, 1982). Mineralogicamente são compostos por calcita, dolomita, ortoclásio, quartzo e opacos (foto 01). A assembléia é típica do fácies xistos verdes do metamorfismo regional. Localmente, devido à superimposição 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 02).

Esporadicamente observam-se junto ao calco-dolomito impuro, alguns blocos pequenos de calcoxisto e de um metarenito 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, pitantalgada de branco, textura blastofítica, granulação média, e é composto por hornblenda, andesina, quartzo e opacos. Os minerais de alteração são representados por epidoto, zoisita 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 03 e 04).

Os macrocristais são de microclínio ou ortoclá-

sio, têm em média 1,5 cm de comprimento, cor rósea e forma re tangular ou ovalada. Estão inseridos em uma matriz granular hipidiomórfica média a grosseira, de cor cinza-escura, compos ta por oligoclásio-andesina, quartzo, microclínio, 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 r^ósea, textura granular fina, hipidiomórfica a xenomórfica, que ocorre em forma de diques com direção N30^o-75^oE. 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

Microscopicamente é composto por microclínio, 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^o-50^oE 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 carbonáticas. As falhas de direção NE apresentam uma distribuição mais ou menos regular, aparentemente interceptadas 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 na área mapeada, devido à presença de urânio e tório (NUCLEBRÁS, 1978).

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.

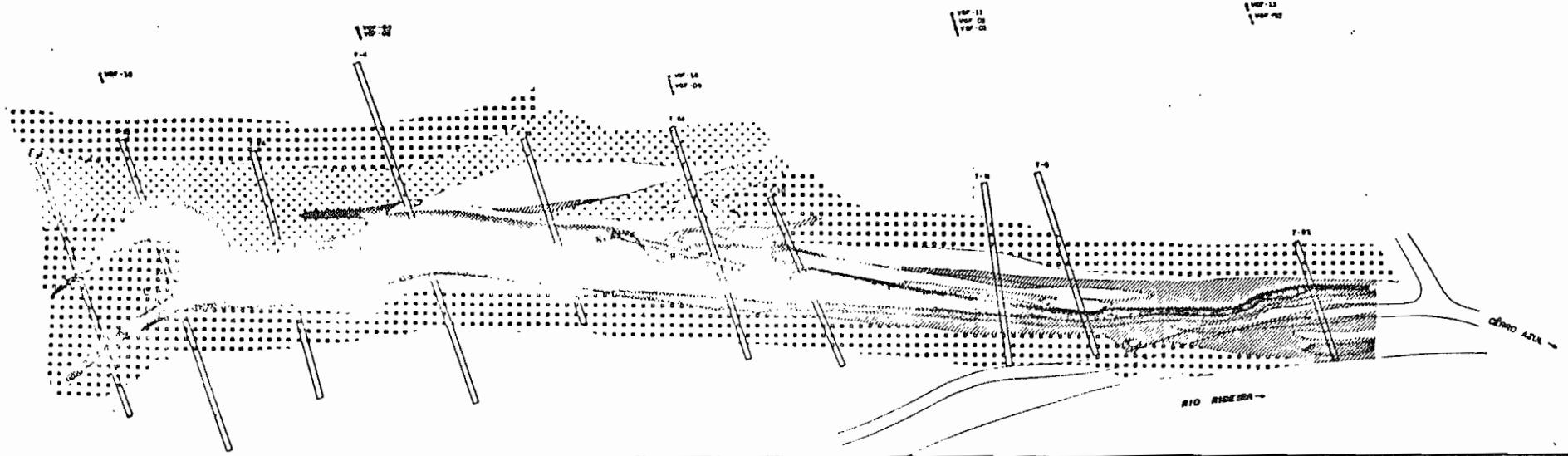
Fora das intersecções das falhas, as rochas são representadas por granito porfiróide cataclasado, marcado por um fraturamento generalizado dos grãos minerais, de uma maneira geral intemperizados, raramente apresentando alternância com macrobrechas. As rochas carbonáticas apresentam-se bastante recristalizadas. No corpo III observa-se brechas com fragmentos de rochas carbonáticas de cor amarela, cimentadas por sílica e fluorita (foto 07). 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 máficos, (estes normalmente esverdeados) bem como fraturas preenchidas por epidoto (foto 12). A microbrecha possui cor rósea e é constituída por fragmentos de quartzo e microclínio, cimentados por uma massa afanítica quartzo-feldspática. Manchas escuras formadas por epidoto e opacos são normais nestas microbrechas, bem como fraturas preenchidas por quartzo enfumaçado.

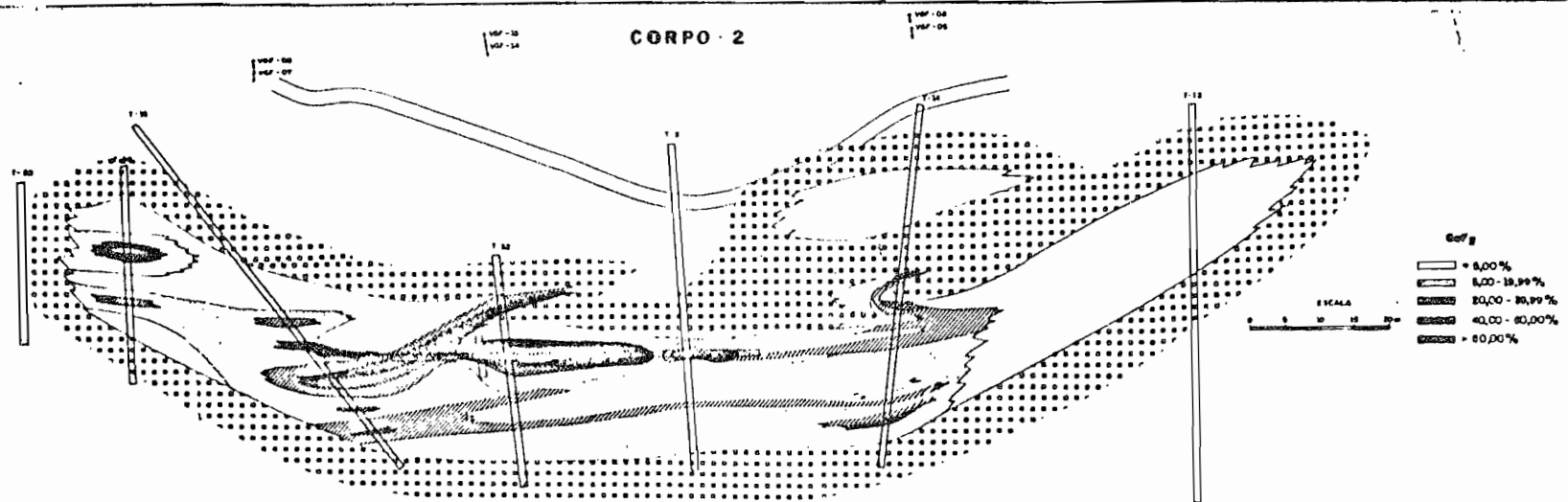
As rochas carbonáticas apresentam-se normalmente milonitizadas, de cor amarela e muito silicificadas (foto 02). Mineralizações e/ou pontuações de fluorita, barita e galena ocorrem com frequência nestas rochas. Fraturas preenchidas por quartzo enfumaçado, bem como drusas de quartzo piramidal vítreo são normais. No corpo I, observa-se brechas cons-

PK

CORPO 1



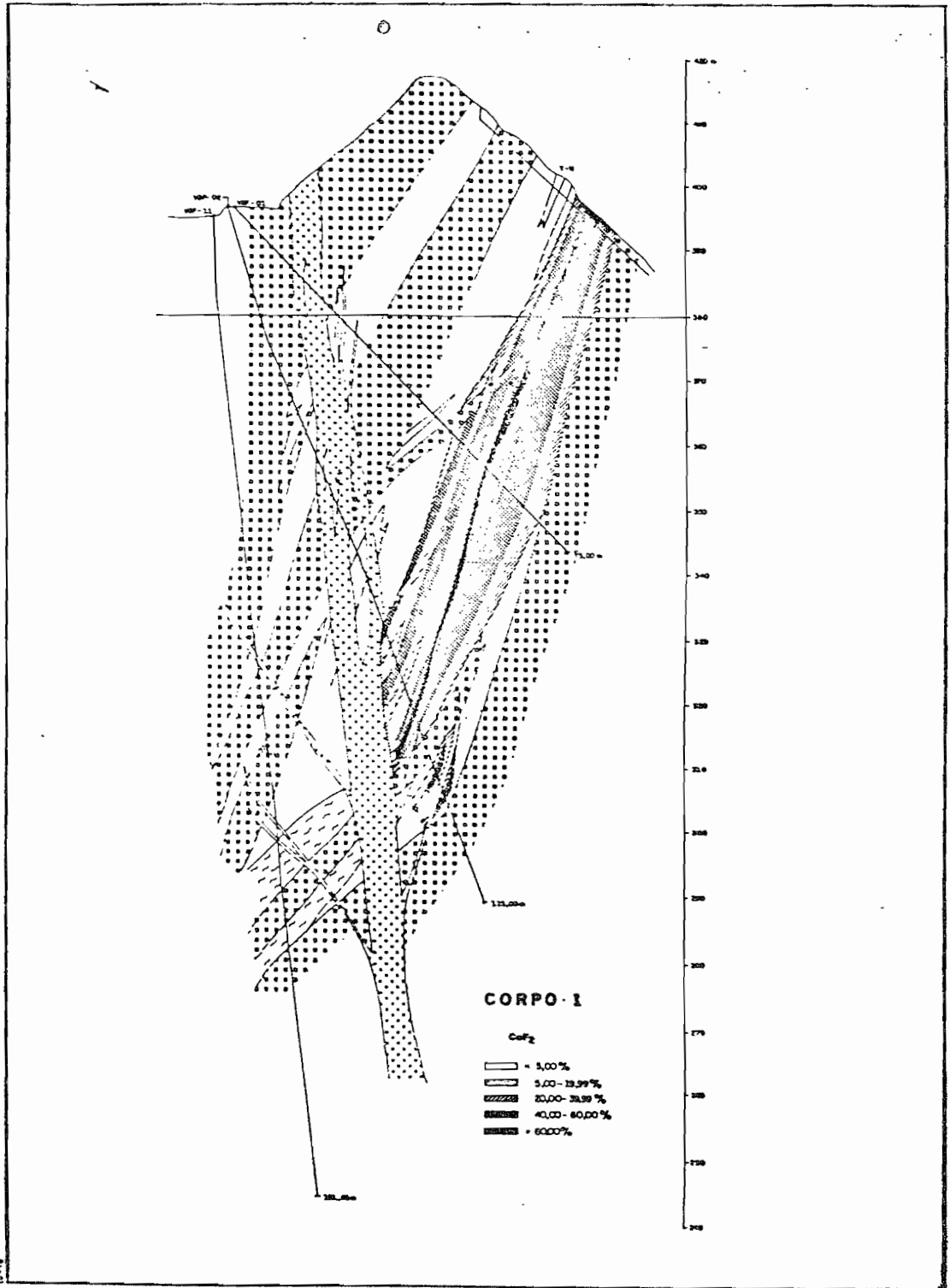
CORPO 2



Handwritten signature or mark.

Fig. 05 - 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 quadradinhos representam o Granito 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 compará-la com o corpo 2.

OK



OK

Fig. 06 - 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 mármore.

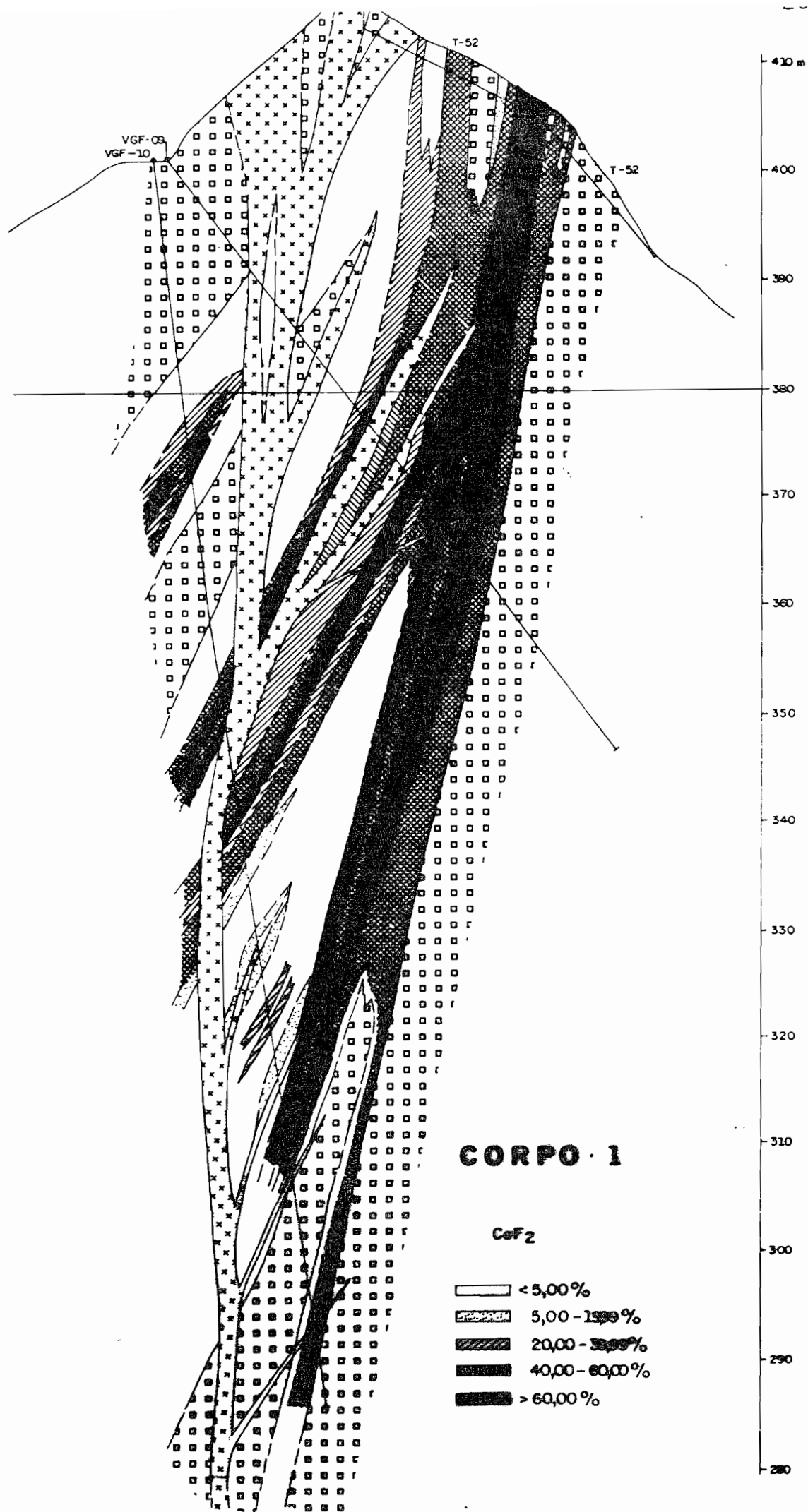


Fig. 07 - Secção no corpo 1 mostrando a distribuição da CaF_2 em diferentes teores. As simbologias têm o mesmo significado daquela das figs. 06 e 05.

24

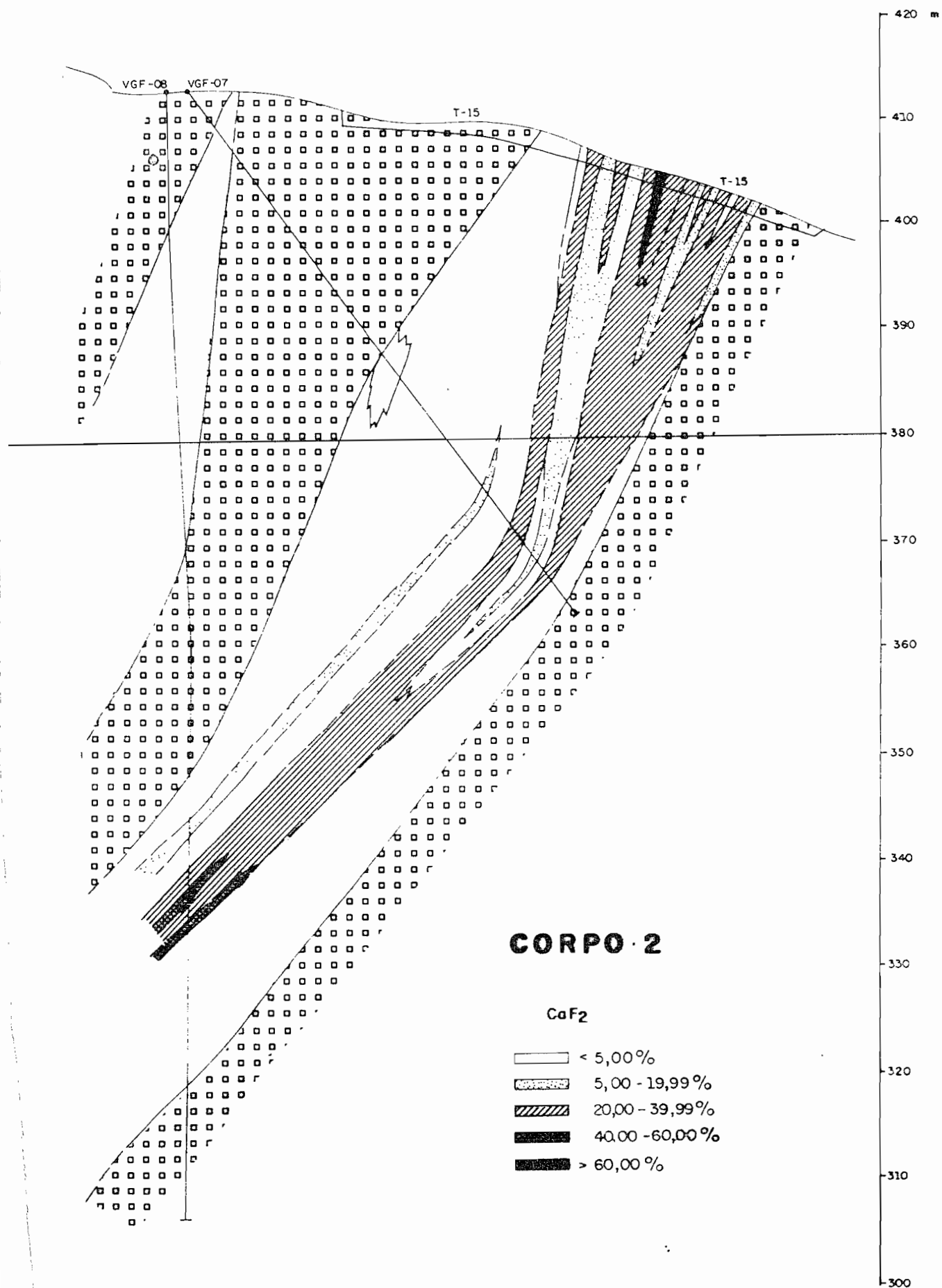
*FL*

Fig. 08 - Secção típica do corpo 2 mostrando a distribuição do CaF_2 em diferentes teores. Mesma simbologia das figs. 06 e 05. Notar que no corpo 2 a distribuição dos minérios com diferentes teores não obedece uma zonalidade regular como aquela do corpo 1.

tituídas 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 geral ENE. Isto permite inferir que a falha ENE seja posterior às demais.

IX - GEOLOGIA DA JAZIDA

1 - Trabalhos Realizados

Na área mineralizada foram feitos dezesseis furos de sonda, vinte trincheiras e dois poços profundos (fig. 05). Os testemunhos de sondagem e as trincheiras foram descritos e amostrados metro a metro, obedecendo 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 avaliadas, 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 m de comprimento e espessura média em superfície de cerca de 10,0 m (fig. 5). Em profundidade geralmente o corpo 1 se alarga alcançando até 19,0 m (fig. 6). Localmente pode bifurcar-se tomando a forma de um Y invertido (fig. 7), cada parte mantendo espessuras variáveis entre 5 e 10 m. 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 m de extensão (fig. 7) a partir da superfície.

O corpo 2 tem cerca de 120 m de comprimento e espessura média de cerca de 16,0 m, 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 afilase rapidamente atingindo espessuras entre 1,0 e 5,0 m, tendo sido reconhecido até um máximo de 80,0 m 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 esvae-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 m onde o Granito Três Córregos ocorre sem qualquer indício de mineralização. Sobretudo o corpo 1, mas também o corpo 2, é mais resistente a erosão que as encaixantes, formando cristas relativamente proeminentes (foto 22 e mapa geológico 1:5.000).

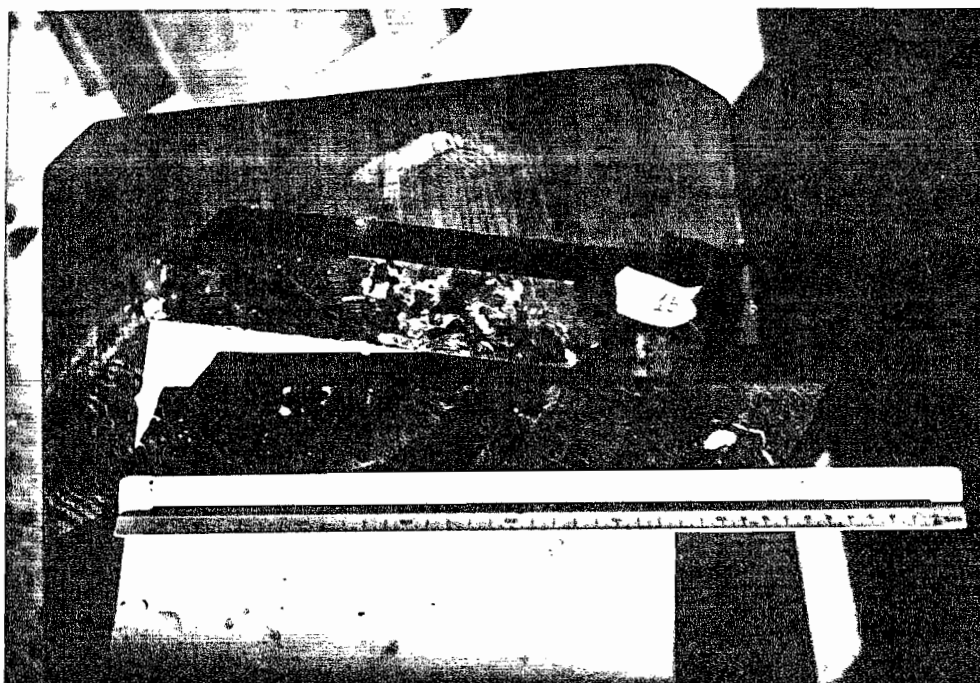


Foto 09 - Brecha cârstica. Observar no testemunho inferior o contato com a parede (calco-dolomito impuro).
Furo VG.F.11.

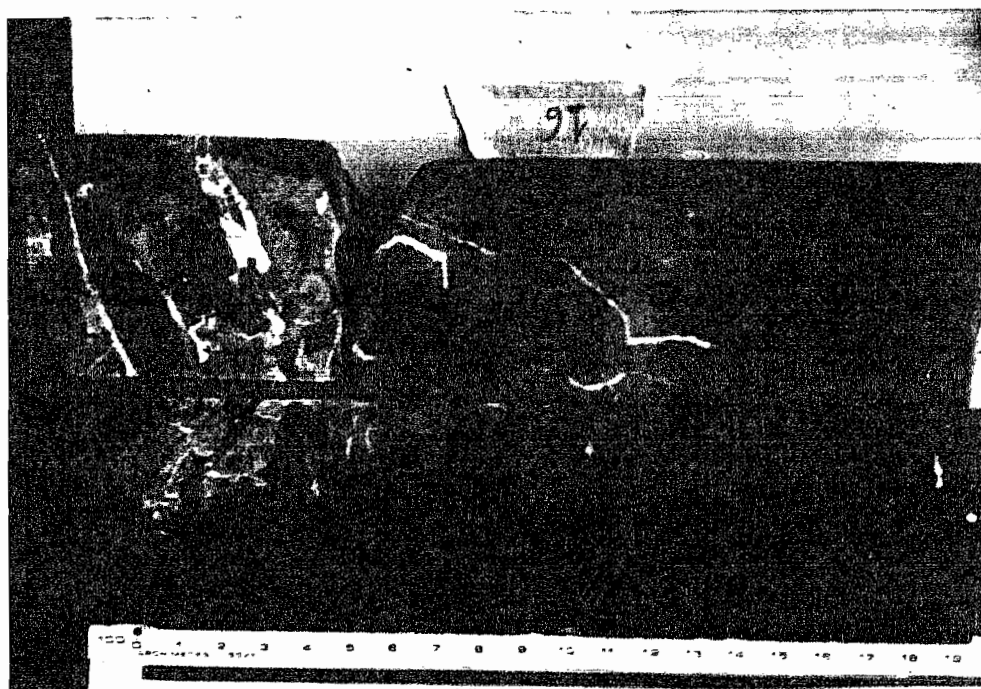


Foto 10 - Testemunho superior - brecha de colapso. Os fragmentos estão mineralizados a fluorita.
Testemunho inferior - brecha cârstica - Furo VG.F.
7 - 46,30 m.

OK

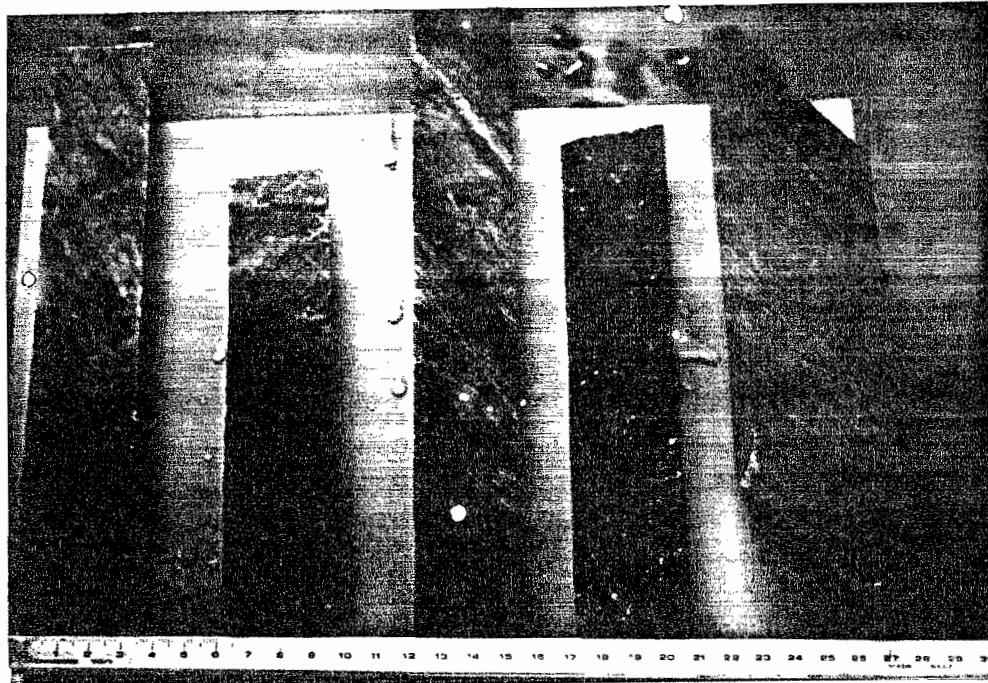


Foto 11 - Grau de intemperismo do calco-dolomito impuro.

Da esquerda para direita.

- calco-dolomito impuro inalterado
- passagem de intemperismo
- calco-dolomito pouco alterado
- minério de fluorita
- calco-dolomito bem alterado

Furo VG.F.12

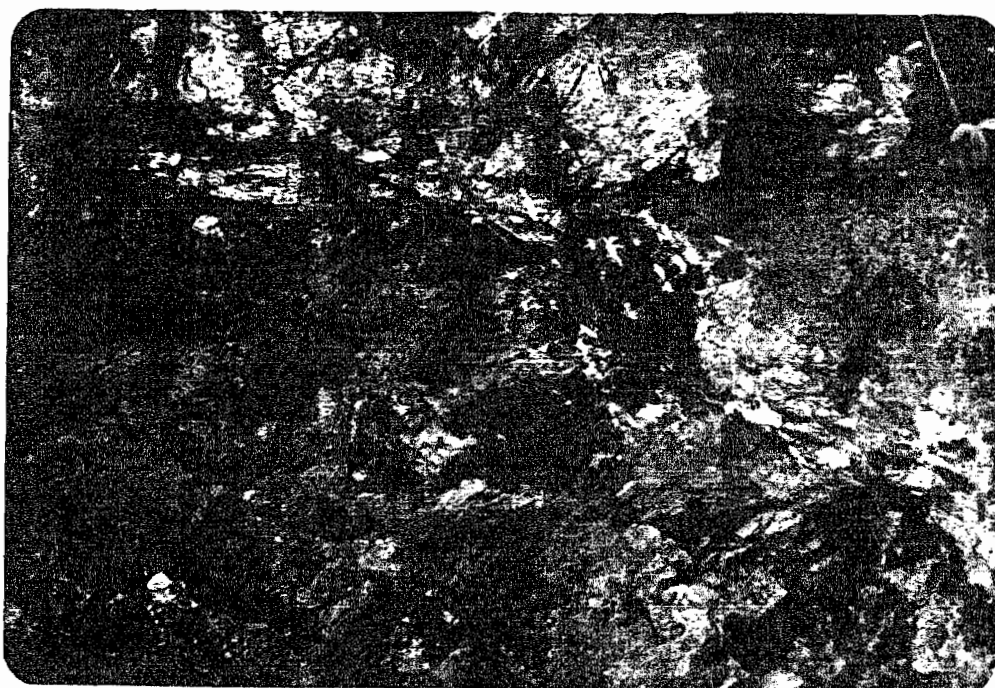


Foto 12 - Contato do Granito Três Córregos (parte superior da foto) com o minério de fluorita (parte inferior da foto). Observar que o granito apresenta-se cataclasado, e o minério apresenta um sistema de fraturas paralelas ao contato. Afloramento no corte de estrada-corpo I.

OK

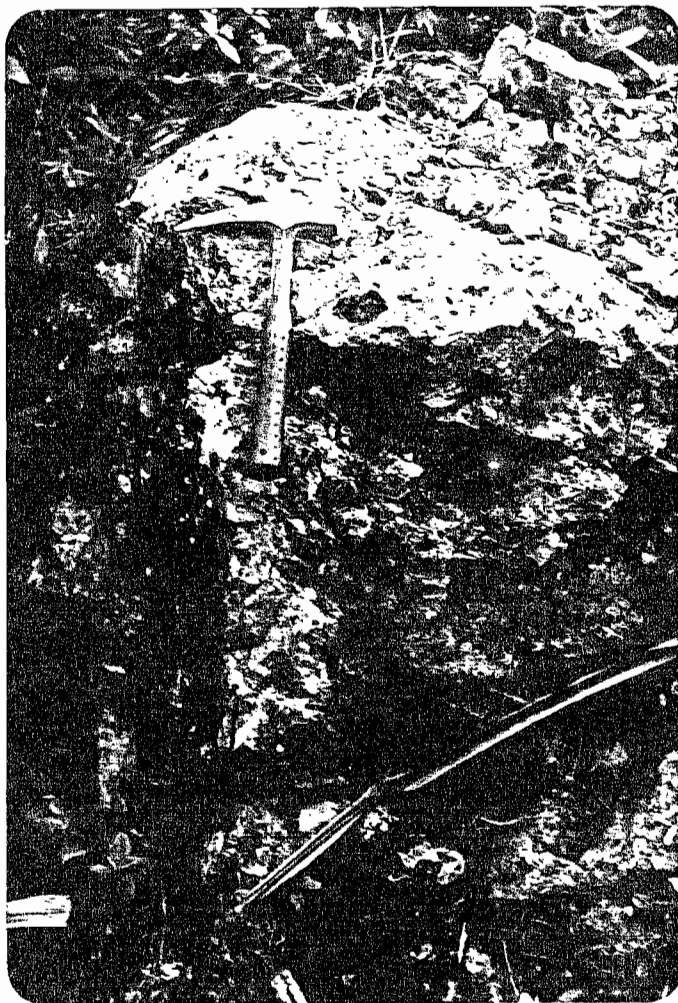


Foto 13 - Minério maciço. Trincheira T-5.

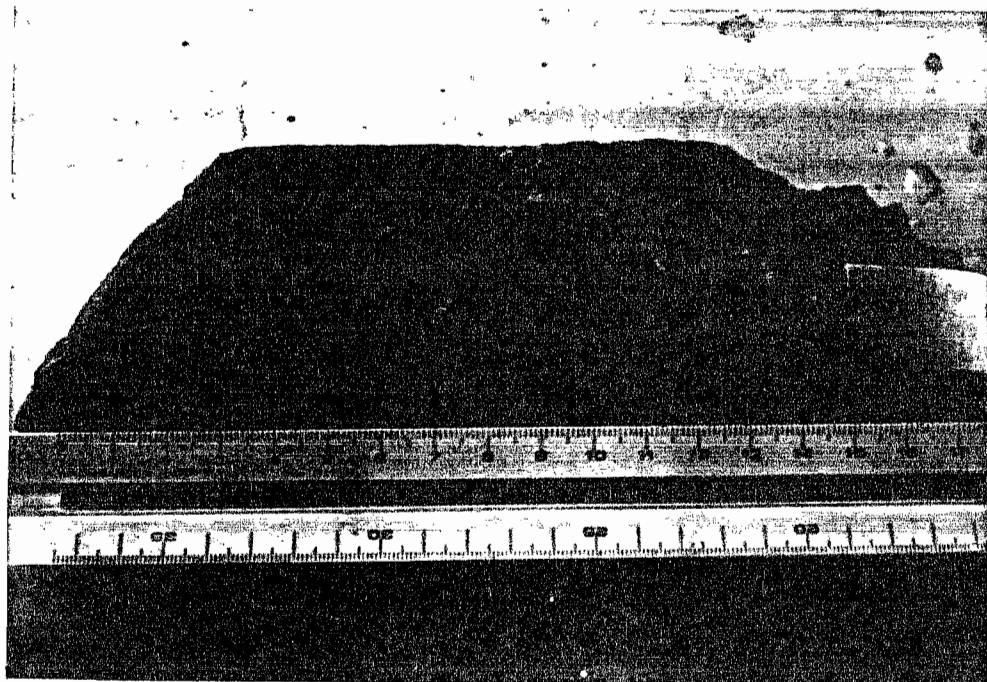


Foto 14 - Minério maciço - Furo VG.F. 13

PK



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

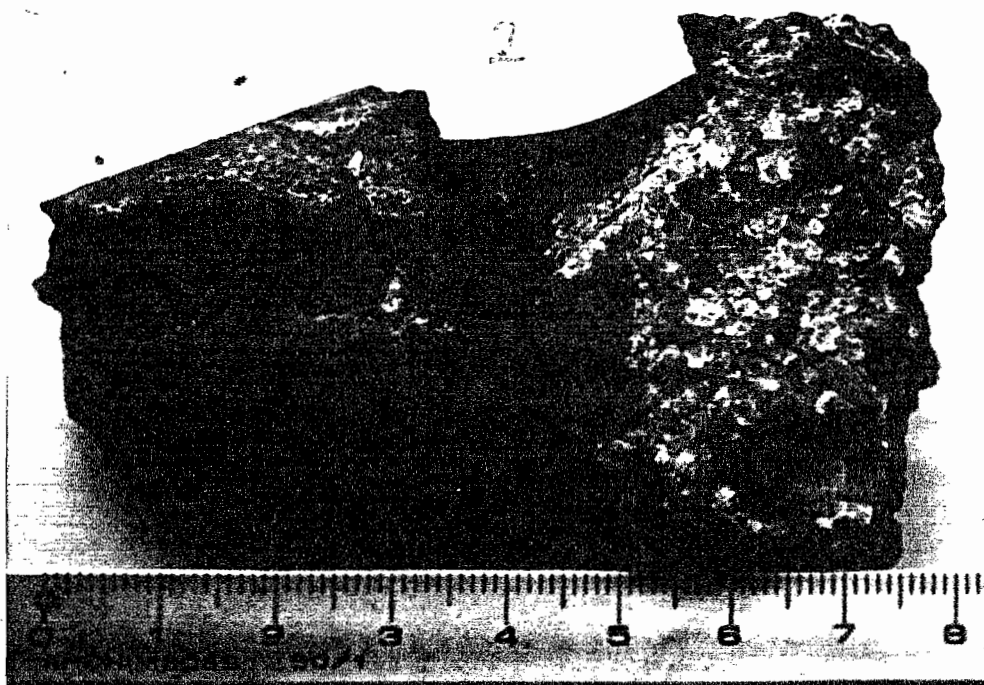


Foto 16 - Minério recristalizado - Furo VG.F.12.

OK

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 BaSO_4 (em amostras de canal com 1,0 m de comprimento). Somente na trincheira T-55 (fig. 9) uma amostra analisou cerca de 16,0% de BaSO_4 . 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 interceptaram o que parece ser uma faixa mineralizada a



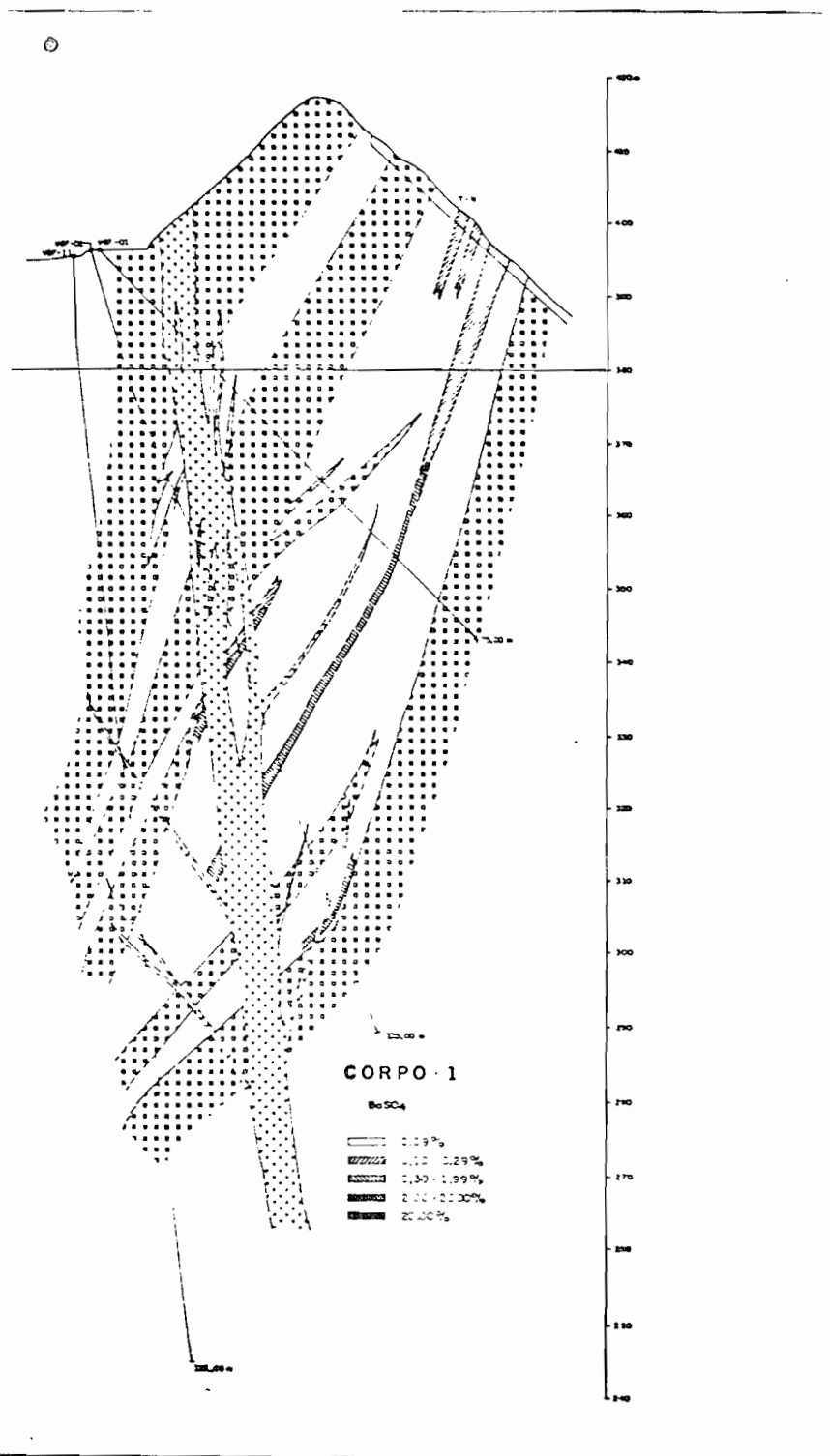
Foto 22 - Vista parcial dos corpos I e II. Observa-se os sulcos das trincheiras T-15 e T-2, bem como a plataforma dos furos de sondagem VG.F.07 e VG.F.08.

barita, com concentrações desde 2,0% de BaSO_4 até a barita pura (fig. 9). O bolsão mais rico tem dimensão métrica. A faixa mineralizada a mais de 2,0% de BaSO_4 tem cerca de 30 m de comprimento e espessura média de cerca de 1,5 m. 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.

OK

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

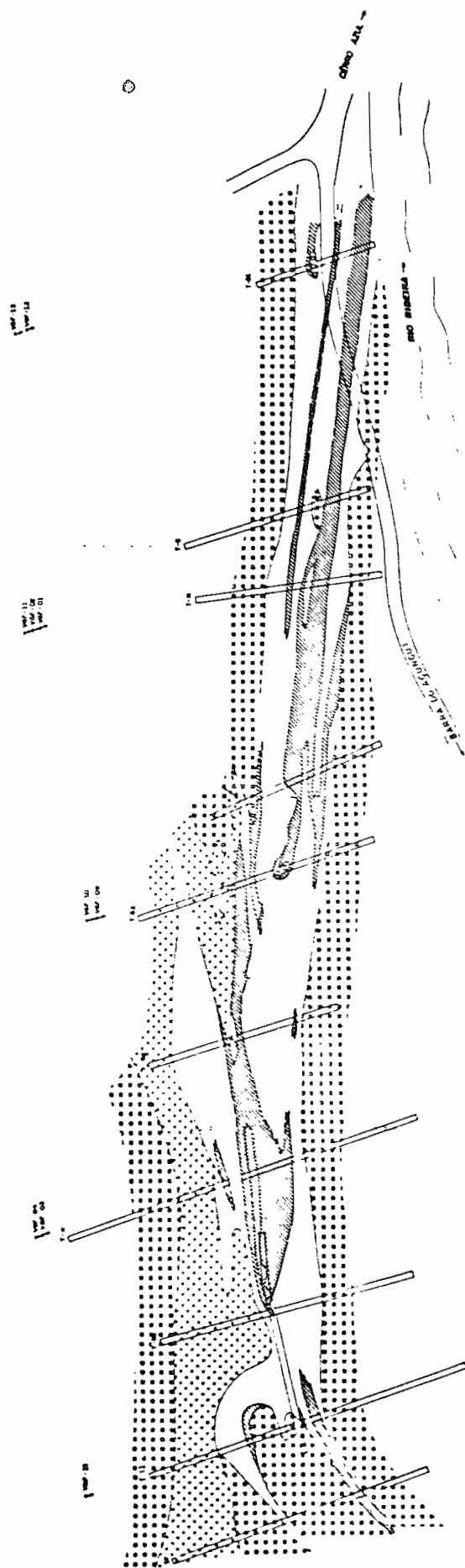
OK



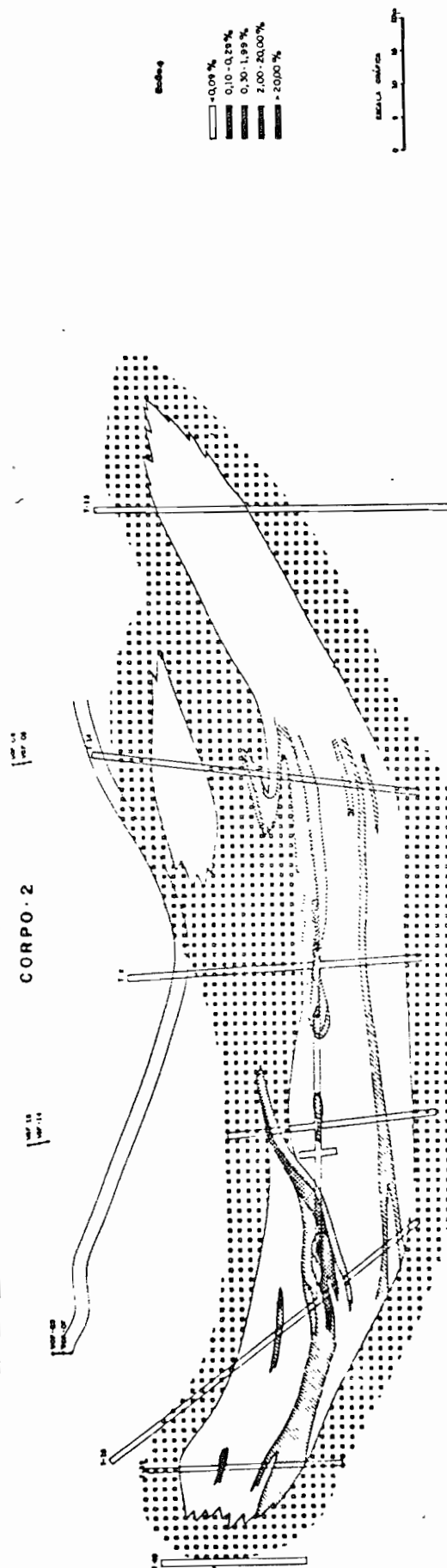
OK

Fig. 09 - Planta dos corpo 1 e 2 mostrando a distribuição de barita com diferentes teores. Notar que no corpo 2 tem-se uma concentração significativa de barita nas trincheiras T-15 e longitudinal.

CORPO-1



CORPO. 2



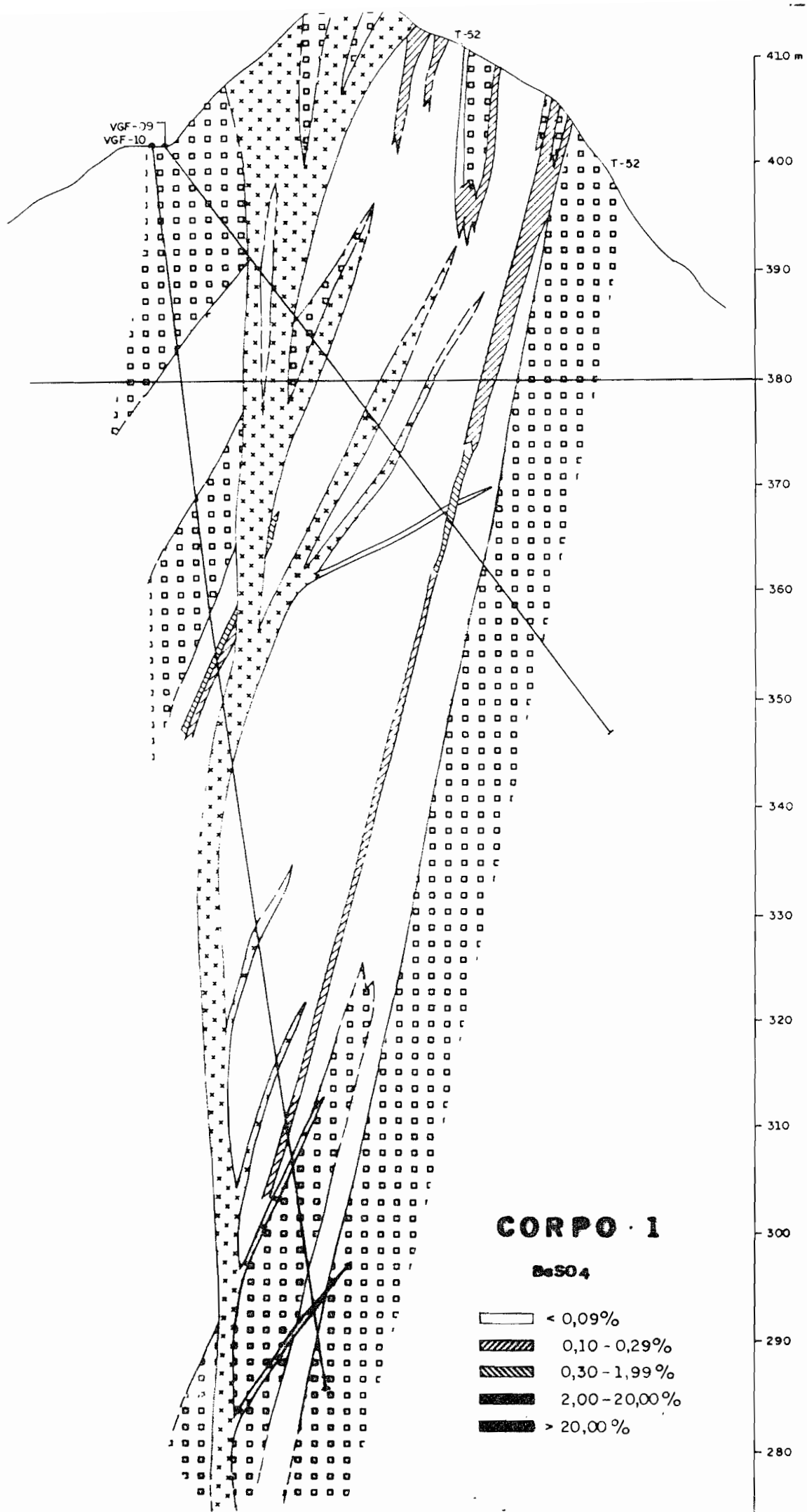
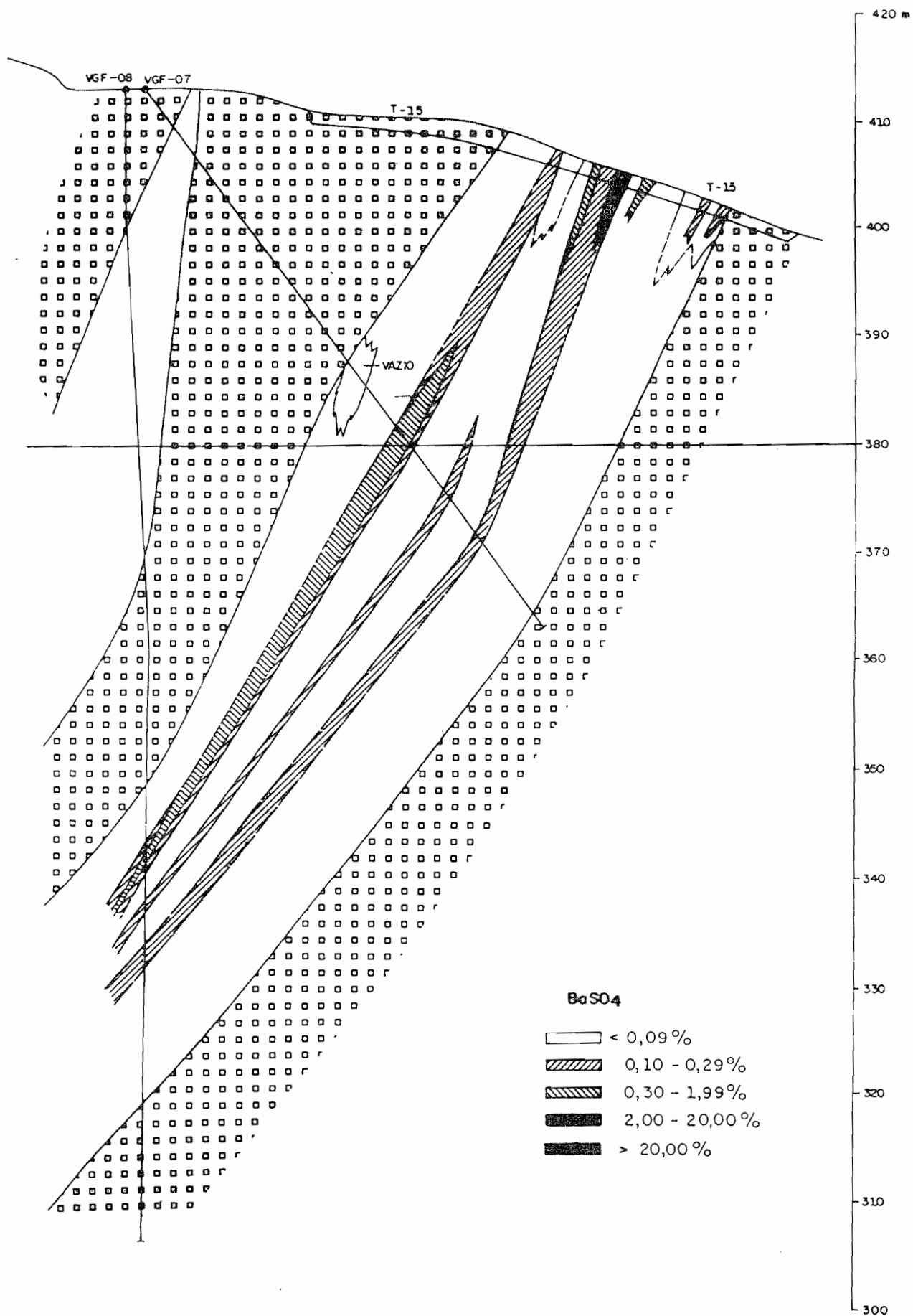


Fig. 11 - Secção do corpo 1 mostrando a distribuição da bari-
ta em profundidade.

CORPO · 2



Handwritten signature

0

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 BaSO_4 , sejam inexpressivas e parecem ocorrer somente em superfície.

OK

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 máficos 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 saussuritização e são de composição albita-oligoclásio. Perfazem de 20% a 30% de 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 freqüente 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:

Plagioclásio → Quartzo 1 → Microclínio → Hornblenda 1
Biotita 1

Zircão Plagioclásio 2 Hornblenda 2

Apatita → Quartzo 2 → Biotita 2

Não parece haver diferenças composicionais importantes, que se reflitam nas propriedades óticas, entre as

Quadro 2 - Análises químicas e composição normativa de amostras do Granito Três Córregos coletadas entre a região de Cerro Azul e Vila Branca (Gomes et. al., 1975 a e b).

Amostra	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
FeO 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
MgO	1,36	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
Flu ₂	0,22	0,22	0,18	0,28	0,16
H ₂ O ⁺	1,20	0,61	0,65	0,67	1,03
H ₂ O ⁻	0,10	0,15	0,08	0,11	-
TOTAL	99,61	99,50	99,61	99,57	99,70
Q	20	15	15	20	-
Pl	15	15	20	25	-
An	20	20	15	35	-
Sp	< 20	< 20	< 20	< 20	-
Cr	20	10	15	35	-
Tr	85	80	75	125	-
Zr	230	220	230	300	-
Bt	1180	1300	1050	1120	-
Il	30	35	30	25	-
Ep	1750	2750	1770	3000	-
R	70	75	65	35	-

COMPOSIÇÃO NORMATIVA

Quartzo	12,69	6,05	6,36	-	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
Neofelina	Wo 4,67	5,50	4,24	6,95	3,4
	En 3,01	2,65	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	0,45	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.

OK

diferentes fases de cristalização de um mesmo mineral. Apenas o plagioclásio 1, englobado pelo microclínio, parece ser ligeiramente mais básico (oligoclásio-andesina), apesar de que as medidas feitas não sejam conclusivas. São comuns os intercrescimentos 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 descritas 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 importante, 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 ocorrem em superfície com cores amarelas e ocre (foto 11) conseqüentes da lixiviação e alteração dos

seus constituintes carbonatados. Quando inalterados são de cor cinza e composição variando entre mármore dolomíticos im puros e metamargas sílticas. Ao microscópio mostram uma para gênese 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 cristalizados. Normalmente a hematita está oxidada colorindo a rocha de ocre ("ferrugem" - foto 25). Quantitativamente o carbonato + argila per fazem 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, ban dadas, intercalando leitos centimétricos e decimétricos de me tassedimento manganêsífero de cor 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 desenvol veu-se de modo muito restrito, abrangendo apenas alguns centí metros 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) cris taliza-se em pequenos cristais idiomórficos a subidiomórficos que se distribuem homogeneamente. O quartzo e o feldspato não mostram modificações perceptíveis. Na lâmina observada a mus covita ocorre de forma muito restrita, talvez destruída pela ação térmica.

Diversas sondagens no corpo 2 interceptaram lei tos 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 "vazios" (grutas) interceptados nos corpos 1 (VGF-12) e 2 (VGF-07 a e b).



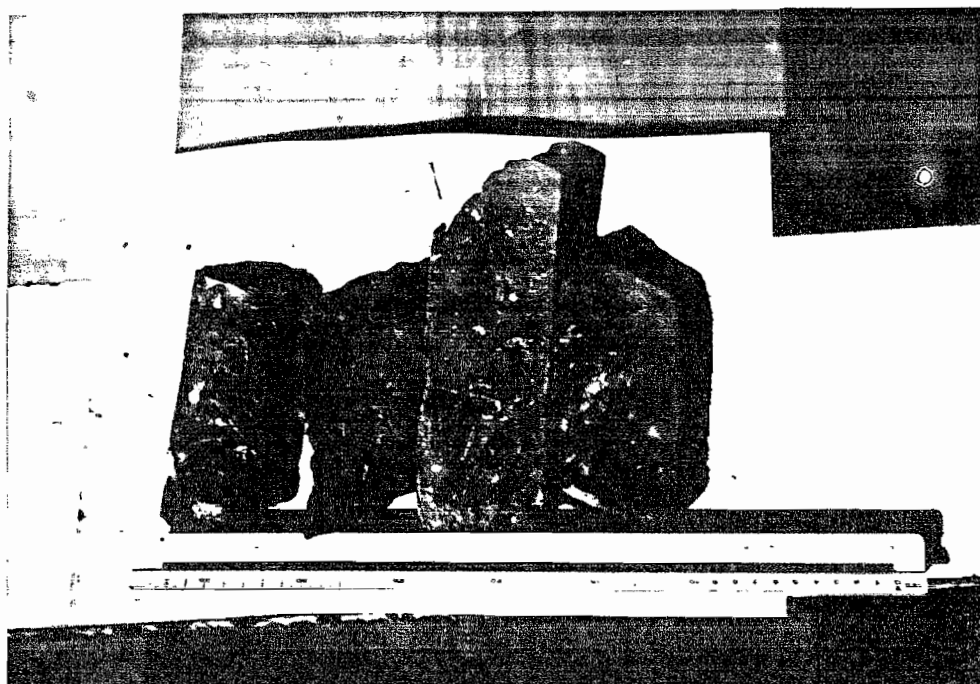


Foto 17 - Minério recristalizado - Furo VG.F.10.



Foto 18 - Minério banda-
do: níveis cin-
za escuros são
ricos em fluo-
rita. A seta
indica recrís-
talização da
fluorita no con-
tato com o grã-
nito alasquiti-
co -trincheira
T-2.

OK

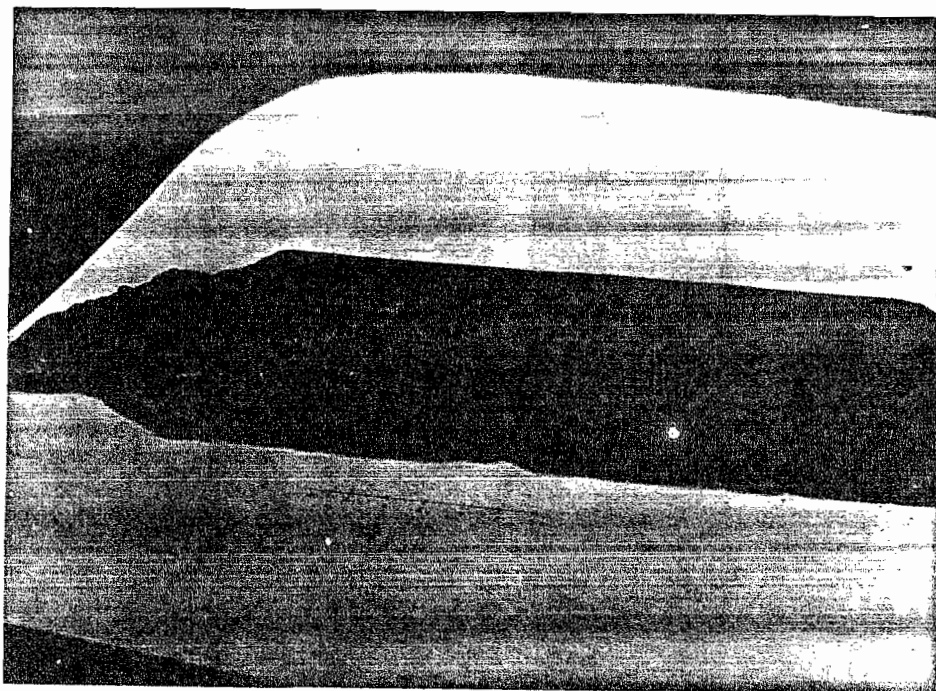


Foto 19 - Minério bandado - os níveis escuros são ricos em fluorita - Furo VG.F.10.

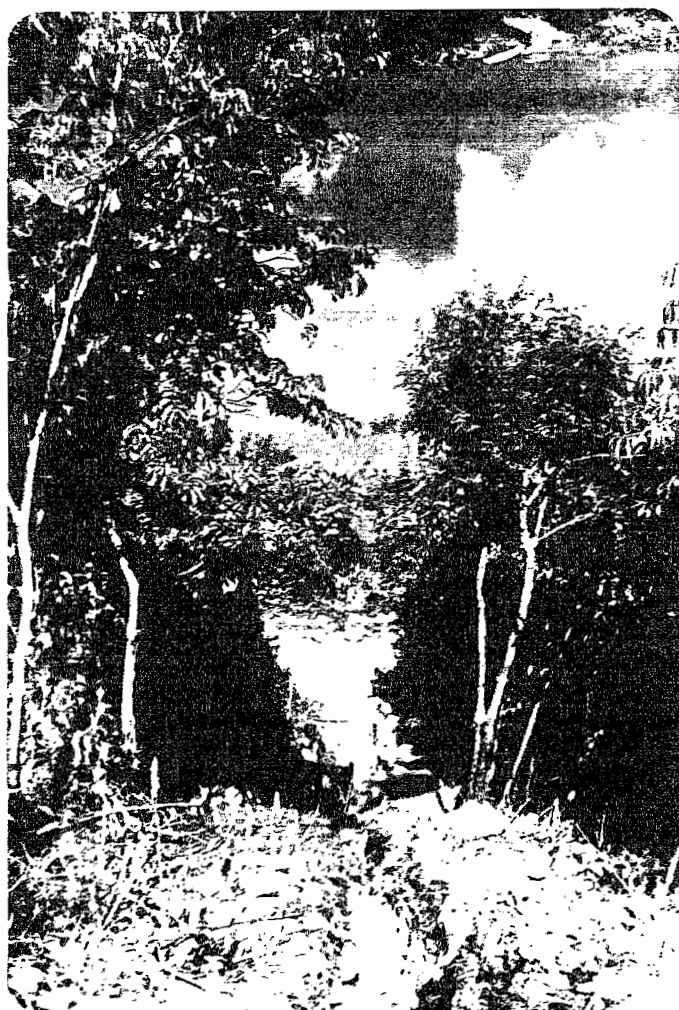


Foto 20 - Abertura de trincheira T-52.

Handwritten signature or mark.

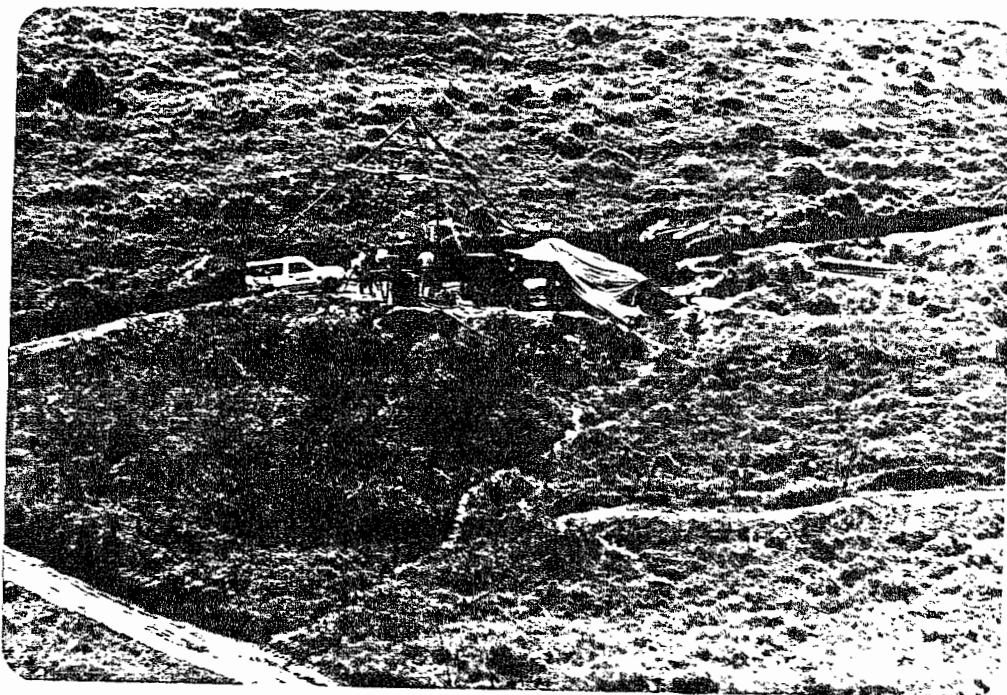


Foto 21 - Trabalhos de sondagem, com execução do Furo VG.F.07, inclinado 53° para sudeste.

Handwritten signature or mark.

54

A maioria das vezes são mais recentes que a mineralização e que as ações hidrotermais iniciais, dado portarem elementos mineralizados e oxidados (fotos 09 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 m. Os elementos são de dimensões variadas, desde submilimétricos até pluridécimétricos. 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 maclas 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).

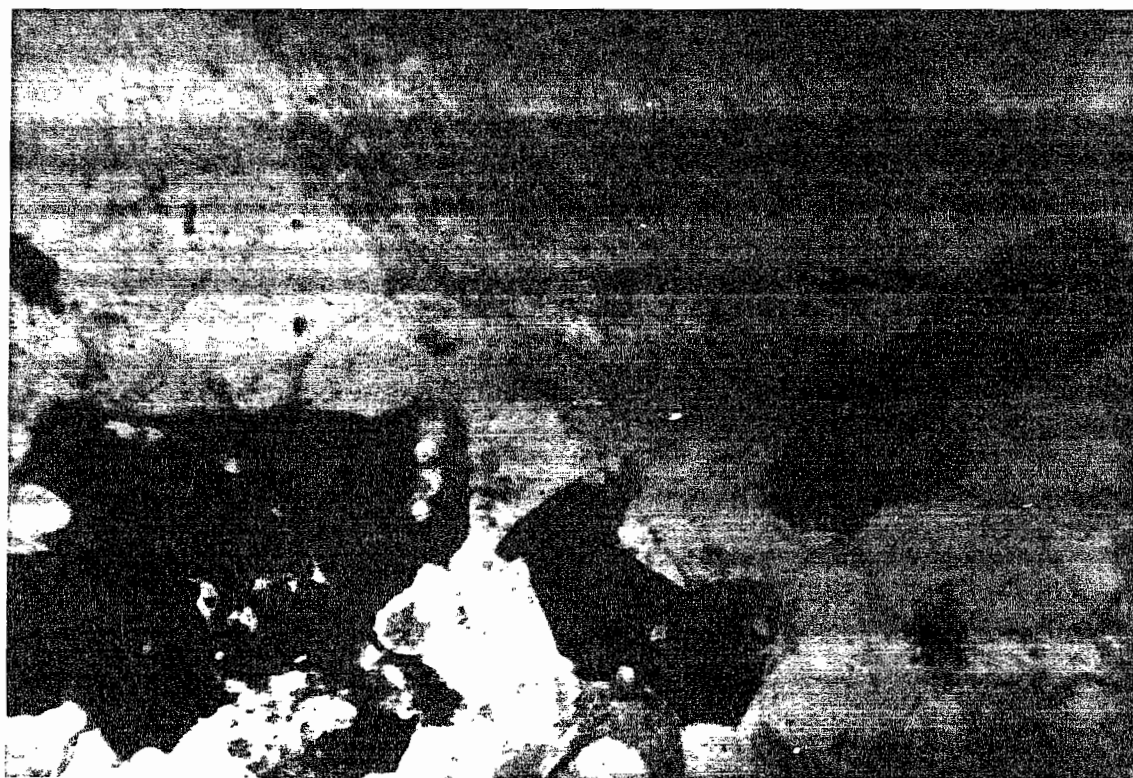
Cataclasito

O metamorfismo dinâmico foi particularmente intenso na área do corpo 1 (vide mapa geológico 1:5.000), localizado dentro de uma zona de cisalhamento. 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 esmaga



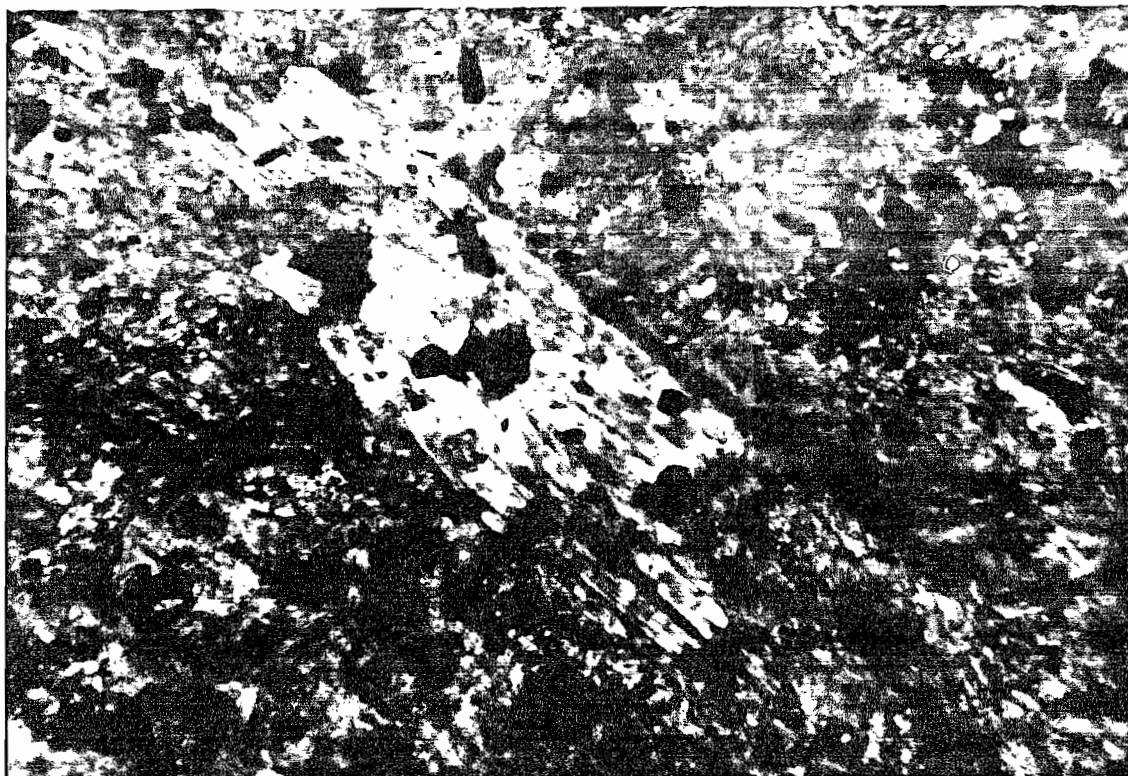


Nicóis+

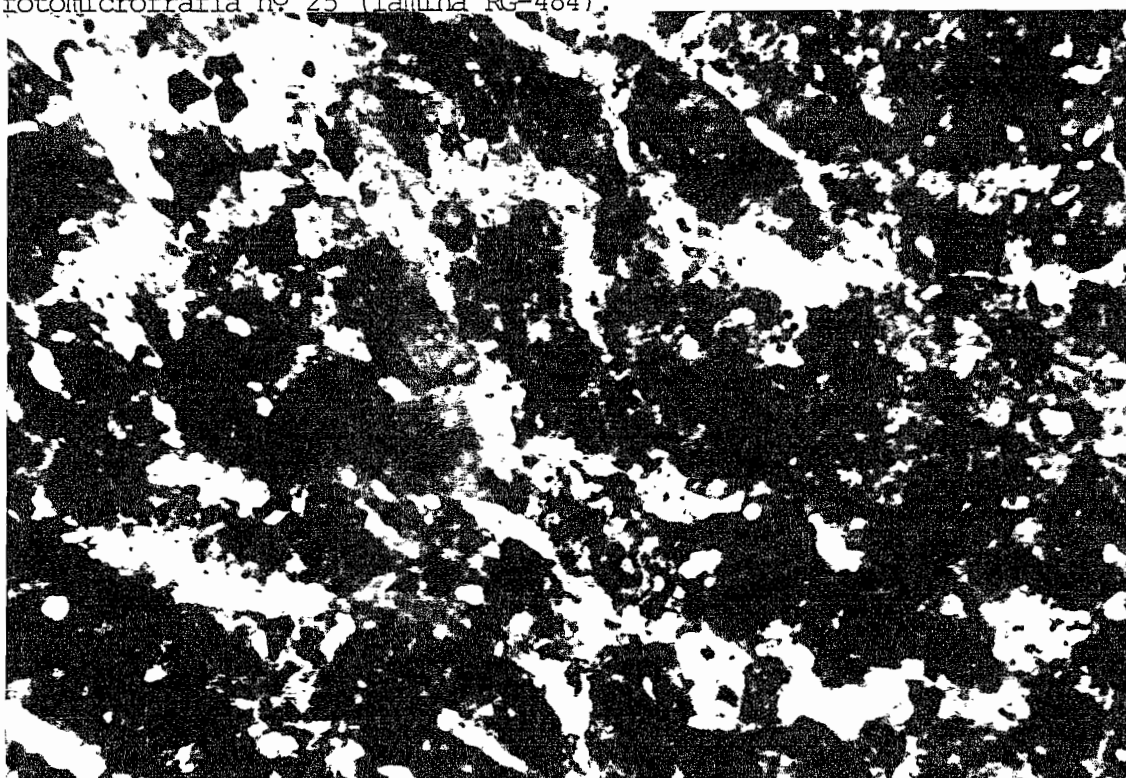


Nicóis II

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).

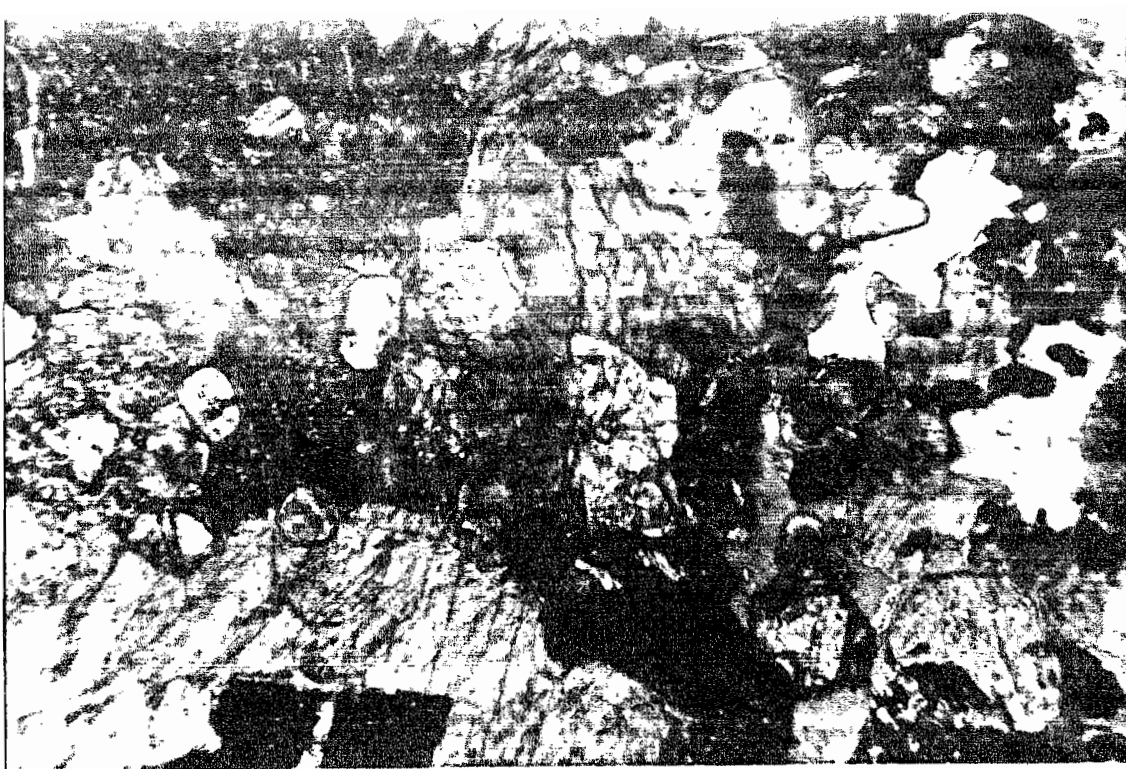


Filomicrografia 24 - (80 x, nicóis +) - Rocha carbonática impura, inalterada. Notar textura irregular e fina da rocha, presença de cristais bem desenvolvidos de muscovita e grande quantidade de opacos. Comparar com fotomicrografia nº 25 (lâmina RG-484).



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

OK



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 diopsídio distribuem-se de modo homogêneo. Cristalizaram-se englobando os opacos (lâmina RG-399).

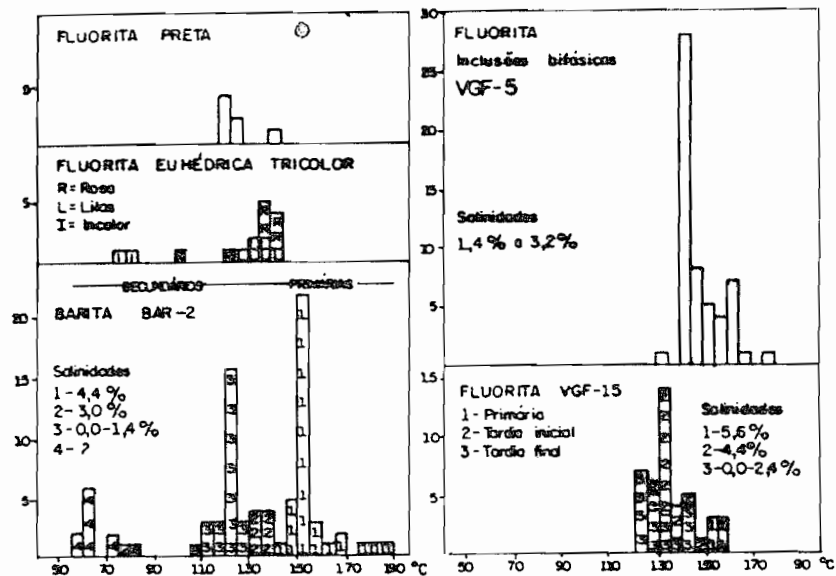
26

mento conseqüente 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 07). Tanto os metassedimentos quanto o Granito Três Córregos foram milonitizados. Devido as suas porosidades os cataclasitos foram facilmente percolados tanto pelos fluidos mineralizadores e pela sílica (foto 07) quanto por fluidos carbonatados tardios (foto 08), 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 estêreis 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 falhamentos deram-se antes da introdução destes granitos. As evidências de catacclasamento portadas pelos alaskitos são pouco importantes, conseqüentes de pressões que não chegaram a causar o esmagamento dos minerais.

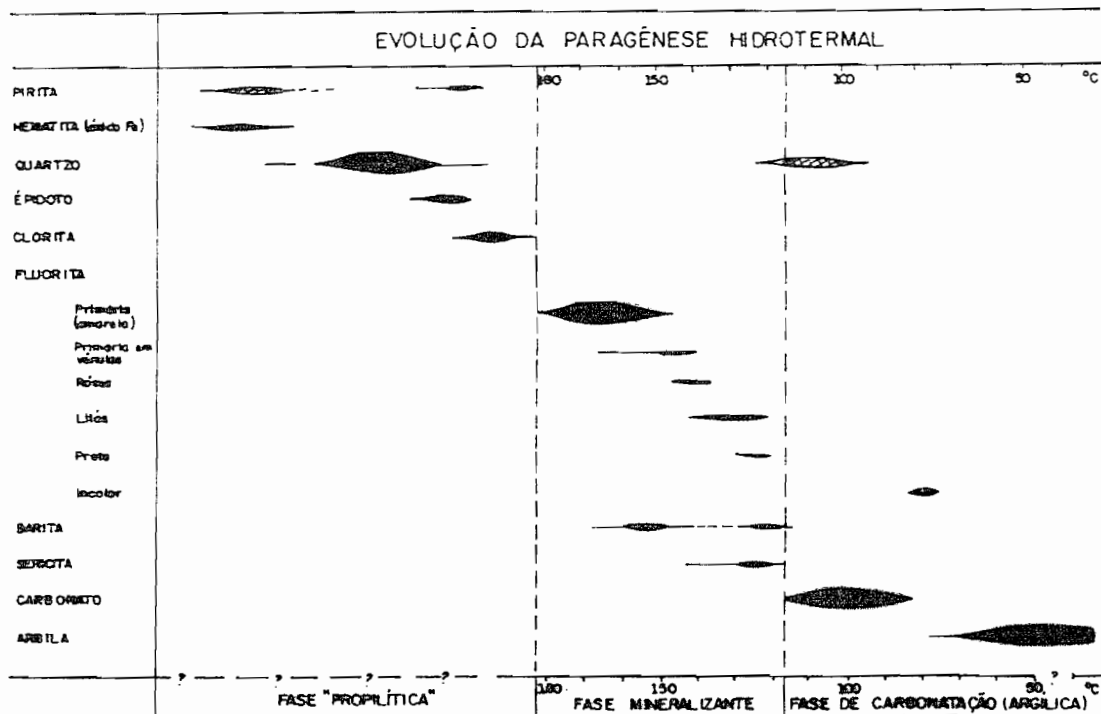
c) Relações Entre os Diversos Tipos de Rochas e
o Minério

O Granito Três Córregos encaixa os metassedimentos e ambas as rochas são cataclasadas. O granito alaskítico corta todas estas rochas, metassedimentos, Granito Três Córregos e cataclasitos. Obviamente deduz-se que a ordem de "mise-en-place" das rochas no local da jazida e, 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 m) o Granito Três Córregos porta microfissuras com fluorita, indicando a presença de uma fase de mineralização post-granito, seja ela remobilizada ou não. No po



Histogramas de frequência das temperaturas de homogeneização das inclusões fluidas de alguns minerais hidrotermais da Volta Grande.



Seqüência evolutiva e temperaturas de cristalização da paragenese hidrotermal da jazida de fluorita de Volta Grande.

ço 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 grosseiro de alguns centímetros de espessura. Este aspecto pode ser interpretado como devido a existência de mineralização no metassedimento antes dele 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 junto ao contato com as zonas mineralizadas, mostrando teores acima de 1,0% de CaF_2 até mais de 10,0% (T-52, T-2, etc). Em posições distantes da área da jazida estes granitos são desprovidos de fluorita, o que é uma evidência de que foram mineralizados após estarem cristalizados. Os metassedimentos carbonatados que afloram nas proximidades da área da jazida (800 metros do corpo 1), sem aparentarem qualquer modificação hidrotermal, mostram-se também mineralizados, com até 22% de CaF_2 (foto 01). Há, portanto, evidências de mineralização sedimentar e hidrotermal, hidrotermalismo cuja existência será demonstrada posteriormente.

O granito alaskítico corta e recristaliza a mineralização e é desprovido de fluorita, deixando pouco dúvida quanto a se ter introduzido posteriormente a principal fase mineralizadora. Entretanto o hiato de tempo que existiu entre a introdução do granito e a mineralização não deve ter sido extenso, dado que alguns diques mostram-se argilizados, tendo sido atingidos pela última fase hidrotermal após a fase de mineralização (fig. 13). A abrangência de recristalização causada pelos diques é desconhecida. No extremo oeste do corpo 1 (fig. 5), onde os diques ocorrem com maior espessura, encontram-se as maiores recristalizações conhecidas na área até o momento. No poço 2, entretanto, ocorrem pacotes recristalizados espessos de minério junto a filonetes centimétricos de alaskítico aos quais dificilmente poderia ser atribuída toda a recristalização conhecida no local. Em amostras de mão (foto 18) a recristalização causada por uma vênula de alaskito



com mais de 5 cm de espessura tem 2-3 milímetros de largura. Em outros locais (fotos 05 e 06) nenhuma recristalização é perceptível.

As rochas carbonatadas e os cataclasitos delas derivados foram preferencialmente substituídos pela fluorita, provavelmente devido a terem composições receptivas aos fluidos mineralizantes. Como já relatado, enquanto na área na jazida tem-se evidências indiscutíveis de ações hidrotermais, em locais, não muito distantes encontram-se afloramentos (foto 01) portadores, aparentemente de mineralizações primárias de origem sedimentar.

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 máficos negros, torna-se, também, inteiramente de cor verde clara. Sondagens como a VGF-11 (fig. 15), que estenderam-se a mais de 170 m abaixo da parte mais alta do corpo 1, terminaram dentro do granito alterado, de cor verde.

Em lâmina delgada o granito mostra-se cataclasadado, 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 microcristalina 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) sem-

pre 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 límpidos que envolvem poiquiliticamente todos os outros minerais. Os carbonatos antigos são reconhecidos sobre as placas de carbonato hidrotermal por serem micríticos e geralmente de cor 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.

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 carbonatção. 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 fig.13 permite a subdivisão das ações hidrotermais em ao menos três fases. Uma primeira, de maior temperatura, seria a fase propilítica, que envolve a silicificação, sobretudo, seguida da cloritização e da epidotização. A fase mineralizante, com fluorita e barita, é claramente posterior a propilítica. O seu



CORPO I

FASES DE HIDROTERMALISMO

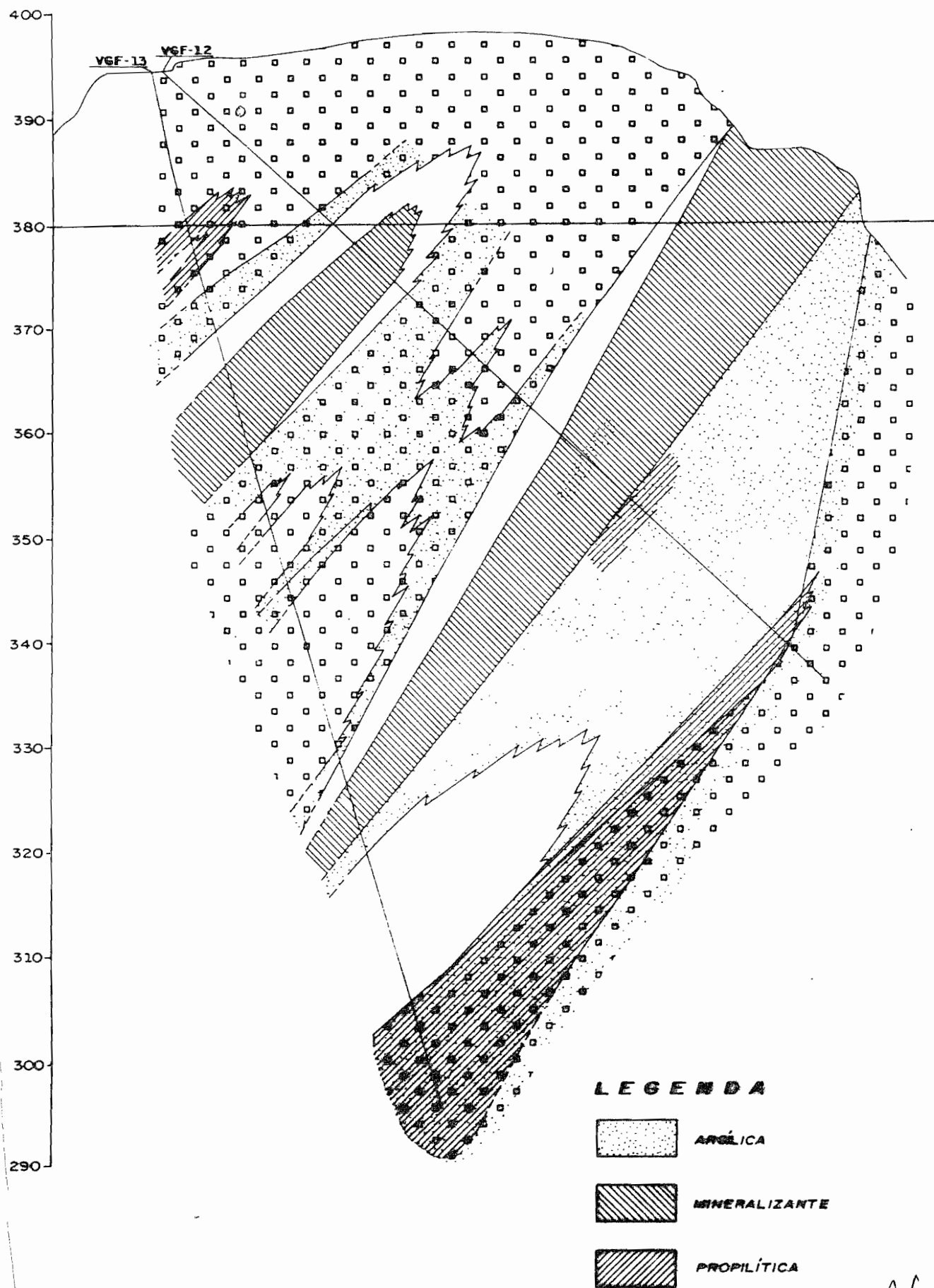
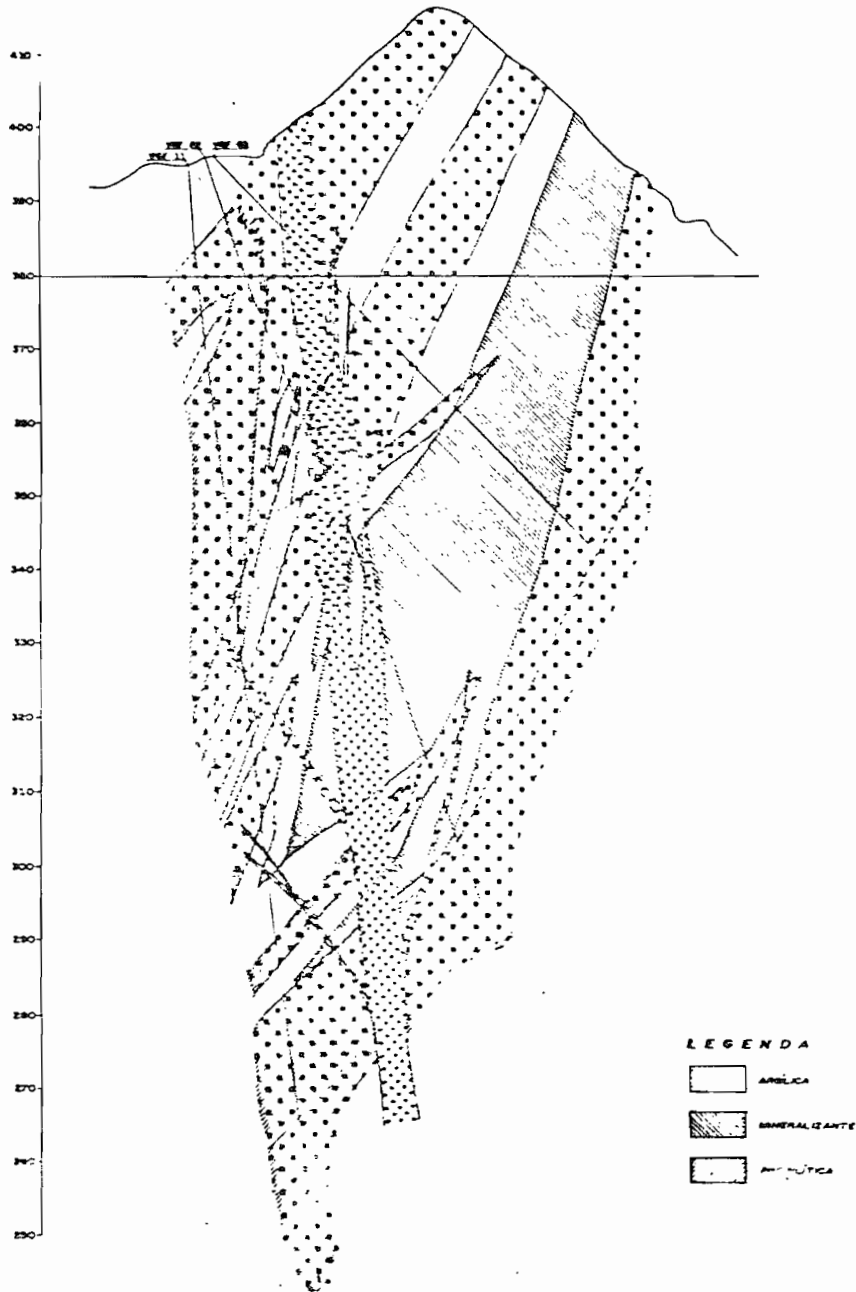


Fig. 14

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

OK

CORPO 1
FASES DE HIDROTHERMALISMO



Handwritten signature or mark.

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

FASES DE HIDROTERMALISMO

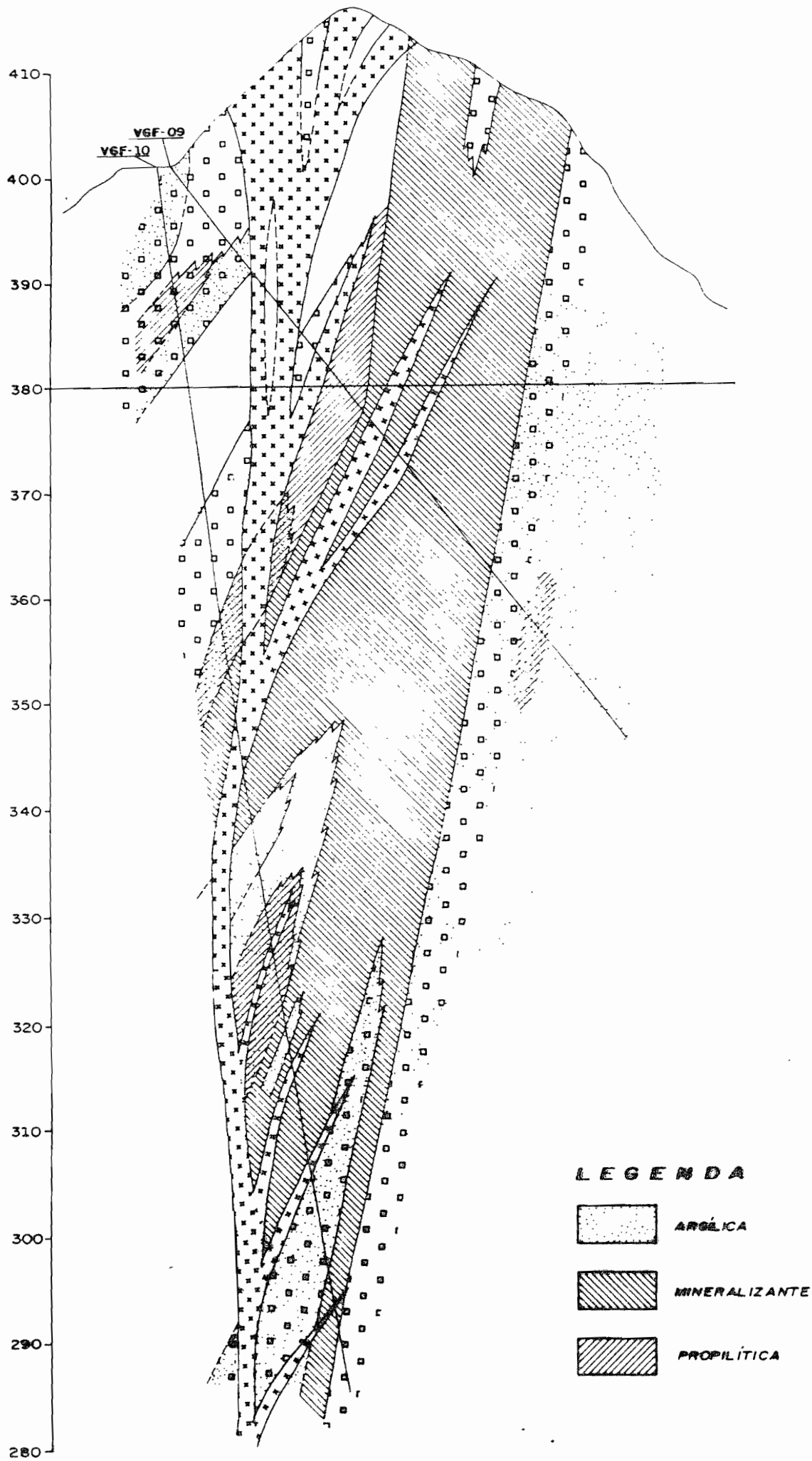


Fig 16

Fig. 16 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

RF

CORPO 1

FASES DE HIDROTERMALISMO

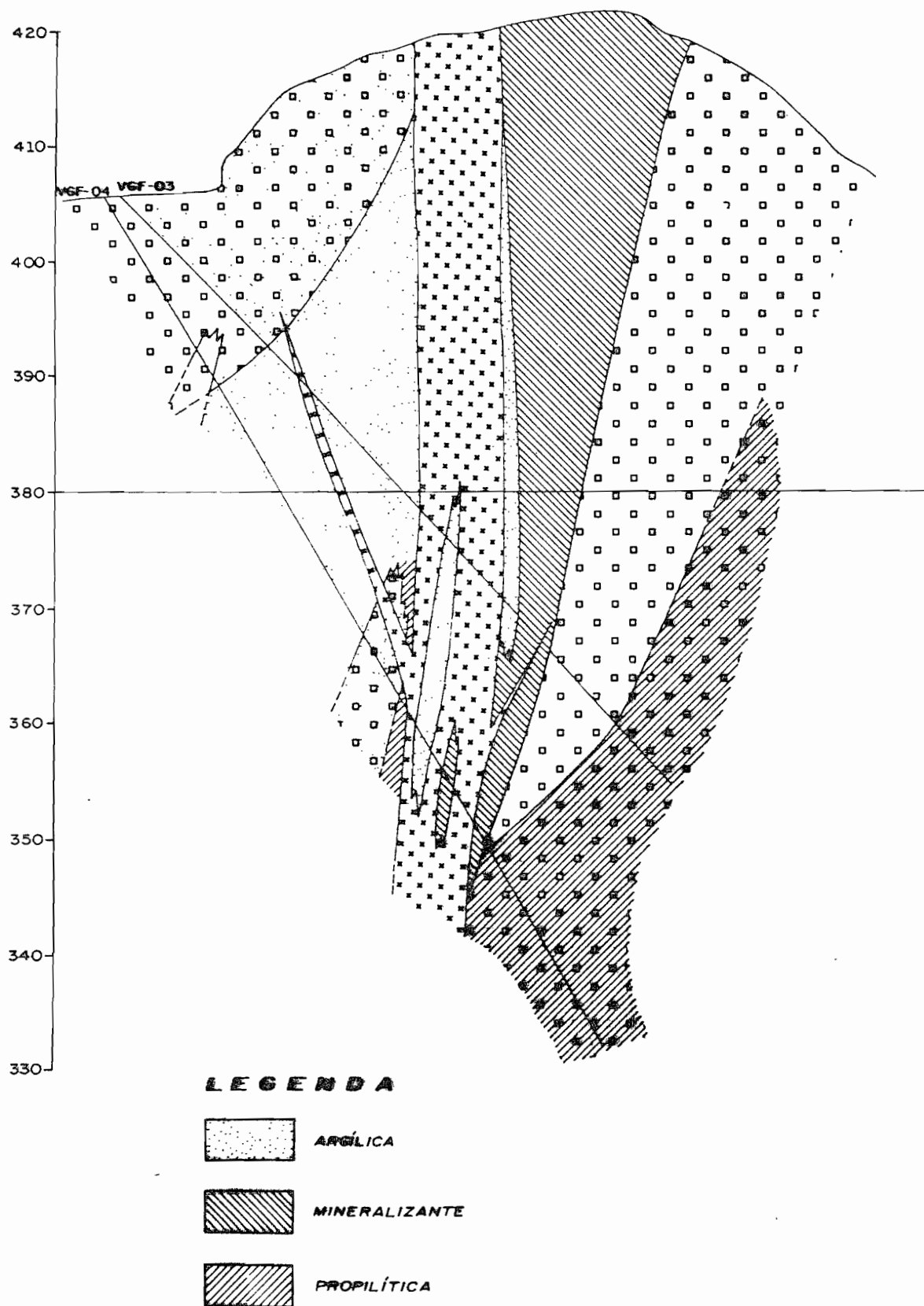


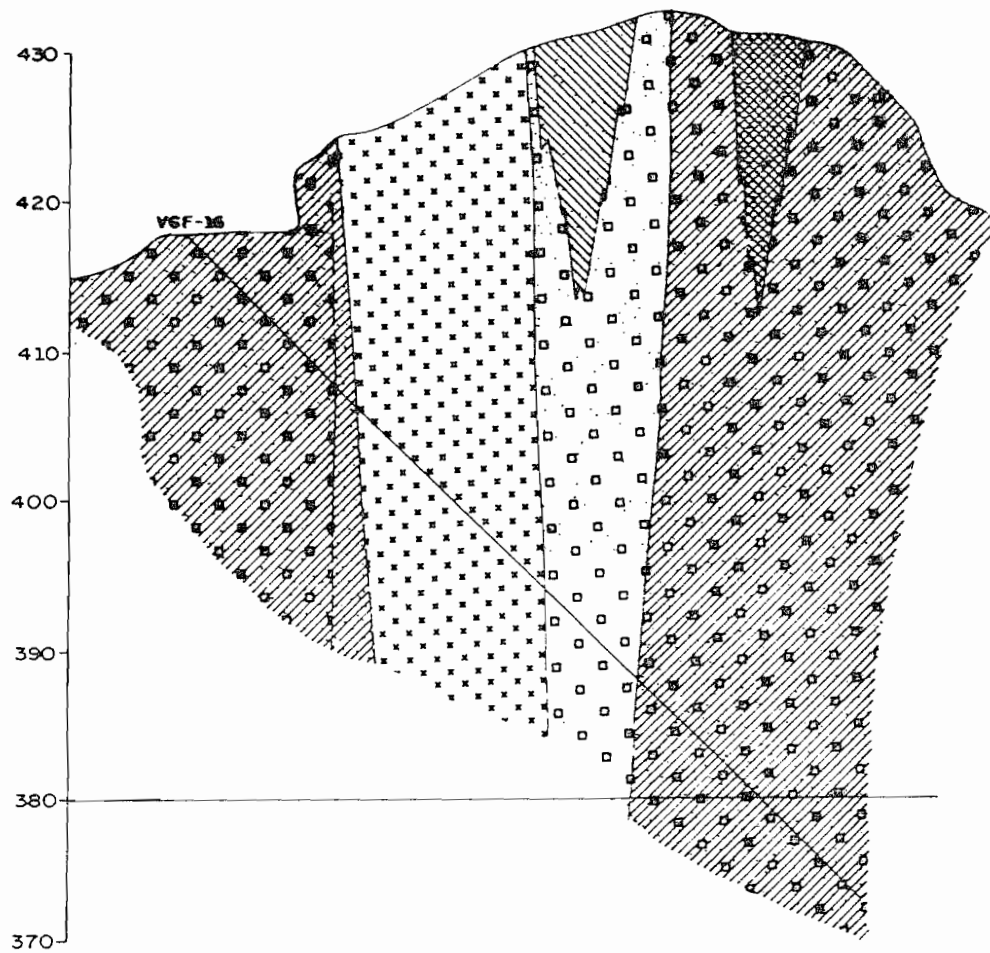
Fig. 17

Fig. 17 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

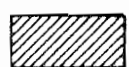
OK

CORPO 1

FASES DE HIDROTERMALISMO



LEGENDA

- | | |
|---|---------------|
|  | ARGÍLICA |
|  | MINERALIZANTE |
|  | PROPILÍTICA |

De

0

Fig. 18 - Zonalidade da mineralização hidrotermal. Todo o extremo oeste do corpo está argilizado, a zona argílica se tendo superposto à zona propilítica e à zona mineralizada.

OK

CORPO 2

FASES DE HIDROTHERMALISMO

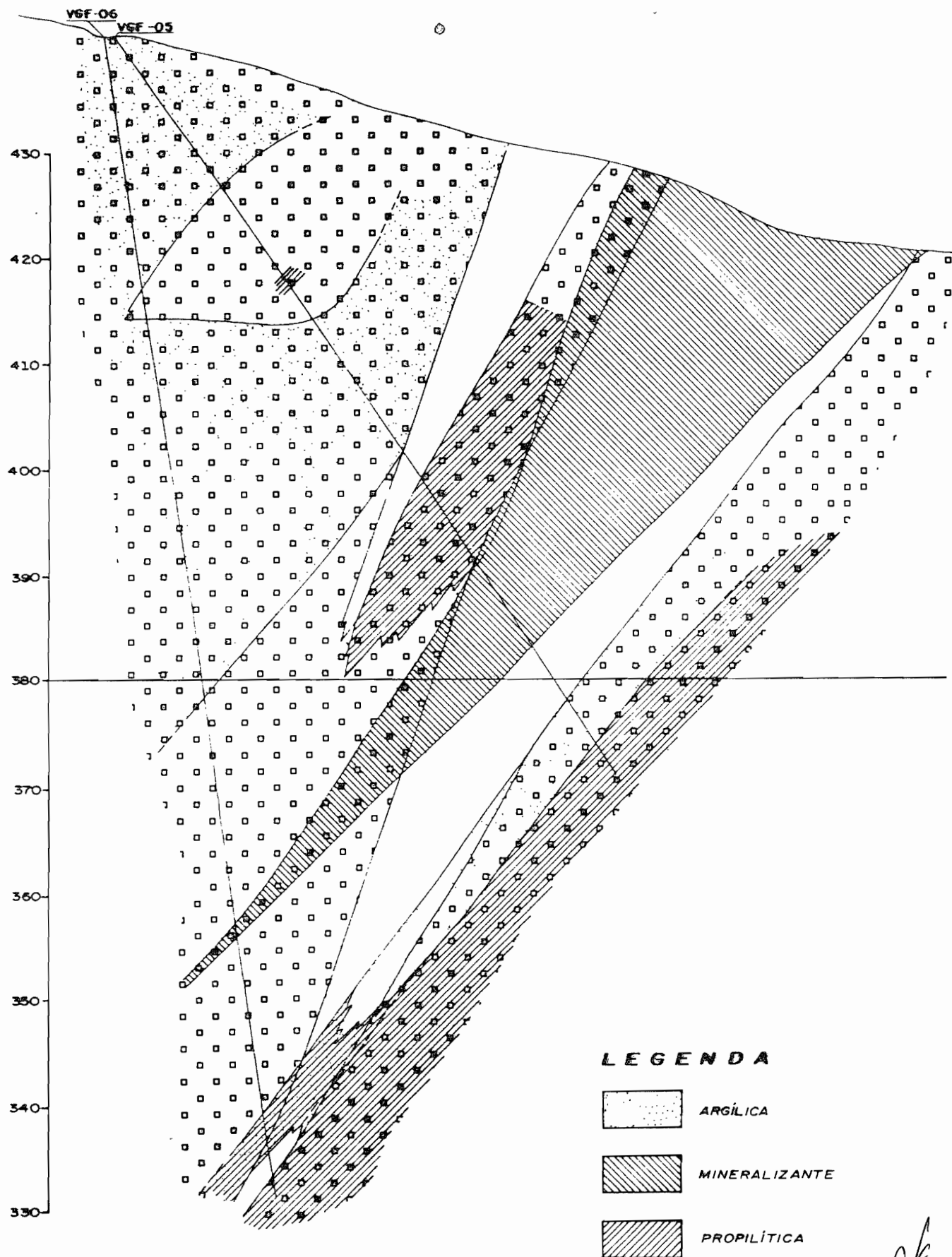


Fig. 19

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.

OK

13

CORPO 2

FASES DE HIDROTHERMALISMO

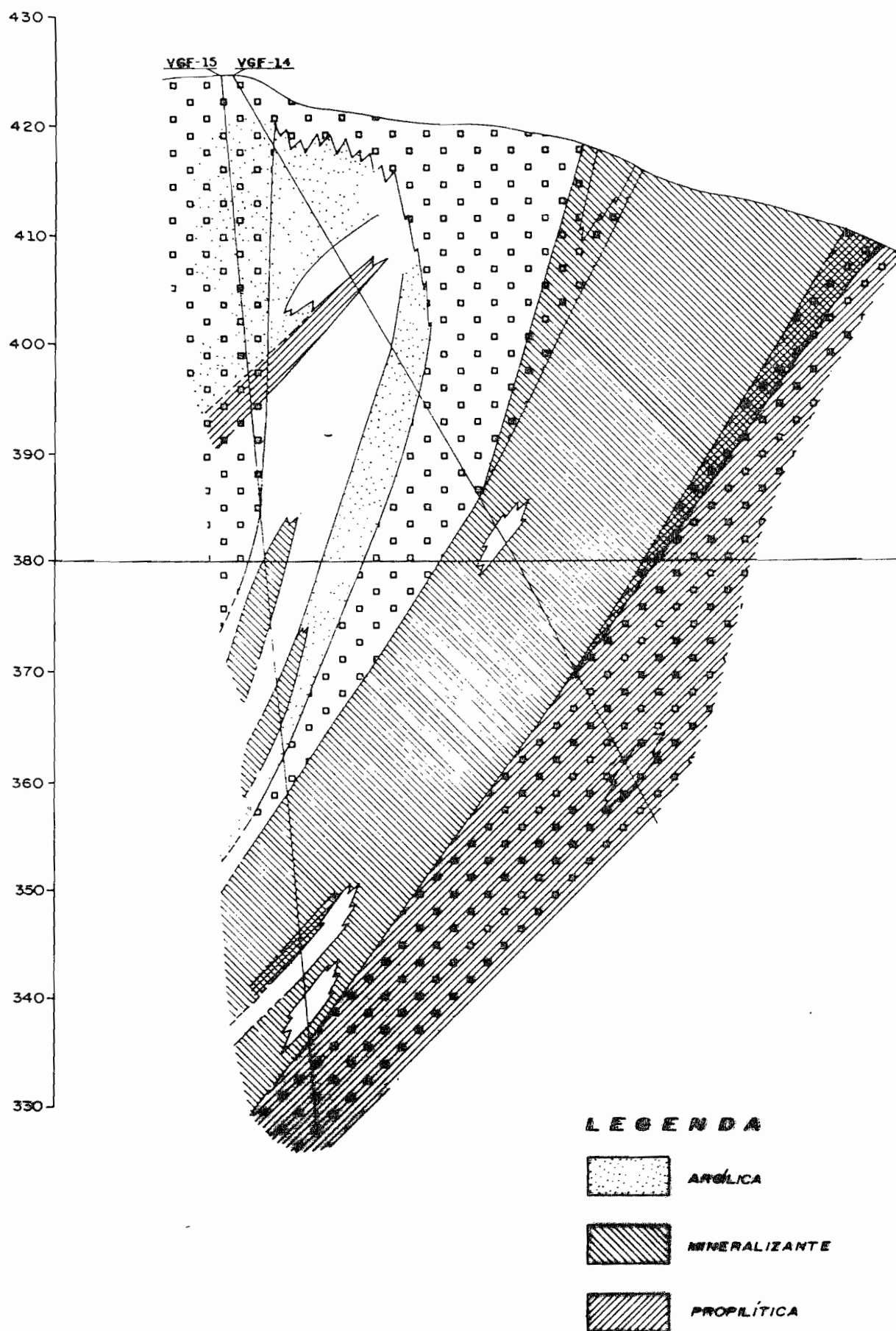


Fig. 20

Fig. 20 - Zonalidade da mineralização hidrotermal.

OK

CORPO 2

FASES DE HIDROTERMALISMO

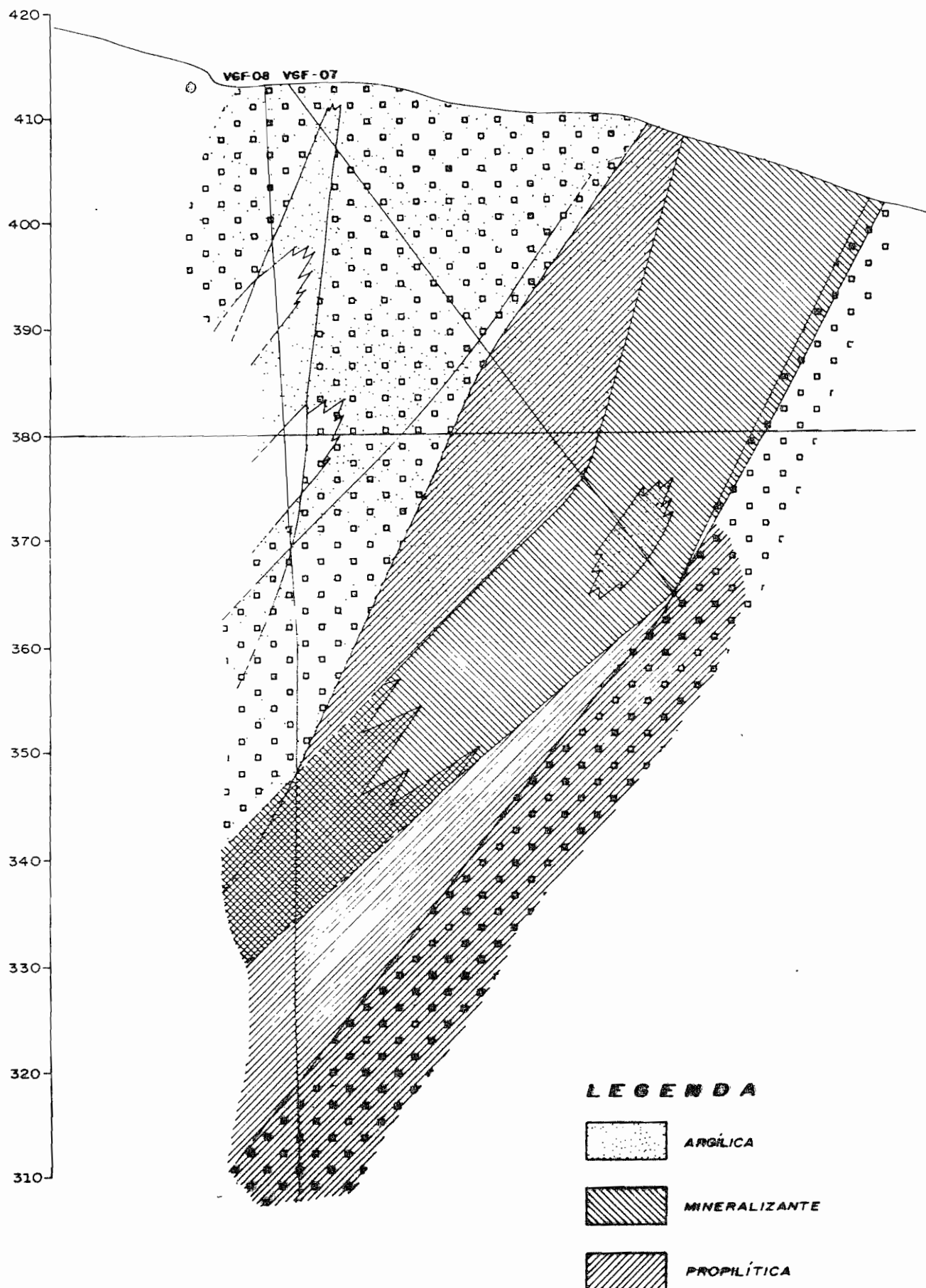


Fig 21

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

pk

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 posições anteriormente ocupadas pela propilitização, substituindo-a e mantendo um envoltório propilítico 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.).

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

Os alaskitos estão argilizados em alguns locais no extremo oeste do corpo 1. Aparentemente não foram atingidos pelas fases propilítica e mineralizante, porém restam dúvidas a este respeito. A dificuldade advém da composição dos alaskitos, pouco favorável à 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 descontínuos (figs. 15 e 16).

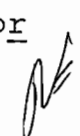
b) Distribuição dos Elementos

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.

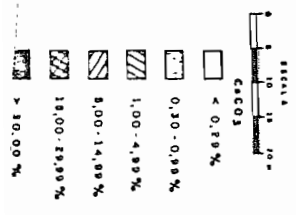
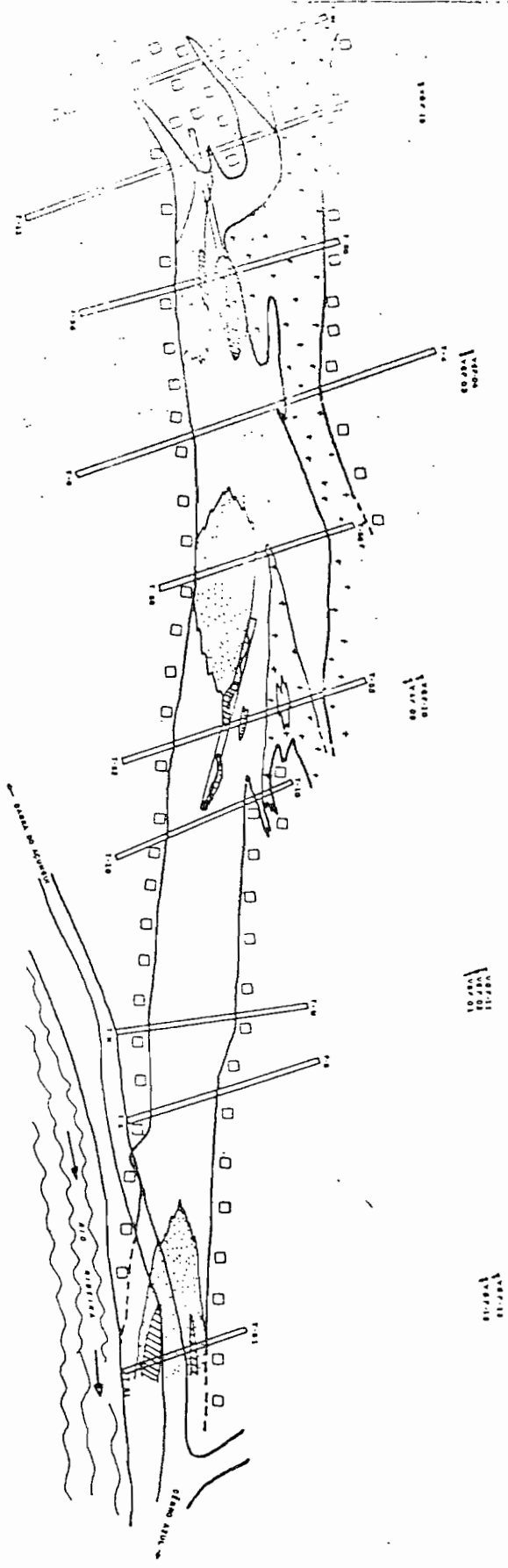
As figs. 22 a 26 mostram a distribuição do CaCO_3 , em planta e secção, nos corpos 1 e 2.

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 m abaixo da superfície dos corpos 1 e 2, particularmente no cor



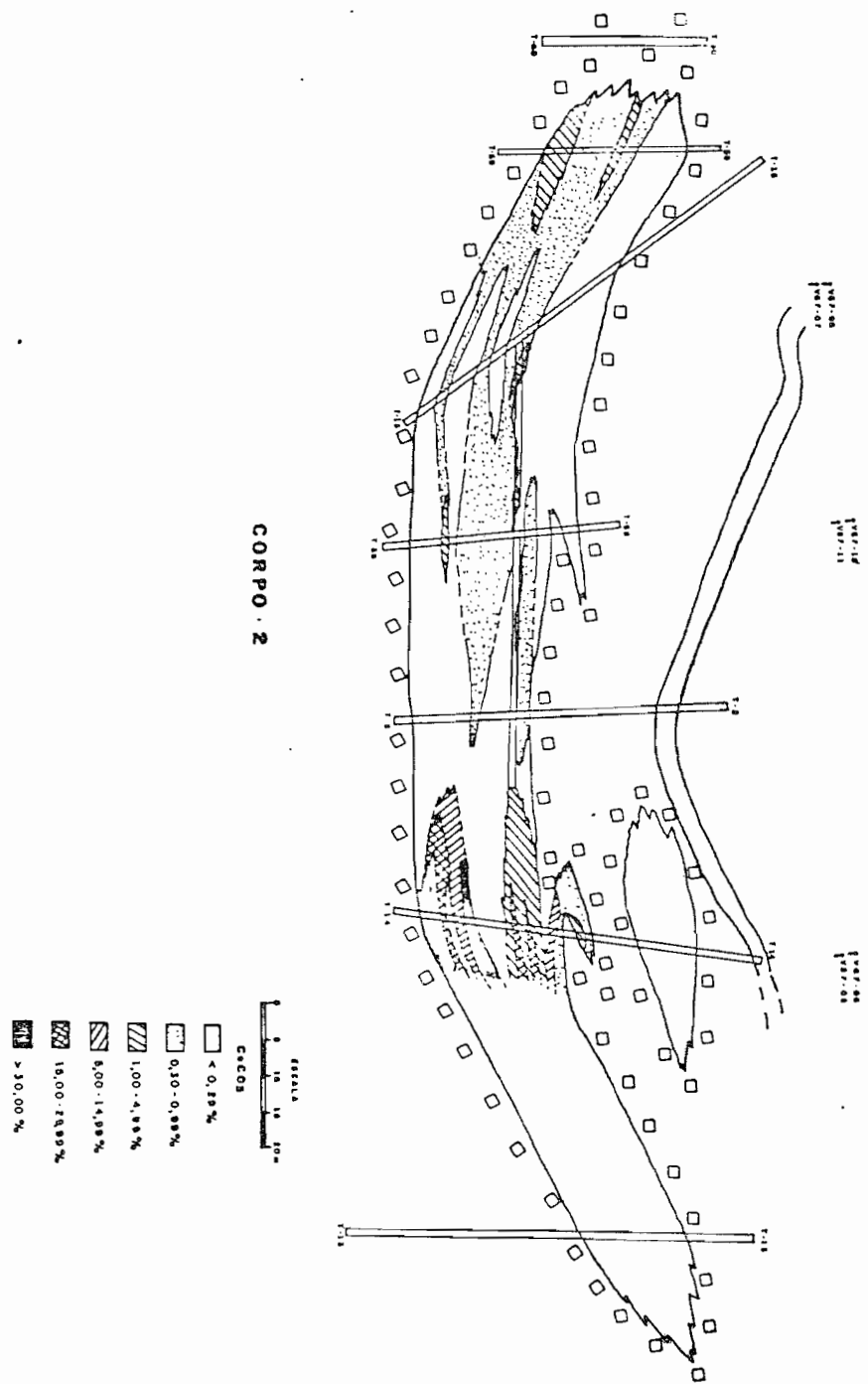
CORPO - 1



OK

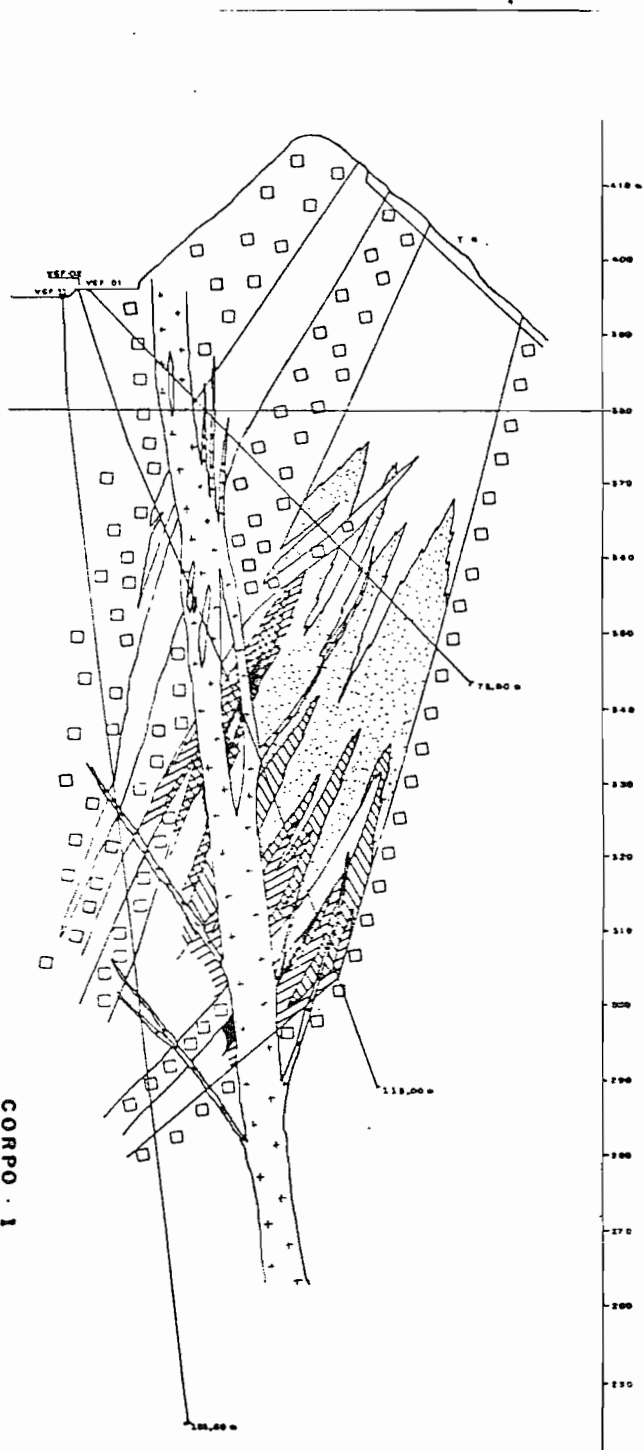
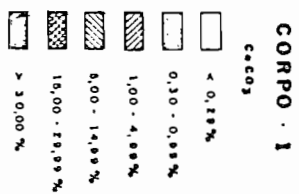
Fig. 22 - Planta de distribuição do CaCO_3 no corpo 1.

OK



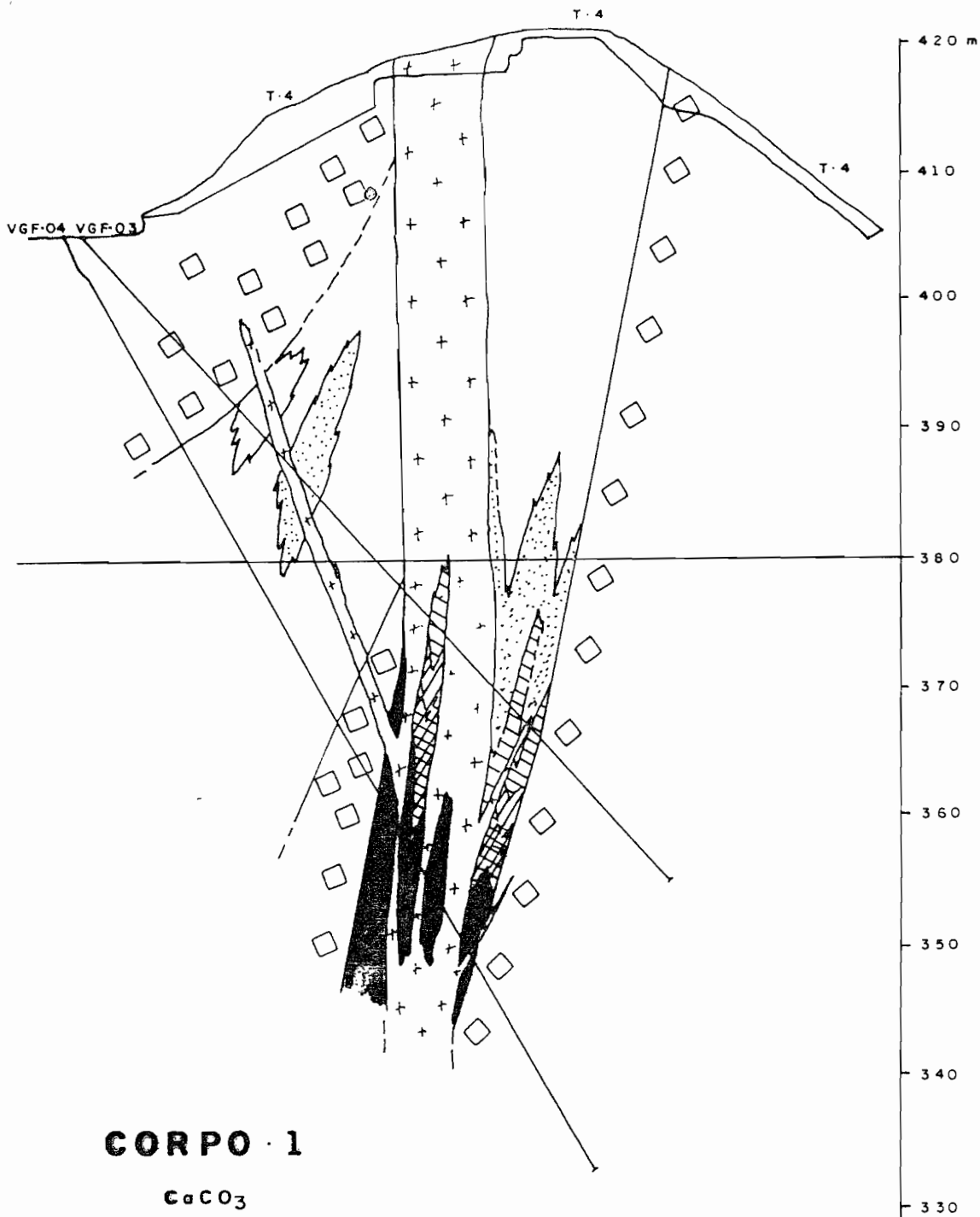
Handwritten signature or initials.

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



Handwritten signature or mark.

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.



Handwritten signature or initials.

0

Fig. 25 - Secção na parte oeste do corpo 1 mostrando a distribuição do CaCO_3 , na zona ocupada pela fase mineralizante. Notar a intensa lixiviação do carbonato em superfície e a sua preservação em profundidade.

OK

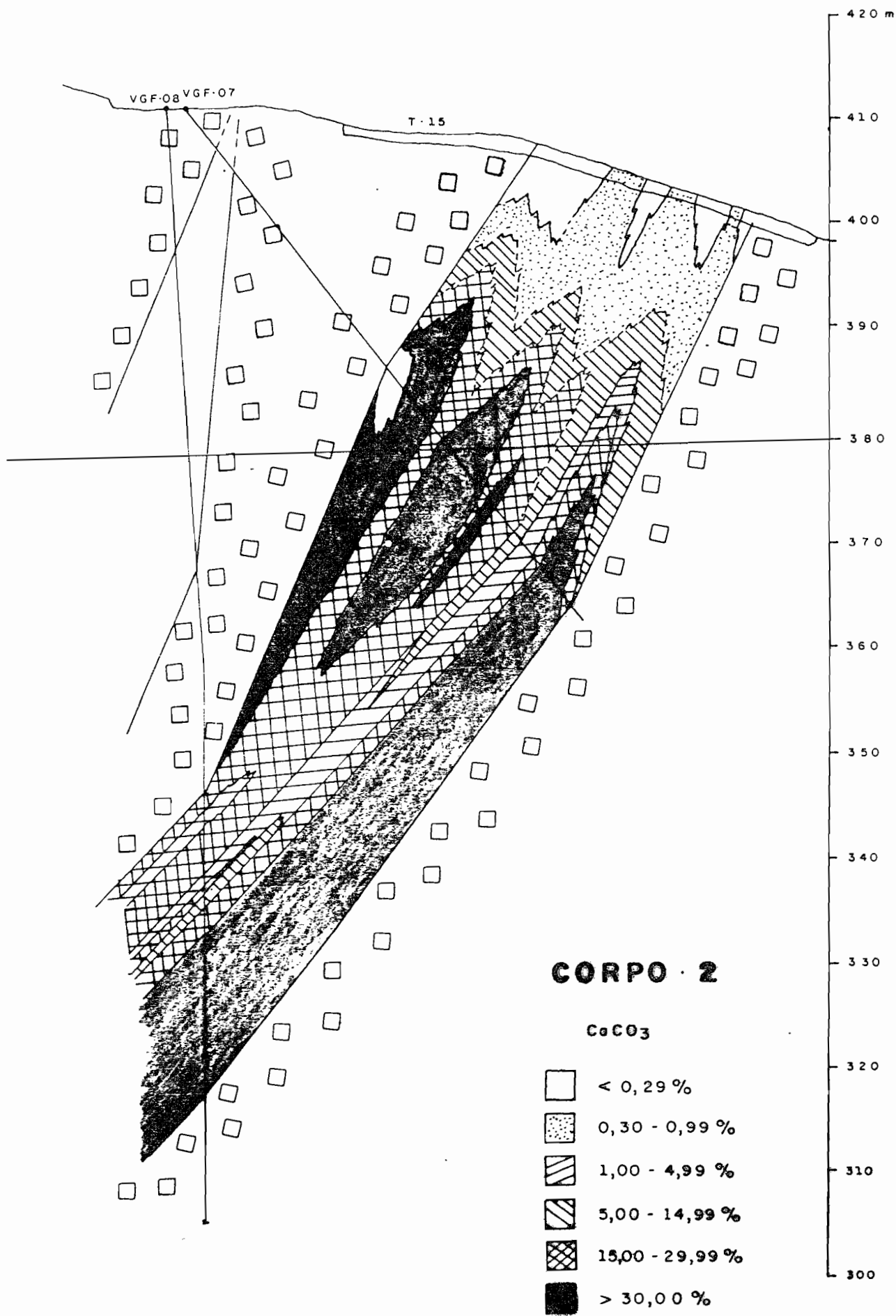
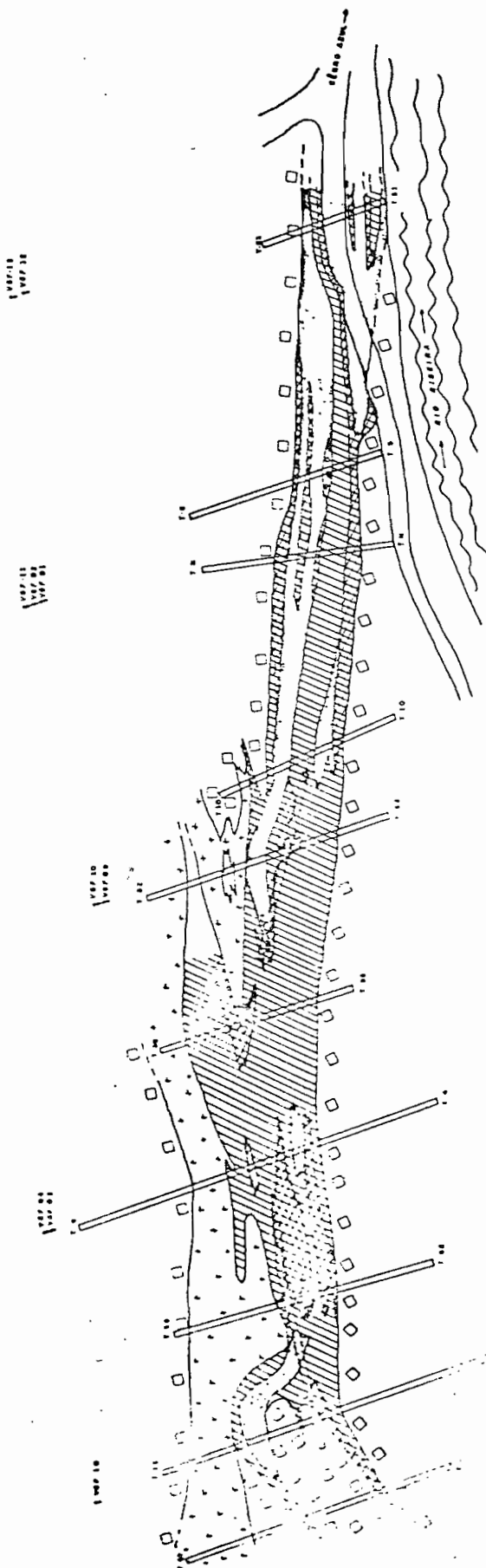
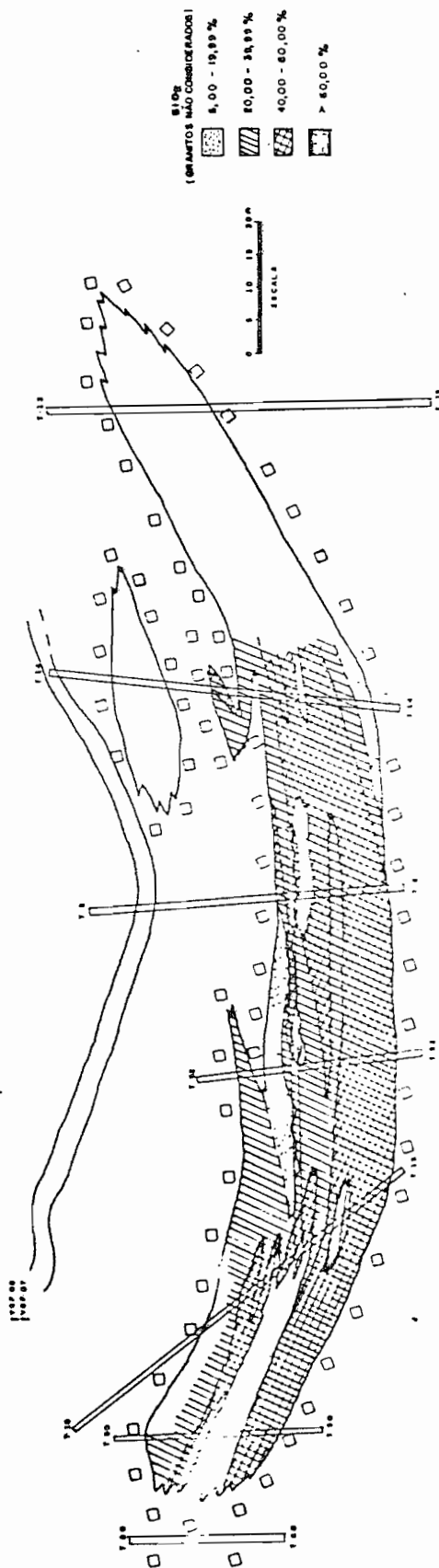


Fig. 26 - Secção na parte oeste do corpo 2 mostrando a distribuição do CaCO_3 na zona ocupada pela fase hidrotermal mineralizante. Notar a lixiviação do carbonato em superfície e a sua preservação em profundidade.

CORPO . 1



CORPO . 2



SIQUEIRA
(SOMENTO NÃO CONSIDERADO)

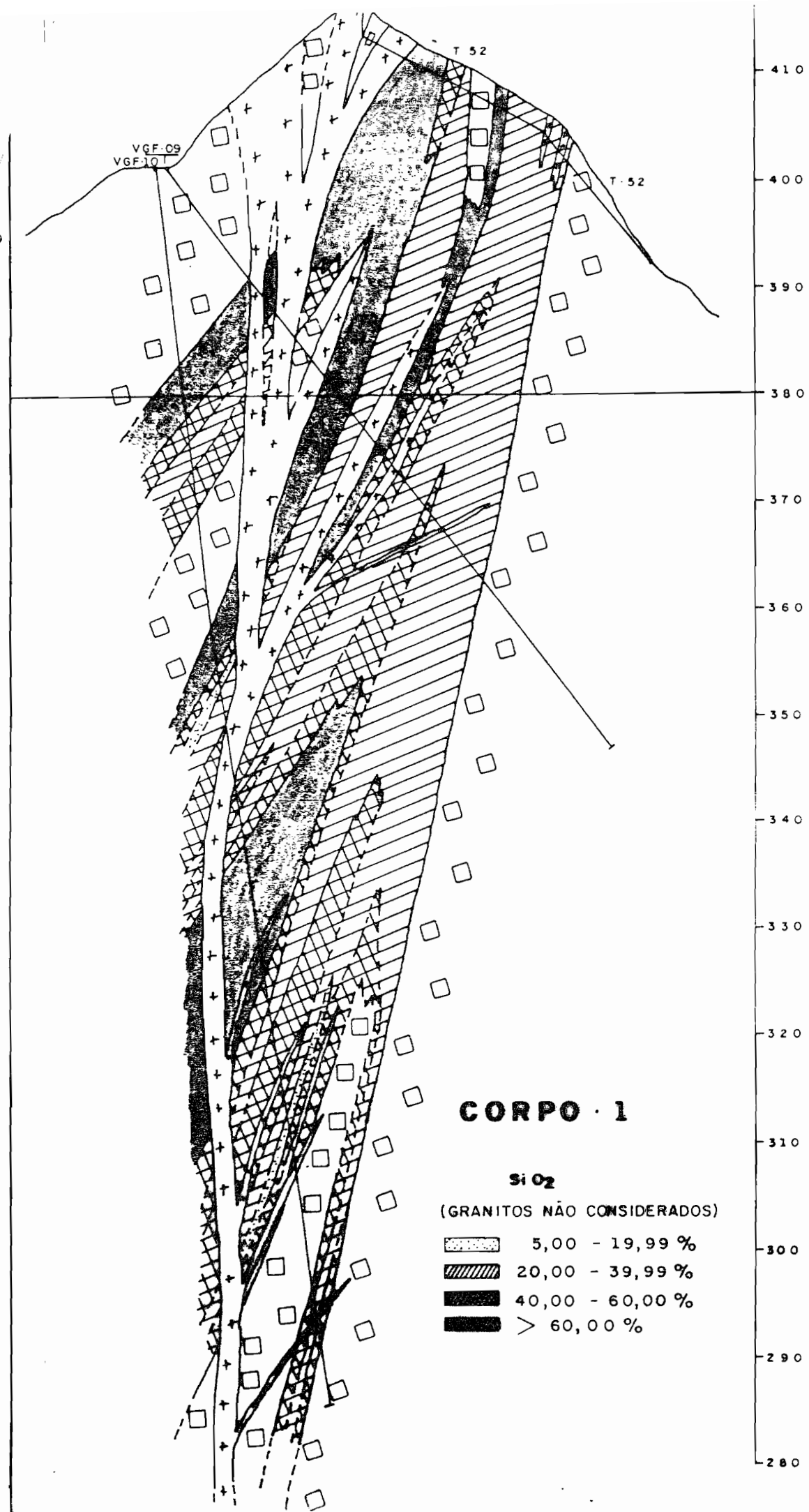
0,00 - 19,99 %	20,00 - 39,99 %	40,00 - 59,99 %	> 60,00 %
----------------	-----------------	-----------------	-----------

0 5 10 15 20 25
METERS

22

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

27



Handwritten signature

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

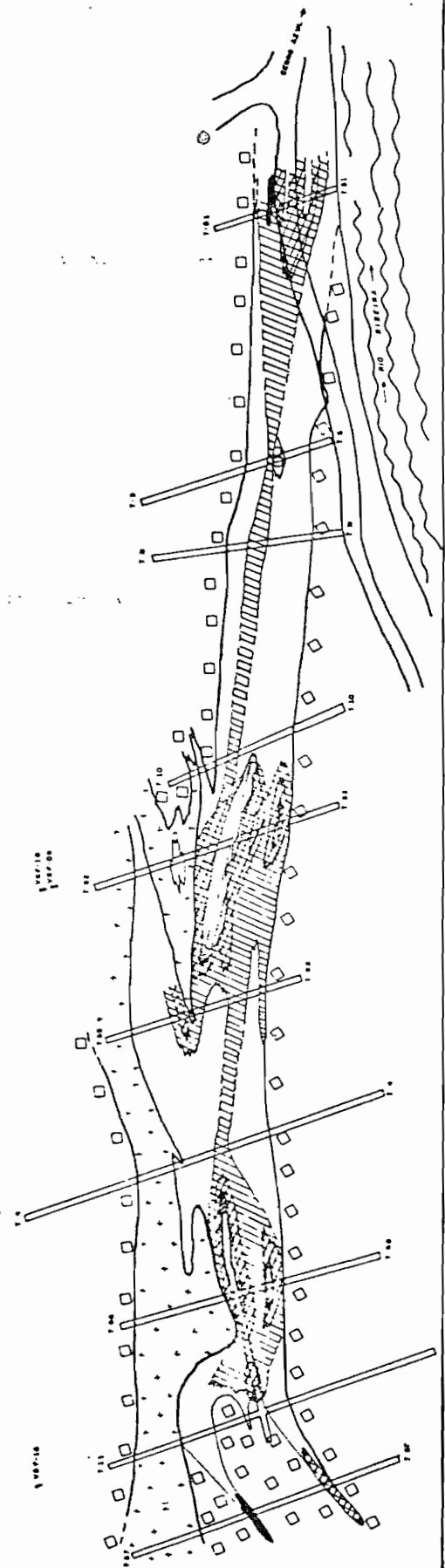
OK

100000

100000

CORPO 1

100000

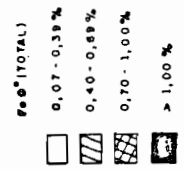
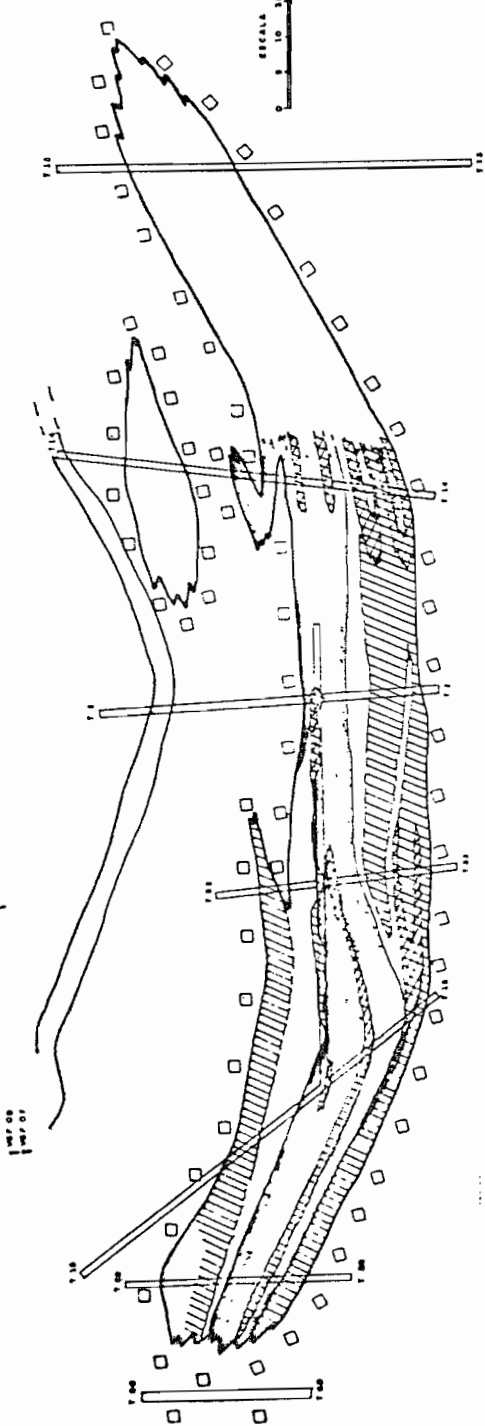


100000

CORPO 2

100000

100000



Handwritten signature

0

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

OK

30

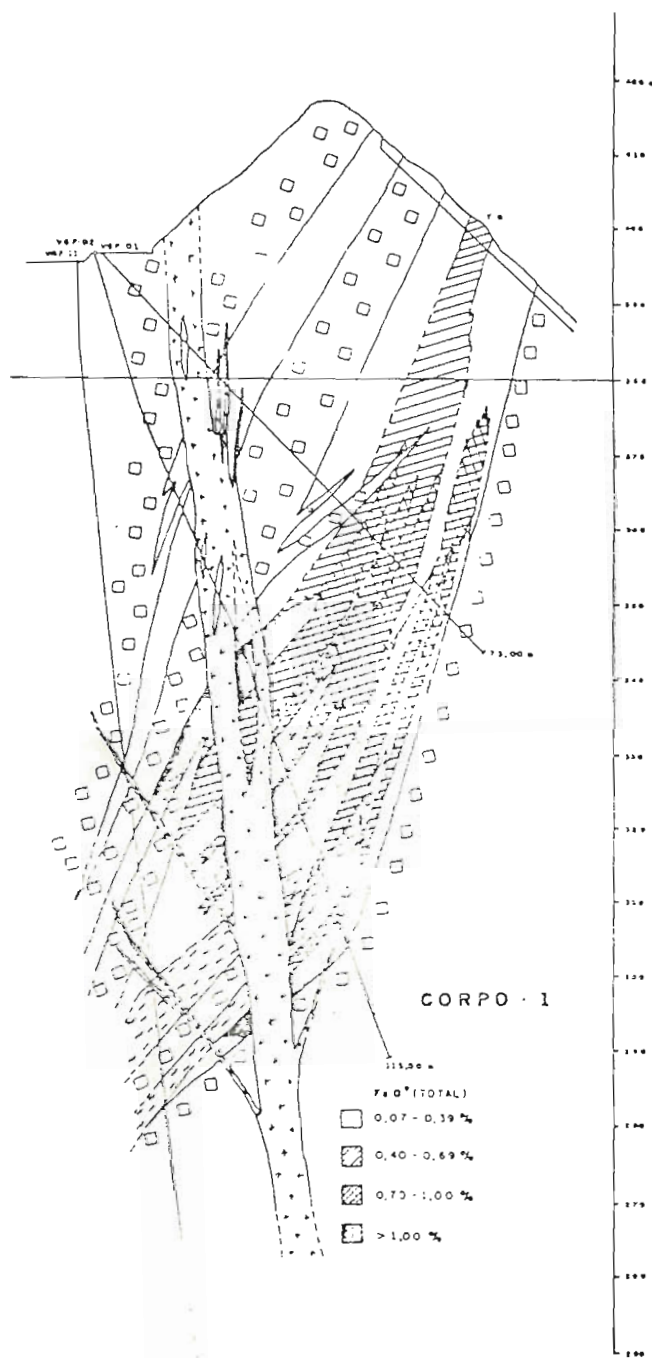


Fig. 30 - Secção do corpo 1 mostrando a distribuição do FeO^* (total) na região mineralizada.

PK

VGF-09
VGF-10

T-52

T-52

410 m

400

390

380

370

360

350

340

330

320

310

300

290

280

CORPO · 1**FeO* (TOTAL)**

□ 0,07 - 0,39 %

▨ 0,40 - 0,69 %

▩ 0,70 - 1,00 %

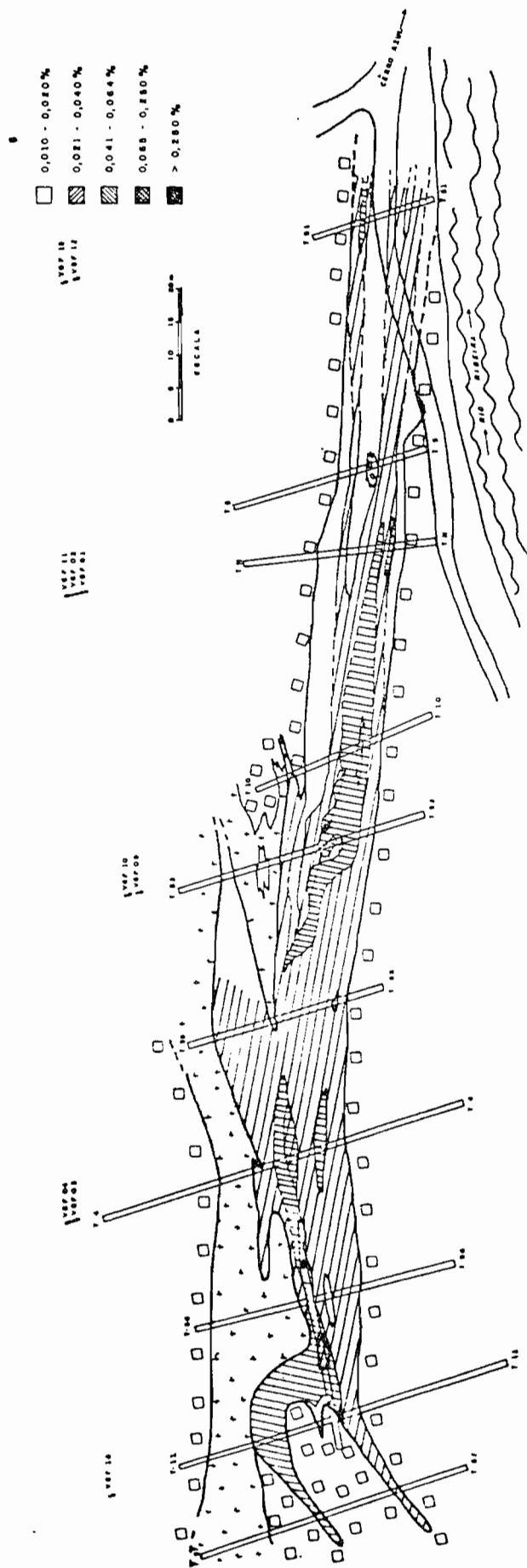
■ > 1,00 %

RE

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

PT

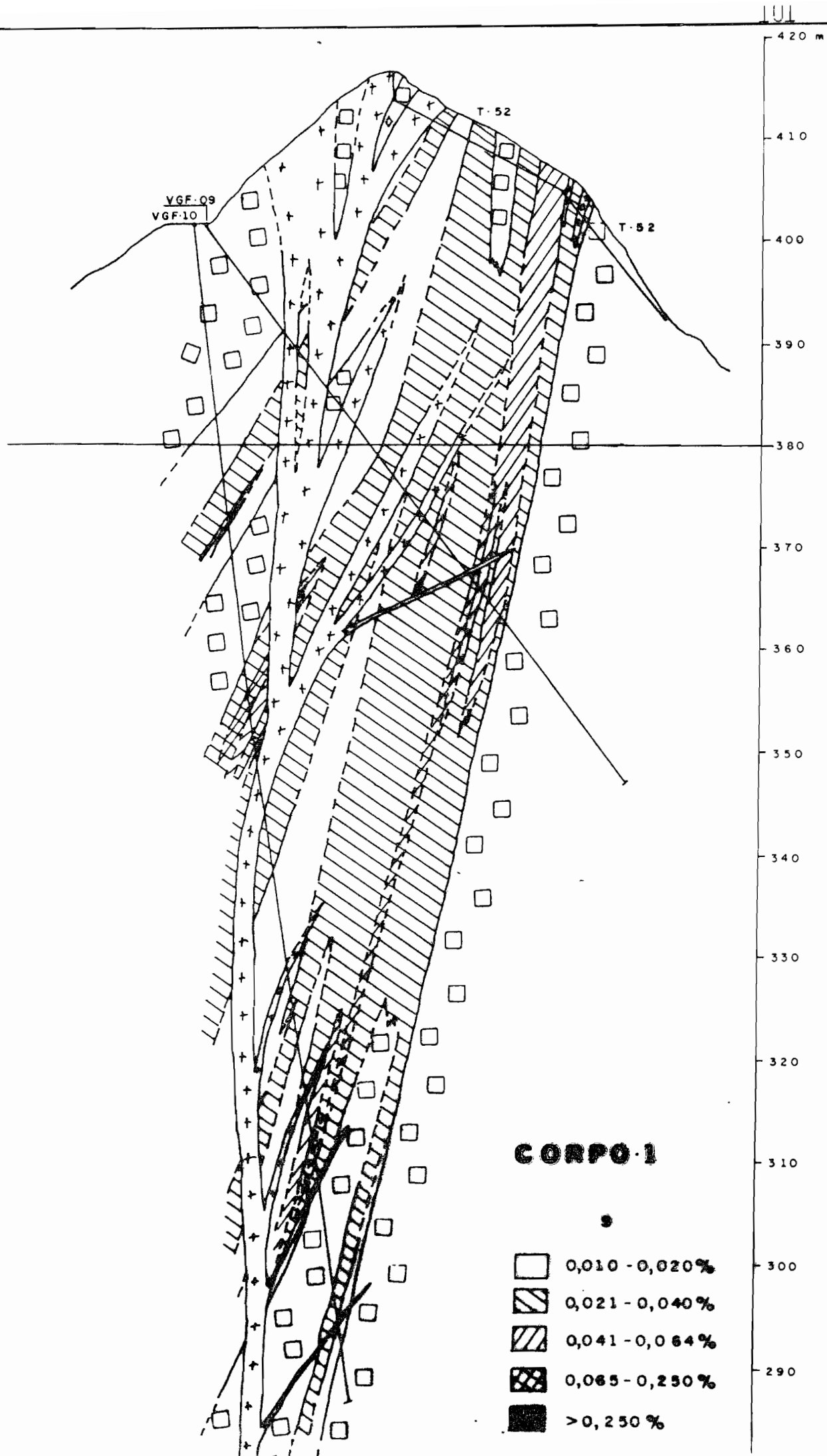
CORPO-1



22

Fig. 32 - Planta de distribuição do enxofre na área mi
neralizada do corpo 1.

OK



o

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.

OK

po 1. É, provavelmente, este fenômeno que dá a cor amarela (fotos 13 e 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 figs. 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 acendeu 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 às áreas ricas em BaSO_4 . 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 CaF_2 . A partir de um núcleo de elevado teor, que ocupa a posição média do corpo mineralizado, os teores decrescem late

ralmente, em direção aos contatos com o granito. Todo o núcleo tem mais de 60,0% de CaF_2 , 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 figs. 6 e 7.

O corpo 2 tem uma conformação mais complexa. Em planta tem-se um núcleo alongado, com mais de 60,0% de CaF_2 , envolvido por uma faixa praticamente estéril, com menos de 5,0% de CaF_2 (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, 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 CaF_2 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% de CaF_2 . Em profundidade, onde a lixiviação do carbonato foi menos intensa, este minério tem cores mais escuras, tendendo ao marrom, 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 con-

seqüente 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 destrói as estruturas originais da rocha, tais como o acamamento (foto 33) ou a orientação dos minerais micáceos 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 m de altura (reconhecidos até o momento) foi descoberto no poço 1. A abertura de galerias poderá revelar a importância volumétrica deste 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 lixiviados, a fluorita ocupa a matriz e forra a parede 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, límpida. 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). ^oMinério deste tipo foi descrito unicamente no corpo 2.

A barita, finalmente, tem pouca importância em volume e em teor (figs. 9 e 12). Ocorre principalmente no corpo 2, formando bolsões métricos isolados ou em associação com a fluorita. Geralmente forma agregados de indivíduos rômnicos 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.

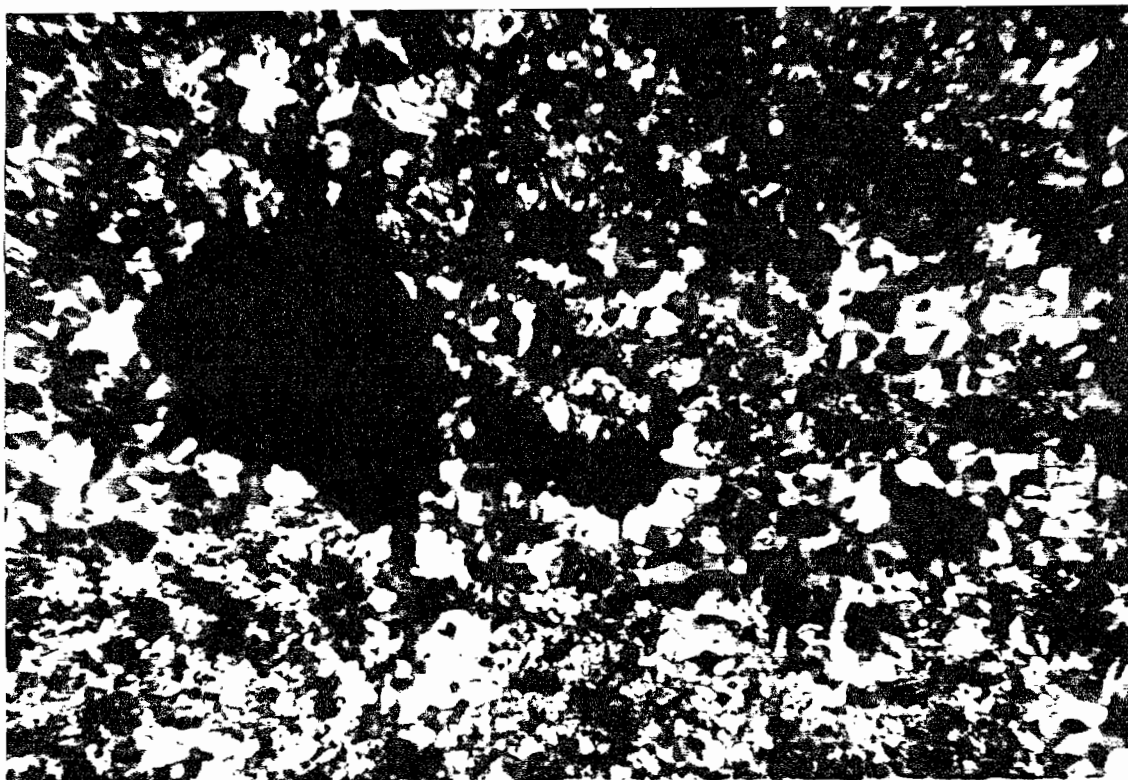
b) Aspectos Microscópicos

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 à matriz carbonática dos metassedimentos. Não raro, os cubos de fluorita são substituídos pelo carbonato hidrotermal (fase argílica-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 límpidos 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 substituíra o metassedimento. Em ambos os casos, a fluorita mostra-se em micro-agregados 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 irregula-

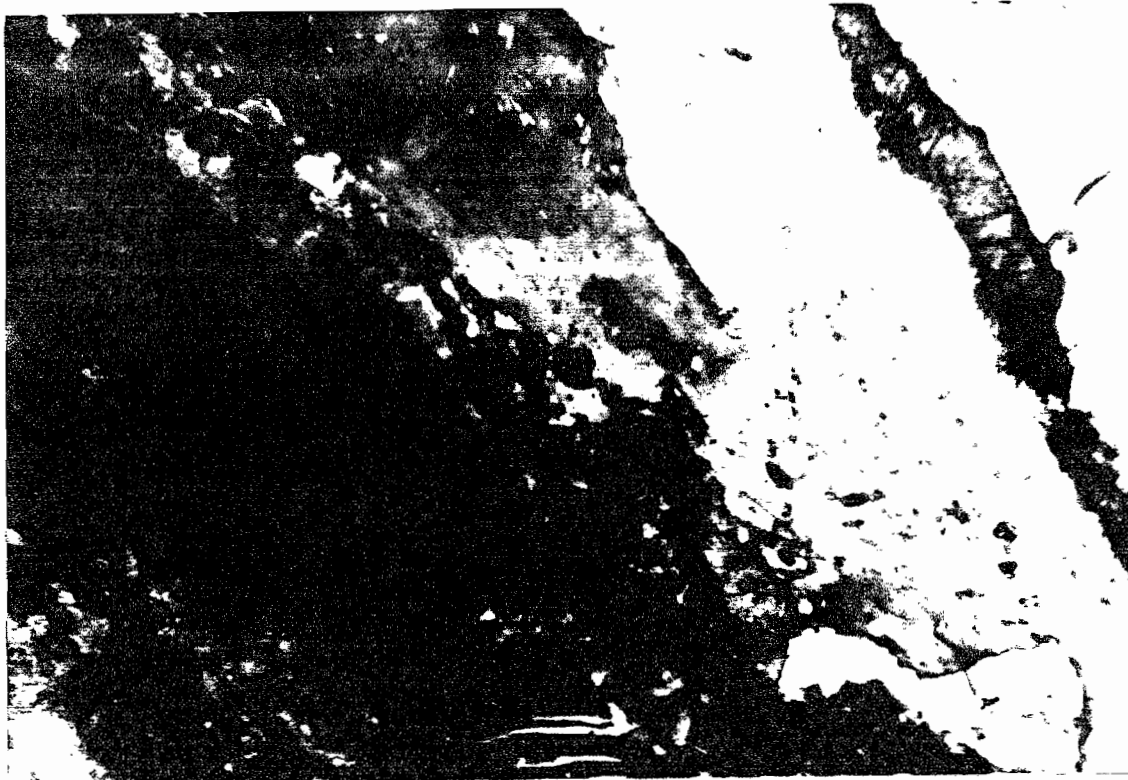


0

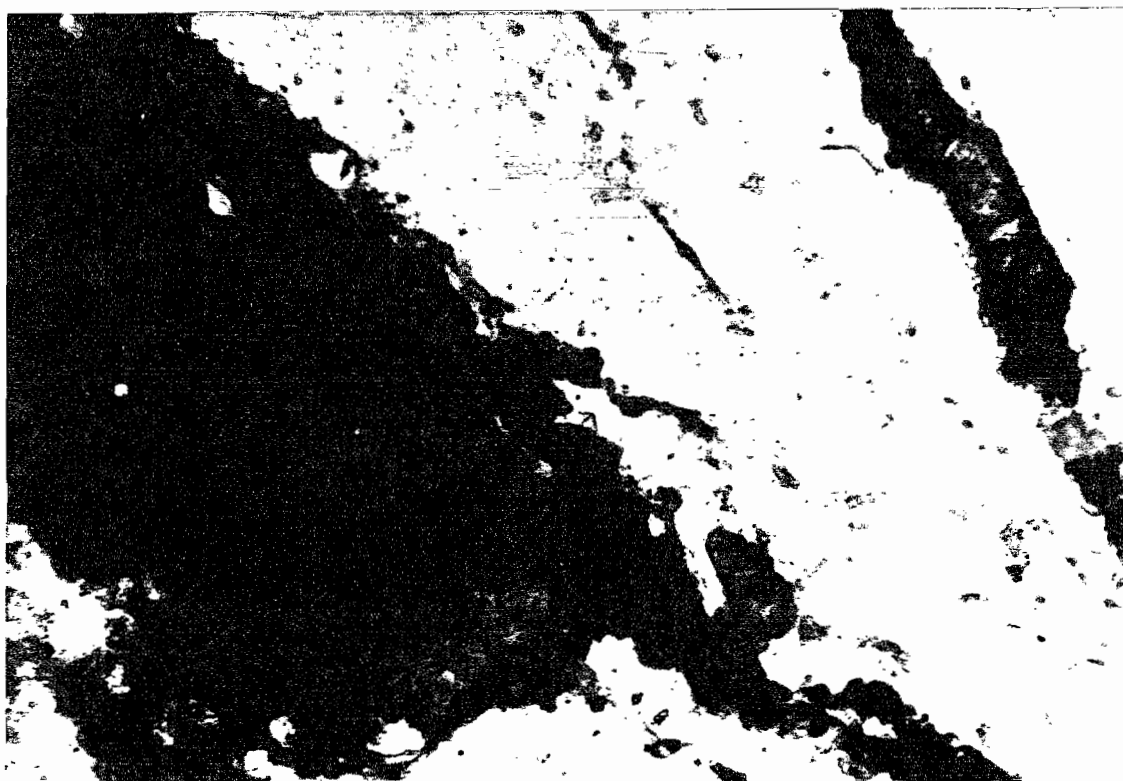


Fotomicrografia 27 - (80 x, nicóis +) - Rocha "carbonática" quase que totalmente silicificada por quartzo hidrotermal. Formam-se microdrusas cujos centros são ocupados pela fluorita (isótropa) nitidamente formada após o quartzo. A evolução da fase hidrotermal mineralizante leva à quase total substituição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

OK



Nicóis +



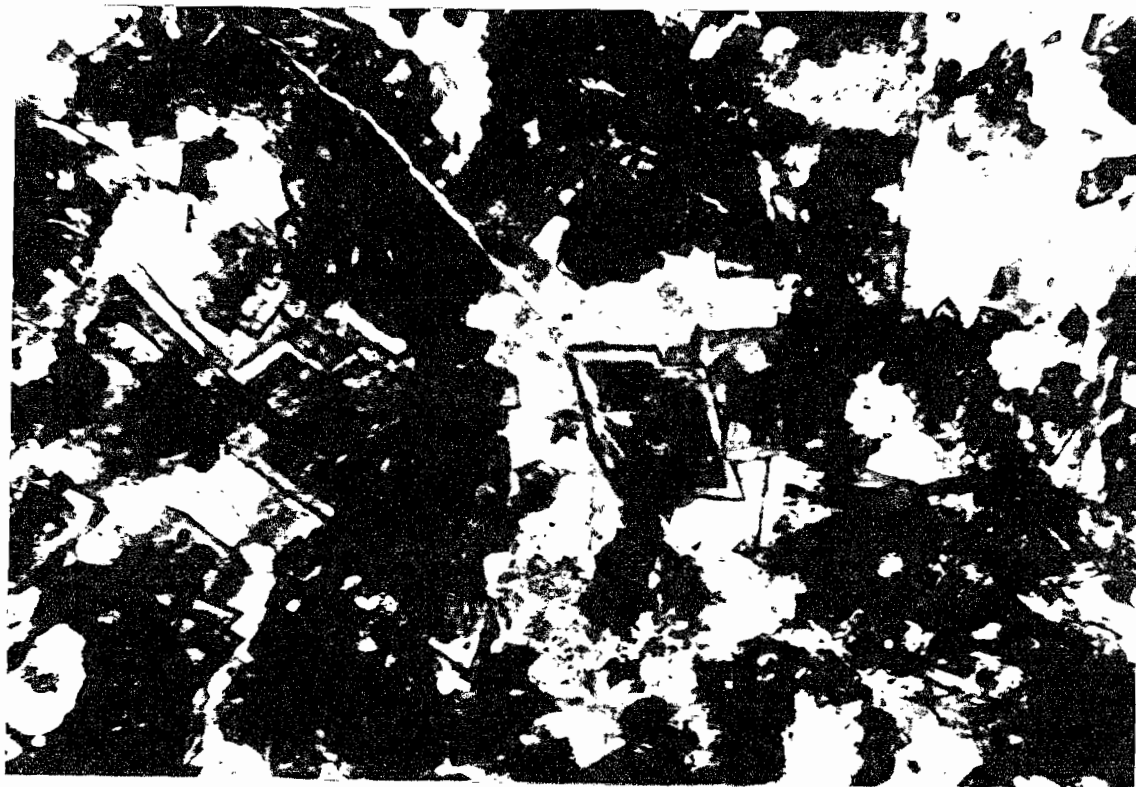
Nicóis //

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

DE

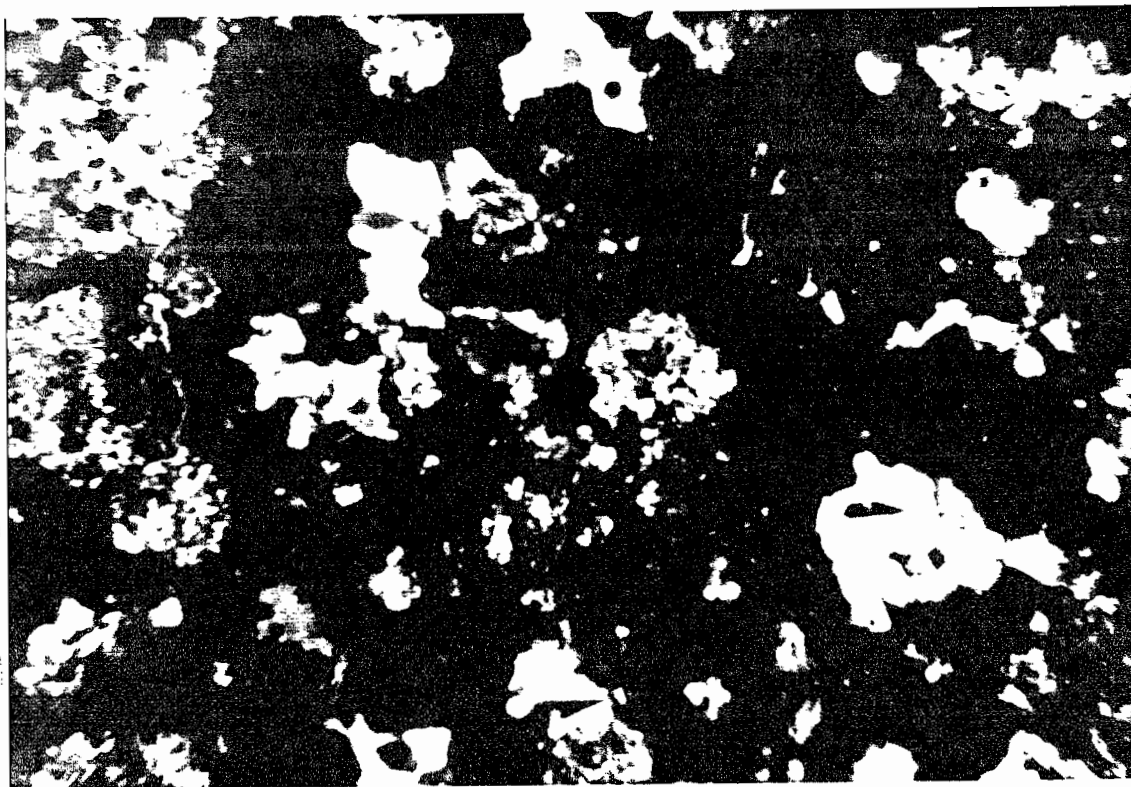


Fotomicrografia 29 - (80 x, nicóis //) - Granito Três Córregos cataclasado e hidrotermalizado. As microfraturas estão preenchidas por pirita, (seções quadradas), clorita, carbonato e fluorita de granulometria muito fina (lâmina RG-468).

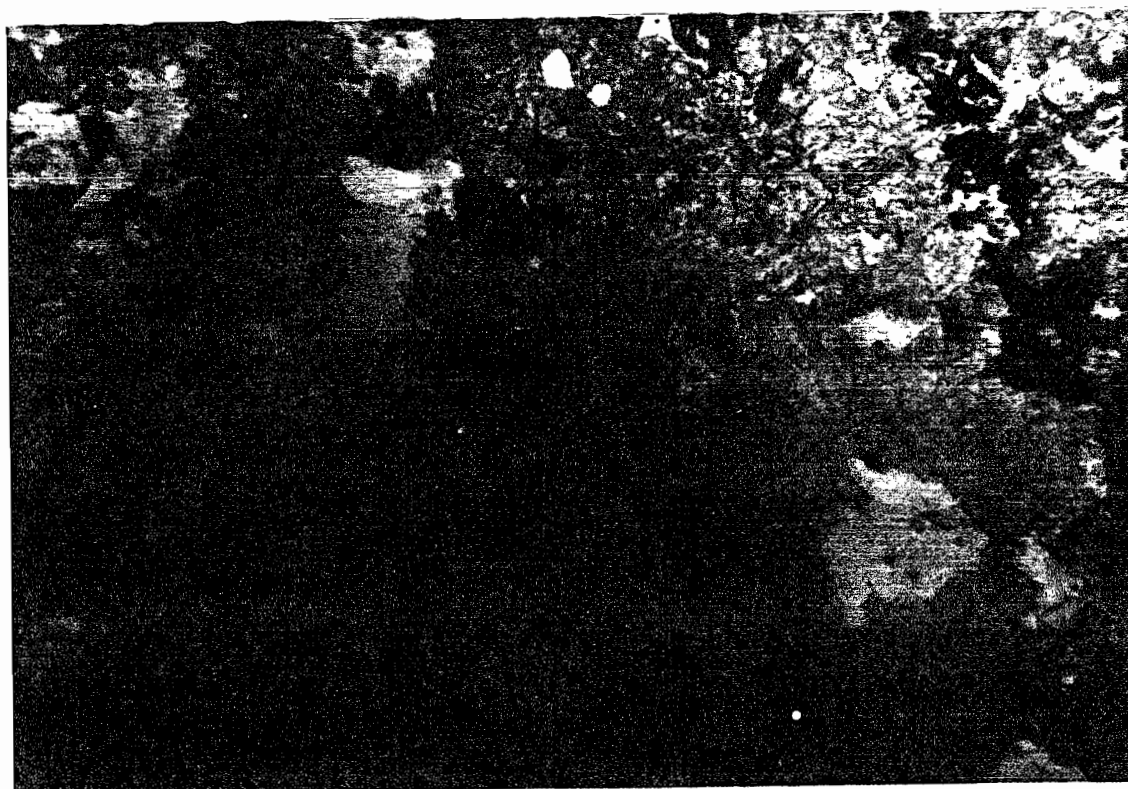


Fotomicrografia 30 - (80 x, nicóis //) - Plaqueamento de carbonato hidrotermal (claro) envolvendo resíduos de carbonato original da rocha (oxidados). Os romboedros concêntricos têm seus limites marcados por películas de óxido de ferro. O carbonato hidrotermal não tem opacos, envolvendo os opacos da rocha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

OK

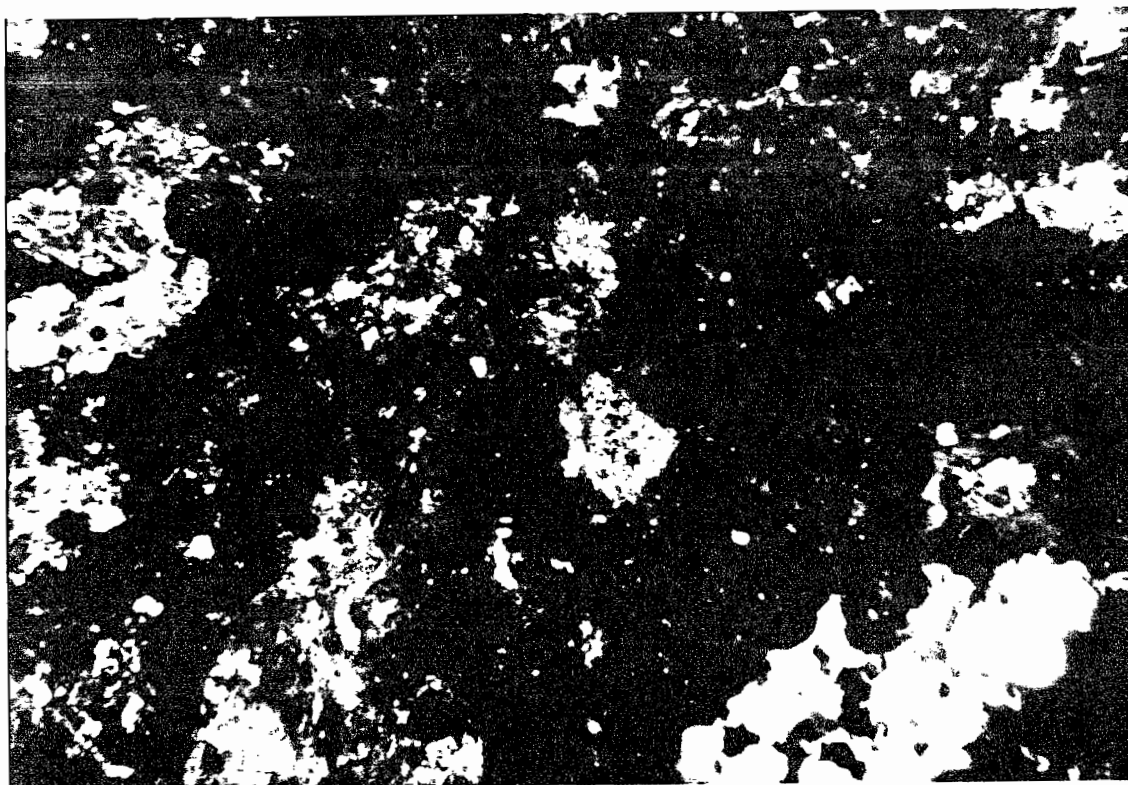


Nicóis +

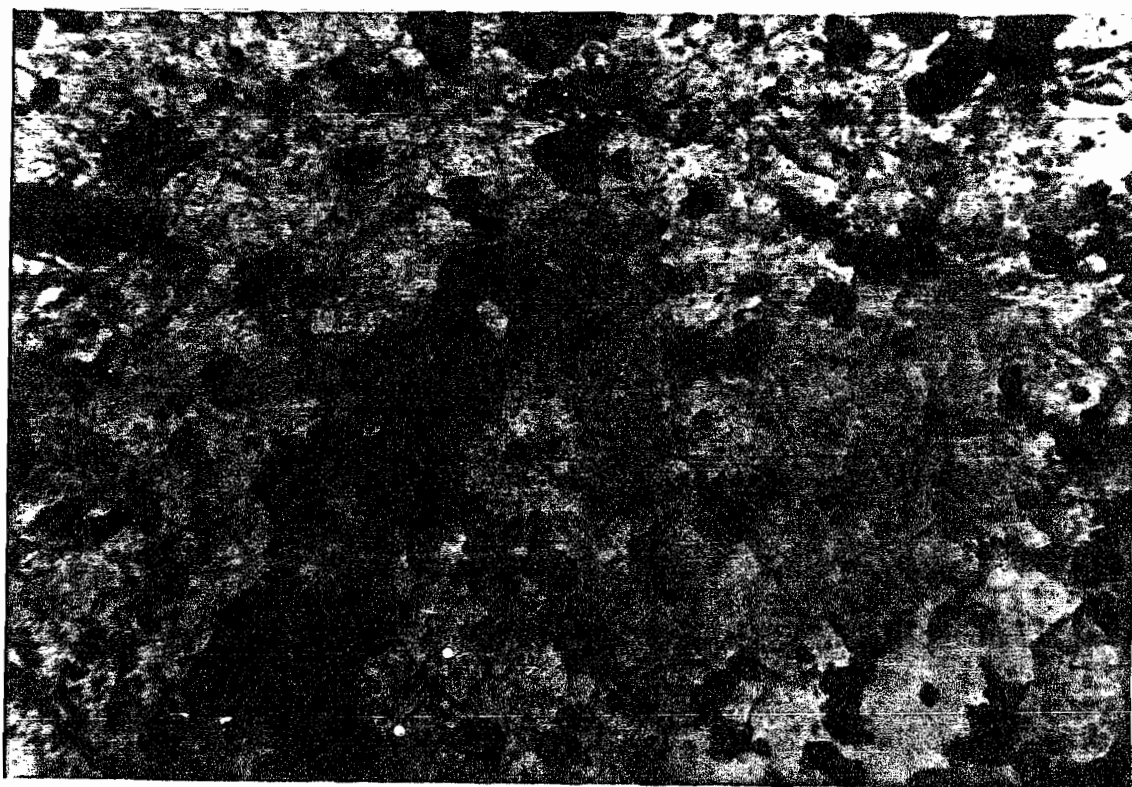


Nicóis //

Fotomicrografia 31 - (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).

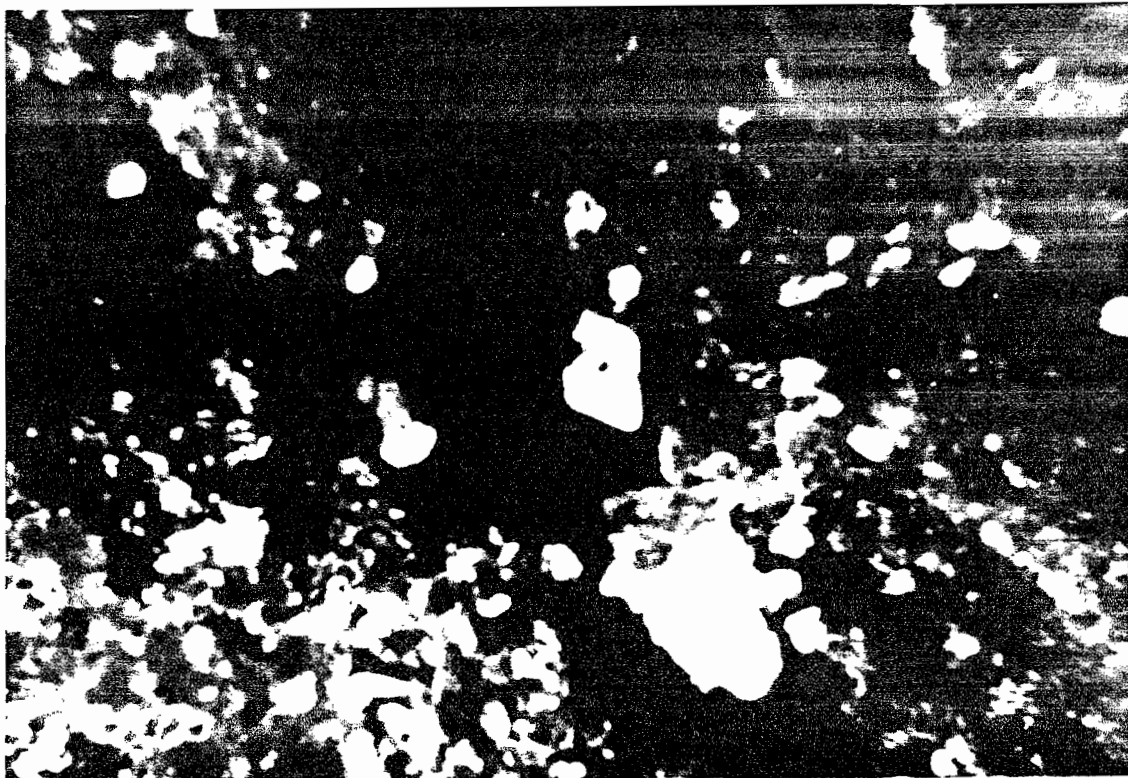


Nicóis +

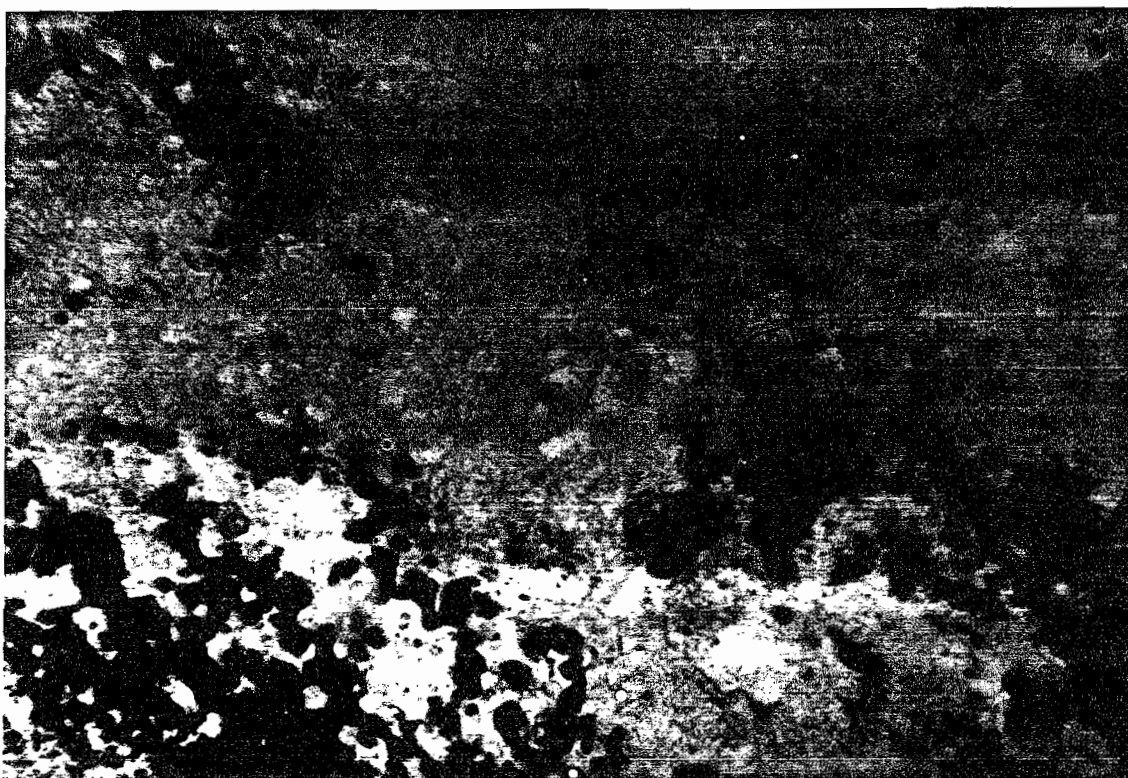


Nicóis //

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).



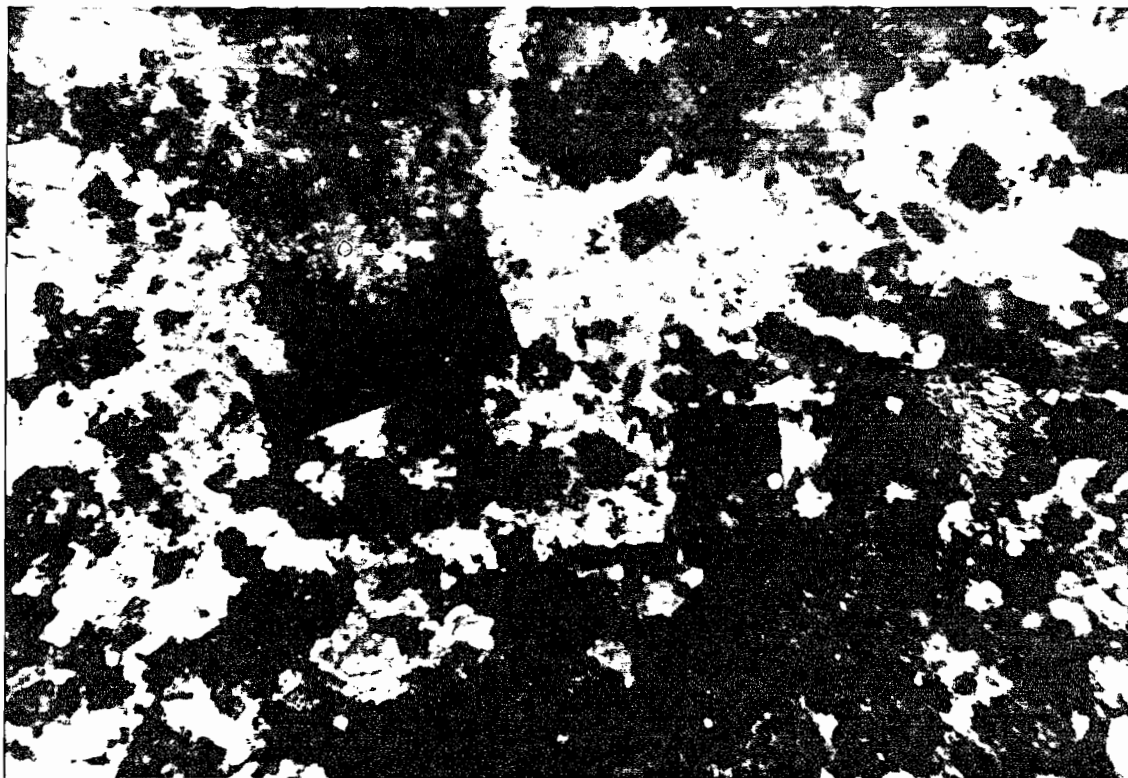
Nicóis +



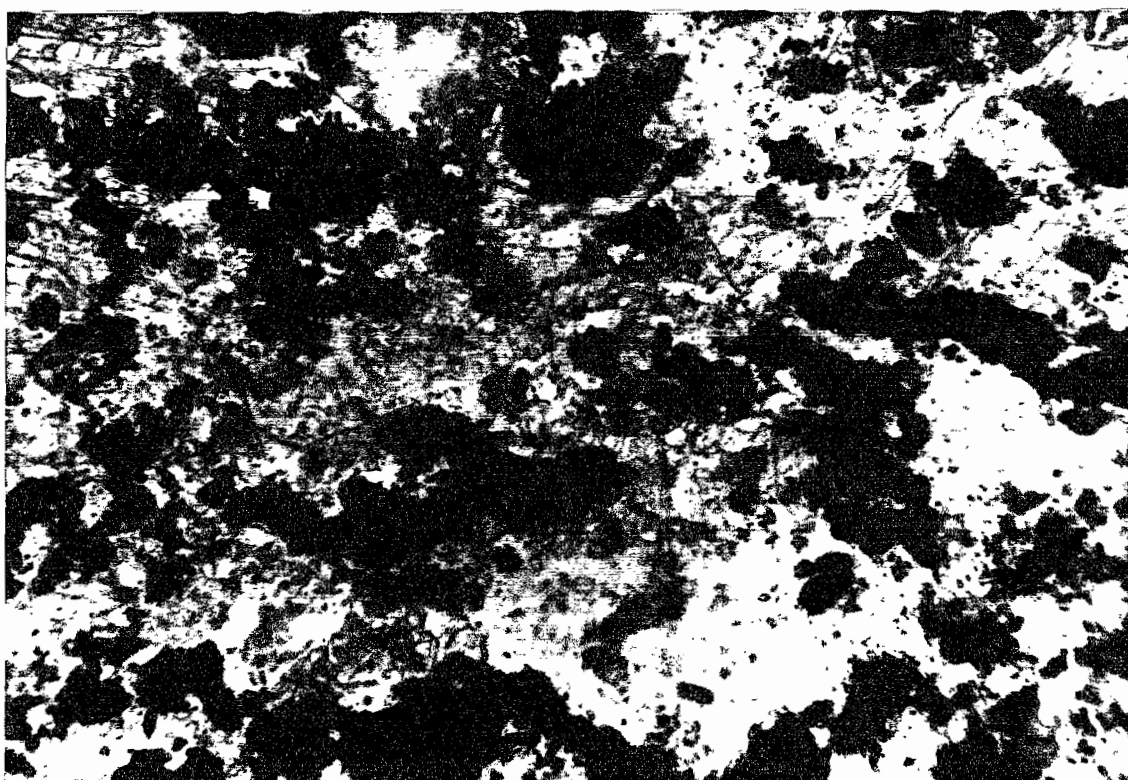
Nicóis //

Fotomicrografia 33 - (20 x) - Minério de fluorita que substitui 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).

OK



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).

DE



Nicóis +



Nicóis //

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).

RG

res de carbonato oxidado. Aparentemente a substituição faz-se lenta e homogeneamente, 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 corpos e dos plagioclásios 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) Inclusões Fluidas

Inclusões fluidas (conforme Fuzikawa, K. - NUCLEBRÁS - "Inclusões fluidas da Jazida de Volta Grande - PR").

O exame de lâminas de rochas e de fragmentos de minerais permitiu o estudo da frequência e dimensão das inclusões fluidas, do modo de ocorrência, da morfologia, das fases fluidas contidas e as relações entre elas, da viscosidade, da cor, das características de molhamento e das propriedades óticas das fases das inclusões na fluorita, na barita e no carbonato hidrotermais. O quartzo hidrotermal se apresenta límpido e isento de inclusões. As inclusões foram classificadas em primárias ou secundárias, conforme Roedder (1979), e estabelecida uma cronologia dos diversos tipos presentes. A microtermometria e os testes de esmagamento permitiram inferir as salinidades, as composições das fases gasosas e as temperaturas de formação das inclusões. Nessas, foram consideradas as medidas do primeiro aquecimento, no caso das fluoritas, para evitar as consequências da dilatação das inclusões com o superaquecimento (Bodnar e Bethke, 1984).

Foram estudadas seis amostras selecionadas de fluorita, representativas do minério primário e dos minérios secundários. A morfologia das inclusões é semelhante nos dois tipos de fluorita: poliédricas (angulosas ou não) e plano-alongadas. As inclusões são todas monofásicas ou bifásicas.

A fig. 13 mostra os resultados obtidos em algumas das amostras. As fluoritas primárias portam inclusões com temperaturas de homogeneização (Th) entre 150° e 170°C e salinidades de 3,2% a 5,6% em peso equivalente de NaCl. As



fluoritas primárias tardias têm Th de 120° e 150°C e salinidades de 0% a 3,2%.

A fluorita secundária, zonada e tricolor, contém inclusões com temperaturas decrescentes. O núcleo róseo tem Th de cerca de 140°C , até 120°C . O envoltório incolor é de temperatura bem menor, de cerca de 80°C . A fluorita preta, muito rara, crustiforme, tem inclusões com Th entre 120° e 130°C .

Uma amostra de barita do corpo 2 foi, também, examinada. Além de inclusões semelhantes às da fluorita, contém outras de tipos diferentes. As de tipo 1 e 2 (fig. 8) são morfologicamente semelhantes às da fluorita. Tem Th de 130° a 150°C e salinidades entre 3,3% e 4,4% em peso equivalente de NaCl. As de tipos 3 e 4 são monofásicas e nuclearam uma fase gasosa após o resfriamento ou aquecimento e tornaram a se homogeneizar entre 110° e 130°C (tipo 3) e entre 60° e 80°C (tipo 4). A salinidade das inclusões tipo 3 varia de 0,0 a 1,4%.

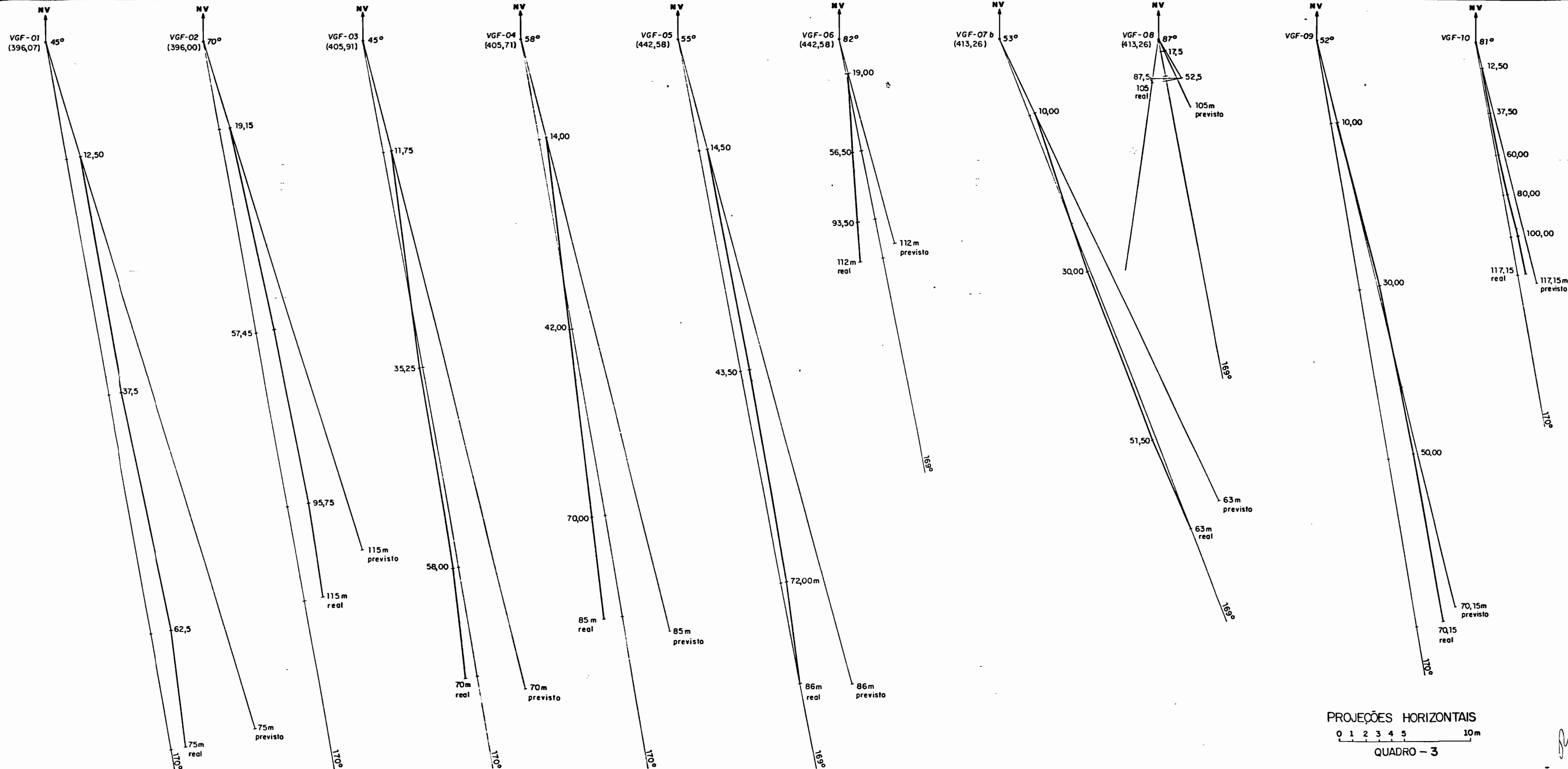
Medidas efetuadas em inclusões de carbonato indicaram Th entre 100° e 120°C e salinidade de 4,8% em peso equivalente de NaCl. Devido às suas dimensões minúsculas, a microtermometria das inclusões em quartzo não pode ser efetuada.

Composicionalmente as inclusões contêm uma mistura de fluidos salinos e de água meteórica. A fase gasosa é composta sobretudo por hidrocarbonetos leves, com menor participação de CO_2 . O CO_2 é ausente nas inclusões da barita e da fluorita preta. Somente nas inclusões do quartzo o CO_2 é a fase gasosa dominante. Há uma relação direta entre a temperatura de homogeneização das inclusões e as suas salinidades.

A pequena dispersão dos valores das Th em cada grupo de inclusões fluidas nas fluoritas primárias, bem como o aspecto intrínseco dessas inclusões, não permitem considerá-las como inclusões crepitadas por eventos térmicos posteriores às suas formações.



FURO	PROFUNDIDADE m	AZIMUTE NM	AZIMUTE NV	INCLINAÇÃO C/ HORIZONTAL
VGF-01	00,00	177° 30'	163° 00'	45° 00'
	25,00	185° 00'	170° 30'	45° 00'
	50,00	183° 00'	168° 30'	44° 00'
	75,00	187° 30'	173° 00'	45° 00'
VGF-02	00,00	177° 30'	163° 00'	70° 00'
	38,30	183° 00'	168° 30'	66° 30'
	76,60	184° 00'	169° 30'	70° 00'
	115,00	186° 00'	171° 30'	68° 30'
VGF-03	00,00	180° 30'	166° 00'	45° 00'
	23,50	188° 00'	173° 30'	46° 30'
	46,00	185° 00'	170° 30'	47° 00'
	70,00	188° 00'	173° 30'	46° 30'
VGF-04	00,00	180° 30'	166° 00'	58° 00'
	28,00	188° 00'	173° 30'	59° 30'
	56,00	188° 00'	173° 30'	60° 00'
	85,00	188° 30'	174° 00'	59° 30'
VGF-05	00,00	179° 30'	165° 00'	55° 00'
	29,00	184° 00'	169° 30'	55° 00'
	57,50	185° 00'	170° 30'	56° 00'
	86,00	187° 00'	172° 30'	57° 00'
VGF-06	00,00	179° 30'	165° 00'	82° 00'
	38,00	193° 00'	178° 30'	81° 00'
	75,00	191° 00'	176° 30'	82° 00'
	112,00	190° 00'	175° 30'	81° 00'
VGF-07 b	00,00	168° 30'	154° 00'	53° 00'
	20,00	176° 00'	161° 30'	52° 00'
	40,00	173° 00'	158° 30'	52° 00'
	63,00	171° 00'	156° 30'	51° 00'
VGF-08	00,00	168° 30'	154° 00'	87° 00'
	35,00	162° 00'	147° 30'	86° 00'
	70,00	284° 00'	269° 30'	86° 00'
	105,00	172° 00'	157° 30'	89° 00'
VGF-09	00,00	180° 30'	166° 00'	52° 00'
	20,00	180° 00'	165° 30'	51° 30'
	40,00	183° 00'	168° 30'	50° 30'
	60,00	184° 30'	170° 00'	51° 00'
VGF-10	00,00	180° 30'	166° 00'	81° 00'
	25,00	185° 00'	170° 30'	82° 20'
	50,00	184° 40'	170° 10'	82° 00'
	70,00	181° 20'	167° 00'	81° 20'
	90,00	181° 00'	166° 30'	81° 00'
	110,00	183° 30'	169° 00'	80° 30'



sedimentar/diagenética ou simplesmente o produto da preferência dos fluidos hidrotermais para substituir partes da rocha que sejam mais receptivas.

6 - Conclusões

a) A geometria dos corpos mineralizados é tabular, verticalizada, com cerca de 10 m de espessura média e 150-200 m de comprimento, tendo sido reconhecidos até uma profundidade máxima de 120 m abaixo da superfície.

b) A mineralização impregna um pacote de rocha carbonatada, ou os cataclasitos dela derivados, que está encaixado em uma falha sobre o Granito Três Córregos.

c) A fluorita foi mobilizada por ações hidrotermais que afetam também as encaixantes.

d) Existem, na área da jazida, níveis de sedimentos carbonatados aparentemente não afetados por ações hidrotermais que são mineralizados a fluorita.

e) Dados de campo, laboratório e determinações de inclusões fluidas sugerem que a mineralização seja relacionada ao magmatismo alcalino Mesozóico, qual é comum na região.

f) A ressaltar que os corpos 1 e 2 estão abertos no sentido de profundidade. O corpo 1 está aberto também no seu extremo leste.

7 - Composição mineralógica qualitativa das rochas aflorantes na área da Jazida de Volta Grande.

MINÉRIO DE FLUORITA														CORPO 1	
Minerais	CLASSIFICAÇÃO														
	Fluorita	Quartzo	Carbonato	Feldspato	Sericita	Opacos	Ox. ferro	Plagiocl.	Muscovita	Microclínio	Apatita	Biotita	Furo (V.G.F. nº)	Profund.	
Lâminas															
RG-389	X	X	X				X						02	58,0	Sílica Hidrotermal
RG-390	X	X	X	X	X	X							02	84,10	Minério de fluorita
RG-430	X	X		X	X	X	X						09	42,42	Minério de fluorita
RG-429	X	X		X	X	X	X						09	41,8	Minério de fluorita
RG-428	X	X		X	X	X	X						09	37,7	Hidrotermalito
RG-427	X	X		X	X	X	X						09	30,4	Minério de fluorita
RG-426	X	X		X	X	X	X						09	29,7	Minério de fluorita
RG-420	X	X		X	X	X	X						09	50,0	Minério de fluorita
RG-438	X	X	X			X		X	X				10	59,0	Minério de fluorita
RG-439	X	X	X			X			X				10	79,0	Minério de fluorita
RG-440	X	X	X	X		X							10	108,2	Minério de fluorita
RG-465	X	X			X	X		X					12	60,0	Minério de fluorita
RG-466	X	X				X		X	X	X	X		Afl.cort.est.		Minério de fluorita
RG-467	X	X	X		X	X					X	X	T 2 Corpo II		Minério de fluorita
RG-473	X	X	X		X	X		X					13	36,7	Minério de fluorita
** RG-477	X	X	X			X		X					13	77,0	R. Carbonatita hidrotermalizada
RG-478	X	X	X			X							13	73,5	R. Carb. Hidrot. mineralizada fluorita

MINÉRIO DE FLUORITA												CORPO 2
Minerais		Fluorita	Quartzo	Carbonato	Feldspato	Sericita	Opacos	Plagiocl.	Furo	(V.G.F. nº)	Profund.	CLASSIFICAÇÃO
Lâminas												
	RG-412	X	X	X			X		08		76,3	Minério de fluorita
	RG-416	X	X	X		X	X	X	05		62,9	Minério de fluorita
	RG-417	X	X	X	X	X	X		05		62,6	Minério de fluorita
	RG-418	X	X	X			X		05		63,8	Minério de fluorita
	RG 419	X	X	X			X		05		65,2	Minério de fluorita
	RG-489	X	X	X			X		15		67,0	Minério de fluorita
	RG-491	X	X	X			X		15		71,0	Minério de fluorita
	RG-506	X	X				X				T-59	Minério de fluorita

DE

ROCHA METASSEDIMENTAR

CORPO 1

Minerais	Carbonato	Fluorita	Quartzo	Sericita	Feldspato	Apatita	Opacos	Ox.Ferro	Muscovita	Titanita	Pagiol.	Zircão	Microclino	Calcita	Elogopita	Tremolita	Clorita	Furo (V.G.F. nº)	Profund.	CLASSIFICAÇÃO
Lâminas																				
RG-386	X	X	X	X	X	X	X	X	X									02	55,1	Sílica hidrotermal
RG-387	X	X	X	X	X	X	X	X	X									02	38,8	Milonito
RG-388	X	X	X	X	X	X	X	X	X									02	34,7	Milonito
RG-425			X	X	X	X	X	X	X			X						09	29,26	Milonito
RG-424		X	X	X	X	X	X	X	X				X					09	28,7	Ultramilonito
RG-436	X		X				X	X	X									10	44,0	R. Carbonática hidrotermalizada
RG-437	X		X				X	X	X									10	45,8	Hidrotermalito
RG-435	X	X	X				X	X	X		X							10	46,0	Hidrotermalito
RG-434	X	X	X				X	X	X									10	85,3	Rocha Carbonática impura
RG-452			X				X	X						X				11	24,7	Mámore impuro
RG-455	X		X	X			X	X										11	79,4	Rocha Carbonática impura
RG-456	X		X				X	X						X				11	104,4	Mámore impuro
RG-457	X						X	X										11	110,2	Mámore impuro
RG-462	X		X		X		X	X										12	80,1	R. Carbonática impura hidrotermalizada
RG-463	X		X		X		X	X										12	83,0	R. Carbonática impura hidrotermalizada
RG-464	X		X	X		X	X	X	X		X							12	63,0	Sílica hidrotermal impregnada por Ox.Fe.
RG-470	X	X	X	X			X	X			X							13	29,1	R. Carbonática hidrotermalizada
RG-471	X		X	X			X	X										13	31,8	Brecha Carbonática
RG-472	X	X	X	X			X	X										13	32,9	R. Carbonática hidrotermalizada
RG-474	X		X	X	X	X	X	X	X	X							X	13	46,0	Calcoxisto hidrotermalizado
RG-476	X		X				X	X			X							13	68,3	Rocha Carbonática hidrotermalizada
** RG-477	X	X	X				X	X			X		X					13	77,0	Rocha Carbonática hidrotermalizada
RG-479	X		X				X	X							X			13	84,5	Mámore impuro

22

Minerais		Carbonato	Fluorita	Quartzo	Sericita	Feldspato	Apatita	Opacos	Ox.Ferro	Muscovita	Titanita	Diopsido	Plagiocl.	Calcita	Clorita	Cilindro	Furo (V.G.F. n.º)	Profund.	CLASSIFICAÇÃO
Lâminas	*	RG-391	X	X	X	X	X	X	X	X	X						07	69,3	Gr.Prof.Assoc.Rocha Carbonática
		RG-393	X	X	X	X	X	X	X	X	X						07	44,0	Milonito
		RG-394	X	X	X			X									07	46,39	Rocha Carbonática Cataclasada
		RG-395	X	X	X	X		X									07	58,3	Milonito
		RG-396	X	X	X	X		X									07	46,0	Milonito
		RG-397	X		X			X									07	37,8	Mámore impuro
		RG-398	X	X	X		X	X									07	39,55	Cataclasito
		RG-399	X	X	X		X	X			X	X	X				07	35,7	Hornfels
		RG-400	X	X	X		X	X									07	42,25	Brecha carbonática
		RG-401	X	X	X			X		X							07	39,95	Rocha carbonática impura
		RG-405	X	X	X			X									08	33,5	Calcario impuro
		RG-406	X	X	X			X									08	40,2	Rocha carbonática impura
		RG-407	X	X	X			X									08	42,0	Rocha carbonática impura
		RG-408	X	X	X			X									08	91,5	Calcario impuro
		RG-409	X	X	X			X				X					08	73,0	Ultramilonito
		RG-410	X	X	X			X									08	67,0	Microbrecha
		RG-411	X	X	X			X									08	80,0	Ultrmilonito
		RG-415	X	X	X		X	X									05	61,7	Microbrecha carbonática
		RG-414	X	X	X		X	X									05	61,5	Rocha carbonática
		RG-486	X	X	X	X	X	X						X			14	49,5	Brecha carbonática
		RG-481		X	X			X								X	14	22,4	Rocha carbonática
		RG-482	X	X	X			X									14	33	Rocha carbonática cataclasada
		RG-483	X		X			X									14	45,0	Milonito
		RG-484	X	X				X		X							14	60	Rocha carbonática
		RG-490	X	X				X									15	69	Rocha carbonática brechada
		RG-487	X	X	X			X									15	57	Rocha carbonática
		RG-488	X	X	X			X		X							15	59	Rocha carbonática
		RG-493	X	X	X			X									15	80	Rocha carbonática cataclasada
		RG-492	X	X	X			X									15	75	Rocha carbonária cataclasada
		RG-507	X	X	X			X	X	X							07	43,0	Brecha carbonática
		RG-508	X	X	X			X		X							14	61,0	Rocha carbonática
		RG-509	X	X	X			X		X					X		06	111,0	Rocha carbonática cataclasada

CORPO 2

GRANITO

Minerais	Microclino	Plagiocl.	Quartzo	Carbonato	Apatita	Zircão	Titanita	Opacos	Biotita	Clorita	Hornblenda	Epidoto	Alantita	Magnetita	Sulfetos	Leucoceno	Furo (VC.F nº)	Profund.	CLASSIFICAÇÃO
* RG-391	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				07	69,3	Gr. Prof. Assoc. Rocha Carbonática
RG-392	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X			07	68,8	Biotita-Hornblenda-Gr. Porfiroide
RG-402	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				08	48,15	Biotita-Hornblenda-Granito
RG-403	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X					08	53,65	Cataclasito
RG-404	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							08	47,2	Quartzo-Sienito
RG-413	X	X	X	X	X	X			X	X					X	X	05	82,6	Gr. Porf. Cataclasado hidrotermal
RG-485	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					14	74,15	Gr. Porf. Hidrotermalizado
RG-494	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					15	96,5	Gr. Porf. Hidrotermalizado

Minerais	Microclínio	Plagiocl.	Quartzo	Sericita	Carbonato	Argila	Apatita	Zircão	Titanita	Opacos	Biotita	Feldspato	Cx. Ferro	Clorita	Hornblenda	Epidoto	Tormalina	Albionita	Leucoceno	Calcita	Pirita	Furo (V.G.F. nº)	Profund.	CLASSIFICAÇÃO
Lâminas																								
RG-380	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											02	110,1	Gr.Porfíroide hidrotermalizado
RG-381	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											02	112,2	Gr.Porfíroide hidrotermalizado
RG-382	X	X	X	X	X		X	X	X	X												02	68,8	Gr.Alasquítico (granular)
RG-383	X	X	X	X	X		X	X	X	X												02	20,0	Gr.Porfíroide cataclasado
RG-384			X	X			X	X	X	X		X										02	52,2	Ultramilonito
RG-385	X		X	X	X		X	X	X	X			X									02	50,55	Microbrecha
RG-369	X	X	X		X		X	X		X												03	35,48	Cataclasito
RG-370	X	X	X		X		X	X		X				X								04	33,67	Cataclasito
RG-368	X	X	X		X			X		X				X								03	31,61	Cataclasito
RG-423	X		X	X	X					X												09	57,5	Milonito
RG-422	X	X	X	X	X		X	X		X			X									09	56,9	Brecha granítica hidrotermalizada
RG-421	X		X	X	X		X	X	X	X												09	55,9	Cataclasito
RG-433	X	X	X	X	X			X		X		X						X				10	57,7	Aplito
RG-431	X	X	X																X			10	72,0	Cataclasito granítico hidrotermalizado
RG-432	X	X	X		X					X									X			10	72,75	Cataclasito granítico hidrotermalizado
RG-451	X	X	X				X			X									X			11	22,6	Gr.Porf.cataclasado hidrotermalizado
RG-453	X	X	X		X		X	X	X	X				X								11	37,9	Gr.Porf.cataclasado hidrotermalizado
RG-454	X	X	X		X		X	X						X							X	11	73,6	Gr.Porf.cataclasado hidrotermalizado
RG-458	X	X	X				X			X						X	X					11	136,5	Milonito
RG-459	X	X	X				X	X	X					X		X	X					11	124,2	Gr.Porf.cataclasado hidrotermalizado
RG-460		X	X				X	X		X		X										12	14,8	Cataclasito
RG-461	X	X	X				X	X		X		X						X			X	12	21,4	Gr.Porf.cataclasado
RG-468	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X								13	16,4	Cataclasito hidrotermalizado
RG-469	X	X	X	X	X					X												13	20,0	Microbrecha granítica hidrotermal
RG-475	X	X	X		X		X		X	X				X								13	56,8	Cataclasito hidrotermalizado
RG-480	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X								13	97,0	Gr.Porf.cataclasado hidrotermalizado
RG-495	X	X	X		X		X			X				X								16	14,4	Gr.Porf.hidrotermalizado

OK

8 - Custos da Pesquisa

Os investimentos realizados na pesquisa da área do DNPM nº 820.214/80, totalizaram Cr\$ 1.215.330.299 (um bilhão, duzentos e quinze milhões, trezentos e trinta mil e duzentos e noventa e nove cruzeiros), equivalentes a 40.087,99 ORTN's, aplicados nos anos de 1980, 81, 82, 83 e 84. Apresenta-se a seguir a relação dos valores discriminados:

Discriminação	Valor Cr\$	Valor ORTN's
Mapeamento geológico	Cr\$ 142.393.844	4.696,90
Prospecção geoquímica	Cr\$ 145.560.705	4.801,36
Poços e trincheiras	Cr\$ 147.440.339	4.863,36
Sondagens rotativas	Cr\$ 300.643.976	9.916,82
Análises químicas	Cr\$ 108.271.370	3.571,35
Topografia	Cr\$ 159.994.938	5.277,48
Ensaio de beneficiamento	Cr\$ 3.412.123	112,55
Galerias	Cr\$ 187.153.890	6.173,32
Manutenção de equipamentos	Cr\$ 1.973.911	65,11
Custos judiciais	Cr\$ 3.713.779	122,50
Materiais diversos	Cr\$ 4.991.925	164,66
Outras despesas	Cr\$ 8.379.499	276,40
Relatório final	Cr\$ <u>1.400.000</u>	<u>46,18</u>
Total	Cr\$ 1.215.330.299	40.087,99

Considerando-se os períodos de aplicação, foram investidos Cr\$ 72.208.914 (setenta e dois milhões, duzentos e oito mil e novecentos e quatorze cruzeiros = 2.381,83 ORTN's) no ano de 1980, Cr\$ 72.595.451 (setenta e dois milhões, quinhentos e noventa e cinco mil e quatrocentos e cinquenta e um cruzeiros = 2.394,58 ORTN's) no ano de 1981, Cr\$ 688.777.899 (seiscentos e oitenta e oito milhões, setecentos e setenta e sete mil e oitocentos e noventa e nove cruzeiros = 22.719,51 ORTN's) no ano de 1982, Cr\$ 193.192.335 (cento e noventa e três milhões, cento e noventa e dois mil e trezentos e trinta e cinco cruzeiros = 6.372,50 ORTN's) no ano de 1983 e Cr\$... 188.555.700 (cento e oitenta e oito milhões, quinhentos e cinquenta e cinco mil e setecentos cruzeiros = 6.219,56 ORTN's) no ano de 1984.



X - CÁLCULO DE RESERVAS

1 - Introdução e Objetivos

Para o cálculo das reservas de minério pertencentes aos corpos I e II, foram utilizados os dados obtidos através da execução de 16 furos de sondagem e 19 trincheiras sobre os dois corpos mineralizados, visando:

a) Determinar o modelo geológico da jazida e de le derivar a geometria dos corpos mineralizados.

b) Avaliar a quantidade de minério existente no local e definir as curvas de parametrização de tonelagem e teor necessárias à Engenharia de Minas.

2 - Critérios de Avaliação

Ambos os corpos mineralizados são tabulares, orientados E-W com mergulhos de 60° a 90° para norte (vide seções nos anexos). Para os seus reconhecimentos fez-se uso de trincheiras e sondagens do seguinte modo:

2.1 - Critério de Pesquisa

a) Abertura de trincheiras perpendiculares à direção do corpo observada em afloramento. As trincheiras foram abertas a cada 45,0 m, com intercalações nas partes de maior complexidade do corpo mineralizado.

b) Descrição das trincheiras na escala 1:50 e amostragem total, de metro a metro, obedecendo os contatos com os limites de amostras.

c) Análise para CaF_2 de todas as amostras. Todas as amostras que analisaram mais que 5% de CaF_2 sofreram uma complementação de análise para SiO_2 , BaSO_4 , FeO (total), S, CaCO_3 , Pb e Zn.

d) Locação de sondagem sob as trincheiras que revelaram passagens mineralizadas importantes.



e) O espaçamento entre cada sondagem foi, inicialmente, de 90 m. O furo é inclinado, visando interceptar o minério a 40,0 m da superfície (ponto alvo sendo o eixo do corpo mineralizado).

f) Descrição da sondagem e amostragem metro a metro, obedecendo os contatos como limite de amostra.

g) Análise de 1/4 ou 1/2 testemunhos, segundo os mesmos critérios usados para as amostras das trincheiras.

h) Quando a sondagem rasa resultou mineralizada, fez-se uma nova sondagem, na mesma base da primeira, inclinada, visando interceptar o minério a 40,0 m abaixo da primeira sondagem.

i) Descrição, amostragem e análise da segunda série de furos de modo idêntico à primeira série.

j) Locação, amostragem, descrição e análise de uma terceira série de sondagens locadas nos extremos dos corpos mineralizados visando os seus fechamentos. Atualmente existem dez sondagens no corpo 1 e seis sondagens no corpo 2, com baterias espaçadas de cerca de 45,0 m (vide fig. 34).

k) Medida de desvio das sondagens a cada 25 m, fazendo uso de equipamento tipo Tropari-Pajari. Em cada ponto foram feitas três medidas simultâneas, com o uso de três aparelhos.

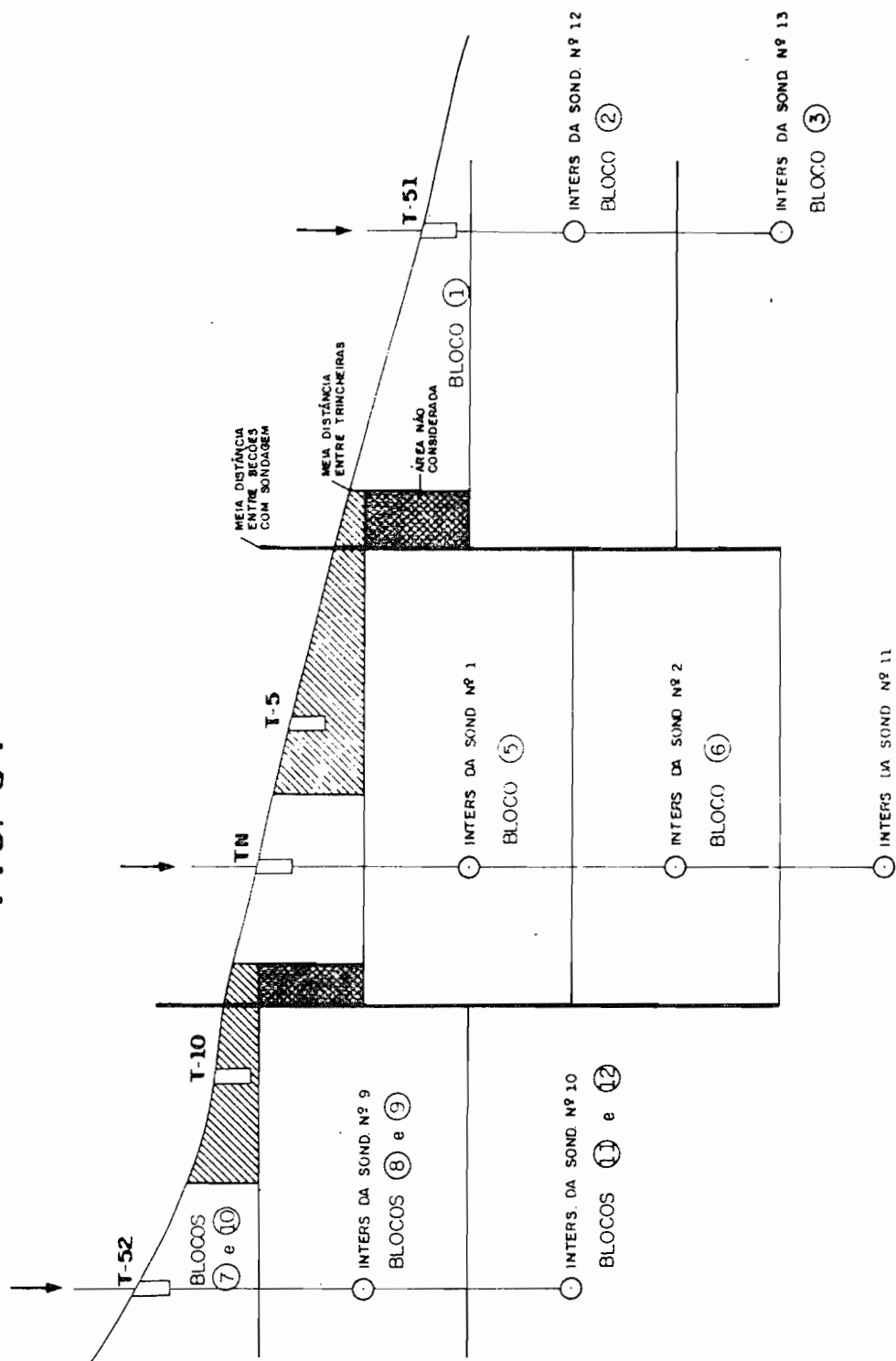
2.2 - Critério de Interpretação

Com as informações obtidas dos trabalhos de pesquisa, foi iniciada a fase de interpretação da geologia e determinação da geometria dos corpos mineralizados.

a) Determinação do desvio dos furos de sondagem no plano horizontal e vertical (Quadros 3 e 4).

b) Determinação do azimuth médio a ser usado na elaboração das secções verticais (Quadros 3 e 4).

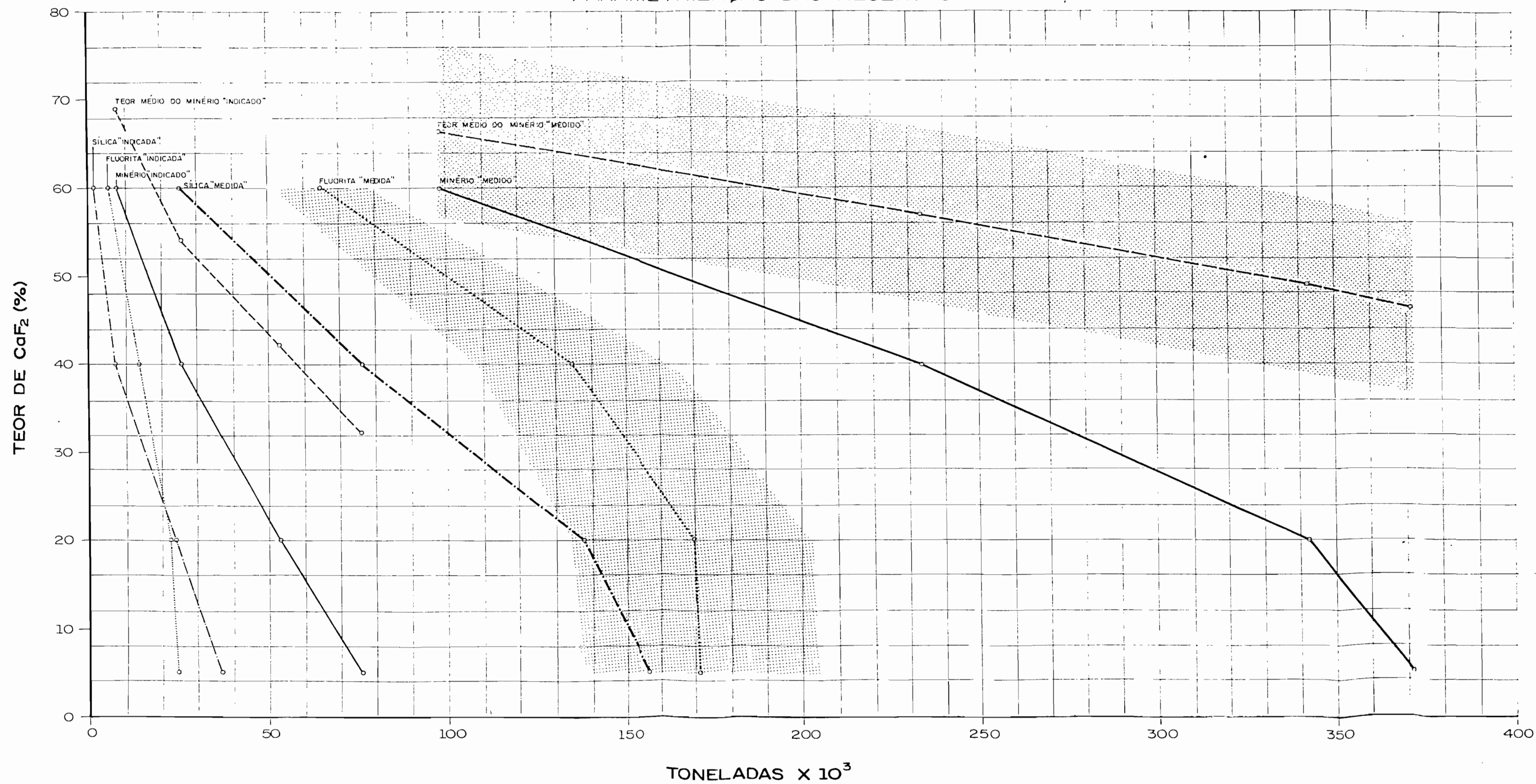
FIG. - 34

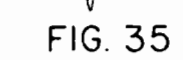


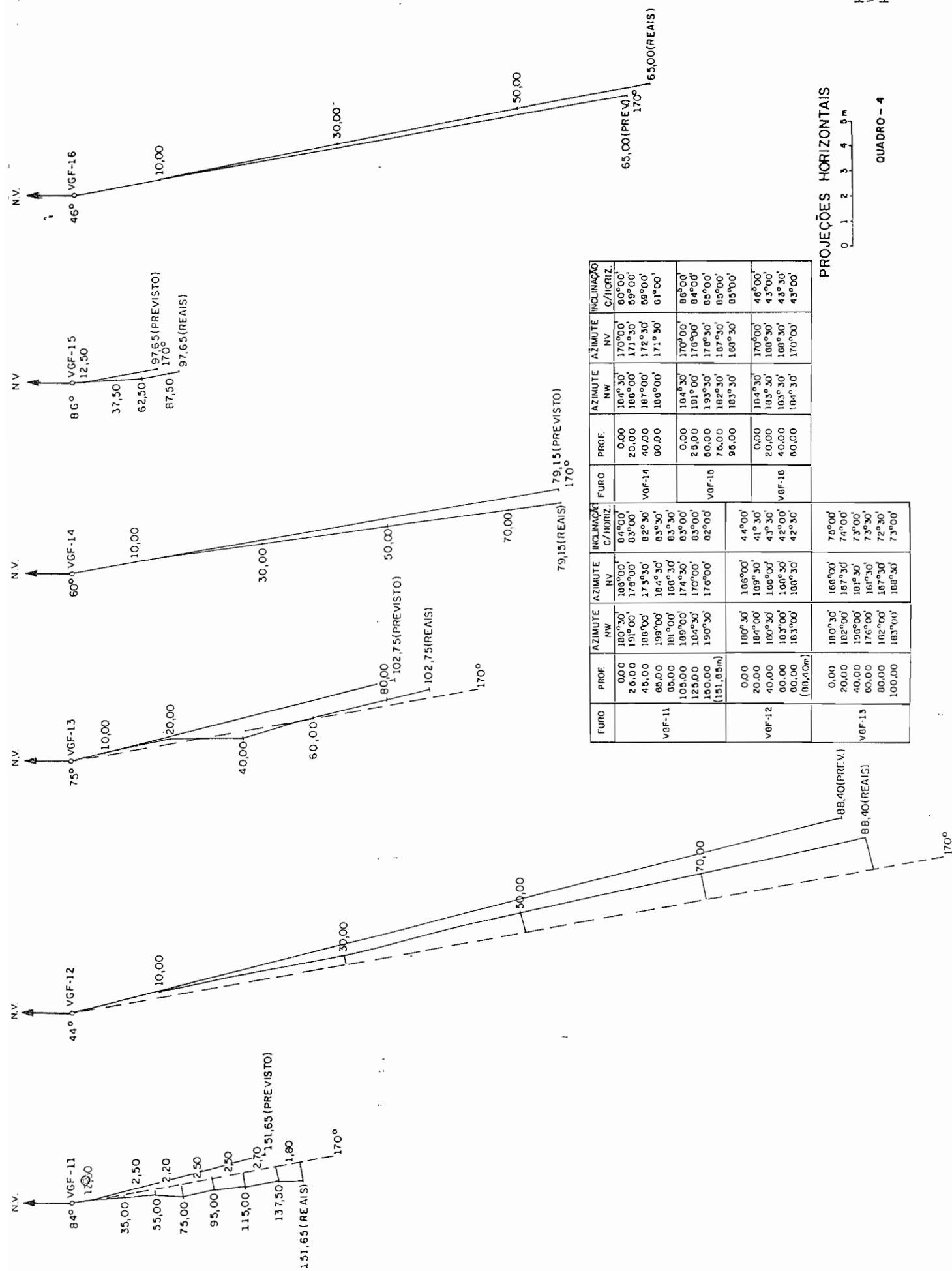
Handwritten signature

FIG.- 35

VOLTA GRANDE - CORPO 1
PARAMETRIZAÇÃO DAS RESERVAS







c) Elaboração de secções verticais onde foram rebatidos os desvios verticais da sondagem e as trincheiras. (Todas as secções estão anexadas). @

d) Lançamento sobre as sondagens e trincheiras de todas as informações conhecidas da geologia e das análises químicas. (Vide planta e secções anexas, a 1:200).

e) Interpretação das litologias e estruturas conhecidas.

f) Elaboração de uma planta com todas as trincheiras onde foram lançadas todas as informações de geologia e análises químicas. (Planta anexa, a 1:200).

g) Definição na planta de trincheiras, da zonalidade do minério com teor de CaF_2 maior que 5%. Com isto foram demarcados os perímetros de afloramento de quatro tipos de minérios denominados:

Minério tipo	Teor de CaF_2 (%)
A	mais que 60,00
B	40,01 - 60,00
C	20,01 - 40,00
D	5,00 - 20,00

h) Extensão em profundidade dos minérios tipo A, B, C e D. Definição da zonalidade nos planos de secção que contêm os furos de sondagem.

2.3 - Critério de Cálculo da Tonelagem de Minério

Definida a geometria dos corpos mineralizados, foi iniciada a fase de cálculo da quantidade de minério. Todas as medidas feitas constam nos quadros 7, 8 e 9.

a) Determinação dos volumes de influência das sondagens e das trincheiras fazendo uso do critério de meia distância entre duas informações (vide fig. 34). A extensão em profundidade das áreas de influência foi feita, logicamen-

te, sobre os planos de secção que contêm as sondagens, perpendiculares ao plano da figura.

b) Definição dos limites e numeração, no corpo 1, de 19 blocos de avaliação com perímetro limitado em todas as direcções e de 08 blocos com perímetro limitado em somente duas direcções. O limite aberto destes 08 blocos foi fechado arbitrariamente a uma distância igual a existente entre a informação que gerou o bloco e o seu limite no sentido oposto ao lado aberto (vide secções, blocos 01 a 08, em vermelho).

c) No corpo 2 foi usado o mesmo critério de limitação de blocos, tendo sido definidos 10 blocos com perímetro definido em todas direcções e 03 blocos com perímetro definido em somente duas direcções.

d) Cálculo do volume de cada tipo de minério em todos os blocos definidos, em plantas e secções na escala 1:200, fazendo-se uso de um planímetro de precisão.

e) Cálculo do peso específico de todos os tipos de minério (A, B, C e D) fazendo-se uso de uma balança hidrostática (vide quadro 5 e 6). Foram feitas 80 medidas em minérios do corpo 1 e 28 medidas em minérios do corpo 2. (Cada amostra foi dividida em duas partes, cada parte sendo analisada em separado, o peso específico considerado sendo a média de duas medidas).

f) Cálculo do teor médio de cada tipo de minério, em todos os blocos definidos, em duas etapas:

- Média ponderada dos teores de CaF_2 e SiO_2 , das amostras nas sondagens e nas trincheiras (ponderação pelo comprimento de cada amostra), para cada tipo de minério em cada um dos blocos.

- Média ponderada, pelo volume dos teores médios de CaF_2 e SiO_2 obtidos anteriormente, para cada tipo de minério, em cada bloco. Com isto obteve-se, para cada bloco, o volume e o teor médio dos minérios tipo A, B, C e D.

g) Definição de teores de corte em 5%, 20%, 40%

Quadro 5DENSIDADE DE AMOSTRAS DE MINÉRIOMINÉRIO TIPO A - CORPO I

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco nº
T-51	Leste do corpo I, barranco da estrada	9	2,69 2,63	2,66	1
T-52	3 m, do contato sul	6	2,75 2,80	2,77	7
T-5	2,00 m do contato sul	10	2,75 2,69	2,72	16
T-10	5,00 m do contato sul	8	2,67 2,82	2,74	17
VG-F-03	53,00 m	-	2,92 2,89	2,90	14
VG-F-02	83,50 m	-	2,78 2,79	2,78	6
VG.F.01	56,50 m	-	2,56 2,55	2,55	5
P-1	2,5 m de profundidade	-	2,84	2,84	15-19
T-4	2,00 m do contato norte	D-14	2,61 2,61	2,61	13
VG-F.09	42,35 m	D-01	2,83 2,92	2,87	8
VG-F.10	88,50 m	D-03	2,76 2,61	2,68	9

Média da Densidade $2,74 \pm 0,11$

MINÉRIO TIPO BCont. do Quadro 5

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco nº
T-55	8,00 m do contato sul	2	2,75 2,78	2,76	18
VG-F.09	43,70 m	-	2,63 2,57	2,60	4
VG-F-12	60,5 m	-	1,75 2,57	2,16	2
VG-F-01	58,0 m	-	2,44 2,58	2,51	5
VG-F-13	72,50 m	-	2,72 2,70	2,71	3
Longitudi- nal Oeste	1,5 m oeste da T-56	-	2,84	2,76	19
T-4	4,00 m do contato norte	D-13	2,86 2,69	2,77	13
T-52	6,00 m do contato sul	D-12	2,59 2,49	2,54	10-7
T-N	2,20 m do contato sul	D-11	2,55 2,66	2,60	4 - 8 - 16
VG-F.10	59,90 m	D-02	2,59 2,81	2,70	12
VG-F.02	93,25 m	D-07	2,70 2,71	2,70	6
VG-F.03	53,76 m	D-04	2,73 2,71	2,72	14

Média da Densidade $2,63 \pm 0,17$

MINÉRIO TIPO CCont. do Quadro 5

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco Nº
T-55	8,50 m do contato norte do metassedimento	3	2,40 2,41	2,40	18
T-5	8,00 m do contato sul	11	2,44 2,41	2,42	16
Transversal Oeste	29,00 m para leste a partir da T-11	1	2,51 2,80	2,65	13 - 19
Transversal Leste	10,00 m de oeste p/leste	5	2,37 2,37	2,37	10 - 17
VG-F.09	29,60 m	-	2,75 2,65	2,70	11
VG-F.10	106,30 m	-	2,47 2,60	2,53	9
VG-F.12	60 m	-	2,18 2,52	2,35	2
VG-F-13	73,50 m	-	2,74 2,73	2,73	3
VG-F-02	81,60 m	D-06	2,97 2,95	2,96	6
VG-F.01	51,20 m	D-05	2,46 2,53	2,49	5

Média da Densidade $2,56 \pm 0,19$

pk

MINÉRIO TIPO D
Cont. do Quadro 5

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco nº
Transversal leste	6,00 m de oeste p/leste	4	2,39 2,29	2,34	10
T-10	11,00 m a partir do norte da trincheira	7	2,39 2,04	2,21	17
T-5	6,50 m do contato sul	12	2,32 2,24	2,28	4 - 16
VG-F.10	73,70 m	-	2,50 2,50	2,50	12 - 9-17
VG-F.13	74,50 m	-	2,49 2,37	2,43	3
VG-F.02	90,70 m	-	2,61 2,63	2,62	6
VG-F.02	73,70 m	-	2,98 2,69	2,83	6

Média da Densidade $2,46 \pm 0,21$

PE

QUADRO 6MEDIDA DA DENSIDADE DO MINÉRIOCORPO IIMINÉRIO TIPO "A"

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco nº
VG-F.15	67,00 m		2,76 2,93	2,84	5
P-2	3,20 m de profundidade		2,91	2,91	3
Longitudinal	1,00 m leste da T-2		2,83	2,83	9

Média da Densidade $2,86 \pm 0,04$

MINÉRIO TIPO "B"

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco nº
VG-F.08	75,50 m		2,87 2,87	2,87	8 - 3
VG-F-05	62,90 m	D-08	2,86	2,86	2
T-15	15,00 m a partir do extremo sul da trincheira	2	2,77 2,83	2,80	6
T-58	7,00 m a partir do extremo norte da trincheira	1	2,76 2,73	2,74	3

Média da Densidade $2,82 \pm 0,06$

25

0.

MINÉRIO TIPO "C"

Cont. do Quadro 6

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco nº
VG-F.08	74,50 m		2,59 2,61	2,60	8-3
T-15	15,00 m do contato sul	D-15	2,70 2,96	2,80	6
VG-F.07-B	54,00 m	D-09	2,91 2,80	2,85	7
VG-F.08	77,85 m	D-10	2,97	2,97	8-3

Média da Densidade $2,80 \pm 0,15$

MINÉRIO TIPO "D"

Origem da Amostra	Posição	Referência	Densidade	Densidade Média	Bloco nº
VG-F.05	67,00 m		2,51 2,56	2,53	2
T-14	32,50 m do contato norte	D-16	2,12 2,14	2,13	1
T-14	8,00 m do contato sul	D-17	2,64 2,55	2,59	1

Média da Densidade $2,42 \pm 0,25$

e 60% e cálculo dos volumes de minério e da densidade média (ponderada) para cada bloco e para cada teor de corte. O mesmo cálculo foi feito para a sílica contida no minério.

h) Cálculo da densidade média (ponderada) para o minério, segundo os cortes estabelecidos, para cada bloco.

i) Montagem dos quadros 7 e 8 onde constam a tonelagem de fluorita e de sílica para cada bloco e para cada corte adotado, além do teor médio em fluorita e sílica.

j) Cálculo, a partir dos quadros 7 e 8 da tonelagem total da fluorita e sílica dos dois corpos mineralizados para cada teor de corte adotado. Cálculo de teor médio de CaF_2 e SiO_2 (ponderado pela tonelagem) do minério para cada um dos cortes (quadro 9).

k) Cálculo das curvas de parametrização para o corpo 1 (fig. 35) e corpo 2 (fig. 36), considerando em separado o minério definido em todas as dimensões e aquele correspondente a blocos com uma dimensão inferida (vide item b acima).

l) Cálculo das curvas de parametrização para as reservas totais (fig. 37).

2.4 - Resultados Obtidos

2.4.1 - No cálculo de Reservas

As figuras 35 e 36 são as curvas de parametrização reservas 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 aquele corte. Estas informações podem ser obtidas em se tratando de reservas "medidas" e "indicadas" baseadas nos seguintes critérios:

Reservas "Medidas": soma dos blocos de avaliação com geometria e dimensões conhecidas em três dimensões

QUADRO 7 — CORPO I

TONELAGEM E TEOR DE MINÉRIO DE FLUORITA E DE SILICA EM CADA UM DOS BLOCOS DE
ANÁLISE, PARA CORTES A 5%, 20%, 40% E 80% DE COFE

MINÉRIO MEDIDO

BLOCO	TIPO DE CORTE (COFE)											
	80%			40%			20%			5%		
	MINÉRIO TON.	FLUORITA TON.	SILICA TON.	TEOR MÉDIO %	MINÉRIO TON.	FLUORITA TON.	SILICA TON.	TEOR MÉDIO %	MINÉRIO TON.	FLUORITA TON.	SILICA TON.	TEOR MÉDIO %
01	624,5	445,2	123,7	64,10	248,7	552,1	308,5	58,20	5.123,5	1.724,8	2.757,8	33,21
02	—	—	—	—	1.827,8	1.026,3	632,4	56,15	11.109,1	4.087,0	5.187,8	36,79
03	—	—	—	—	1.174,5	540,3	447,5	46,00	1.780,5	1.311,5	1.631,7	34,61
04	3.415,5	2.493,3	710,4	73,00	7.437,9	4.612,3	1.857,7	62,07	5.557,2	5.655,5	3.451,3	53,47
05	5.122,3	3.143,2	1.423,5	61,60	41.024,2	22.444,3	14.173,2	54,71	60.624,5	31.425,5	30.020,2	45,15
06	1.604,6	982,0	486,2	61,20	13.087,1	6.563,3	4.937,8	50,32	30.871,5	12.481,3	14.694,8	40,43
07	4.666,1	3.062,4	1.086,7	65,63	5.815,4	4.070,5	1.896,5	52,50	6.819,4	4.070,5	1.896,5	59,63
08	28.513,2	18.606,4	7.975,3	65,57	40.015,6	24.225,4	12.252,8	60,54	40.015,6	24.225,4	12.252,8	60,54
09	11.889,1	8.255,9	2.974,0	69,44	21.169,1	12.977,5	6.752,2	61,33	25.539,3	14.537,5	8.914,8	57,09
10	—	—	—	—	2.874,3	1.401,8	1.121,8	48,77	5.213,7	1.844,1	2.627,2	35,37
11	9.789,9	6.275,3	3.120,0	64,10	19.856,0	11.389,4	7.271,3	57,36	33.344,2	15.708,4	15.154,9	47,11
12	4.333,1	3.257,0	1.008,3	70,35	8.899,0	5.122,4	2.840,7	58,15	15.172,6	6.853,5	6.547,0	45,17
13	2.592,3	1.703,5	519,1	68,06	16.531,7	8.675,8	5.413,3	53,37	17.454,9	9.202,2	5.761,9	52,72
14	4.517,3	2.894,3	1.250,5	63,84	9.351,5	5.724,3	3.168,5	56,47	13.277,5	6.355,2	5.672,1	47,94
15	5.674,2	3.932,1	1.079,2	62,30	5.674,2	3.932,1	1.079,2	62,30	6.249,9	4.063,7	1.384,9	65,02
16	2.261,2	1.522,2	575,8	67,30	3.135,7	2.043,0	897,3	63,91	10.458,0	4.293,0	4.724,9	41,05
17	5.605,2	3.077,2	1.119,5	62,72	8.027,3	5.220,0	2.955,7	64,59	10.200,6	5.802,1	3.084,6	56,88
18	4.418,1	2.729,2	1.347,5	61,75	18.853,6	10.452,4	5.402,8	55,44	19.711,5	10.622,5	6.906,9	53,89
19	2.772,1	2.090,1	557,2	75,40	7.005,1	4.002,0	2.570,9	57,13	7.650,3	4.246,7	2.932,3	55,31
TOTAL	97.761,1	65.098,8	25.425,9	66,67	233.736,5	134.785,8	876.197,8	57,67	342.372,9	168.530,5	137.104,4	49,25

MINÉRIO INDICADO

BLOCO	TIPO DE CORTE											
	60%			40%			20%			5%		
	MINÉRIO TON.	FLUORITA TON.	SILICA TON.	TEOR MÉDIO %	MINÉRIO TON.	FLUORITA TON.	SILICA TON.	TEOR MÉDIO %	MINÉRIO TON.	FLUORITA TON.	SILICA TON.	TEOR MÉDIO %
01	—	—	—	—	866,9	398,8	330,3	46,00	3.256,1	1.103,5	1.412,5	33,89
02	—	—	—	—	—	—	—	—	1.098,8	345,3	674,1	31,48
03	—	—	—	—	167,7	71,6	34,0	42,70	167,7	71,6	34,0	42,70
04	—	—	—	—	391,6	167,2	79,5	42,70	391,6	167,2	79,5	42,70
05	320,8	196,3	63,0	61,20	2.945,8	1.495,6	1.114,7	50,77	9.392,0	3.592,4	4.662,2	38,25
06	3.197,0	2.220,0	797,0	69,44	7.036,9	4.180,6	2.352,3	59,41	10.225,8	5.365,5	3.898,1	52,48
07	4.333,1	3.057,0	1.028,3	70,55	11.781,1	6.507,9	4.252,1	55,24	20.049,4	8.752,6	8.865,8	43,69
08	—	—	—	—	2.860,7	1.447,3	637,7	50,45	8.796,7	3.131,9	3.541,0	36,53
TOTAL	7.850,9	5.473,3	1.868,3	69,71	26.058,7	14.269,0	7.620,3	54,76	53.288,1	22.598,6	23.167,2	42,41

QUADRO 9
RESERVAS TOTAIS DE VOLTA GRANDE
MINÉRIO MEDIDO

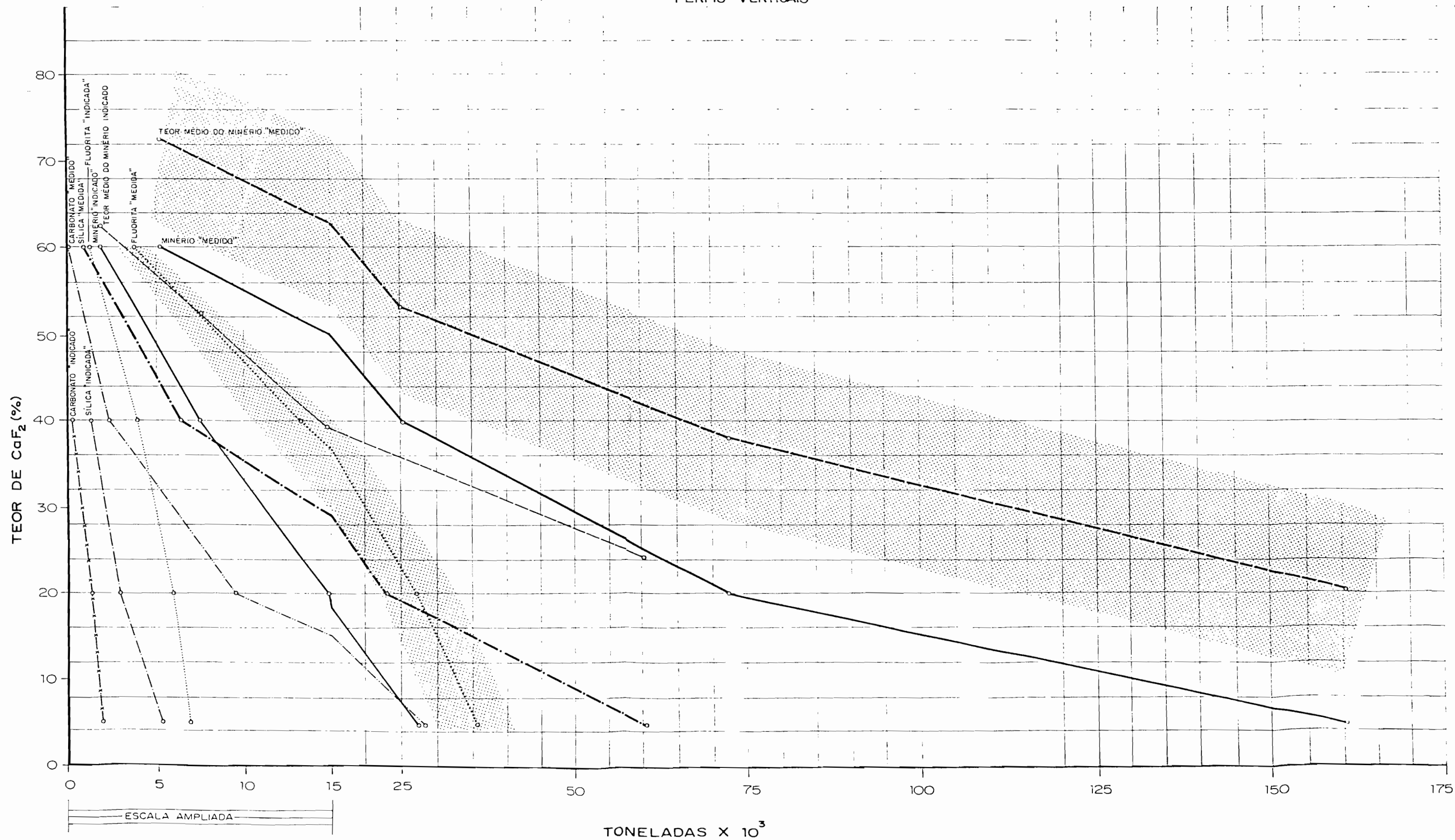
CORPO	60 %					40 %					20 %					5 %				
	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	SÍLICA TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	SÍLICA TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	SÍLICA TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	SÍLICA TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %
1	97 761,1	75 098,7	25 427,9	-	66,67	233 736,3	134 785,8	76 197,8	-	57,67	342 372,9	168 630,5	137 104,4	-	49,25	371 101,6	171 892,9	156 659,1	-	46,33
2	5 179,3	3 734,3	971,9	20,2	72,49	25 380,3	13 474,2	6 441,5	2 471,3	51,09	72 225,3	27 673,7	23 376,3	9 340,6	38,32	160 161,0	35 497,4	60 350,3	28 579,9	22,16
TOTAL	102 940,4	78 833,0	26 399,8	20,2	66,96	259 117,0	148 260,2	82 639,8	2 472,3	57,72	414 598,4	196 304,2	160 480,7	9 340,6	47,34	531 262,6	207 377,3	216 989,4	28 579,9	39,04

MINÉRIO INDICADO

CORPO	60 %					40 %					20 %					5 %				
	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	S L C ₂ TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	SÍLICA TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	SÍLICA TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %	MINÉRIO TON	FLUORITA TON	SÍLICA TON	CARBONATO TON	TEOR MÉDIO Co F ₂ %
1	7 850,9	5 473,3	1 868,3	-	69,71	26 058,7	14 269,0	7 620,3	-	54,76	53 288,1	22 598,6	23 167,2	-	42,81	76 299,5	24 950,1	37 280,0	-	32,75
2	1 738,5	1 097,3	-	-	62,40	7 555,7	3 960,7	1 359,3	393,7	52,42	14 711,6	5 810,0	2 749,7	1 180,2	39,49	27 892,2	6 728,6	5 288,9	1 830,3	24,12
TOTAL	9 609,4	6 570,6	1 868,3	-	68,37	33 614,4	18 229,7	8 979,6	393,7	54,21	67 999,7	28 408,6	25 916,9	1 180,2	41,78	104 191,7	31 728,7	42 568,9	1 830,3	30,44

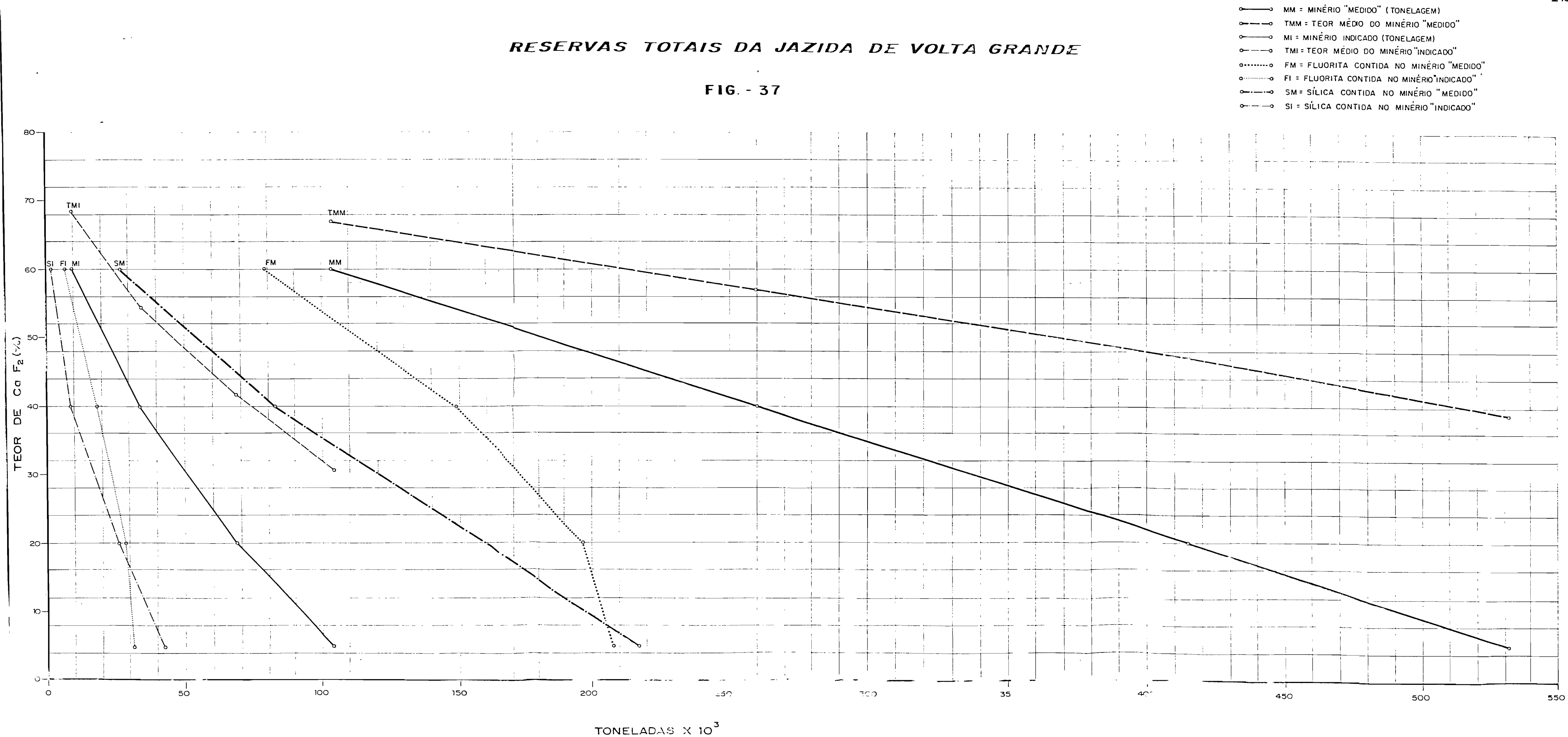
FIG. - 36

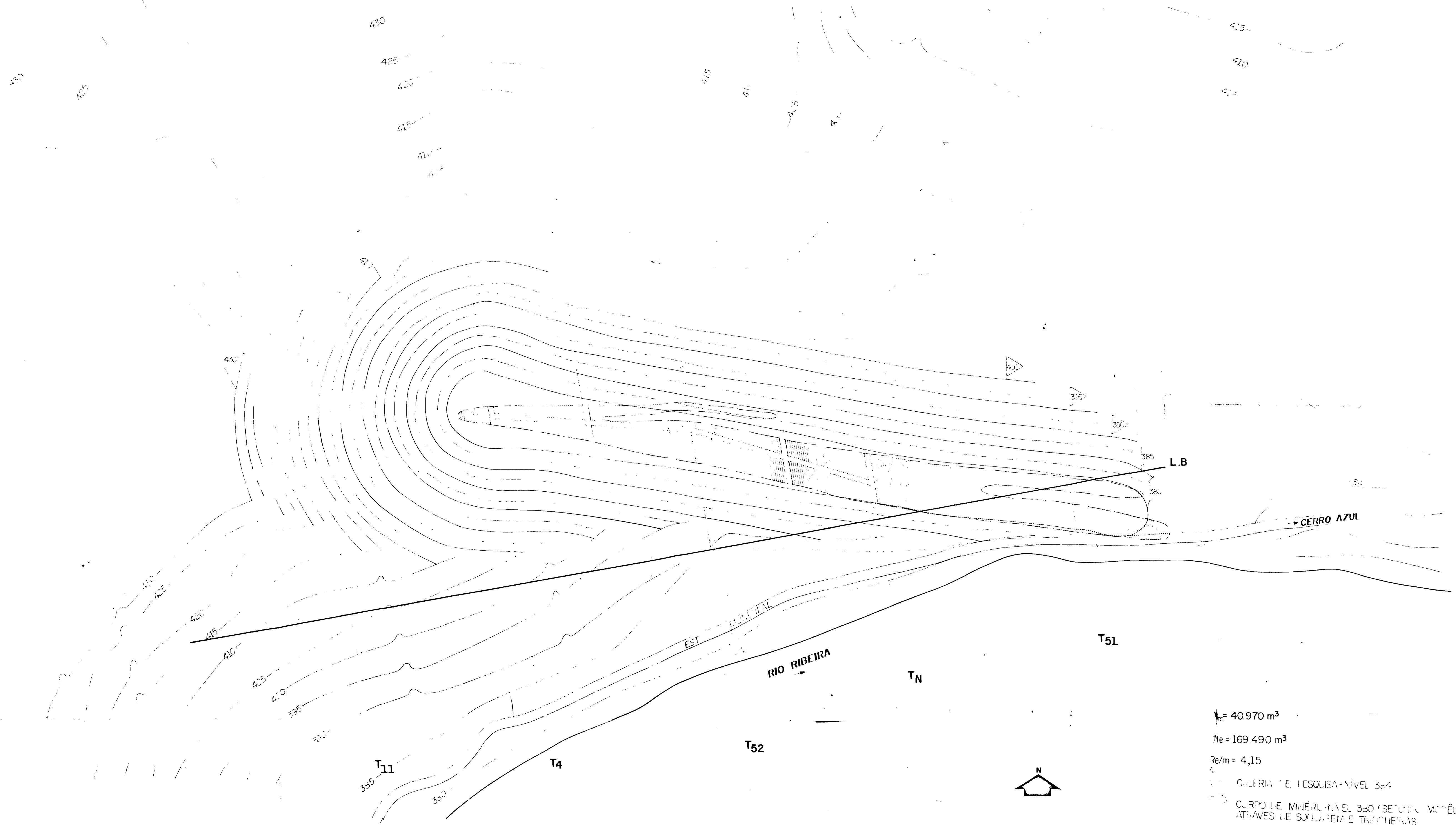
VOLTA GRANDE - CORPO 2
 PARAMETRIZAÇÃO DAS RESERVAS
 PERFIS VERTICAIS



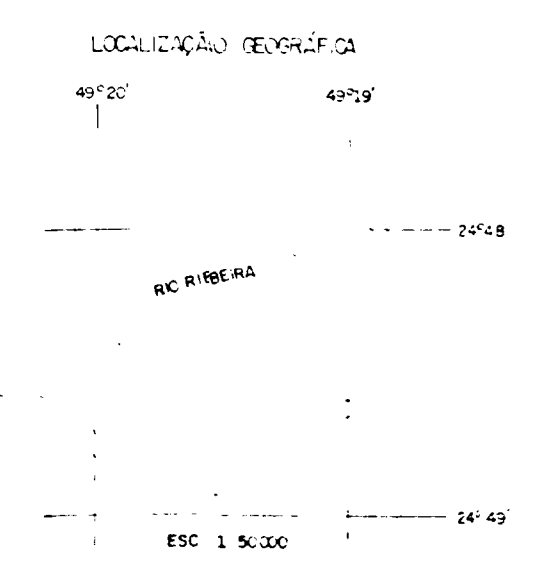
RESERVAS TOTAIS DA JAZIDA DE VOLTA GRANDE

FIG. - 37





$V_m = 40.970 \text{ m}^3$
 $M_e = 169.490 \text{ m}^3$
 $R_e/m = 4,15$
 GALERIA DE PESQUISA - NÍVEL 354
 CORPO DE MINÉRIAS - NÍVEL 350 (SEQUIVA MONTÃO TRILHO) TO
 ATRAVÉS DE SONDADE E TRILHOS



LAY OUT DA LAVRA A
 CÉU ABERTO
 ESCALA 1:500

- EM PRETO nas seções anexas.

Reservas "Indicadas": soma dos blocos de avaliação com geometria e dimensões conhecidas no máximo em duas dimensões - EM VERMELHO nas seções anexas.

Com corte a 5% de CaF_2 o corpo 1 tem 371.000 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 mais 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 o foram os eventos posteriores, de lixiviação intempérica e de argilização hidrotermal. Isto é perceptível quando se compara as densidades de minérios de mesmo teor 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 isto 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 5 e 6).

o

Quadro 10 - Comparação das densidades médias de minérios de mesmo teor dos corpos 1 e 2.

Teor de CaF ₂	Número de Medidas		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 constituído 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.

2.4.2 - Na Distribuição das Substâncias

A sequência de plantas e secções mostradas nas figuras 5 a 12 e 22 a 33, permitem visualizar a distribuição, por faixas de teores, de CaF₂, SiO₂, BaSO₂, CaCO₃, FeO (total) e S. Estes documentos são importantes na orientação da lavra, visando a obtenção de minérios com características específicas. Alguns casos devem ser ressaltados:

a) O corpo 1 é desprovido de CaCO₃, embora haja um nítido aumento da quantidade desta substância em profundidade. No corpo 2, ao contrário, o minério contém quantidades

importantes de CaCO_3 . Isto pode influir de modo significativo na flotação.

b) O corpo 1 contém quantidades insignificantes de BaSO_4 (barita), concentradas em pequenos bolsões com dimensões que raramente ultrapassam o metro. O corpo 2 contém níveis mais enriquecidos em barita, com concentrações de teor elevado.

c) A sílica mostra uma distribuição com teores inversamente proporcionais aos da fluorita. Sobretudo no corpo 1, o minério rico em fluorita é pobre em sílica e vice-versa, com teores de sílica + fluorita totalizando sempre, aproximadamente, 80%. Esta relação não parece existir no corpo 2.

d) A distribuição do S (enxofre) depende unicamente da distribuição da barita. A quantidade de enxofre ligada a sulfetos, se existir, é mínima e desprezível.

e) O FeO distribui-se aparentemente de modo aleatório, sem qualquer relação com as outras substâncias.

XI - ENSAIO DE BENEFICIAMENTO

Visando a obtenção de parâmetros de rendimento ponderal, teores de produto e rejeito e aplicabilidade do processo de beneficiamento do minério, foram realizados testes industriais, envolvendo separação em meio denso e flotação, nas instalações da Mineração Nossa Senhora do Carmo, em Criciúma, SC.

1 - Amostragem e Descrição das Instalações de Teste

1.1 - Coleta do Minério

Para realização dos ensaios, a tonelagem total estimada foi de 100 t e levando-se em consideração a disposição do minério na jazida e condições topográficas, optou-se pela retirada do minério superficial entre as trincheiras T-11 e T-52 (80 t), na trincheira TN (20 t) e T-51 (2 t).

Tanto o material grosseiro, quanto os finos, foram carregados e daí transportados até à planta de beneficiamento.

1.2 - Planta de Meio Denso - Fig. 35

O circuito de meio denso tem capacidade média de 13 t/h de alimentação. É constituído de um silo com grelha (20 cm) fixa de barras, que alimenta, por gravidade, o britador de mandíbulas primário (gape de 20 cm e set de 8 cm). Daí o minério vai por correia até um deslamador cilíndrico e corre por bica até uma peneira horizontal vibratória, com tela de poliuretano, com abertura quadrada de 15 mm, onde o passante constitui a "areia", que é desaguada em classificador espiral e estocada em um silo, para posterior transporte até a flotação, por basculantes.

O retido, maior que 15 mm, é encaminhado até o tambor separador de meio denso, sendo o meio denso constituído de polpa formada por água mais ferro silício, composta em um condicionador de polpa, que opera em circuito fechado,

mantendo constante a densidade desejada. Tanto o flutuado (rejeito) quanto o afundado (produto) são encaminhados a uma peneira vibratória horizontal, dividida longitudinalmente, com função desaguadora (fenda de 0,5 mm), e conseqüente recuperação de ferro silício, que retorna ao meio denso.

O rejeito, na operação normal, sai com teores da ordem de 4% de CaF_2 e é estocado em pátio aberto para posterior descarte.

O produto para fins metalúrgicos, sai com 75% a 85% de CaF_2 , sendo rebritado em um britador cônico, e passado em trommel para obtenção do produto nas granulometrias 15 mm a 30 mm, 30 mm e 50 mm a 80 mm.

Quando encaminhada a flotação, o minério é rebritado em britador cônico e estocado em pátio aberto, de onde é carregado em caminhões e enviado à flotação.

1.3 - Planta de Flotação - Fig. 35

O circuito tem capacidade para cerca de 4,0 t/h de alimentação.

Inicia por um silo, descarregado por alimentador de correia que supre um moinho de bolas, operando em circuito fechado com classificador espiral, até o minério atingir a granulometria passante em 60 mesh.

A polpa resultante é escoada até o condicionador de polpa, onde são adicionados os reagentes, a saber, ácido oléico (espumante), silicato de sódio (depressor) e carbonato de cálcio (controle de pH), em dosagens determinadas experimentalmente.

Daí segue para a primeira bateria com 8 células (rougher), em dois estágios, a espuma flotada do primeiro estágio alimentando o segundo. O rejeito total da bateria vai para a pilha de rejeito e a espuma flutuada do segundo estágio alimenta a segunda bateria.

A segunda bateria (cleaner) de 8 células opera de modo semelhante à primeira, com a espuma flutuada resultante alimentando a terceira bateria e o rejeito alimentando a bateria com 4 células de recuperação (scavenger).

A terceira bateria (cleaner) com 6 células, ope-

ra similarmente à segunda, com a espuma flotada alimentando a quarta bateria e o rejeito indo para a bateria de recuperação.

A quarta bateria (recleaner) com 6 células opera como a terceira, o rejeito indo para a bateria de recuperação e o produto flotado alimentando o filtro rotativo à vácuo.

A bateria de recuperação, que recebe os rejeitos da segunda, terceira e quarta baterias, reprocessa esse material, com a espuma flotada fechando o circuito na segunda bateria e o rejeito descartado junto com o rejeito da primeira bateria, que vão ter até um desaguidor espiral, obtendo-se areia, contendo cerca de 5% de CaF_2 .

A polpa, produto do circuito de flotação, que alimenta o filtro rotativo deve conter, idealmente, 97% de CaF_2 e no máximo 1,5% de SiO_2 . O filtro, cujo pano retém partículas maiores que 15 micra aproximadamente, fornece um produto com cerca de 8% de umidade, que é alimentado em um forno cilíndrico rotativo, a carvão mineral, onde é seco por contato indireto com a chama, a menos de 1% de umidade.

Do forno o material seco é transportado, por alimentador tipo rosca sem fim, até os dois silos de produto seco, que recebe ainda o produto carreado junto aos vapores de secagem pelo exaustor e recuperado por dois ciclones, que purificam os gases lançados à atmosfera.

2 - Realização dos Testes

2.1 - Circuito de Meio Denso

a) Operação da planta durante o teste.

A quantidade total de material a ser processado foi de 93,69 t, com teor médio de 48,03% de CaF_2 . Pelo fato do minério, visualmente, mostra-se de mais difícil separação que o usualmente processado, notadamente devido a menor granulometria de liberação, foi modificada a densidade de corte, passando-se de 3 para 2,6, o que obrigatoriamente aumenta a recuperação ponderal do produto, diminuindo, teoricamente, as perdas de fluorita contida no rejeito.

A operação transcorreu sem problemas, a parte o fato que, na granulometria de teste, compreendida entre 15 mm

e 80 mm, não ocorrer liberação de fluorita em teores suficientes para atingir o grau metalúrgico (75% de CaF_2 efetivo). Assim todo o produto de meio denso foi rebritado a -25 mm, blendado com a "areia" e transportado à usina de flotação.

b) Amostragens e Análises

Foram coletadas amostras médias da alimentação, composta de alíquotas retiradas a cada meia hora sobre a correia a jusante do britador primário; da "areia", por alíquotas retiradas por pá em pontos aleatórios do silo; do produto rebritado, por alíquotas retiradas ao redor da pilha; e do rejeito, também por alíquotas ao longo da pilha.

As amostras foram analisadas quanto ao teor de CaF_2 , nos laboratórios da Mineração Nossa Senhora do Carmo (MNSC) e reanalisadas através da GEOSOL - BH.

c) Resultados do Meio Denso

c.1) Análises Químicas

Amostra	% CaF_2	% SiO_2	% Outros (1)
Alimentação	48,0*	-	-
	48,70	41,7	9,6
Areia	49,4*	-	-
	47,3	46,2	6,5
Rebritado	57,6*	-	-
	61,5	34,1	4,4
Rejeito	25,00*	-	-
	20,00	71,0	9,0

* MNSC - As demais análises foram efetuadas na GEOSOL
(1) por diferença

c.2) Balanço de Massas

Amostra	t (bu)	% H ₂ O	t (bs)	% CaF ₂	t CaF ₂	Recup. CaF ₂
Alimentação	93,7	3,8	90,1	48,3	43,5	100
"Areia"	23,6	7,70	21,8	48,4	10,6	24,4
Rebritado	36,7	4,2	35,1	59,6	20,9	48,1
Rejeito	-	-	33,2	22,5	7,5	17,2
Perdas	-	-	-	-	4,5	10,3

Observações:

- Há acréscimo de água ao minério na operação.
- % CaF₂ - Média das análises MNSC/GEOSOL.
- Peso do rejeito por diferença.

Como observado acima, não foi possível o fechamento do Balanço de Massas da Operação. As causas levantadas, de difícil quantificação, são as seguintes:

- A pesagem da alimentação foi feita nos caminhões que transportaram o minério de Cerro Azul à Criciúma, e a pesagem da "areia" e do rebritado feita após o teste, com acréscimo de água às frações e em outra balança. Não foi pesado o rejeito.

- As determinações de umidade foram feitas quatro dias após o teste, em que pese o fato de que estarem as amostras embaladas em sacos plásticos.

- As alíquotas para composição das amostras de "areia", rebritado e rejeito foram coletadas aleatoriamente ao redor das pilhas e/ou silos respectivos, ao final do circuito de meio denso. Tal procedimento não assegura a validade da extensão (representatividade) das características da amostra para a população em estudo.

- Não foi possível o acompanhamento de flutuações no processo, uma vez que as amostras foram coletadas ao final do teste, à exceção da alimentação.

c) Conclusões - Meio Denso

- Verificamos não ser o minério de Volta Grande aproveitável para obtenção de produto grau metalúrgico, na granulometria do teste, pautada por exigências do processo utilizado pelos consumidores nacionais, pois o produto de meio denso atingiu apenas 59,60% de CaF_2 , com recuperação da ordem 43,3% da fluorita contida, saindo um rejeito com ainda 22,5% de CaF_2 , representado cerca de 17,2% do contido na amostra testada.

- As "perdas" no processo, da ordem de 4,5 t de CaF_2 (10,3%) do total contido, não tem significado físico, representado, tão somente, imprecisões ocorridas na amostragem, envolvendo retirada de incrementos, preparação de amostras, pesagem, etc., não se cogitando aqui erros de análise química, uma vez que os procedimentos analíticos são padronizados e os resultados reproduzíveis em ambos os laboratórios envolvidos, em princípio.

2.2 - Circuito de Flotação

a) Operação da Planta Durante o Teste

O circuito foi previamente limpo e esvaziados os equipamentos, de forma a não haver contaminação com o minério catarinense.

A operação iniciou com a alimentação do moinho da mistura rebitado do meio denso + "areia", à taxa 3 a 3,5 t/h; enchimento com água do moinho, classificador, condicionador de polpa e células de flotação e filtro. O nivelamento da polpa deu-se aproximadamente duas horas após o início da alimentação; e a entrada em regime, com todos os circuitos fechados e estabilizados, deu-se às 15 horas.

Feita a análise de controle do primeiro produto da flotação, verificou-se estar o mesmo dentro das especificações de mercado (-1,5% de SiO_2). As análises posteriores, já com circuito fechado, indicaram queda do teor de CaF_2 e aumento progressivo da sílica, já esperado, em função do aumento do teor médio de SiO_2 com a recirculação dos rejeitos nas células.

O tempo de duração do teste a plena carga, 14

horas, não foi suficiente para otimização da operação, em termos de granulometria de moagem e quantidades de reagentes necessárias a obtenção, sem flutuações, de produto dentro das especificações de mercado. ©

b) Amostragem e Análises

Foram coletadas amostras médias, compostas de alíquotas horárias: da alimentação da flotação-recolhida da polpa do condicionador; do concentrado-recolhida da torta do filtro prensa e do rejeito-polpa da descarga da 1.^a bateria de células rouger e da bateria scavenger; nas quais foram dosadas nos laboratórios da MNSC: teor de CaF_2 e H_2O ; teor de CaF_2 , SiO_2 , CaCO_2 e H_2O e teor de CaF ; respectivamente, sendo reanalisadas pela GEOSOL.

Foram feitas ainda análises granulométricas da amostra média do produto, alimentação e rejeitos para verificação do grau de liberação da fluorita contida no minério de Volta Grande.



c) Resultados da Flotação

c.1) Análises Químicas

Local		Alimentação		Concentrado		Rejeito	
Ident.							
Data	Hora	CaF ₂	SiO ₂	CaF ₂	SiO ₂	CaF ₂	SiO ₂
15.04	13:00	-	-	-	0,90 (1)	8,9 (1)	-
	14:30	-	-	94,90 (1)	1,3 (1)	4,60 (1)	-
	16:00	-	-	-	3,0 (1)	4,1 (1)	-
	18:00	-	-	-	4,4 (1)	4,6 (1)	-
	18:00	-	-	93,6	5,6	3,5	86,5
	19:00	-	-	94,5	4,5	5,0	85,5
	20:00	-	-	91,3	5,6	4,2	85,1
	21:00	-	-	-	2,8 (1)	6,3 (1)	-
	21:00	-	-	94,4	3,4	-	-
16.05	18 às 05	56,9	39,5	-	-	-	-
	04:30	-	-	-	1,5 (1)	5,3 (1)	-
Amostra média		54,3 (1)	-	94,8 (1)	2,8 (1)	6,5 (1)	-
Amostra média		49,6	40,3	92,3	5,8	6,8	79,5
(2) Média horária		56,9	39,5	93,7 [±] 1,4	3,3 [±] 1,7	5,2 [±] 1,6	-
(3) Média composta		54,3	38,7	-	-	-	-
Retido 115		46,0	45,8	86,6 (4)	10,5 (4)	6,8 (4)	77,1 (4)
Retido 250		49,7	43,3	93,6 (4)	4,4 (4)	5,6 (4)	82,2 (4)
Fundo		60,2	31,6	94,7 (4)	1,8 (4)	9,1 (4)	77,7 (4)

Observações: (1) Análises MNSC - demais feitas pela GEOSOL

(2) Média aritmética de todas as amostras horárias

(3) Composta teoricamente a partir dos resultados do meio denso (areia + rebitado)

(4) Média de duas determinações/GEOSOL.

c.2) Balanço de Massas

Amostra	t (bs)	CaF ₂			SiO ₂		
		% (1)	t	Rec. %	% (1)	t	Rec. %
Alimentação	56,9 (2)	53,8	30,6	100	39,5	22,5	100
Produto	28,6 (3)	93,6	26,8	87,5	4,0	1,1	4,9
Rejeito	28,3 (4)	6,2	1,7	5,6	79,5 (5)	22,5	100
Perdas	(4)	-	2,1	6,9	-	-1,1	-4,9

Observações: (1) Média aritmética dos resultados médios.

(2) Soma areia + rebitado.

(3) Dado MNSC, produto ensacado.

(4) Não pesado-diferença, inclusive perdas, jogada no rejeito para efeito de balanço de massas.

(5) Única análise disponível.

Composição Granulométrica

Malhas	Alimentação		Concentrado		Rejeito	
	% Ret.	% Acum.	% Ret.	% Acum.	% Ret.	% Acum.
60	1,0	1,0	0,1	0,1	2,0	2
115	27,0	28,0	5,1	5,2	19,6	21,6
250	53,5	81,5	41,0	46,2	50,2	71,8
Fundo	18,5	100	53,8	100	28,2	100

Aqui também ocorreram problemas, menores que os constatados no meio denso, para fechamento do Balanço de Massas. As causas prendem-se novamente à metodologia de amostragem, não sistemática, e também perdas efetivas ocorridas, uma vez que o circuito não foi totalmente esvaziado ao final do ensaio (estima-se que cerca de 6 toneladas de "minério circulante", enriquecido de SiO₂, tenha ficado no circuito moinho classificador e células de flotação) e que parte do material seco (produto) foi arrastado pelos gases da exaustão do forno para a atmosfera.

d) Conclusões da Flotação

- Para alimentação com teor médio de 53,8% de CaF_2 , foi possível obter concentrado com 93,6% de CaF_2 , recuperando-se um mínimo 87,5% da fluorita contida na alimentação e um máximo de 94,4% incorporando-se as "perdas" ao produto. O rejeito resultante contém 6,2% a 13,4% de CaF_2 , representando 5,6% da 12,5% da fluorita contida, conforme o posicionamento teórico das "perdas".

- A granulometria de liberação da fluorita está abaixo da faixa de teste, uma vez que a fração do concentrado retido em 115 mesh apresenta ainda alto teor em sílica, que decresce à medida que baixa a faixa granulométrica, atingindo 1,8% (especificação de mercado) na fração abaixo de 250 mesh.

XII - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE ECONÔMICA

1 - Mercado de Fluorita

Aplicações da Fluorita e Especificações

A fluorita, que vem a ser a principal fonte comercial de flúor, é utilizada principalmente na siderurgia, na produção de ácido fluorídrico e compostos relacionados, e na metalurgia do alumínio. Em menor escala, encontra aplicações na indústria do vidro, na formação de abrasivos aglomerados residuais e de borracha, na fabricação de tintas e vernizes e como fundente no setor de eletrodos para solda.

Basicamente, a fluorita é classificada em três variedades: metalúrgica, ácida e cerâmica.

As especificações são geralmente estabelecidas em função da sua aplicação, podendo ser mais ou menos rigorosas.

. Fluorita Grau Metalúrgico

O teor comercial padrão é medido em porcentagem de " CaF_2 efetivo", que vale:

$$\% \text{CaF}_2 \text{ efetivo} = \% \text{CaF}_2 - 2,5 \times \% \text{SiO}_2$$


As especificações metalúrgicas exigem um teor de CaF_2 efetivo mínimo de 72,5%, embora sejam comuns teores de 60% e 70%. A sílica deve ser inferior a 10%, o enxofre não deve ultrapassar 0,3%, o Al_2O_3 inferior a 1% e sulfatos, fosfatos e barita são indesejáveis.

Quanto à granulometria deve estar na faixa de 1/4" a 2", aceitando-se um máximo de 5% abaixo de 1/4".

. Fluorita Grau Ácido

É utilizada principalmente na indústria química e na metalurgia do alumínio.

O teor mínimo de CaF_2 deve ser de 97%, a sílica no máximo 1,5%, o enxofre menor que 0,03% e o carbonato de cálcio menor que 1%.

A granulometria deve ser menor que 100 mesh e o teor de umidade máximo de 1%.

. Fluorita Grau Cerâmico

Deve conter de 85 a 97% de CaF_2 , menos de 2,5% de sílica, menos de 0,12% de Fe_2O_3 , no máximo 1% de CaCO_3 e só pode ter traços de sulfatos de chumbo ou zinco.

A granulometria deve ter no mínimo 50% passante na malha de 100 mesh.

2 - Reservas no Brasil e no Mundo

As maiores jazidas de fluorita conhecidas no Brasil situam-se em Santa Catarina, Paraná e Rio de Janeiro, cujas reservas são apresentadas no Quadro 11, extraído do Anuário Mineral Brasileiro de 1984.

A distribuição das jazidas, por estes três estados, levando em conta o minério medido, indicado e inferido é:

- . Santa Catarina: 37,17% das reservas
- . Paraná: 32,51% das reservas
- . Rio de Janeiro: 30,22% das reservas

A jazida de fluorita de Volta Grande, isoladamente, representa um acréscimo de 27,29% nas reservas medidas brasileiras. Para a fluorita contida no minério medido este

aumento será de 22,69%. Considerando as reservas demonstradas (medidas + indicadas), verifica-se um aumento de 16,93% em relação aos dados publicados no Anuário Mineral Brasileiro de 1984.

Deve ser aqui realçado o elevado grau de conhecimento alcançado no que diz respeito ao conhecimento das reservas, o que pode ser observado nos quadros 12 e 13.

Mundialmente as reservas de fluorita têm aumentado significativamente nas últimas décadas, concomitante ao crescente consumo deste bem mineral. Uma das razões que justificam este aumento é o interesse despertado por uma substância cujos preços têm subido continuamente.

Quadro 11 - RESERVAS DE FLUORITA

Unidades da Federação/Municípios	Quantidade (t)			
	Medida			Indicada
	Minério	Contido	Teor & CaF	
Total	1.946.334			1.807.108
Bahia	4.700			1.638
Bom Jesus da Lapa	4.700	1.645	35,00	1.638
Paraná	714.720			415.676
Adrianópolis	714.720	290.248	40,61	415.676
Rio de Janeiro	272.291			299.277
Itaboraí	272.291	106.003	38,93	299.277
Santa Catarina	954.623			1.090.517
Amazém	50.290	17.632	35,06	22.315
Imaruí	17.612	6.162	34,99	5.720
Jaquaruna	41.166	18.854	45,80	68.285
Morro da Fumaça	428.731	265.942	62,03	408.156
Orleans	34.059	12.319	36,17	25.737
Pedras Grandes	210.365	89.826	42,70	451.368
Rio Fortuna	42.467	29.714	69,97	40.722
Santa Rosa de Lima	121.858	71.969	59,06	50.894
Tubarão	8.075	3.391	41,99	17.320
				3.256.603
				1.148.823
				1.148.823
				1.547.061
				1.547.061
				560.719
				43.432
				195.004
				16.027
				219.115
				47.122
				40.019

Quadro 12 - JAZIDA DE VOLTA GRANDE NO QUADRO DE RESERVAS BRASILEIRAS

	Medida		Indicada	Inferida	Total
	Minério	Contido			
Reservas nos Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio de Janeiro	1.941.634	912.060	1.805.470	3.256.603	7.003.707
Jazida de Volta Grande	531.263	207.327	104.192		635.455
Total	2.472.897	1.119.387	1.909.662	3.256.603	7.639.162

Quadro 13 - DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE RESERVAS

	Medida	Indicada	Inferida
Reservas nos Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio de Janeiro	27,7%	25,8%	46,5%
Jazida de Volta Grande	83,6%	16,4%	-
Distribuição das Reservas incluindo Jazida de Volta Grande	32,4%	25,0%	42,6%

3 - Consumo e Produção de Fluorita no Brasil

Através de dados disponíveis referentes à produção beneficiada e consumo, verifica-se, em 1983, um incremento de cerca de 38% na produção de concentrado, em relação a 1982.

Toda a produção de concentrado grau ácido, bem como de grau metalúrgico, foi totalmente destinada ao mercado interno e esteve atrelada aos níveis de consumo deste, que por

sua vez é proporcional aos aumentos das produções de aço e alumínio, principais consumidores de fluorita no país.

Desde 1982 o país deixou de importar concentrado de fluorita, continuando no entanto, as importações de criolita e fluorita de alumínio, compostos de vital importância à indústria do alumínio. Em 1983 estas importações totalizaram 6057 t, correspondendo a um dispêndio de US\$ 5.030.039, que aliada à de outros fluorsais totalizaram US\$ 6.855.655.

4 - Expectativa de Demanda e Evolução dos Preços

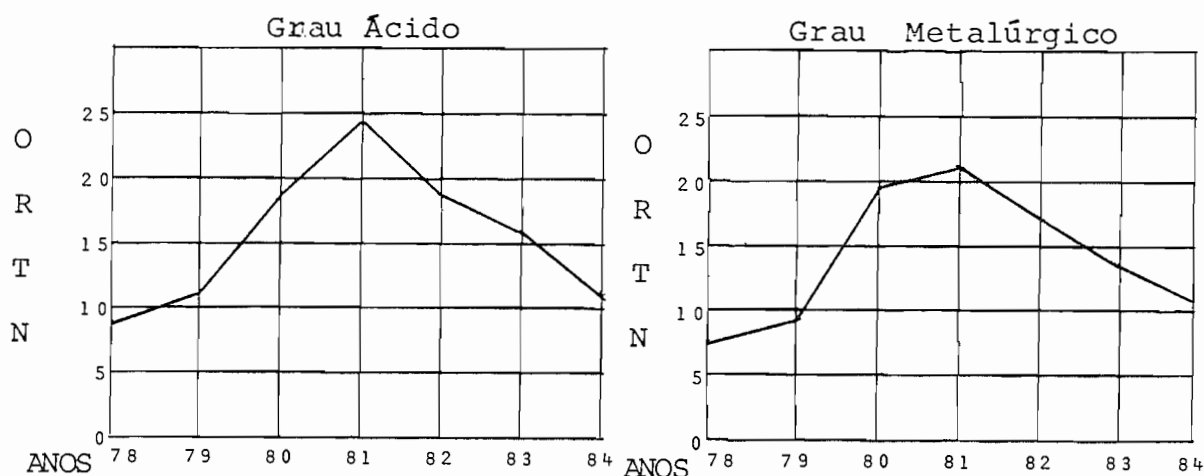
Com a recuperação da economia brasileira e conseqüente expansão do parque industrial, espera-se para os próximos anos um substancial aumento no consumo de fluorita.

Ressaltam-se os grandes projetos de metalurgia do alumínio que devem contribuir com substancial aumento nas necessidades deste bem mineral. Entre estes destacam-se os projetos Albrás, com capacidade prevista de 320.000 t/ano de alumínio primário, entrando com sua primeira linha de fornos em operação no final de 1985. A Alunorte, com entrada em operação em 1989 e produção prevista de 800.000 t/ano. A Alumar, com recente entrada em operação, produzindo 500.000 t/ano de alumina e 100.000 t/ano de alumínio. O projeto Alune, com início de operação previsto para 1986 e capacidade de 110.000 t/ano. A CBA, que estará produzindo até o final da década 170.000 t/ano de metal e a unidade da Alcan, em Aratu/BA, que também até o final da década terá uma capacidade de produção de 88.000 t/ano.

De acordo com dados extraídos do Boletim de Preços - DNPM, no período de 1978 a 1984, verifica-se que a partir de 1981, houve um decréscimo no preço real do concentrado, tanto grau ácido, quanto metalúrgico (Fig. 36).

No entanto, os preços praticados pelas mineradoras nos primeiros meses de 1985, mostram que existe uma tendência de inversão desta situação.





5 - Diretrizes Para Lavra

A jazida de fluorita de Volta Grande é constituída por dois corpos mineralizados totalizando 531.263 t de minério medido e 104.192 t de minério indicado. Ao corpo I estão relacionados 69,8% das reservas medidas e 73,2% das indicadas.

Em vista do exposto, considerou-se o corpo I como sendo o principal e nele se concentrarão primeiramente os trabalhos de desenvolvimento e lavra, ficando o corpo II para uma fase posterior.

Devido a topografia da área da jazida se apresentar bastante acidentada, uma parte das reservas pode vir a ser lavrada à Céu Aberto.

Levando-se em conta a proximidade do Rio Ribeira, estipula-se esta cota como sendo aquela limite para os trabalhos a céu aberto. Assim, para o corpo I, teremos uma reserva lavrável de 106.522 t, que corresponde a 23,8% de sua reserva total.

Para um ângulo de talude da cava de 45° e bancadas com 5 m de altura cada uma, a relação estéril/minério obtida é de 4,15 (Fig. 37).

A produção inicialmente estipulada é de 19.000 t/ano de minério, compatível com o porte da jazida. No entanto, dependendo do comportamento do mercado, esta produção poderá vir a ser incrementada, sem que com isto ocorra comprometimento da viabilidade do projeto, já que apenas para as re

Handwritten signature

servas medidas pertencentes ao corpo I, para a produção estimada, a vida útil da jazida seria de 18 anos.

Para a reserva, pertencente ao corpo I, lavrável à céu aberto teríamos a seguinte vida útil:

- . Tonelagem de minério: $40.970 \text{ m}^3 \times 2,6 \text{ t/m}^3 = 106.522 \text{ t}$
- . Perdas na lavra: $5\% \times 106.522 \text{ t} = 5.326 \text{ t}$
- . Reserva lavrável: 101.286 t
- . Produção anual prevista: 19.000 t/a
- . Vida útil: $101.286 \text{ t} \div 19.000 \text{ t/a} = 5,4 \text{ anos}$

Logo, teríamos 5,4 anos de operação a custos extrativos reduzidos, o que permitiria uma geração interna de recursos que garantiria, nestes primeiros anos, uma maior rentabilidade, com a formação, pela própria empresa de capitais aplicáveis no desenvolvimento da lavra subterrânea.

Para a lavra subterrânea poderá ser aplicado o método de corte e enchimento, largamente utilizado nas minerações de fluoritas por ser um método indicado para quando as rochas encaixantes não são competentes o suficiente para permitir grandes vãos livres, é seletivo, isto é, recupera o máximo de minério possível com o mínimo de diluição e o investimento inicial não é excessivo.

As reservas medidas pertencentes ao corpo I, a serem lavradas pelo método subterrâneo, totalizam 264.579 t, para um teor médio de 46,33% de CaF_2 .

Sua vida útil será:

- . Tonelagem de minério: 264.579 t
- . Perdas na lavra: $10\% \times 264.579 \text{ t} = 26.458 \text{ t}$
- . Reserva lavrável: 238.121 t
- . Produção anual prevista: 19.000 t/a
- . Vida útil: $238.121 \text{ t} \div 19.000 \text{ t/a} = 12,5 \text{ anos}$

Logo, considerando-se apenas as reservas medidas pertencentes ao corpo I, para uma produção de 19.000 t/ano, a vida útil da jazida seria de 18 anos.

Nos estudos econômicos, a vida útil a ser consi

derada será de 20 anos, visto existirem 76.299 t de minério indicado, além das reservas pertencentes ao corpo II.

Através do ensaio de beneficiamento realizado e de dados práticos obtidos em plantas industriais, pode-se considerar como rejeito e perdas, as seguintes porcentagens, em relação à alimentação, das operações:

- . Ciclonagem: 10%
- . Flotação: 50%
- . Manuseio das pilhas de produto: 5%

Logo, para uma alimentação da planta de 19.000 t /ano, tem-se uma produção de 8.123 t anuais de concentrado.

6 - Estudo Econômico

Critérios Econômicos

- . ORTN/Março de 1985: Cr\$ 30.316,57
- . US\$ 1,00 = Cr\$ 4.017

6.1 - Níveis de Produção

Durante a fase de implantação do projeto, haverá a necessidade de ajustes de homens e máquinas, comprometendo desta maneira a escala de produção. Estima-se que o rendimento, na fase final de implantação, seja de 10%, o que perfaz 812 t de concentrado.

Concluída esta fase a produção será de 8123 t/ano de concentrado ou 677 t/mês; 27 t/dia de produto.

Para efeito de análise de viabilidade preliminar, não serão considerados prováveis aumentos de produção no decorrer dos 20 anos, o que vem a ser uma expectativa bastante conservadora.

6.2 - Estimativa de Investimentos

Quadro 14

(Cr\$ 10.000)	
ITEM	VALOR
- Investimentos pré-operacionais	
. pesquisa geológica	1.215.330
. projeto da usina de concentração	376.250
. pré-operação da lavra e usina (3 meses)	366.989
- Investimentos na mina	
. máquina e equipamentos	1.353.358
. construções civis e desenvolvimento	1.223.416
. fretes, seguros e montagens	209.385
- Investimentos na usina	
. máquinas e equipamentos	939.826
. construções civis	1.130.352
. fretes, seguros e montagens	234.442
- Infraestrutura	
. energia	343.085
. água industrial e potável	66.854
. apoio logístico	153.245
Subtotal	7.612.532
- Capital de giro	550.257
Total	8.162.789

6.3 - Previsão de Receitas

Os preços praticados hoje pelo mercado, para o concentrado grau ácido, variam de Cr\$ 710.000 a Cr\$ 800.000. Para o presente estudo econômico fixou-se o valor de Cr\$..... 720.000 por tonelada.

- Receitas brutas anuais

. 1º ano: 812 t x Cr\$ 720.000 = Cr\$ 584.640.000

. Demais anos: 8123 t x Cr\$ 720.000 = Cr\$ 5.848.560.000

o

6.4 - Custos Operacionais

Quadro 15

(Cr\$ 1.000)

- Lavra a céu aberto	
. perfuração	31.758
. desmonte	27.518
. carga do minério e estéril	59.011
. transporte do minério e estéril	141.260
. mão-de-obra	130.635
Subtotal	390.182
- Lavra subterrânea	
. sondagens	19.478
. perfuração	79.077
. desmonte	166.177
. içamento	97.809
. transporte até usina	27.959
. enchimento	76.430
. drenagem e ventilação	200.662
. mão-de-obra	320.359
Subtotal	987.951
- Beneficiamento	
. energia elétrica	423.518
. reagentes para flotação	17.813
. peças e materiais de desgaste	46.991
. combustíveis e lubrificantes	105.231
. manutenção	36.067
. seguros	4.394
. mão-de-obra	443.760
Subtotal	1.077.774
Total lavra a céu aberto + beneficiamento	1.467.956
Total lavra subterrânea + beneficiamento	2.065.725

6.5 - Custos Administrativos

Os custos administrativos serão representados por 5% do preço de^o venda, sendo suficiente para cobrir as despesas de mão-de-obra indireta, encargos, subsídios, materiais diversos, etc.

O valor total anual será:

- . preço do concentrado: Cr\$ 720.000
- . 5% x Cr\$ 720.000 = Cr\$ 36.000
- . produção anual: 8123 t
- . custo anual: 8123 t x Cr\$ 36.000 =
Cr\$ 292.428.000

6.6 - Custos de Comercialização

Nos custos de comercialização estão embutidas as despesas de vendas e comissões, e são estimadas em 5% do faturamento bruto anual.

- . custo anual: Cr\$ 292.428.000

6.7 - Depreciações e Amortizações

Quadro 16

(Cr\$ 1.000)			
Depreciações	valor da aquisição	índice %	cota anual de depreciação
- Grupo de bens que depreciam em 05 anos			
. veículos	285.905	20	57.181
- Grupo de bens que depreciam em 10 anos			
. máquinas e equip. mina	1.220.698	10	122.070
. máquinas e equip. usina	939.826	10	93.983
. energia e água industrial e potável	409.939	10	40.994
- Grupo de bens que depreciam em 20 anos			
. construções civis na mina	1.223.416	5	61.171
. construções civis na usina	1.130.352	5	56.518
Total/ano			431.917

NE

Quadro 17

Amortizações	valor da aquisição	Índice %	cota anual de depreciação
- Investimentos pré-operacionais	1.827.229	5	91.361
- Fretes, seguros e montagens	443.827	5	22.191
Total/ano			113.552

6.8 - Cota de Exaustão

As empresas de mineração podem deduzir 20% da receita operacional, como custos ou encargos, nos 10 primeiros anos de exploração da jazida, na determinação do lucro real, para efeito do imposto de renda (Decreto-Lei nº 1096 de 23.03.70).

Assim, tem-se:

- . Receita operacional: 8123 t x Cr\$ 720.000 = Cr\$ 5.848.560.000
- . Cota de exaustão: 0,2 x Cr\$ 5.848.560.000 = Cr\$ 1.169.712.000

6.9 - Imposto de Renda

Baseada na legislação atual, o imposto de renda foi calculado como sendo 35% sobre o lucro tributável, ou seja, o lucro bruto menos encargos diversos, depreciação, amortização e cota de exaustão, esta nos 10 primeiros anos de operação.

6.10 - Fluxo de Caixa

Na confecção do fluxo de caixa para o empreendimento (quadro 18), algumas premissas foram adotadas tais como:

a) Vida útil da jazida de 20 anos, para a produção estipulada, mesmo existindo reservas suficientes para mais anos de operação.

b) Além dos custos de beneficiamento, adminis-

FLUXO DE CAIXA DO EMPREENDIMENTO
JAZIDA DE FLUORITA DE VOLTA GRANDE

(Cr\$ 1.000.000)

PERÍODO	IMPLANTAÇÃO								OPERAÇÃO													DESATIVAÇÃO	
DISCRIMINAÇÃO	-1	- 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 - Receita Operacional		584,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	5.848,6	
2 - Custo Operacional		(564,5)	(2.258,1)	(2.258,1)	(2.258,1)	(2.258,1)	(2.258,1)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	(2.915,6)	
3 - Lucro Bruto		20,1	3.590,5	3.590,5	3.590,5	3.590,5	3.590,5	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	2.933,0	
4 - Encargos Diversos		(2,0)	(359,0)	(359,0)	(359,0)	(359,0)	(359,0)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	(293,3)	
5 - Depreciação e Amortização			(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	(545,5)	
6 - Cota de Exaustão			(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	(1.169,7)	
7 - Lucro Tributável		18,1	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	1.516,3	924,5	924,5	924,5	924,5	924,5	2.094,2	2.094,2	2.094,2	2.094,2	2.094,2	2.094,2	2.094,2	2.094,2	2.094,2	2.094,2	
8 - Imposto de Renda			(6,3)	(530,7)	(530,7)	(530,7)	(530,7)	(530,7)	(323,6)	(323,6)	(323,6)	(323,6)	(323,6)	(733,0)	(733,0)	(733,0)	(733,0)	(733,0)	(733,0)	(733,0)	(733,0)	(733,0)	
9 - Lucro Líquido		18,1	1.510,0	985,6	985,6	985,6	985,6	393,8	600,9	600,9	600,9	600,9	1.770,6	1.361,2	1.361,2	1.361,2	1.361,2	1.361,2	1.361,2	1.361,2	1.361,2	1.361,2	
10 - Fundo de Exaustão			1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	1.169,7	
11 - Fundo de Depreciação e Amortização			545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	545,5	
12 - Fluxo de Caixa da Operação		18,1	3.225,2	2.700,8	2.700,8	2.700,8	2.700,8	2.109,0	2.316,1	2.316,1	2.316,1	2.316,1	2.316,1	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	
BALANÇO DE FONTES E APLICAÇÕES																							
Fontes																							
13 - Capital Próprio	3.339,2	2.943,6																					
14 - Caixa do Projeto		18,1	3.225,2	2.700,8	2.700,8	2.700,8	2.700,8	2.109,0	2.316,1	2.316,1	2.316,1	2.316,1	2.316,1	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	
15 - Recuperação do Capital de Giro																							
16 - Recuperação do valor residual								28,6					18,0				28,6	49,8					
Aplicações																							
17 - Inversões prévias	(1.215,3)																						
18 - Inversões no projeto	(2.123,9)	(2.411,4)			(372,4)	(558,6)	(931,0)																
19 - Reinversões							(285,9)					(1.860,0)					(285,9)	(498,3)					
20 - Capital de Giro		(550,3)																					
21 - Caixa Operacional			(3.225,2)	(2.700,8)	(2.328,4)	(2.142,2)	(1.512,5)	(2.109,0)	(2.316,1)	(2.316,1)	(2.316,1)	(642,1)	(2.316,1)	(1.906,7)	(1.906,7)	(1.906,7)	(1.649,4)	(1.458,2)	(1.906,7)	(1.906,7)	(1.906,7)	(1.906,7)	
22 - Fluxo de Caixa do Projeto	(3.339,2)	(2.943,6)	3.225,2	2.700,8	2.328,4	2.142,2	1.512,5	2.109,0	2.316,1	2.316,1	2.316,1	642,1	2.316,1	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.649,4	1.458,2	1.906,7	1.906,7	1.906,7	1.906,7	

tração e comercialização, o custo operacional, nos 05 primeiros anos, inclui aqueles decorrentes da lavra à céu aberto e nos anos restantes os da lavra subterrânea. Nos dois casos houve um acréscimo de 10% para gastos eventuais.

c) Os encargos diversos correspondem a 10% do lucro bruto.

d) No segundo ano de implantação o custo operacional corresponde a 25% do custo operacional do primeiro ano de operação.

e) Nos anos 3, 4 e 5 de operação, as inversões no projeto correspondem a 20%, 30% e 50%, respectivamente, dos investimentos a serem aplicados.

f) Considerou-se como 50%, o valor das depreciações das máquinas e equipamentos da lavra de sub-solo no 16º ano.

g) A recuperação do valor residual final foi calculada à base de 5% das inversões totais no projeto.

7 - Análise de Viabilidade

7.1 - Metodologia Adotada

Para análise da viabilidade do empreendimento utilizou-se o método do valor presente para os recursos e aplicações incorridas no projeto.

As expressões utilizadas foram:

- Capitalização dos saldos de caixa do período de implantação para a data de avaliação (ano um) : $VP = \sum F (1 + i)^n$
- Descapitalização dos saldos de caixa do período de operação, para a data de avaliação (ano um): $VP = \sum \frac{F}{(1 + i)^n}$

Tem-se que:

VP = Valor presente

F = Recebimentos ou desembolsos

i = taxa de atratividade

n = número de períodos

Pela análise da somatória de VP pode-se concluir pela viabilidade ou não do empreendimento, da seguinte forma:

- $\Sigma VP > 0$: o empreendimento é viável para a taxa de atratividade estipulada.
- $\Sigma VP < 0$: o empreendimento não é viável para a taxa de atratividade estipulada.
- $\Sigma VP = 0$: o empreendimento atende somente o lucro mínimo desejado, e a taxa de atratividade passa a ser a taxa interna de retorno do projeto.

7.2 - Taxa de Atratividade

A taxa de atratividade adotada é de 17% a.a., considerada satisfatória para empreendimentos mineiros.

7.3 - Fluxo de Caixa Descontado

Descontou-se os valores do fluxo de caixa anual, a uma taxa de 17% a.a, para determinação do valor presente.

8 - Conclusões

a) Os valores do fluxo de caixa descontado, a uma taxa de atratividade de 17%, levaram a uma somatória (ΣVP) da ordem de Cr\$ 7.183.000.000.

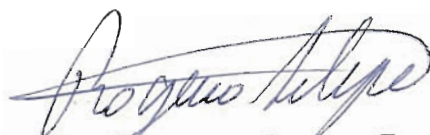
b) Conclui-se, desta maneira, que o empreendimento é plenamente viável ($\Sigma VP > 0$), atendendo ao objetivo de um lucro anual mínimo de 17% a.a.

c) A taxa interna de retorno, que vem a ser a taxa real de remuneração do investimento, é sensivelmente superior à taxa de atratividade. Para o presente caso o seu valor é de 34,3%.

d) O período de recuperação do capital empregado é de 02 anos e 02 meses, desconsiderando seu valor no tempo, considerado excelente para o setor minerário.

Aliado ao exposto, há de se considerar a localização da jazida, próxima dos grandes centros consumidores, com conseqüente diminuição dos custos de transporte.

Desta maneira, conclui-se pela viabilidade do empreendimento, que nesta prévia análise demonstrou ter uma alta rentabilidade, justificando sua implantação.



ROGÉRIO DA SILVA FELIPE

CREA-6.386-D - 7A. REGIÃO

CPF - 234 176 179 - 87

CI - 82 8436 - SSP-PR

XIII - BIBLIOGRAFIA

- Bodnar, R.J. e Bethke, P.N. (1984) - Systematics of stretching of fluid inclusions - I: Fluorite and sphalerite at one atmosphere confining pressure. *Econ Geol*, vol. 79, p. 141-161.
- DNPM (1984) - Anuário Mineral Brasileiro.
- DNPM (1984) - Sumário Mineral.
- Fuck, R.A. et. al. (1967) - Contribuição ao Estudo das Rochas Graníticas do Estado do Paraná. in: *Geologia do Pré-Devoniano e Intrusivas Subseqüentes da Porção Oriental do Estado do Paraná*. Bol. Paran. de Geoc. n^{os} 23 a 25. Curitiba-Paraná.
- Fuzikava, K. (1983) - Inclusões Fluidas de Volta Grande, Município de Cerro Azul, PR - Convênio NUCLEBRÁS/MINEROPAR.
- Gomes, C.B., Berenholc, M., Hypólito, E. e Arruda, J.R. (1975-a): Geoquímica de Maciços Graníticos da Região - Parte 1:- Elementos principais. *Anais Acad. Bras. Ciênc.*, vol. 47, n^o 1, p. 113 - 130.
- Gomes, C.B., Arruda, J.R. Bevenholc, M. e Hypólito, R. (1975b) - Geoquímica de Maciço Granítico da Região da Ribeira - Parte 2:- Elementos traços. *Anais Acad. Bras. Ciênc.*, vol. 47, n^{os} 3/4, p. 460-476.
- Lezana, R.R. - Engenharia Econômica - Relatório Interno - MINEROPAR.
- Lhégu, J. (1976) - Essai de Classification des Gisements de Fluorine. *Mém. h. Sér. Geol. France.*, n^o 7, p.-295-302.
- Lima, G.P. (1983) - Pré-Viabilidade Jazida de Fluorita Volta Grande - Relatório Interno MINEROPAR.

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

Pereira, R.C.R. (1983) - Teste de Beneficiamento Fluorita Volta Grande - Relatório Interno MINEROPAR.

Roedder, E. (1979) - Fluid Inclusions as samples of ore fluids. In: Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. 2nd Edition. H.L.Barnes, Editor. John Wiley & Sons, p. 684-737.

Santos, M.J. (1980) - Reconhecimento Geológico da Faixa Três Córregos, Relatório Interno do Setor de Rochas Graníticas - Dezembro.

