MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM — CPRM

PROJETO FLUORITA NO SUDESTE DE SANTA CATARINA

RELATÓRIO PRELIMINAR

ETAPA 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS DE FLUORITA

Antonio Morgental

I-96
CPRM — SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1440
N.º de Volumes: 1 V: - S
Phl 009460

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
1984

PROJETO FLUORITA NO SUDESTE DE SANTA CATARINA

RELATÓRIO PRELIMINAR

ETAPA 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS DE FLUORITA

EXECUÇÃO — *Antonio Morgental* (Chefe do Projeto)

SUPERVISÃO — *Erich Breitag* (DEGEC/DIPROE)
Douglas Roberto Trainini (DIVGEM-PA)
Vitório Orlandi Fº (COREMI-PA)

CPRM

APRESENTAÇÃO

No presente relatório são apresentados os resultados preliminares da "Etapa 2 - Caracterização dos Depósitos de Fluorita", executada como parte da programação do Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina.

Esta etapa objetivou caracterizar os parâmetros geológico-estruturais que controlam a mineralização fluorítica, tendo sido realizado um mapeamento geológico na escala 1:25.000 da área Linha Tórrens - Pedras Grandes, onde localizam-se as principais áreas de lavra do distrito. O estudo foi complementado com trabalhos de subsuperfície e a realização de análises petrográficas, químicas e geoquímicas. A partir dos dados levantados efetuou-se uma interpretação preliminar, cujos resultados são agora apresentados.

A execução dos trabalhos esteve a cargo do geólogo ANTONIO MORGENTAL, chefe do projeto. Na confecção do relatório obteve-se a colaboração do estagiário em geologia LUIS AUGUSTO FURIAN SESSEGOLO (na tabulação estatística dos dados estruturais) e do geólogo LUIZ FERNANDO FONTES DE ALBUQUERUQE (na elaboração do *abstract*), além da colaboração esporádica dos geólogos JOÃO ÂNGELO TONIOLO e CARLOS ALBERTO KIRCHNER na discussão de temas diversos.

A supervisão do projeto e a compatibilização do relatório foi exercida na Superintendência Regional de Porto Alegre pelo geólogo DOUGLAS ROBERTO TRAININI (chefe da Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral) e, no Departamento de Geologia Econômica no Rio de Janeiro, pelo geólogo ERICH BREITAG. O acompanhamento do projeto pelo 11º Distrito do DNPM foi efetuado pelo geólogo CARLOS ALFREDO PORCHER.

PROJETO FLUORITA NO SUDESTE
DE SANTA CATARINA

Pág.

RESUMO iv
ABSTRACT vi

1. INTRODUÇÃO 1
   1.1 - Histórico 1
   1.2 - Objetivos 2
   1.3 - Localização e Vias de Acesso 3
   1.4 - Atividades desenvolvidas e dados físicos de produção 6
   1.5 - Trabalhos anteriores 8
   1.6 - Agradecimentos 15

2. GEOLOGIA DA ÁREA 16
   2.1 - Considerações iniciais 16
   2.2 - Aspectos geomorfológicos e fisiográficos .. 16
   2.3 - Unidades estratigráficas 18
      2.3.1 - Suíte Intrusiva Pedras Grandes 18
      2.3.2 - Suíte Intrusiva Guabiruba 22
      2.3.3 - Grupo Itajaí 24
      2.3.4 - Grupo Itararé 26
      2.3.5 - Formação Rio Bonito 27
      2.3.6 - Formação Serra Geral 29
      2.3.7 - Mineralizações filonares de fluorita e calcedônia 30
      2.3.8 - Depósitos Quaternários 30
   2.4 - Tectônica 31
      2.4.1 - Análise tectônica do distrito 31
      2.4.2 - Tectônica da área estudada 39

3. CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS DE FLUORITA 45
   3.1 - Considerações iniciais 45
   3.2 - Descrição dos filões e ocorrências 47

3.2.1 - Considerações iniciais 47
3.2.2 - Filão Segunda Linha Tórrens 48
3.2.3 - Filão Segunda Linha Tórrens Sul 51
3.2.4 - Filão Poço 5 52
3.2.5 - Filão Poço 6 53
3.2.6 - Filão Poço 7 53
3.2.7 - Filão Cocal 54
3.2.8 - Filão São Pedro 54
3.2.9 - Filão Ribeirão da Areia 56
3.2.10 - Filão Scremin 58
3.2.11 - Filão Pignatel 59
3.2.12 - Filão Canela Grande 59
3.2.13 - Filão Canela Pequena-Satélite 60
3.2.14 - Filão Pindotiba 62
3.2.15 - Filão Figueira 63
3.2.16 - Ocorrências 63
3.3 - Distribuição espacial e controle estrutural 65
3.4 - Rochas encaixantes, relações estratigráficas e idade 69
3.5 - Morfologia, dimensões do filão e teores 72
3.6 - Estrutura interna, paragênese e alteração hidrotermal 75
3.7 - Distribuição de elementos-traço na fluorita 85
3.8 - Considerações genéticas 91

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 97

5. BIBLIOGRAFIA 105

6. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA 115

7. ANEXOS 131
Anexo I - Mapa Geológico
Anexo II - Mapa de Caminhamento Geológico

CPRM

RESUMO

Os resultados preliminares da Etapa 2 do Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina são apresentados no presente relatório. Os estudos objetivaram caracterizar os parâmetros geológico-estruturais que controlam a mineralização do "Distrito de Fluorita de Santa Catarina". Para tanto foi escolhida uma área de 205 km², localizada na região de Linha Tôrrens - Pedras Grandes, em que efetuou-se mapeamento geológico de superfície na escala 1:25.000 e estudos de subsuperfície em nove minas.

A geologia da área é constituída por corpos de rochas granitóides sin a tardi-tectônicas, granitóides anorogênicos do Proterozóico Superior, diques ácidos eopaleozóicos, sedimentos permo-carboníferos, diques e soleiras básicas mesozóicas, corpos filoneanos de fluorita e calcedônia neocretáceos e eoterciários e sedimentos quaternários. Estas rochas foram submetidas aos mesmos esforços distensivos e compressivos que atuaram em todo o sudeste catarinense desde os tempos proterozóicos até o cenozóico, tendo provocado a formação de falhas orientadas preferencialmente segundo as direções N65º-75ºE, N05º-25ºE e N35º-55ºW e, subordinadamente, N25º-45ºE, N45º-65ºE, N-S, N25º-35ºW, N55º-75ºW e E-W.

O estudo realizado comprovou que as mineralizações são essencialmente filoneanas, com orientação preferencial N20º-30ºE/NW e, secundariamente, N50º-70ºE/Vertical a NW. Encaixam-se preferencialmente nas rochas granitóides mas também seccionam os diques ácidos eopaleozóicos, os sedimentos paleozóicos e os diques e soleiras básicas mesozóicas.

A mineralização filonar é constituída pre-

dominantemente por fluorita e calcedônia, ocorrendo barita, quartzo, pirita e argilas como minerais acessórios. O filão é constituído por minério bandado, brechas finas, "cocardes" brechas grosseiras, filonetes e cavidades. Os filões N20º-30º E apresentam configuração irregular, caracterizando lentes bi convexas, delimitadas por inflexões N-S dos esforços cisalhantes, enquanto que os filões N50º-70ºE apresentam maior regularidade, sendo conhecidos por uma extensão de 250 m. A maior lente conhecida é o filão Segunda Linha Tórrens com uma extensão de 660 m, uma altura máxima de 230 m e uma espessura média de 5 m, com um teor médio de 50% de CaF_2.

Supõe-se que a mineralização N20º-30ºE implantou-se em fraturas abertas geradas na fase final do rifteamento que provocou a ruptura continental, preenchendo-as com fluorita bandada. A seguir, sob os efeitos de esforços compressivos relacionados com a deriva continental, os filões N20º-30ºE foram afetados por deslocamento horizontal dextrógiro, acompanhado de uma recorrência de mineralização. Os mesmos esforços formaram falhas de tensão N50º-70ºE, de pequena expressão, igualmente preenchidas por fluorita. O evento tectônico e o magmatismo básico-alcalino associado, de idade neocretácea e eoterciária, seriam responsáveis pelos fluidos hidrotermais e a fonte do flúor.

ABSTRACT

This report present the preliminary results of the Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina - 2nd Step. The work was carried out to characterize the geologic-structural parameters that control the mineralization of the So-called "Distrito de Fluorita de Santa Catarina". It was selected an area of 205 sq.km in Linha Torrens - Pedras Grandes region which was geologically mapped in 1:25,000 scale and where nine subsurface mines were studied.

In this area occur syn- and late-tectonic and anorogenic granitic rocks of Upper Proterozoic, Early Paeleozoic acid dike, Permo-Carboniferous strata, Mesozoic basic and dikes, Late-Cretaceous to Early Tertiary veins of fluorite and chalcedony and Quaternary sediments. All these rocks were affected from the Proterozoic to the Cenozoic by the some stresses that gave rise to faults trending N65º - 75ºE, N05º - 25ºE, N35º - 55ºW as well as less abundant faults N25º - 45ºE, N45º - 65ºE, N - S, N25º - 35ºW, N55º - 75ºW and E-W.

Most of the fluorite veins trend N20º-30ºE/NW; some strike N50º - 70ºE/vertical to EW. Nearly all the know veins are restricted to the granitic rocks, but a few of them cut through Early Paeleozoic acid dikes, Permo-Carboniferous strata and even Mesozoic basalts.

The mineralization is made up mainly by fluorite and chalcedony with lesser amounts of barite, quartz, pyrite and clay minerals. In the vein there are banded ore, fine and coarse breccia, "cocardes", fluorite veinlets and cavities. The N20º - 30ºE fluorite veins display lenticular form limited by N - S stresses although the N50º - 70ºE veins are regular up to 250 m long. The longest vein is called Segunda Linha Torrens wich is 660 m long, up to 230 m tall and

up to 5 m thick and contains as much as 50% CaF_2.

The N20º - 30ºE banded fluorite mineralization emplaced during the last stage of the continental breakup, when America and Africa drifted aport. Subsequently, stresses due to the opening of the oceans not only skeared the N20º - 30º dikes (wich were re-mineralized) but also gave birth to small N50º - 70ºE faults also filled with fluorite.

The sources of fluor and hidrothermal fluids were tectonic stresses and basic - alcaline Late - Cretaceous to Early Tertiary magmatism.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico

O Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina foi concebido pelo DNPM com o objetivo maior de avaliar a potencialidade do Distrito Fluorítico de Santa Catarina, detentor das principais reservas brasileiras conhecidas e ainda responsável por mais de 90% da produção nacional deste importante insumo industrial.

O projeto vem sendo executado desde abril de 1982 obedecendo uma programação plurianual, dividida em etapas, assim caracterizadas:

Etapa 1 - Mapa Previsional do Distrito Fluorítico
Etapa 2 - Caracterização dos Depósitos de Fluorita
Etapa 3 - Pesquisa de Métodos
Etapa 4 - Ampliação de Reservas
Etapa 5 - Avaliação do Distrito
Etapa 6 - Relatório Final

Neste período de quase dois anos de execução foi concluída a etapa 1, cujos resultados foram entregues ao DNPM em fevereiro de 1983 (MORGENTAL e KIRCHNER, 1983a) e apresentados à comunidade científica pelos mesmos autores (MORGENTAL e KIRCHNER, 1983b). Constou da apresentação de cinco mapas previsionais na escala 1:100.000 e suas respectivas notas explicativas, recobrindo os 11.530 km² da área abrangida pelo projeto. Em novembro de 1983 entregou-se ao DNPM os resultados preliminares da Etapa 3, que constou da prospecção geoquímica orientativa desenvolvida numa área piloto de 205 km². No relatório desta etapa apresentado por KIRCHNER e MORGENTAL (1983) são recomendadas as técnicas geoquímicas a serem aplicadas na prospecção de novas áreas.

A partir de março de 1983 executou-se a Etapa 2, cujos trabalhos desenvolveram-se na mesma área de 205 km² em que foi realizada a prospecção geoquímica orientativa.

1.2 - Objetivos

O projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina foi concebido para atingir os seguintes objetivos:

a) elaborar o mapa previsional do distrito fluorítico de Santa Catarina;

b) estabelecer o condicionamento geológico dos depósitos de fluorita conhecidos no distrito, bem como delimitar suas continuidades horizontal e vertical;

c) através de estudos orientativos de geoquímica, de geofísica e geológico, tentar estabelecer uma metodologia de prospecção para fluorita adequada às condições locais;

d) através da aplicação das técnicas de prospecção definidas, avaliar a potencialidade do distrito a nível de reserva geológica e/ou inferida.

O objetivo da Etapa 2 é o de caracterizar os parâmetros geológicos estruturais que controlam a mineralização fluorítica, com a finalidade de definir metalotectos utilizáveis na prospecção de novas áreas e/ou na ampliação das reservas dos depósitos em fase de lavra. Para tanto foi realizado um mapeamento geológico na escala 1:25.000 da área Linha Tórrens - Pedras Grandes, bem como realizado levantamentos geológicos estruturais de subsuperfície nas Minas Santa Catarina, Nossa Senhora do Carmo, Mina 2, Poço 6, Filão São Pedro, Ribeirão da Areia, Canela Grande, Canela Pequena

e Satélite.

1.3 - Localização e Vias de Acesso

A área abrangida pelo projeto possui cerca de 11.530 km², delimitados pelas coordenadas 48º15' e 49º30' de longitude W Gr. e as latitudes 27º30º e 29º00' a Sul do Equador (Vide figura nº 1).

A área selecionada para a execução das etapas 2 e 3 tem superfície aproximada de 205 km², posicionada no limite entre as folhas de Criciúma e Tubarão, escala 1:100.000, estando compreendida entre as coordenadas 49º10' e 49º17'30" de longitude W. Gr. e as latitudes 28º22'30" e 28º40' ao Sul do Equador (Vide figura nº 2).

Esta área foi escolhida pelas seguintes razões:

a) Nela estão contidos os depósitos da 2ª Linha Tórrens, São Pedro, Ribeirão da Areia, Pinhatel, Canela Grande, Canela Pequena, Pindotiba e Figueira, além de algumas ocorrências e indícios de mineralização;

b) Nesta área foram mapeados por fotointerpretação durante a etapa 1 os principais sistemas de fraturamento reconhecidos ao longo do distrito;

c) A maioria das unidades litoestratigráficas conhecidas no distrito ocorrem na área, a saber: rochas granitóides proterozóicas, diques ácidos eo-paleozóicos, sedimentos permo-carboníferos; diques e soleiras básicas mesozóicas e sedimentos quaternários.

CPRM

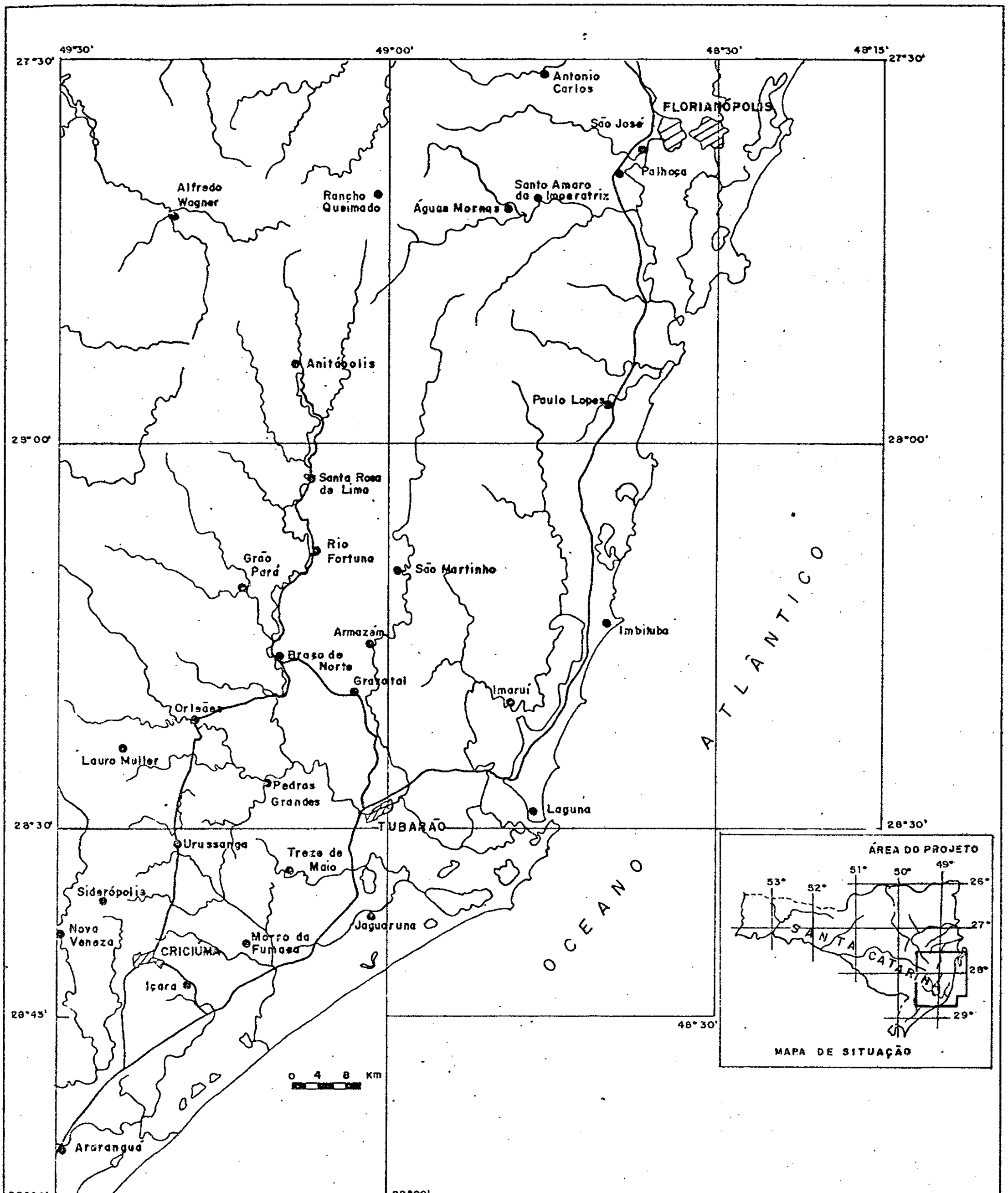


FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

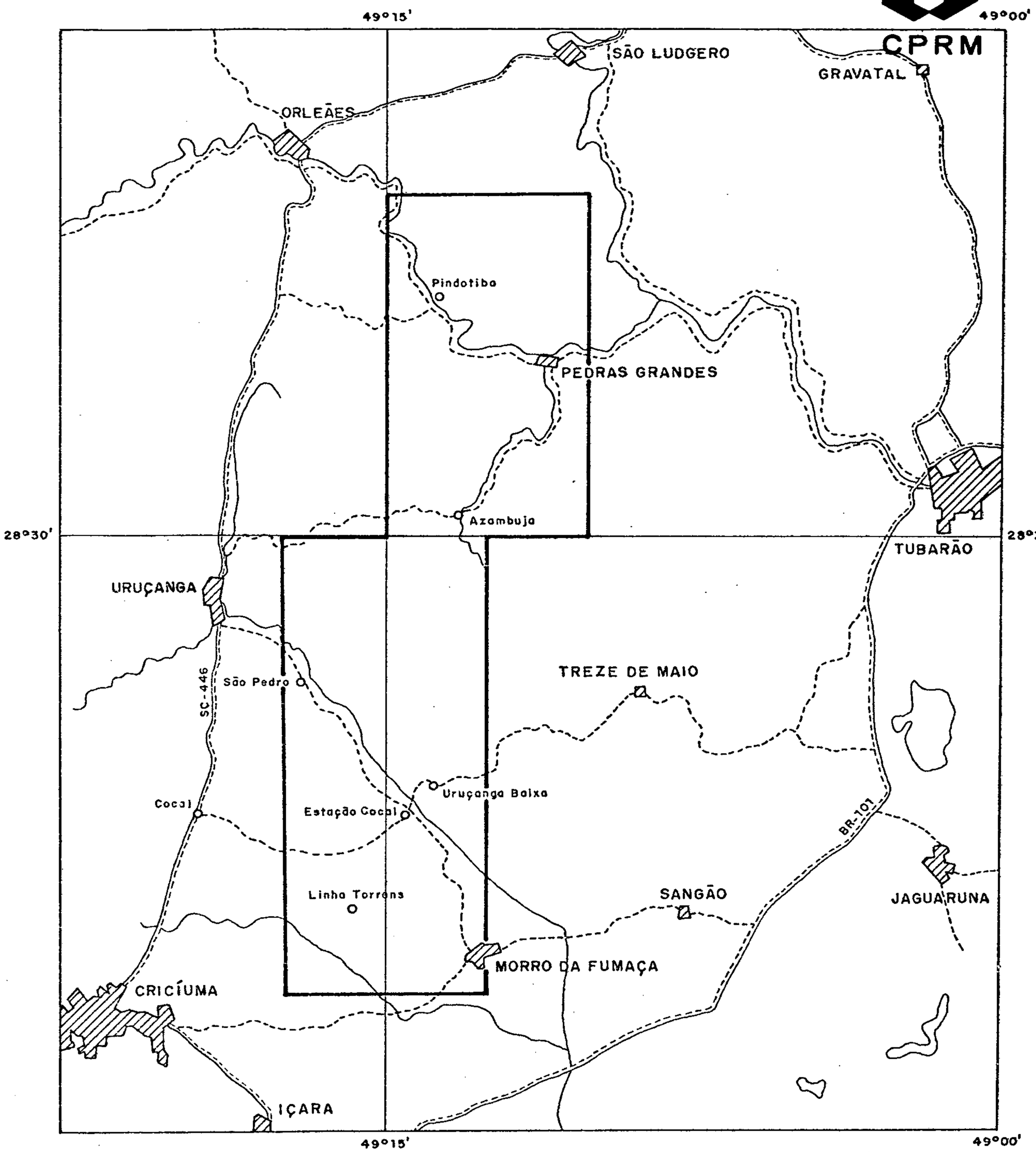


FIGURA 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA NAS ETAPAS 2 E 3

O acesso à área é realizado principalmente a partir de Criciúma através de estrada estadual asfaltada (SC-446), que acompanha aproximadamente toda a borda oeste da área, a partir da qual partem estradas intermunicipais de revestimento solto. Já a partir da BR-101 a área pode ser atingida através dos acessos às cidades de Pedras Grandes, Treze de Maio e/ou Morro da Fumaça. Na maior parte da área estudada o tráfego pode ser realizado ao longo de todo o ano, pois as estradas são trafegáveis mesmo nas épocas mais chuvosas.

1.4 - Atividades desenvolvidas e dados físicos de produção

Os trabalhos iniciais desta etapa constaram da consulta da bibliografia internacional e nacional que tratam de depósitos de fluorita, tendo sido catalogados os principais depósitos mundiais deste bem mineral.

A seguir realizou-se uma análise tectônica dos dados estruturais apresentados nos mapas previsionais elaborados por MORGENTAL e KIRCHNER (1983a) e efetivou-se uma fotointerpretação preliminar, na escala 1:25.000, da área de 205 km² a ser mapeada. Foram utilizadas fotografias aéreas do levantamento de 1978 executado pela empresa Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.

No período de 12.04.83 até 07.07.83 desenvolveu-se a primeira fase de campo desta etapa, que constou do mapeamento geológico na escala 1:25.000. Neste período foram realizados 335 km de caminhamento geológico (Vide anexo II); descritos 494 afloramentos e coletadas 177 amostras durante 35 dias efetivos de atividades de campo. Das amostras coletadas 132 foram analisadas geoquimicamente para flúor e em 41 delas realizou-se análise petrográfica (classificação e composição mineralógica).

Entre julho e agosto interpretou-se preliminarmente os dados obtidos durante esta fase inicial de campo.

A segunda fase de campo desta etapa foi desenvolvida no período de 16 de agosto e 29 de outubro (45 dias de campo), tendo sido realizados trabalhos de superfície e subsuperfície. A nível de superfície efetuaram-se verificações geológicas em áreas contíguas aos depósitos de fluorita, bem como naquelas áreas não detalhadas suficientemente durante o mapeamento 1:25.000, tendo sido descritos 65 afloramentos. Os trabalhos de subsuperfície constaram primordialmente no levantamento das estruturas tectônicas observáveis nas galerias das várias minas estudadas, na determinação das espessuras e orientações dos filões, na descrição das estruturas internas dos filões e suas relações com as rochas encaixantes, bem como a coleta de 33 amostras de minério e das encaixantes para análises geoquímicas e petrográficas. Os estudos foram realizados nas minas Santa Catarina (níveis 80, 132, 182 e 232), Ribeirão da Areia (níveis 28 e 70), Filão São Pedro (nível 70), Satélite (níveis 60 e 90), Canela Pequena (níveis 48 + e 70) Canela Grande (nível 126), Nossa Senhora do Carmo (nível 185), Mina 2 (nível 70) e Poço 6 (nível 80). Nestas diversas jazidas foram percorridos 5.289 m de galerias e descritos 666 pontos correspondentes, em média, a uma observação a cada 8 m.

Das amostras coletadas treze foram selecionadas para realização de estudos petrográficos visando a caracterização microscópica do minério, bem como as alterações provocadas na encaixante pelos processos hidrotermais de mineralização. Em 20 amostras de fluorita foram determinados os teores de elementos-traço à partir de análises espectrográficas de emissão semiquantitativa (30 elementos), Raios-X e ativação neutrônica (grupo dos lantanídeos).

A partir de novembro iniciou-se a interpretação dos dados obtidos nesta etapa e redigiu-se o presente relatório.

1.5 - Trabalhos anteriores

Recobrindo a área de 205 km² estudada na presente etapa, existe uma série de mapeamentos geológicos realizados em várias escalas, bem como estudos específicos relacionados as zonas mineralizadas, que no seu conjunto permitiram um acúmulo de conhecimentos sobre a geologia da área e das mineralizações de fluorita associadas.

Analisando inicialmente aqueles trabalhos que permitiram a evolução dos conhecimentos da geologia, verifica-se que a obra mais antiga é aquela apresentada por PUTZER (1955), que sob os auspícios do DNPM efetuou o mapeamento geológico da folha de Tubarão na escala 1:250.000. Neste trabalho o autor dá ênfase à seqüência sedimentar e enquadra as rochas mais antigas sob a denominação de "Complexo Cristalino Brasileiro".

A partir de 1965 o DNPM começou a cartografar, na escala 1:50.000, a geologia do distrito fluorítico, sendo que as quadrículas de Morro da Fumaça e Braço do Norte recobrem a área por nós estudada. Os resultados do mapeamento destas quadrículas foram apresentados por TEIXEIRA (1969a), que enquadrou as rochas granitóides dominantes na área no Complexo Granítico de Santa Catarina, de idade meso a neoproterozóica, sendo subdivididas em vários corpos distintos em função da facies petrográfica (Granitos Pedras Grandes, Jaguaruna e Pindotiba). Também são descritos corpos diqueformes de vulcânicas ácidas, correlacionadas ao Grupo Itajaí de idade eo-paleozóica, bem como vulcânicas básicas e sedimentos pertencentes a bacia do Paraná.

GUAZELLI e FEIJÓ (1970) apresentam os resultados do mapeamento geológico de semi-detalhe do centro-leste e sudeste de Santa Catarina realizado para a Petrobrás, em que as folhas SH.22-E-IV e SH.22-E-II, recobrem a área em estudo. O enfoque principal do trabalho se relaciona às rochas da bacia do Paraná, enquanto que o embasamento cristalino não foi subdividido.

Como parte do Projeto Básico Leste de Santa Catarina, executado através do convênio DNPM/CPRM, ALBUQUERQUE e HORBACH (1972), apresentam o mapa geológico das folhas de Tubarão e Laguna escala 1:250.000, em que usam a denominação de Grupo Pedras Grandes para a série de rochas granitóides aflorantes no perímetro destas folhas, considerando as mesmas como de idade neoproterozóica em função de datações radiométricas. Entretanto conservam as denominações anteriores para os vários corpos granitóides, sendo individualizadas na área em estudo o Quartzo-Monzonito Morro da Fumaça, o Granito Imaruí, o Granito Rio Chicão e o Microgranito Pindotiba.

Como resultado dos trabalhos de pesquisa de fluorita realizados pelo Grupo Tricontinental na região, HORTA (1975) apresenta o mapa geológico da Província Fluorítica de Santa Catarina, na escala 1:50.000, modificando em parte o traçado das unidades litoestratigráficas mapeadas anteriormente por TEIXEIRA (1969a), sem entretanto subdividir as rochas granitóides.

HORBACH e MARIMON (1980), com base nos trabalhos preliminares do Projeto RADAMBRASIL apresentam um esboço de evolução da tectônica quebrável do Sudeste catarinense, publicando um mapa geológico preliminar, de parte das folhas SH-22-X-B (Criciúma) e SG-22-Z-D (Florianópolis). Estes autores relacionam as rochas granitóides do sudeste catarinense às suítes intrusivas Guabiruba e Pedras Grandes de TRAI

NINI et alii (1978) e ao Complexo Metamórfico-Migmático. Com base nos dados finais do Projeto RADAMBRASIL, HORBACH e MARI-MOM (1982) reapresentam o esboço geológico do sudeste catarinense. Neste trabalho redefinem as rochas granitóides denominando de Suíte Intrusiva Tabuleiro os corpos anteriormente relacionados à Suíte Intrusiva Guabiruba; de Suíte Intrusiva Valssungana os granitóides da Suíte Intrusiva Pedras Grandes e de Complexo Canguçu os diatexitos e metatexitos anteriormente vinculados ao Complexo Metamórfico-Migmático.

Os mapeamentos existentes no sudeste catarinense foram compatibilizados pelo Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina quando da elaboração do Mapa Previsional do Distrito Fluorítico apresentados por MORGENTAL e KIRCHNER (1983 a, b). Estes autores subdividiram as rochas granitóides do sudeste catarinense em Suíte Intrusiva Guabiruba, Suíte Intrusiva Pedras Grandes e Suíte Intrusiva Valssungana conforme definidas por SILVA (1982) para a folha de Florianópolis, escala 1:250.000. Já as rochas tipicamente migmatíticas foram enquadradas no Complexo Metamórfico-Migmatítico.

A descoberta e delimitação dos corpos mineralizados conhecidos na área provém dos trabalhos de pesquisa realizados pelos mineradores, principalmente pelos grupos VOTORANTIM e SARTOR, detentores da quase totalidade dos decretos de lavra que recobrem a área e titulares da maioria dos alvarás de pesquisa. A partir dos jazimentos conhecidos uma série de estudos foram desenvolvidos por diversos autores tratando da descrição dos corpos mineralizados, avaliação de reservas, geologia, controle estrutural e gênese, o que permitiu um acúmulo de conhecimentos sobre os depósitos de fluorita.

TEIXEIRA e ANGEIRAS (1965) apresentam o primeiro estudo do até hoje principal depósito do distrito, por eles denominado de veio Segunda Linha Tórrens. O estudo tra-

ta das rochas encaixantes, atitude e dimensões do veio, estruturas internas da caixa filoneana, mineralogia, paragênese e alteração da rocha encaixante. Na continuidade dos estudos ANGEIRAS e TEIXEIRA (1965) concluem que a mineralização formou-se por deposição hidrotermal através de soluções alcalinas, de média a baixa temperatura. Apresentam, ainda, dados sobre reservas e mineração e tecem considerações econômicas sobre o aproveitamento do depósito.

TEIXEIRA (1968) apresenta os resultados preliminares do "Projeto Fluorita" executado pelo DNPM. Neste trabalho o autor descreve os doze jazimentos conhecidos na época, concluindo que o controle da mineralização é principalmente estrutural de caráter regional, preenchendo fraturas abertas, de tensão, com direção N 25°-45° E (N 40°-60° E magnético), devendo representar antigas estruturas reativadas por falhamentos N-S. Ao nível dos conhecimentos da época, considera como desconhecida a fonte intrusiva geradora dos fluidos hidrotermais de natureza ácida, que seriam formadores da mineralização. Considera como hipótese de trabalho que *a mineralização de fluorita ocorreu durante ou no fim do período Paleozóico, associada à tectônica inicial da grande movimentação que precedeu os derrames basálticos da Bacia do Paraná*. Apresenta, ainda, uma avaliação preliminar das reservas em torno de 350 mil toneladas, sugerindo a realização de novas pesquisas que resultem na ampliação das mesmas.

TEIXEIRA e PIATNICKI (1968) apresentam um sumário das conclusões gerais sobre a geologia econômica do distrito, destacando que o mapeamento geológico em execução pelo DNPM visa lançar as bases para um planejamento de sondagens sistemáticas com o objetivo de conhecer as reservas mineráveis de fluorita.

TEIXEIRA (1969b) apresenta os resultados de datações geocronológicas realizadas em rochas granitóides pro-

terozóicas, em corpos riolíticos eopaleozóicos e em dique básico cretácico aflorantes na região mineralizada. À partir das relações de campo e dos dados geocronológicos afirmam que o processo hidrotermal gerador das mineralizações estaria relacionado aos estágios finais das erupções básicas de idade Eocretácea.

Como parte do Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil, o DNPM desenvolveu entre outubro de 1968 e julho de 1970 o Projeto Específico Fluorita, em que através de mapeamento geológico de detalhe e da realização de sondagens foram pesquisadas concessões nas localidades de Segunda Linha Tórrens, município de Morro da Fumaça, e de Canela Grande e Cachoeira Feia, no município de Pedras Grandes. Os resultados foram apresentados por ECKERT (1970), FERREIRA (1970), FERREIRA e LANGOM (1970) e LANGOM (1970a, 1970b).

TEIXEIRA (1971) apresenta uma síntese da evolução da geologia econômica do distrito, citando que a mineralização de fluorita ocorreu num período posterior à extrusão das lavas basálticas da bacia do Paraná tendo por base os dados geocronológicos. Comenta, também, a realização de ensaios geofísicos (eletroresistividade) e a possibilidade da aplicação sistemática deste método para definir a extensão das mineralizações.

WILLIG (1973) considera que as mineralizações preenchem espaços formados nas inflexões ou ondulações da superfície de falhas N-NE de deslocamento horizontal, assumindo papel importante na distribuição dos depósitos o comportamento mecânico das unidades litoestratigráficas face à tectônica quebrável. Considera, também, que a presença de filões e filonetes de fluorita na cobertura sedimentar, indica ser do Neocretáceo - Eoterciário a idade da fase deposicional mais intensa da fluorita. Finalmente, sugere como a pos-

sível fonte do flúor as manifestações residuais tardias relacionadas à evolução do vulcanismo e "plutonismo" cretácico da bacia do Paraná.

Como parte do Projeto Perfis Analíticos do Brasil, BEVILACQUA (1973) apresenta o "Perfil Analítico da Fluorita" em que destaca a ampla utilização industrial deste bem mineral, as reservas mundiais e nacionais, os depósitos econômicos conhecidos no Brasil, os métodos de lavra e beneficiamento, bem como dados a respeito de produção, consumo, comércio, fontes secundárias, materiais substituintes, meio ambiente, investimentos realizados e previstos. Ao descrever os depósitos catarinenses considera que as melhores jazidas encontram-se em Morro da Fumaça, com veios formando lentes biconvexas variando de 1,5m a 11m de espessura, teor de 75 a 80% de CaF_2, encaixados em rocha granitóide firme. Nas demais áreas do distrito os filões são mais modestos, com espessuras de 0,10 até 2m e com teores de 35 a 45% e CaF_2. Também considera a origem dos depósitos como hidrotermal de baixa a média temperatura e posiciona a mineralização como de idade Cretácea.

SUSZCZYNSKI (1975) enquadra os depósitos de fluorita de Santa Catarina na "Fase Metalogenética do Embasamento", apresentando uma distribuição regional segundo "duas faixas concêntricas zoneadas". Descreve fatos que levam a admitir que a mineralização fluorítica é do tipo genético" sedimentar-metamórfico-metassomático-hidrotermal-estratiforme-filoniano", em que a fonte do flúor seriam sedimentos carbonáticos e pelito-carbonâticos, ricos neste elemento, que sofreram processos de granitização, sendo o flúor posteriormente segregado por soluções hidrotermais.

SAVI (1980) apresenta sua tese de mestrado sobre a "Gênese e controle das mineralizações de fluorita da região de Criciúma, SC". Neste trabalho, tendo por base a con

tinuidade sul do filão Segunda Linha Tórrens o autor apresenta uma descrição pormenorizada da caixa filoneana, afirmando que os filões possuem uma zonação simétrica, com a presença de fluorita bandada, e/ou uma zonação assimétrica caracterizada pela presença de fluorita bandada, brechas finas e grosseiras, "cocardes", filonetes e veios de calcedônea e fluorita, e geodos. Considera que *a precipitação química da fluorita ocorre na zona de melange (encontro dos fluidos descendentes e ascendentes) e está vinculada a circulação de fluidos hidrotermais originados no estágio de rifteamento que ocorreu durante o Cretáceo e presidiu a separação dos continentes americano e africano.* Quanto à origem do fluor afirma que *certamente é devido à lixiviação, pelos fluidos hidrotermais, do flúor contido no quartzo-monzonito e/ou arcósios e conglomerados da base do Sub-grupo Itararé.* SAVI e DARDENNE (1980) apresentam, uma síntese da tese no XXXI Congresso Brasileiro de Geologia.

HORBACH e MARIMON (1980), além do esboço geológico citado anteriormente, apresentam uma descrição geral dos depósitos de fluorita e um ensaio sobre a evolução da tectônica rúptil do distrito, concluido que *a semelhança do controle de posicionamento das rochas alcalinas, as jazidas de fluorita encontram-se em falhas de tensão N10º - 30ºE que, sempre recortando estruturas de direção N60ºE mais antigas encontram-se geralmente próximas a grandes lineamentos de direção oeste - noroeste.* Concluem, também, que os jazimentos de fluorita do distrito estão ligados a eventos hidrotermais associados ao magmatismo alcalino terciário da região, mais precisamente à segunda fase destas manifestações ígneas. HORBACH e MARIMON (1982) reapresentaram os dados do trabalho anterior, agora com informações mais detalhadas, porém apresentando praticamente as mesmas conclusões a respeito dos controles e gênese da mineralização.

MORGENTAL e KIRCHNER (1983, a, b) ao apre-

sentarem o "Mapa Previsional do Distrito Fluorítico" fazem uma descrição geral das mineralizações conhecidas com base em rápidas observações de campo e na bibliografia existente.

Finalmente, o último trabalho que trata do estudo das mineralizações é o publicado por ISSLER e KAUL (1983), que tendo por base o modelo proposto por LAMARRE e HODDER (1978), consideram que os depósitos de fluorita do distrito *são de presumível idade Precambriana Superior, associados com rochas alcalinas ígneas e localizados acima de uma pressuposta zona de subdução mergulhante para leste, debaixo do craton Dom Feliciano.* O flúor concentrado no magna granítico alcalino seria transportado através da crosta como SiF_4 e depositado em *rifts* intracontinentais ou lineamentos como veios de fluorita e calcedônia.

1.6 - Agradecimentos

Agradecemos às empresas dos grupos VOTORANTIM, SARTOR e BAYER, especialmente ao seu corpo técnico e encarregados das várias minas estudadas, o apoio recebido durante o desenvolvimento dos trabalhos de subsuperfície, facilitando a execução dos mesmos. Agradecemos, também, ao professor Lauro Nardi do Instituto de Geociências da UFRGS, a colaboração prestada na interpretação dos dados sobre terras raras.

2. GEOLOGIA DA ÁREA

2.1 - Considerações iniciais

Na área estudada foram mapeadas uma série de unidades litoestratigráficas e litodêmicas cuja distribuição espacial é mostrada no mapa geológico que constitui o Anexo I. No estabelecimento da coluna estratigráfica para as diversas unidades optamos por aquela adotada por MORGENTAL e KIRCHNER (1983 a, b), com algumas modificações no âmbito das rochas sedimentares da bacia do Paraná.

Assim, na área mapeada, predominam rochas granitóides proterozóicas relacionadas às suítes intrusivas Pedras Grandes e Guabiruba, seguidas por rochas sedimentares permocarboníferas do Supergrupo Tubarão. Ocorrem em segundo plano soleiras de diabásio da Formação Serra Geral e sedimentos quaternários. Com menor expressão aflorante foram mapeados diques ácidos eopaleozóicos, diques básicos mesozóicos, veios de quartzo eopaleozóicos e veios de fluorita neocretácicos a terciários.

A coluna estratigráfica estabelecida para a área mapeada acompanha o mapa geológico que constitui o Anexo I.

2.2 - Aspectos geomorfológicos e fisiográficos

Na área mapeada podem ser individualizados três compartimentos geomorfológicos em função das formas de relevo: a) planície costeira; b) colinas baixas e c) contrafortes da Serra Geral, conforme pode ser observado no Anexo I.

A planície costeira é representada na área pela extensa planície aluvionar que preenche a fossa do rio Urussanga, adentrando pelo seus tributários. Esta fossa é formada por falhamentos de direção NW que desenvolveram um *graben*, atualmente entulhado por sedimentos quaternários. Em função das variações climáticas anuais esta planície está sujeita a inundações periódicas.

As colinas baixas caracterizam-se por um relevo suave, de formas arredondadas, com cotas variando de 20 a 120m, reflexo da erosão sobre as rochas sedimentares paleozóicas e rochas granitóides. Localiza-se na porção sul da área estudada e está limitada a norte pela fossa do rio Urussanga.

Os contrafortes da Serra Geral ocupam o restante da área e constituem-se por um relevo acidentado com altitudes até 550 metros. As áreas com cotas mais elevadas estão, via de regra, com os seus topos relativamente aplainados e são sustentadas por soleiras de diabásio, conforme é observado na porção central da área, representando níveis de erosão locais. Algumas vezes as zonas montanhosas mais elevadas são constituídas por sedimentos paleozóicas, como na região do Rio Coral, ou mesmo por rochas granitóides, constituindo-se em altos do embasamento.

O sistema hidrográfico está quase totalmente condicionado à estruturação regional, ocorrendo ao longo das fraturas e falhas que afetam as litologias da área. O sistema de drenagem possui sua direção controlada pelas vertentes da Serra Geral, desaguando em direção ao mar através dos dois principais coletores que são o rio Tubarão, ao norte, e o rio Urussanga ao sul.

Quanto à vegetação observa-se que as áreas com topografia mais acidentada estão recobertas pela Mata Atlântica, havendo no restante da área uma desnudação da co-

bertura vegetal através da ação antrópica, para utilização da terra para fins agrícolas, ou mesmo para reflorestamento. Observa-se uma preservação da cobertura vegetal mais densa ao longo dos rios (matas-galerias) e nas encostas e topos dos morros. Uma vegetação secundária constituida por mata rala, capoeira e gramíneas ocupa o lugar das áreas desmatadas e abandonadas pela agricultura.

Segundo SAVI (1980) a região é caracterizada por um clima sub-tropical úmido, havendo maior incidência de chuvas nos meses de agosto e setembro, enquanto que em dezembro e janeiro predomina a estiagem.

2.3 - Unidades estratigráficas

2.3.1 - Suíte Intrusiva Pedras Grandes

Na área mapeada foram incluídas como pertencentes à Suíte Intrusiva Pedras Grandes, rochas granitóides inequigranulares, porfiríticas, que ocorrem ao longo de toda a área, preferencialmente na sua porção norte, mostrando uma variação composicional desde biotita-granitos até hornblenda-biotita-granodiorito, que têm sido denominadas de forma diferentes por várias autores.

SILVA (1982) redefiniu esta suíte de rochas granitóides considerando-a como constituída por microclínio-granitóides do Neoproterozóico, calco-alcalinas, isótropas a foliadas, textura granular grosseira a porfirítica, formando complexos polidiapíricos, eventualmente com contatos difusos a termos diatexíticos.

TEIXEIRA (1969a) enquadrou estas rochas no Complexo Granítico de Santa Catarina, denominando de Quartzo-Monzonito Morro da Fumaça as rochas granitóides aflorantes,

a oeste Morro da Fumaça e, de Granito Pedras Grandes, os granitos de granulometria grosseira e pegmatóide aflorante no restante da área, considerando-os de idade Meso a Neoproterozóico.

HORBACH e MARIMON (1982) utilizando-se das informações geradas pelo Projeto RADAMBRASIL para a folha de Porto Alegre (SH-22), ainda não publicadas, bem como das informações obtidas pelos próprios autores, enquadram as rochas por nós mapeadas como Suíte Intrusiva Pedras Grandes no Complexo Canguçu (constituído por metatexitos e diatexitos) e na Suíte Intrusiva Valssungana (constituída por hornblenda-biotita-granitos).

A partir dos dados de campo obtidos através do caminhamento geológico mostrado no Anexo II e da análise petrográfica efetuada em 21 amostras, não foram identificados corpos mapeáveis de metatexitos e/ou diatexitos na área em estudo. Por outro lado, as rochas granitóides classificadas como Suíte Intrusiva Valssungana por HORBACH e MARIMON (1982) enquadram-se naquelas descritas por SILVA (1982) para a Suíte Pedras Grandes. Desta forma optamos por esta última denominação para as rochas granitóides, grosseiras, porfiríticas, aflorantes na área.

Estas rochas apresentam variações quanto ao aspecto textural, granulométrico, colorimétrico e composicional, caracterizando variações faciológicas que, entretanto, não foram passíveis de individualização.

De um modo geral, a nível mesoscópico, as rochas granitóides são inequigranulares, porfiríticas, com fenoblastos de feldspato potássico róseos e/ou cinza com tamanho médio de 2cm, desenvolvido numa matriz grosseira a média, eventualmente pegmatóide, leucocrática a mesocrática, constituída por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e

biotita. A presença de maior ou menor quantidade de biotita e/ou hornblenda e a coloração dos feldspatos implicam na mudança de tonalidade da rocha.

Nas diversas lâminas estudadas as rochas foram classificadas como leucogranito, biotita-granito, biotita-granito-porfiróide, biotita-hornblenda-granodiorito-porfiróide e hornblenda-biotita-granodiorito porfiróide, evidenciando as diferenças texturais, granulométricas, composicionais e colorimétricas detectadas mesoscopicamente.

Uma lâmina de leucogranito foi descrita a-partir de amostra coletada na estrada Linha Batista - Morro da Fumaça (AM-199). A mesma é constituída por microclina pertítica (40%), oligoclásio (27%), quartzo (25%), biotita e clorita (2%). A nível de acessórios ocorrem opacos, apatita, allanita, zircão e fluorita, com freqüência bastante restrita. Os minerais secundários representam 5% dos constituintes da rocha sendo formados por epidoto-clinozoisita, sericita, minerais argilosos e carbonato.

Na estrada Pindotiba-Pedras Grandes foi coletada a amostra AM-134, classificada como biotita-granito, sendo constituída por microclina (41%) e oligoclásio (32%) grosseiros, quartzo em grandes cristais xenomorfos (20%) e biotita cloritizada (3%). Como acessório (2%) ocorrem: fluorita, opacos apatita, allanita, zircão e titanita, com concentrações distintas. Como minerais secundários aparecem: clorita substituindo a biotita, sericita, minerais argilosos, carbonato, leucoxênio, óxido de ferro e epidotozoisita, estes, por vezes, em cristais bem desenvolvidos.

Junto à cidade de Pedras Grandes a lâmina petrográfica da amostra AM-159, revelou um biotita-granito porfiróide, com ligeira cataclase e alguma alteração, com enormes cristais sem faces planas distintas e matriz fanerí-

rica grosseira. É constituída por 47% de microclina bem geminada, por vezes em enormes cristais, 23% de plagioclásio (oligoclásio) igualmente em cristais bem desenvolvidos, 7% de biotita completamente cloritizada e 19% de quartzo cujos cristais xenomorfos revelam sinais de deformação e cataclase. Como acessórios (2%) ocorrem: fluorita, opacos, apatita, titanita e zircão. Como minerais secundários abundantes são identificados: epidoto-clinozosita, muscovita, leucoxênio, minerais argilosos, sericita e carbonato.

Próximo à localidade de Linha Torrens foi coletada a amostra AM-191 cuja lâmina revelou um biotita-hornblenda-granodiorito porfiróide, em que a proporção de plagioclásio alterado, formada por oligoclásio-andesina constitui 43% da rocha, como fenocristais destacados em massa fanerítica grosseira. O feldspato potássico (microclina) representa 13% da rocha, e o quartzo 20%. A rocha também caracteriza-se pela abundância de hornblenda (18%) e biotita cloritizada (7%). Os minerais acessórios (4%) são: allanita, titanita, opacos, zircão e apatita, por vezes em cristais enormes, especialmente a allanita.

Rocha com composição semelhante à anterior foi descrita apartir da amostra AM-215, coletada a oeste da Estação Cocal, diferenciando-se pela maior proporção de biotita (10%) em relação a hornblenda (3%).

Como observa-se pelas descrições, a fluorita é um mineral acessório comum nestas rochas granitóides, o que é refletido no teor médio de flúor de 880 ppm para 61 amostras de rochas analisadas para este elemento (KIRCHNER e MORGENTAL, 1983 - Tabela VI).

No campo, estas rochas granitóides apresentam-se na forma de matacões com diâmetros de até 5m, podendo constituir campos de matacões. Ocorrem, também, como lagea-

dos no leito dos rios. O contato com as rochas granitóides de Suíte Intrusiva Guabiruba normalmente é tectônico, ocupando estas últimas posições topográficas mais elevadas. Em relação às rochas sedimentares da bacia, o contato é do tipo inconformidade, como observado na região de Linha Tórrens. Na região de Azambuja os granitóides Pedras Grandes estão em contato direto com a soleira de diabásio, através de contatos normais encobertos e/ou por falhas.

2.3.2 - Suíte Intrusiva Guabiruba

As rochas relacionadas à Suíte Intrusiva Guabiruba são granitóides equigranulares, com granulação média a grossa, leucocráticos, coloração cinza a rósea, que afloram preferencialmente na porção centro-sul da área mapeada. Nesta região os corpos afloram a norte da Linha Visconde, em Rio Comprudente, em Ribeirão da Areia, em Rio Cintra, em Linha Carneiro e em Riacho, estando encobertos por sedimentos (paleozóicos e quaternários) e soleiras básicas. Acham-se alinhados segundo uma direção NE-SW podendo tratar-se de um corpo único. Isoladamente ocorre um pequeno corpo a oeste de Pedras Grandes e, um outro, na extremidade NE da área mapeada. Estas rochas englobam parte do Granito Pedras Grandes além dos Granitos Jaguaruna e do Microgranito Pindotiba mapeados por TEIXEIRA (1969a).

A denominação de Suíte Intrusiva Guabiruba para estas rochas granitóides vem da correlação realizada por MORGENTAL e KIRCHNER (1983 a, b) com corpo semelhante que sustenta a Serra do Tabuleiro, na folha de Florianópolis, escala 1:100.000. Esse corpo foi classificado por SILVA (1982) como sendo um ortoclásio-granitóide pós-tectônico, isótropo, homogêneo, leucocrático, subalcalino a alcalino, textura granular fina a média.

HORBACH e MARIMON (1982) utilizando-se de

informações ainda não publicadas do Projeto RADAMBRASIL para a folha de Curitiba, escala 1:1.000.000, enquadram estas rochas na denominada "Suíte Intrusiva Tabuleiro", com características petrológicas e tectônico-estruturais semelhantes àquelas descritas por SILVA (1982), que se utilizou da proposição de nomenclatura anteriormente apresentada por TRAININI et alii (1978).

Na área mapeada as rochas da Suíte Intrusiva Guabiruba caracterizam-se, no campo, por formar corpos que sustentam uma topografia mais elevada que as rochas granitóides da Suíte Intrusiva Pedras Grandes e, a nível de afloramento, formam blocos e/ou matacões de dimensões menores.

A nível mesoscópico estas rochas granitóides são equigranulares, com granulação média a grosseira, leucocráticas, coloração cinza a rósea, constituídas predominantemente por feldspatos e quartzo, subordinadamente aparecendo a biotita.

A nível microscópico foram realizados estudos petrográficos em diversas lâminas confeccionadas apartir de amostras representativas dos vários corpos, como a amostra AM-214 (localizada a norte da Linha Visconde), AM-13 (estrada Ribeirão da Areia-Azambuja), AM-41 (estrada Azambuja-Pedras Grandes), AM-310 (Rio Cintra), AM-265 (Linha Carneiro) e AM-157 (a leste do Morro do Gato).

As rochas granitóides foram classificadas petrograficamente como leucogranitos e/ou biotita-granitos, caracterizados por textura granular hipidiomórfica bastante notável. Na maioria das amostras o principal constituinte mineralógico é o ortoclásio pertítico, cuja concentração atinge até 45% dos minerais da rocha. Eventualmente, o feldspato potássico é a microclina pertítica. O plagioclásio normalmen

te é bastante ácido, situando-se na faixa albita-oligoclásio, com uma faixa de concentração entre 16 a 37%. Entre os constituintes essenciais da rocha o quartzo mostra uma concentração entre 27 e 34% e normalmente apresenta-se como cristais xenomorfos, com denteamento e extinção ondulante. A biotita é entre os minerais essenciais aquele com menor quantidade, mostrando concentração entre 1 a 7%, e normalmente esta cloritizada e/ou muscovitizada.

Os minerais acessórios perfazem até 2% dos constituintes da rocha sendo representados por fluorita, opacos, allanita, titanita e zircão. A constante freqüência da fluorita como mineral acessório nestas rochas pode explicar os teores relativamente elevados de flúor, divulgados por KIRCHNER e MORGENTAL (1983), em que obtiveram uma média de 1930 ppm em 26 amostras.

Finalmente a constituição mineralógica desta suíte de rochas granitóides é completada por até 2% de minerais secundários formados pela muscovita, clorita, sericita, epidoto, minerais argilosos e óxido de ferro.

2.3.3 - Grupo Itajaí

Na área estudada foram mapeados uma série de corpos diqueformes, irregulares, com espessura de alguns metros e comprimento de até um quilômetro, constituídos por rochas de filiação ácida, microfaneríticas a afaníticas, classificadas como microgranitos, granófiros, riolitos e quartzo-pórfiros. Estas rochas localizam-se preferencialmente ao longo da fossa do rio Urussanga e estão preenchendo fraturas N30°-50°W.

Os autores anteriores consideram estas manifestações ácidas vulcânicas e subvulcânicas relacionadas ao Grupo-Itajaí, tendo em conta que as mesmas não seccionam

os sedimentos paleozóicos e em função da datação de 347 ± 10 m. a. realizada por TEIXEIRA (1969b) em amostra do quartzo-pórfiro Segunda Linha Tórrens.

Macroscopicamente as rochas riolíticas apresentam colorações que variam de rósea a cinza-claro e escuro, aspecto vítreo, textura pórfira, com fenocristais de quartzo e feldspato. No campo ocorrem como blocos isolados ou formando pequenas cristas orientadas segundo NW-SE, conforme observado na Segunda Linha Tórrens ou em Ribeirão da Areia. Já os microgranitos, normalmente, ocorrem em blocos pequenos junto aos matacões de granito grosseiro, porfirítico, ou mesmo como diques métricos seccionando o granito. Macroscopicamente constituem-se de uma rocha de granulometria fina, coloração rósea, onde identificam-se quartzo, feldspato e alguma mica.

A nível microscópico as lâminas descritas apartir de amostras coletadas nos afloramentos AM-188 (a leste da Linha Tórrens) e AM-97 (NE de São Pedro) revelaram tratar-se de granófiros, constituídos por ortoclásio pertítico, oligoclásio, quartzo e biotita como minerais essenciais, sendo formadas por fenocristais e matriz, e caracterizada por intercrescimentos gráficos.

Uma característica geoquímica destas rochas é a baixa concentração em flúor, atingindo um teor médio de 180 ppm em doze amostras analisadas (KIRCHNER e MORGENTAL, 1983).

Relacionado com as emanações finais do magmatismo ácido, tanto subvulcânico (diques) como plutônico (granitos), ocorrem ao longo de toda a área mapeada, veios irregulares de quartzo leitoso que seccionam exclusivamente as rochas granitóides e estão preenchendo fraturas NS e NW. Estes veios podem estar sustentando cristas com mais de uma

dezena de metros de espessura, conforme mapeado a leste de Urussanga Baixa, ou simplesmente formam veios métricos, descontínuos, encaixados nas rochas granitóides.

2.3.4 - Grupo Itararé

A área mapeada situa-se na borda oriental da bacia do Paraná, onde afloram sedimentos permocarboníferos do Supergrupo Tubarão, recobrindo diretamente o embasamento granitóide.

Através do mapeamento individualizaram-se dois níveis de rochas sedimentares na área, um inferior, representado por sedimentos flúvio-glaciais do Itararé, e, outro, superior, por sedimentos predominantemente arenosos do Rio Bonito.

Nos trabalhos anteriores de mapeamento, efetuados principalmente por TEIXEIRA (1969a), GUAZELLI e FEIJÓ (1970) e HORTA (1975), os sedimentos foram enquadrados no Grupo Itararé. MORGENTAL e KIRCHNER (1983a) utilizaram a denominação de Formação Itararé para estes sedimentos tendo por base as informações geradas pelo Consórcio CESP/IPT (GAMA JR. et alii, 1982) e pelo Mapa Geológico do Brasil, escala 1:2.500.000 publicado em 1981 pelo DNPM.

Os trabalhos de elaboração do mapa geológico do Estado de Santa Catarina, escala 1:500.000, em desenvolvimento pelo DNPM (C.A. PORCHER, informação verbal), têm demonstrado a aplicabilidade da coluna proposta por SCHNEIDER et alii (1974) para a bacia do Paraná. Desta forma retomamos neste trabalho a denominação de Grupo Itararé.

Os sedimentos mapeados como Grupo Itararé ocupam uma faixa orientada NW-SE, ao longo da fossa do rio Urussanga, atingindo uma espessura de pelo menos 180m, con-

forme dados de sondagem dos mineradores (SCHUH, 1972). Constituem-se de depósitos flúvio-glaciais formados por arenitos finos a médios, coloração cinza a creme passando a amarelo ocre quando alterados; siltitos esverdeados a amarelados; folhelhos cinza-avermelhados; argilitos com matizes cinza, rosa e amarela, conglomerados de *drift* compostos por matriz argilosa e elementos do arcabouço com granulometria desde alguns milímetros (grãos de quartzo) até blocos métricos de rocha granitóide.

Devido à intensa intemperização são raros os afloramentos desta unidade sedimentar, sendo que as principais exposições ocorrem nos cortes e leitos das estradas e/ou em locais de escavação de material para utilização na indústria cerâmica (AM-09, AM-182, AM-208, AM-212 e AM-463 Vide Anexo II).

O contato com as rochas granitóides, quando visível, é do tipo inconformidade, observando-se um condicionamento dos sedimentos ao paleorelêvo das rochas cristalinas. O contato com os depósitos aluvionares normalmente é encoberto e é demarcado pela diferença de relêvo entre as duas unidades.

2.3.5 - Formação Rio Bonito

Consideramos como pertencentes à Formação Rio Bonito os sedimentos predominantemente arenosos aflorantes na porção SW da área mapeada e, nas suas regiões central e centro-norte. Nos mapeamentos anteriores estes sedimentos foram considerados como pertencentes ao Grupo Itararé, a não ser aqueles do canto NW, mapeados por GUAZELLI e FEIJÓ (1970) como Rio Bonito inferior e Itararé indivisos.

Enquadramos estes sedimentos na Formação Rio Bonito tendo em vista os seguintes critérios: a) simila-

ridade geológica com outras áreas da região sudeste de Santa Catarina (área de Lauro Müller), em que esta formação programada diretamente sobre o embasamento cristalino (A.S.J. KREBS, informação verbal); b) Imediatamente a oeste da área mapeada, nas cabeceiras do rio Ronco d'Água, existe antiga mineração de carvão (Mina Visconde), posicionada na mesma sequência estratigráfica; c) na área os sedimentos Rio Bonito ocupam posições topográficas mais elevadas em relação ao Itararé; d) os sedimentos típicos do Itararé na área mapeada não ocorrem em regiões altas como São João, Morro da Bandeira e Rio Coral, indicando, provavelmente, que as mesmas funcionaram como altos do embasamento quando da deposição daqueles sedimentos.

Na área mapeada os sedimentos Rio Bonito são constituídos predominantemente por arenitos de granulação média a fina, coloração cinza a creme, passando a amarelo-ocre quando alterados, feldspáticos e micáceos. Junto ao contato com o embasamento observam-se níveis de arenito conglomerático (AM-278-Região do Morro da Bandeira). Observam-se, também, intercalações métricas de siltitos, folhelhos e argilitos cinza-esverdeados (AM-406, região do Rio Coral; AM-192 e 193 - região Linha Tórrens).

São muito raros os afloramentos frescos e, normalmente, os sedimentos afloram semi-alterados no leito e em cortes das estradas. Na porção centro-norte estes sedimentos formam "manchas" no seio das rochas granitóides ocupando as porções mais elevadas e/ou antigas depressões do paleorelêvo. Na parte central os sedimentos estão capeados por soleiras de diabásio.

Análise do conteúdo de flúor efetuada em 14 amostras de arenitos coletadas na área e apresentadas por KIRCHNER e MORGENTAL (1983 - tabela VI), mostram um teor médio de 235 ppm, considerado semelhante àqueles determinados

para estas litologias em outras partes do mundo (BOYLE, 1976 in: KIRCHNER e MORGENTAL, 1983).

2.3.6 - Formação Serra Geral

Na área foram mapeadas rochas básicas mesozóicas relacionadas à Formação Serra Geral que ocorrem como diques e soleiras, correspondendo a manifestações subvulcânicas do extenso vulcanismo básico fissural que recobre quase a totalidade da bacia do Paraná.

Nesta área os diques mapeados são de pequena expressão, com espessura de alguns metros e comprimento restrito a poucas centenas de metros. São subverticais e encaixam-se preferencialmente segundo as direções N30°W, N60°W e N20°E. Distribuem-se por toda a área, havendo, entretanto, uma maior incidência na região de Pindotiba.

As soleiras situam-se na porção central da área mapeada e encaixam-se na zona de contato entre as rochas granitóides e os sedimentos Tubarão, ou entre estes últimos e as prováveis coberturas sedimentares já erodidas. A configuração espacial das diversas soleiras demonstram que, provavelmente, as mesmas seriam um corpo único afetado posteriormente por processos erosivos e/ou tectônicos, produzindo a individualização atual e o surgimento de janelas de sedimentos e granitóides no seio das soleiras.

As melhores exposições situam-se em cortes das estradas Rancho dos Bugres - Azambuja e Ribeirão da Areia - Azambuja, onde se observam rochas finas a afaníticas, coloração preta, afetadas por um intenso diaclasamento, predominantemente vertical e subvertical, com fraturas secundárias horizontais. Via de regra as rochas básicas encontram-se alteradas, formando um solo típico, argiloso, avermelhado, englobando blocos de rocha sã.

2.3.7 - Mineralizações filonares de fluorita e calcedônia

O estudo das mineralizações filonares de fluorita e calcedônia constituiu-se no objetivo maior do presente relatório e, portanto, a caracterização geral destas mineralizações será abordada no capítulo 3.

Os limites longitudinais conhecidos dos diversos depósitos em fase de lavra e/ou pesquisa na área Linha Tórrens - Pedras Grandes estão plotadas no mapa geológico que constitui o Anexo I.

2.3.8 - Depósitos quaternários

Ao longo dos principais cursos d'água e de seus tributários foram mapeadas planícies aluvionares constituídas por depósitos de origem fluvial, atuais e subatuais, formados por argilas, areias, areias conglomeráticas e conglomerados inconsolidados. Situam-se ao longo das planícies de inundação, podendo formar níveis terraceados. Os principais depósitos estão relacionados aos rios Urussanga e Tubarão.

Destaca-se pela sua expressão aflorante os depósitos aluvionares do rio Urussanga, que tem uma largura de até 2 km e uma extensão de 10 km ao longo da área mapeada. Segundo TEIXEIRA (1969a) a formação desta extensa planície de inundação foi conseqüência do fechamento das restingas costeiras, formando lagunas e lagoas, provocando a elevação do nível hidrográfico da região, que na nossa opinião drenava uma fossa controlada tectonicamente.

2.4 - Tectônica

2.4.1 - Análise tectônica do distrito

Antes de abordarmos a tectônica da área pi loto mapeada, faremos uma análise do quadro tectônico que afetou o distrito fluorítico do sudeste catarinense, tendo em conta que os fenômenos tectônicos locais são o reflexo de esforços que atuaram regionalmente.

Tendo por base o traçado do tectonismo rúptil que afetou a região sudeste catarinense, apresentado por MORGENTAL e KIRCHNER (1983a) em cinco mapas previsionais na escala 1:100.000, elaborou-se o mapa de lineamentos que constitui a figura nº 3. Neste mapa foram medidas as direções e o número dos lineamentos traçados, o que permitiu a confecção do diagrama de falhas, fraturas e juntas apresentado na figura 4.

A partir da análise do mapa da figura 3, verifica-se o complexo sistema de tectonismo rúptil a que foram submetidas as rochas da região sudeste catarinense, que sofreram a atuação de esforços distensivos - compressivos de várias gerações desde os tempos proterozóicos. Esses esforços estão refletidos em falhas, fraturas e juntas cujas direções preferenciais acham-se agrupadas segundo as orientações N15º - 35ºE, N45º - 65ºE e N25º - 45ºW (vide figura nº 4), mostrando uma distribuição semelhante àquela apresentada por HORBACH e MARIMON (1980 e 1982), para a mesma área. Esses autores apresentam uma evolução da tectônica quebrável da região sudeste catarinense, afetada inicialmente por falhas regmáticas primitivas da crosta e pela Orogênese Brasiliana, com atuação de esforços predominantemente compressivos, conforme proposto por TRAININI et alii (1978). Esses últimos autores apresentam um diagrama interpretativo dos esforços regionais para a área do Projeto Vidal Ramos-Biguaçu, mostrado na figu

ra nº 5, aplicável à área do distrito fluorítico com algumas variações nas direções dos fraturamentos em função da orientação dos esforços. A partir deste esquema verifica-se que as rochas proterozóicas sofreram originalmente partições em diversas direções, destacando-se as falhas do sistema N50º-60ºE, representadas por extensos lineamentos (vide figura 3).

Segundo HORBACH e MARIMON (1980, 1982) num estágio mais avançado ocorreram fenômenos de caráter distensional, ao longo das linhas tectônicas antigas, propiciando aberturas para o posicionamento dos granitos anorogênicos, para a formação de fossas tectônicas correlacionáveis do Grupo Itajaí (região de Queçaba), e o preenchimento de fraturas abertas, por diques ácidos, conforme o diagrama mostrado na figura nº 6a. A seguir houve a consolidação da plataforma brasileira e os principais fenômenos tectônicos passaram a ocorrer a partir do Permiano, através dos mecanismos que geraram a separação continental e a formação do Atlântico Sul.

HORBACH e MARIMON (1980 e 1982) relacionaram os eventos tectônicos que afetaram o sudeste catarinense, a partir do Permiano, aos estágios evolutivos da margem continental brasileira conforme proposto por ASMUS (1977). Assim durante os estágios pré-*rift valley*, *rift-valley*, proto-oceânico e oceânico teriam sido gerados fraturamentos segundo as direções gerais expostas nos diagramas b, c e d da figura nº 6, estabelecendo-se em zonas de fraqueza antigas.

No estágio *rift-valley* teriam sido gerados os grandes falhamentos com direção preferencial N20ºE, que correspondem aos lineamentos mais marcantes da área (vide figura 4), normalmente preenchidos por diques básicos, bem como os falhamentos normais ao redor de N60ºW, um dos quais seria responsável pela fossa do rio Urussanga.

Nos estágios proto-oceânico e oceânico, na evolução

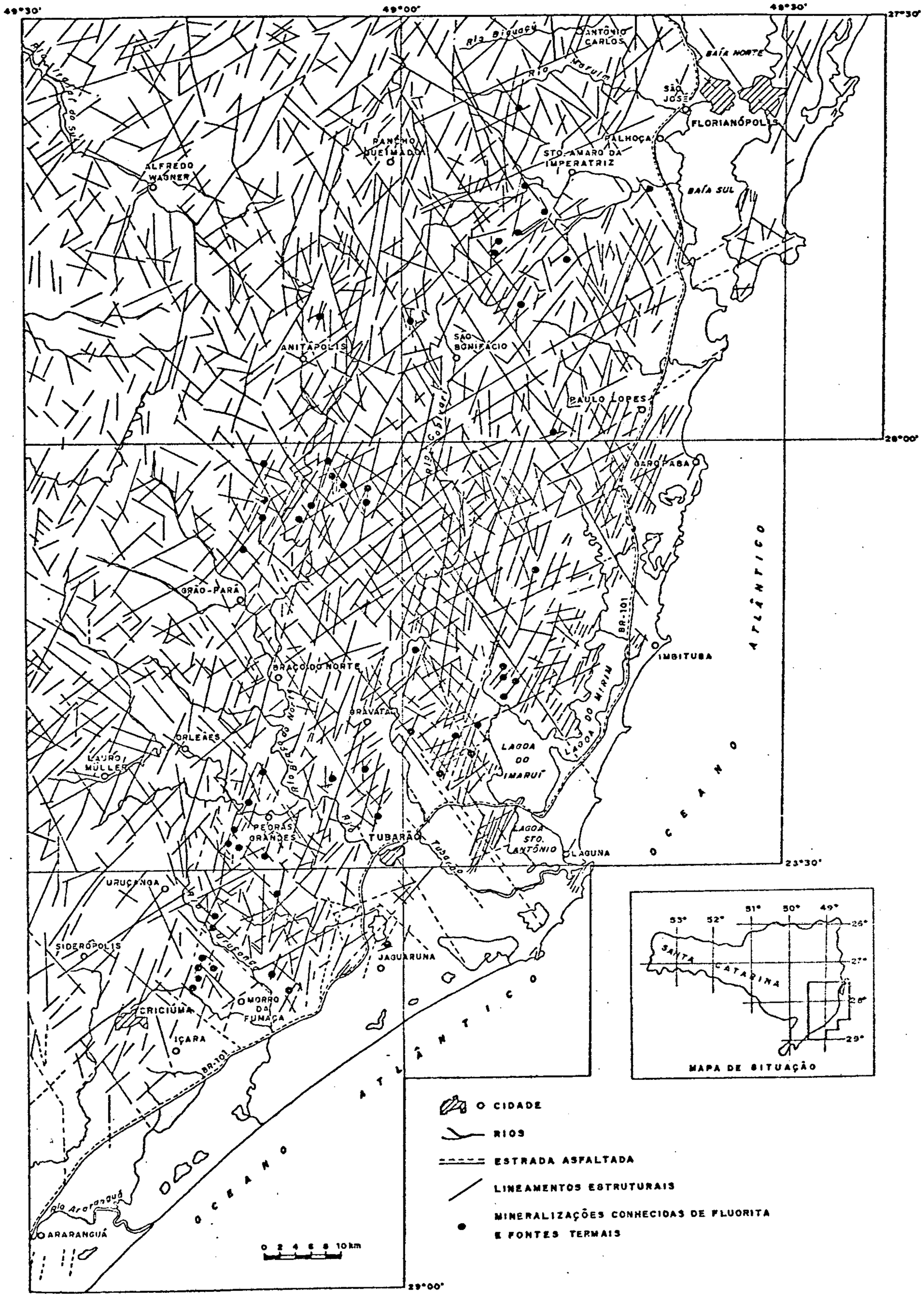
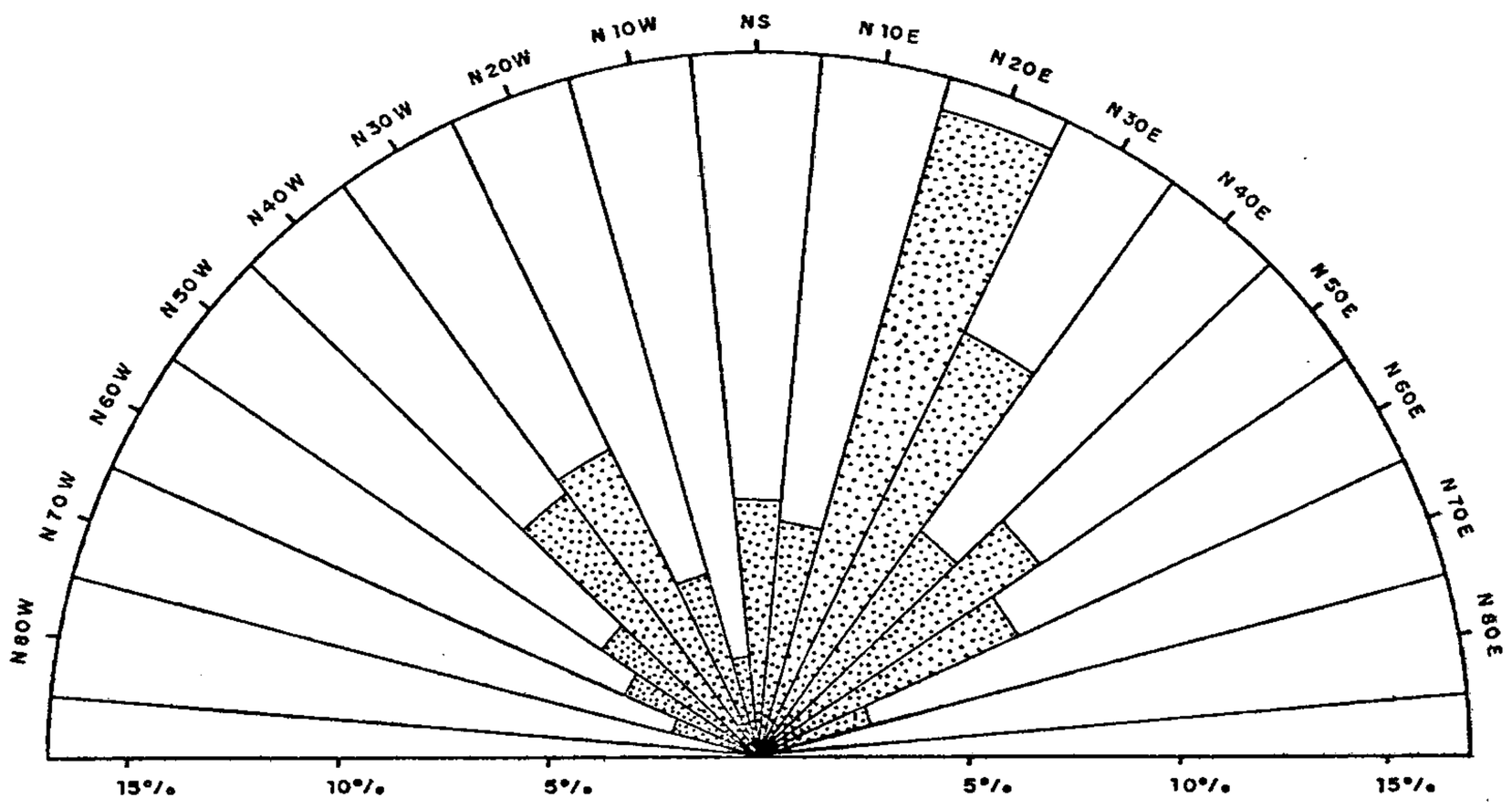


FIGURA 3 - MAPA DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS DO DISTRITO FLUORÍTICO DE SANTA CATARINA (BASEADO EM MORGENTAL E KIRCHNER, 1983)



N = 1.481

TABULAÇÃO DOS DADOS

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E – N 85 W	3	0,2
N 75 – 85 W	10	0,7
N 65 – 75 W	33	2,2
N 55 – 65 W	52	3,5
N 45 – 55 W	68	4,6
N 35 – 45 W	118	8,0
N 25 – 35 W	123	8,3
N 15 – 25 W	70	4,7
N 05 – 15 W	37	2,5
N 05 E – N 05 W	97	6,5
N 05 – 15 E	85	5,7
N 15 – 25 E	243	16,4
N 25 – 35 E	170	11,5
N 35 – 45 E	99	6,7
N 45 – 55 E	121	8,2
N 55 – 65 E	101	6,8
N 65 – 75 E	42	2,8
N 75 – 85 E	9	0,6

FIGURA 4 - DIAGRAMA DE FALHAS, FRATURAS E JUNTAS
DO DISTRITO FLUORÍTICO DE SANTA CATARINA
(BASEADO NO MAPA DA FIGURA 3)

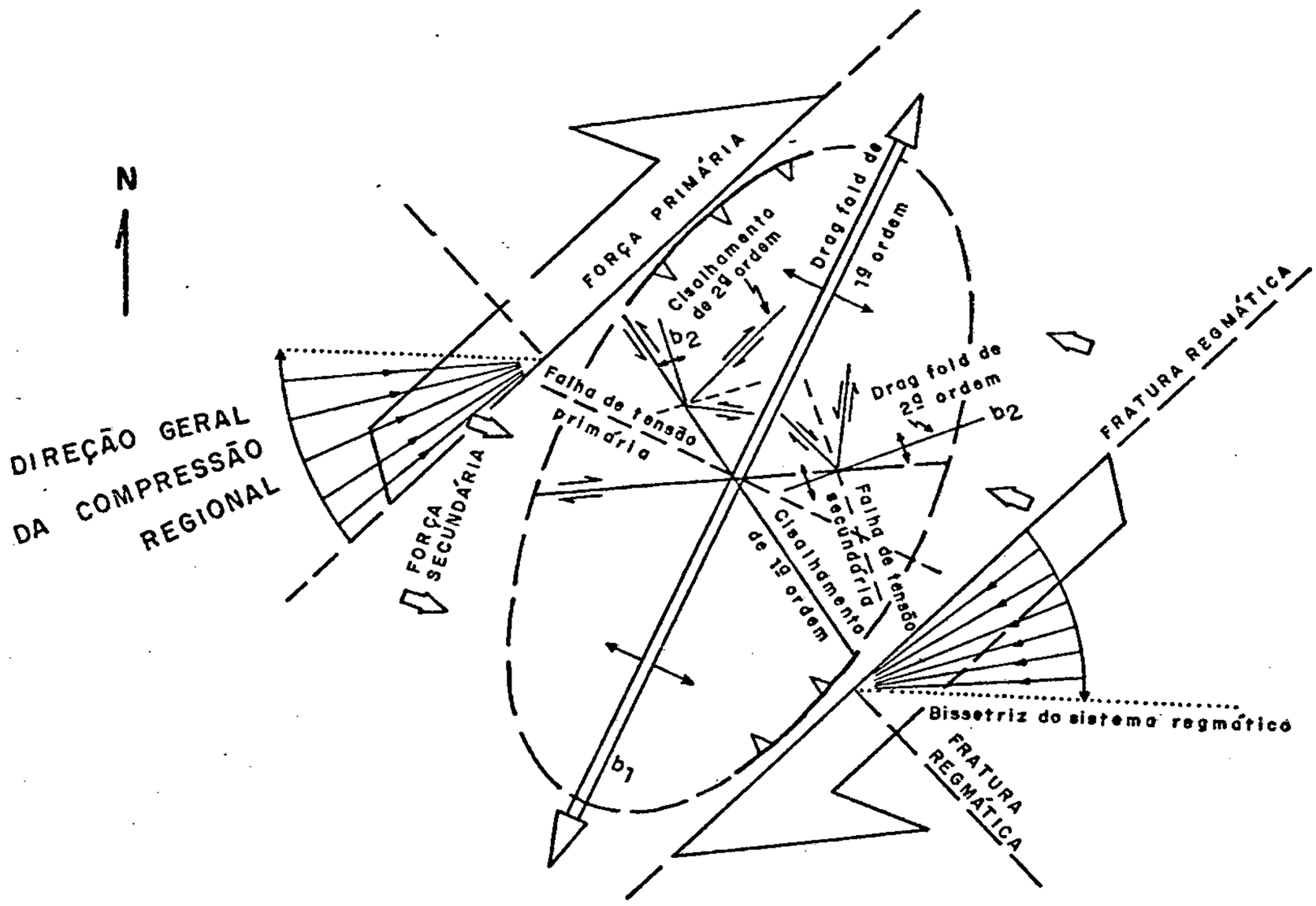


FIGURA 5 - DIAGRAMA INTERPRETATIVO DOS ESFORÇOS REGIONAIS INTERPRETADOS POR TRAININI ET ALII (1978), BASEADO NO MODELO DE MOODY E HILL (1956).

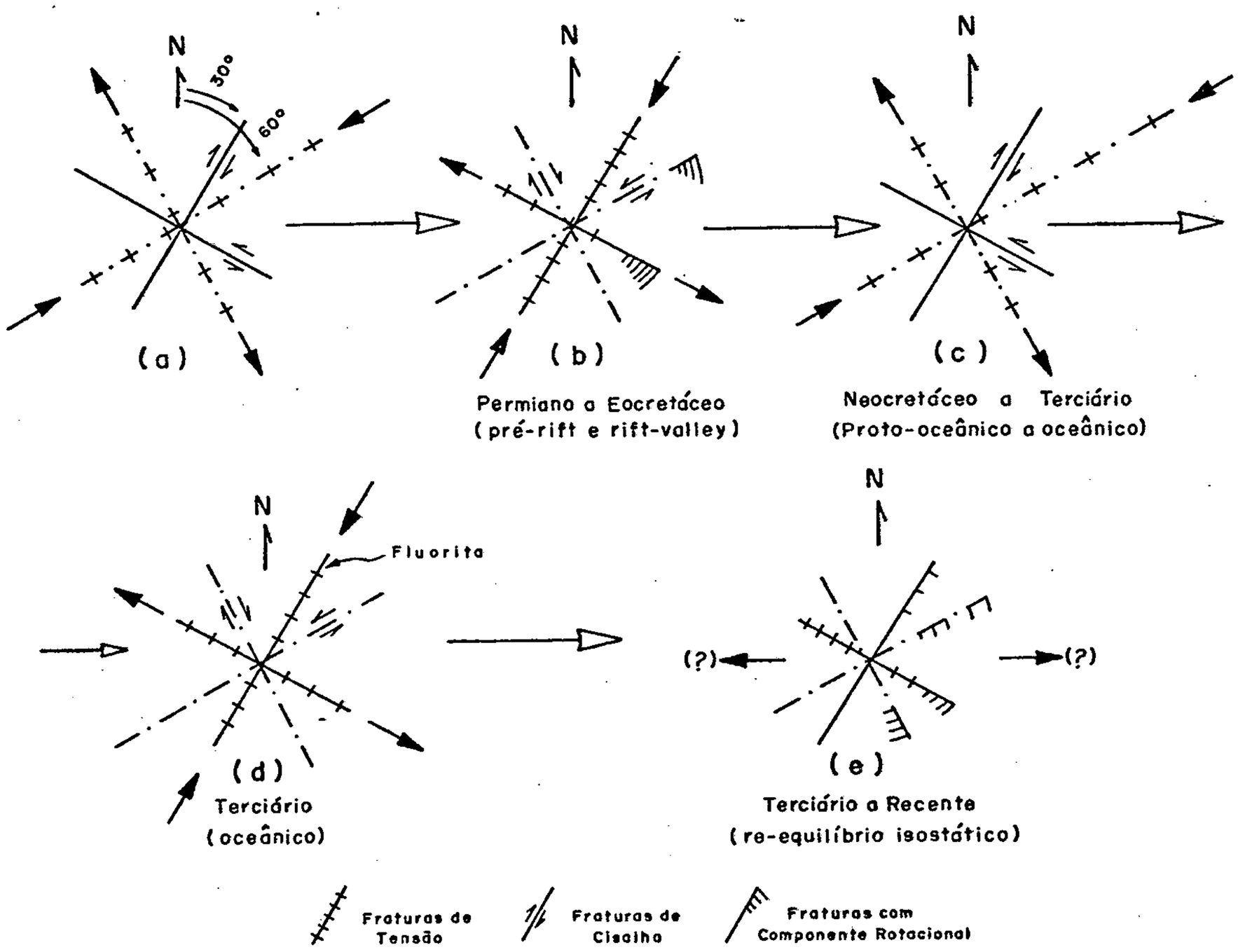


FIGURA 6 - CROQUIS EVOLUTIVO DA TECTÔNICA QUEBRÁVEL DO SUDESTE CATARINENSE SEGUNDO HORBACH E MARIMON (1980 E 1982)

da abertura continental, foram geradas falhas transversais, de caráter transformal, ocorrendo no leste catarinense o traço atual de uma delas, que constitui a Zona de Fraturas de Florianópolis (ASMUS, 1978). Segundo HORBACH e MARIMON (1980, 1982) as tensões geradas por esta zona de fraturas provocou no continente a reativação de estruturas continentais conforme as direções preferenciais N30°W (N60°E), numa primeira etapa e, N60°W (N30°E) numa etapa posterior (Vide diagramas c e d da figura nº 6). Assim foram geradas falhas normais, falhas de cisalha, falhas preenchidas por diques básicos N30°W e N60°W, falhas preenchidas por mineralização fluorítica, lineamentos N30°W que controlam o Complexo Alcalino Anitápolis e lineamentos N60°W num dos quais se encaixaria o Complexo Alcalino de Lages.

Encerrando a evolução tectônica da área HORBACH e MARIMON (1980, 1982) citam o tectonismo cenozóico responsável pelo surgimento da Serra do Mar, formando fraturas conforme o diagrama "e" da figura nº 6.

Aceitamos o quadro evolutivo proposto por HORBACH e MARIMON (1980, 1982) que acreditamos esteja refletindo os fenômenos que atuaram sobre as rochas do sudeste catarinense até o Eocretáceo. Entretanto, alternativamente imaginamos uma outra possibilidade para o controle do posicionamento das alcalinas. ASMUS e GUAZELLI (1981) consideram que as alcalinas de Lages e Anitápolis se acham alinhadas segundo uma direção N80°W, correspondente à do Lineamento de Florianópolis, que caracteriza-se por intensa atividade vulcânica também na margem continental. Considerando que as alcalinas alojam-se nas intersecções do tipo "traço continental da falha transformante x antiga zona de fraqueza continental" e que o Lineamento de Florianópolis esteja relacionado a um sistema de falhas transformantes, sugerimos ao menos para a Alcalina de Anitápolis um controle por falhamentos N10°-20°E na intersecção com o Lineamento de Florianópolis. Este sistema é

paralelo ao intenso rifteamento que se abateu sobre a área até o Eocretáceo, e perpendicular ao Lineamento de Florianópolis. Ao mesmo tempo a idade de 129 M.A. do complexo alcalino é compatível com a época do início da abertura do Atlântico Sul (130 a 140 M.A. segundo MARSH, 1973).

Quanto ao tectonismo que afetou a área a partir da separação continental, supomos que a mesma foi diretamente influenciada pelo Lineamento de Florianópolis. Segundo ASMUS e GUAZELLI (1981) este Lineamento foi atuante entre o flanco sul do Arco da Ponta Grossa, a norte, e o flanco norte da Sinclinal de Torres, a sul, estando expresso na margem continental pela Plataforma Estrutural de Florianópolis. Considerando que os limites norte e sul desta estrutura seriam dados por falhas transcorrentes levógiras, com orientação N80°W, as deformações provocadas poderiam ser explicadas segundo THOMAS (1971).

Assim os esforços teriam atingido um estágio incipiente atuando preferencialmente segundo N50°E, gerando falhas de tensão N50°E e fraturas de cisalha N25°E e N85°E, conforme mostrado no diagrama da figura nº 7. Estas falhas implantaram-se normalmente em zonas de fraqueza antigas, principalmente aquelas N20°-30°E geradas pelo processo de rifteamento.

Estas direções são compatíveis com aquelas detectadas na área mapeada, em superfície, e nas minas, conforme discutido no capítulo 3, em que as orientações de mineralização fluorítica são preferencialmente N20°-30°E e N50°-70°E.

Alternativamente tentou-se explicar os esforços tectônicos provocados na área pela deriva continental, bem como a mineralização fluorítica associada, através da formação de junções triplas e pontos quentes (*hotspots*),

DEFORMAÇÃO ROTACIONAL LEVÓGIRA NO ESTÁGIO INCIPIENTE SEGUNDO O ESQUEMA DE THOMAS (1971)

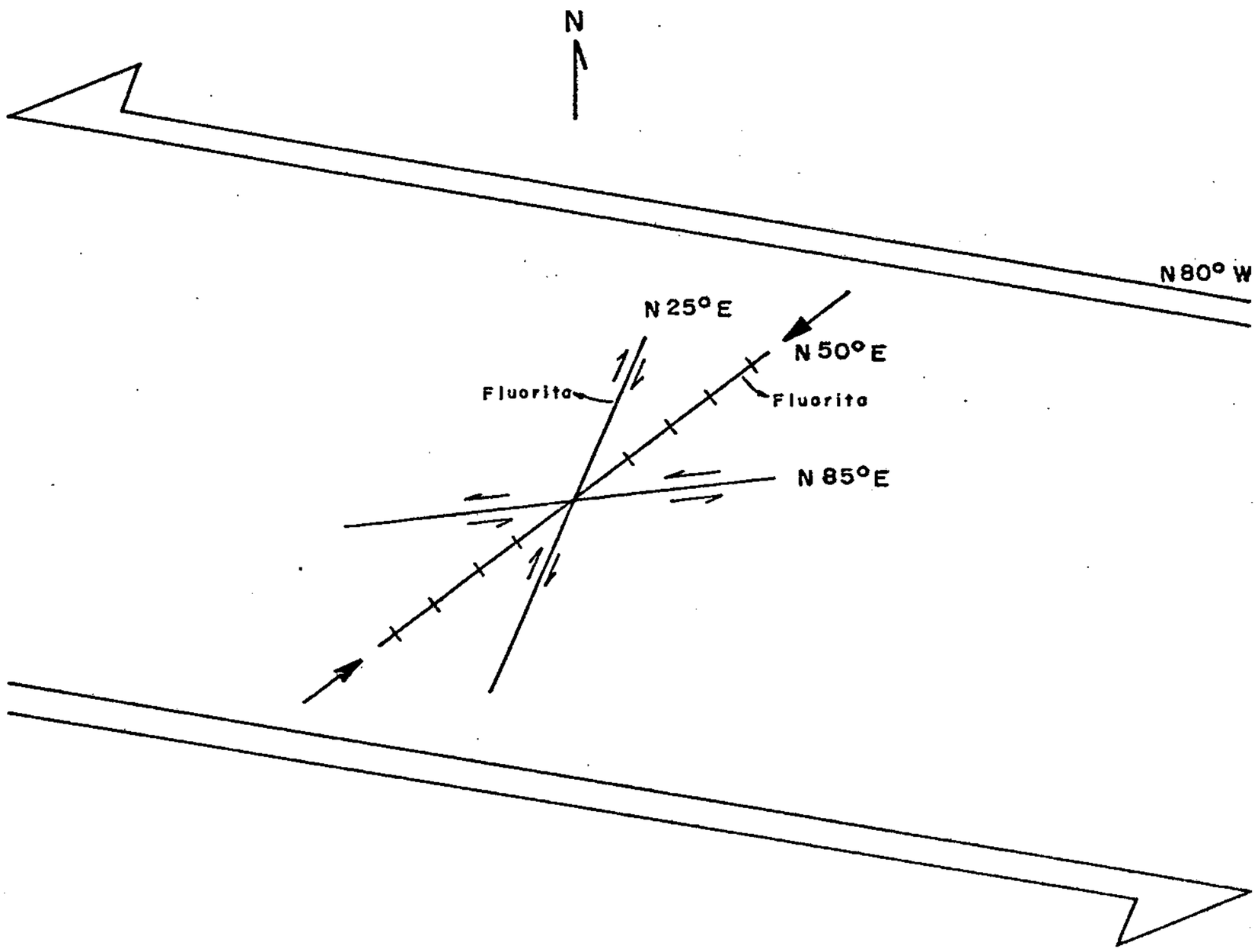


FIGURA 7 - DIAGRAMA INTERPRETATIVO DOS ESFORÇOS REGIONAIS GERADOS PELO LINEAMENTO DE FLORIANÓPOLIS

utilizando-se dos dados publicados por DIETZ e HOLDEN (1972), BURKE e DEWEY (1973), DEWEY e BURKE (1974), BURKE e WILSON (1976), MITCHELL e GARSON (1976), NEIL (1976) e CROUGH (1979).

Como visto anteriormente, os principais lineamentos do distrito alinham-se preferencialmente segundo as direções N20°E, (paralelo à costa norte), N50°E (paralela à costa sul) e N30°-40°W, configurando uma junção tripla cujo braço abortado estaria no mar e o epicentro seria em torno da Laguna.

Foram testados os esforços de acoplamento e afastamento entre placas segundo as direções preferenciais N20°E e N50°E e, a que mais se ajustou para o evento fluorita seria um acoplamento dextrógiro segundo N20°E. Entretanto desconhecem-se manifestações alcalinas em Laguna, ou mesmo evidências geofísicas de um suposto corpo não aflorante, que marcasse a presença de um *hot spot*. Por outro lado os possíveis rastros de um ponto quente na região, representado pelas alcalinas de Lages e Anitápolis contraria o modelo em função da idade, já que a alcalina de Lages, situada a W de Anitápolis é mais jovem, conforme já salientado por ASMUS e GUAZELLI (1981).

Ao nível atual dos nossos conhecimentos preferimos explicar os eventos tectônicos da área apartir da deriva continental, como colocado na figura nº 7, ressalvando que o mecanismo de acoplamento incipiente com deslocamento levógiro N80°W é uma hipótese ainda carente de comprovação.

2.4.2 - Tectônica da área estudada

A região Linha Tórrens - Pedras Grandes foi palco da atuação de um intenso tectonismo rúptil, conforme mostrado no mapa geológico que constitui o Anexo I. A grande

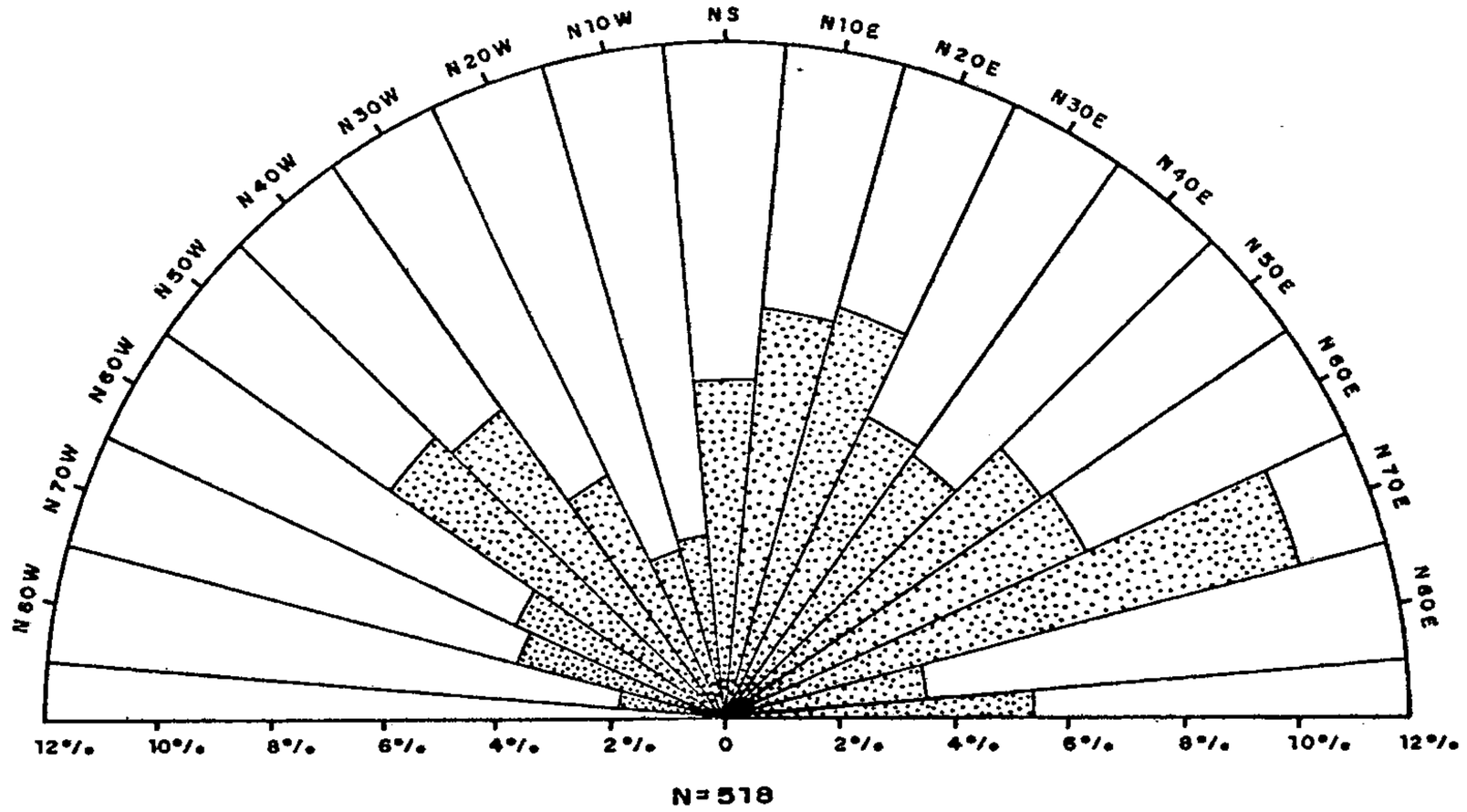
maioria dos traços tectônicos lançados no mapa foram fotointerpretados, razão pela qual se adotou a terminologia de falha indiscriminada para representá-las.

A partir deste mapa foram medidas as direções e o número dos lineamentos traçados, propiciando a confecção do diagrama de falhas, fraturas e juntas apresentado na figura nº 8. Já com base nas medições de juntas e fraturas levantadas no campo construiu-se o diagrama mostrado na figura nº 9.

Comparando-se os diagramas das figuras nºs 8 e 9, verifica-se que há uma certa correspondência entre as falhas indiscriminadas traçadas no mapa e as fraturas e juntas levantadas no campo, destacando-se a predominância dos fraturamentos NE.

Analisando-se o mapa geológico que constitui o Anexo I e o diagrama da figura nº 8 verifica-se a maior intensidade relativa de falhas e fraturas segundo as orientações N65º-75ºE, N05º-25ºE e N35º-55ºW e, em segundo plano, falhas e fraturas N25º-45ºE, N45º-65ºE, N-S, N25º-35ºW, N55º-75ºW, E-W. Estas orientações refletem, preferencialmente, a atuação dos esforços distensivos-compressivos atuantes sobre todo o distrito fluorítico desde os tempos proterozóicos até o cenozóico conforme os diagramas das figuras nºs 5, 6 e 7.

Devido ao intenso grau de intemperismo as evidências diretas, no campo, da presença dos falhamentos acima citados são, via de regra, sugeridas por um sistema de juntas abertas e/ou fechadas, verticais e subverticais, paralelas e ortogonais aos lineamentos fotointerpretados. As falhas de cisalha são indicadas por planos de falha com estriações e/ou por fraturas preenchidas por *gouge* de falha, recortando principalmente as rochas granitóides. Menos comum é a

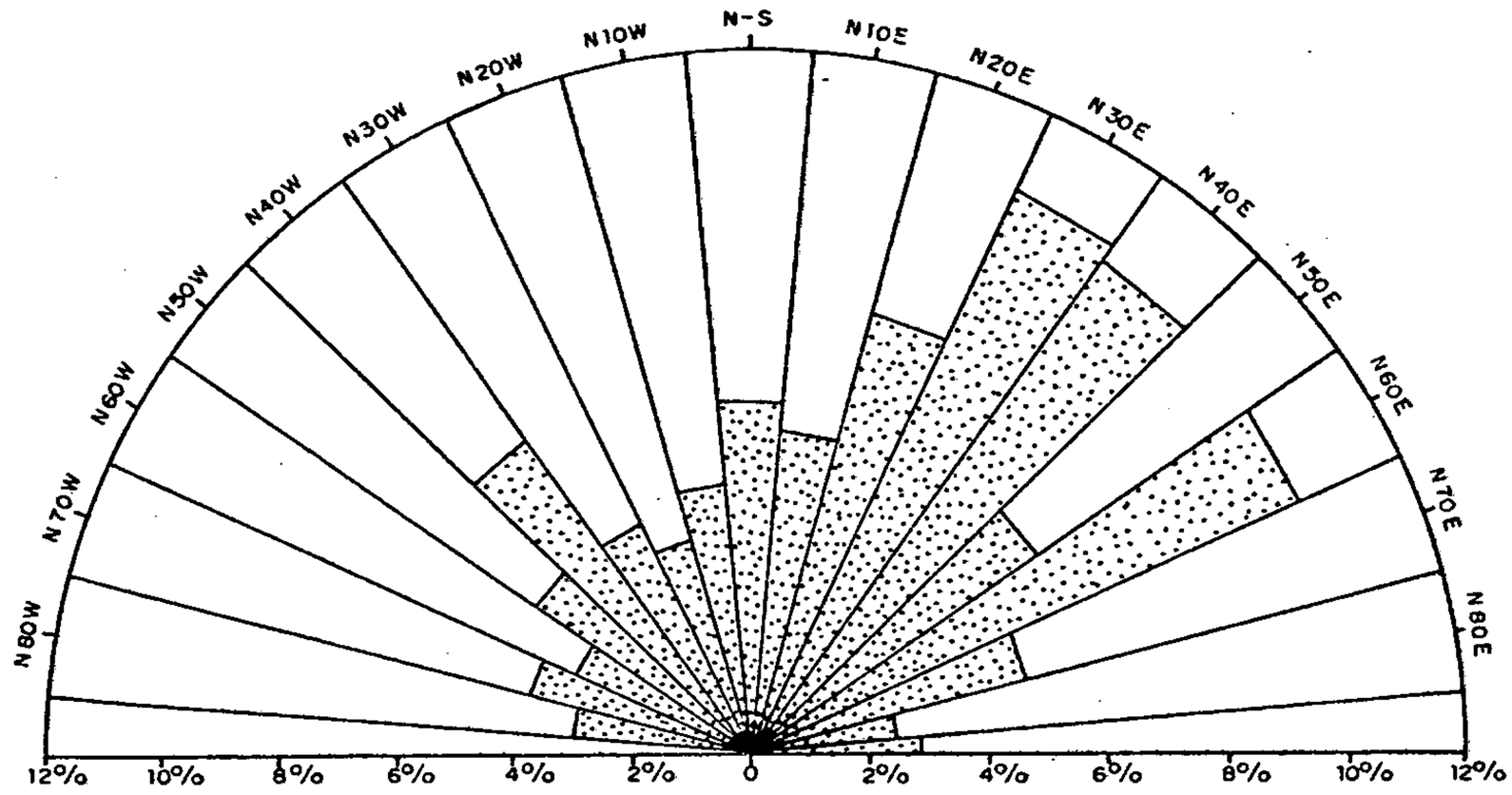


N=518

TABULAÇÃO DOS DADOS

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	28	5,4
N 75 — 85 W	10	1,9
N 65 — 75 W	19	3,7
N 55 — 65 W	21	4,0
N 45 — 55 W	37	7,1
N 35 — 45 W	35	6,7
N 25 — 35 W	25	4,8
N 15 — 25 W	16	3,1
N 05 — 15 W	17	3,3
N 05 E — N 05 W	31	6,0
N 05 — 15 E	38	7,3
N 15 — 25 E	39	7,5
N 25 — 35 E	30	5,8
N 35 — 45 E	29	5,6
N 45 — 55 E	35	6,7
N 55 — 65 E	36	6,9
N 65 — 75 E	54	10,4
N 75 — 85 E	18	3,5

FIGURA 8 - DIAGRAMA DE FALHAS, FRATURAS E JUNTAS DA ÁREA LINHA TORRENS -PEDRAS GRANDES (BASEADO NO MAPA GEOLÓGICO APRESENTADO COMO ANEXO I)



N = 451

TABULAÇÃO DOS DADOS

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	13	2,9
N 75 — 85 W	13	2,9
N 65 — 75 W	17	3,8
N 55 — 65 W	14	3,1
N 45 — 55 W	20	4,4
N 35 — 45 W	30	6,6
N 25 — 35 W	19	4,2
N 15 — 25 W	17	3,8
N 05 — 15 W	21	4,6
N 05 E — N 05 W	28	6,2
N 05 — 15 E	25	5,5
N 15 — 25 E	35	7,8
N 25 — 35 E	48	10,6
N 35 — 45 E	46	10,2
N 45 — 55 E	26	5,8
N 55 — 65 E	46	10,2
N 65 — 75 E	22	4,9
N 75 — 85 E	11	2,4

FIGURA 9 - DIAGRAMA DE FRATURAS E JUNTAS DA ÁREA LINHA TORRENS
— PEDRAS GRANDES A PARTIR DOS DADOS DE CAMPO

presença de faixas cataclásticas contendo milonitos e protomilonitos. Já os esforços distensivos são marcados por fraturas preenchidas, além das quebras de relêvo que sugerem a presença de falhas de gravidade.

As falhas N45º-75ºE distribuem-se ao longo de toda a área mapeada, ocorrendo preferencialmente na zona central como lineamentos de até 8 km de extensão, afetando desde as rochas granitóides até as soleiras básicas. Comparativamente ao restante do distrito (vide diagrama da figura 4), este sistema possui maior representatividade na área mapeada, devido provavelmente a uma posição favorável à atuação de esforços que se abateram sobre a área durante a deriva continental, reativando antigas zonas de fraqueza com esta orientação. Esta afirmação é corroborada pelos dados de campo, onde observa-se uma freqüência relativa grande de juntas e fraturas com esta direção afetando todas as unidades estratigráficas. Este sistema é responsável pelo alojamento de veios secundários de fluorita.

O principal traço tectônico da área mapeada corresponde à falha Canela Grande (denominada por HORTA, 1975), que extende-se por cerca de 15 km ao longo da direção geral N20ºE, com inflexões N-S e N30ºE, desde as proximidades de Ribeirão da Areia até a região leste de Pindotiba. Esta falha e suas inflexões devem corresponder a zonas de cisalha antigas, reativadas quando do processo de rifteamento mesozóico (sendo parcialmente preenchida por diques de diabásio e posteriormente fluorita), podendo ter sido o conduto da grande soleira aflorante do centro da área. Durante a deriva continental comportou-se como falha de cisalha, conforme demonstra os dados obtidos nas minas Ribeirão de Areia, Canela Grande, Canela Pequena e Satélite.

As demais falhas do sistema N05º-25ºE ocorrem preferencialmente na porção norte da área como lineamen-

tos subparalelos com extensão entre 5 e 8 km, e, no restante da área, como falhas e fraturas com extensão em torno de 1 km, podendo encaixar filões de fluorita.

Outra feição tectônica notável no contexto geológico da região Linha Tórrens - Pedras Grandes é a fossa do rio Urussanga, com direção geral N40º-50ºW, formada pela atuação de esforços predominantemente distensivos. Em função da cobertura aluvionar e do grande intemperismo das rochas sedimentares aflorantes ao longo desta fossa tectônica, não foram observados afloramentos indicativos da movimentação e possível época de formação. Entretanto, a partir do processo evolutivo tectônico adotado para o distrito, acreditamos que esta região seria uma zona de fraqueza abatida a partir do eopaleozóico (o que explicaria a relativa abundância de diques ácidos nesta região e a maior espessura de sedimentos Itararé), posteriormente reativada durante o rifteamento mesozóico originando o *graben* atual. Fenômenos semelhantes explicariam a pequena fossa a oeste de Morro da Fumaça e ao longo do rio Ronco d'Água.

Os demais sistemas de falhas e fraturas mapeadas com orientação preferencial E-W, N25-45ºE, N-S, N25º-35ºW e N55º-75ºW, correspondem a lineamentos de pequena extensão, com comprimento máximo de 3 km. Referem-se a falhas e fraturas de tensão e/ou cisalha, particularmente atuantes no controle de traçado das drenagens e como hospedeiras de veios de quartzo (N-S, N30ºW, N60ºW), diques básicos (N20º-30ºW) e diques ácidos (N30ºW e N60ºW).

3. CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS DE FLUORITA

3.1 - Considerações iniciais

A partir dos dados levantados durante esta etapa do projeto apresentamos no presente capítulo, os resultados preliminares da interpretação efetuada (passíveis de futuras reinterpretações), que permitiram estabelecer as características gerais dos depósitos de fluorita da região Linha Tórrens - Pedras Grandes, os quais podem ser extrapolados para o restante do distrito.

Inicialmente apresenta-se alguns dados históricos sobre a mineração e pesquisa na área estudada, passando-se, a seguir, a descrever as características gerais dos depósitos filonares.

Segundo citado por BEVILACQUA (1973) a fluorita catarinense foi descoberta em 1953, por H. PUTZER que, ao estudar a geologia do leste catarinense, descobriu indícios de fluorita na região de Bom Jesus, município de Armazém, atual concessão da Mineração Sul Brasileira S.A., do Grupo VOTORANTIM. Entre 1955-56 foram descobertos filões econômicos na região leste de Urussanga e, entre 1956-60 foi lavrado o filão São Pedro situado a norte das Águas de São Pedro, segundo GUIDI (1974), de concessão da Minérios São Pedro Ltda. Segundo o mesmo autor em 1958 foi descoberto o filão Ribeirão da Areia, em terras do Sr. Pedro Maragno, que passou a ser lavrado.

Entre 1961-62 foi descoberto o filão Segunda Linha Tórrens em terras de Alberto de Bona Sartor e Quintino Padoim. Na mesma época descobriu-se as ocorrências de Pedras Grandes, Tubarão e Orleães (GUIDI, 1974). Segundo TEIXEIRA (1968) até o ano de 1963 apareceram seis pequenas mi-

nerações, lavradas por processos rudimentares de mineração, destacando-se nesta época a jazida do Sr. Alberto Sartor (hoje Mina Nossa Senhora do Carmo).

A partir de 1964 houve uma corrida dos mineradores à procura de novas jazidas, utilizando-se como principal controle da procura de novos veios a presença de "pedra osso" (blocos de calcedônia ou sílica com moldes cúbicos de antigos cristais de fluorita destruidos pelo intemperismo). Segundo ANGEIRAS e TEIXEIRA (1965) estes *box works* de fluorita, juntamente com a direção N30º-45ºE (magnético) predominante dos veios, são valiosos indícios da mineralização, e quase todas as jazidas ou ocorrências foram descobertas à partir da sua utilização. Como resultado desta campanha de prospecção o número de jazidas aumentou para onze, havendo uma superprodução em 1967, com cerca de 22 mil toneladas, das quais 15 mil foram consumidas no mercado interno (TEIXEIRA, 1968). Segundo dados de TEIXEIRA e PIATNICKI (1968) naquele ano as reservas foram estimadas em 500 mil toneladas até profundidades de 100 m.

A atuação governamental no distrito foi desenvolvida inicialmente entre 1965-67 pela Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM, passando os estudos a serem executados pelo 1º Distrito do DNPM à partir de 1968, com o início da execução do Projeto Básico Leste de Santa Catarina (concluído através do convênio DNPM/CPRM) e do Projeto Específico Fluorita. Este projeto constou da execução de mapeamentos de detalhe (1:2.000) nas regiões de Linha Tórrens, São Pedro e Cachoeira Feia e da realização de sondagens entre 1968-70. O resultado principal deste projeto foi a ampliação das reservas do filão Segunda Linha Tórrens.

Segundo BEVILACQUA (1973) no início da década de 70 alguns projetos de sondagem foram executados através da cooperação entre as firmas particulares e a CPRM. Pos

teriormente as empresas adquiriram equipamentos e passaram a executar os serviços sob sua responsabilidade direta. Assim na última década a pesquisa do distrito ficou sob a responsabilidade dos mineradores, havendo uma participação estatal isolada na execução de um projeto experimental de geofísica terrestre (convênio DNPM/CPRM).

Segundo os relatórios anuais de lavra entregues ao DNPM em 1983, as reservas remanescentes nas 20 concessões do distrito com decreto de lavra no final de 1982 eram de 1947 mil toneladas de minério, enquanto que a produção anual neste mesmo ano foi de 168 mil toneladas. Esta produção foi obtida pelas Minerações Santa Catarina Ltda. (Grupo VOTORANTIM), Nossa Senhora do Carmo Ltda. e Satélite Ltda. (Grupo SARTOR), e Fluorita S.A. (atualmente Grupo BAYER).

A partir de 1982 a participação ativa do governo federal no distrito fez-se sentir através da implantação e execução do Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina, cujos objetivos acham-se expostos no capítulo I deste relatório.

3.2 - Descrição dos filões e ocorrências

3.2.1 - Considerações iniciais

Neste ítem apresentamos uma descrição sumária das mineralizações filonares de fluorita e calcedônia conhecidas na área Linha Tôrrens - Pedras Grandes. São abordados aspectos relacionados com a localização, controle estrutural, litologia, dimensões, teores e cubagem dos diversos filões. O número colocado entre parêntesis corresponde a identificação da mineralização no mapa geológico.

3.2.2 - Filão Segunda Linha Tórrens (1, 2 e 3)

O filão Segunda Linha Tórrens constituiu-se, até hoje, no principal depósito de fluorita conhecido no distrito. Situa-se cerca de 2,5 km a sul da vila Estação Cocal e nela estão instaladas três minas: 1) Mina 1 da Mineração Fluorita S.A. na extremidade norte, hoje paralizada; 2) Mina Santa Catarina do Grupo Votorontina, na parte norte; 3) Mina Nossa Senhora do Carmo do Grupo Sartor, na extremidade sul.

A falha portadora da mineralização apresenta em fotografias aéreas uma orientação N20º-30ºE por cerca de 1 km, sofrendo inflexões N-S em ambas extremidades, sendo caracterizada como uma falha de deslocamento horizontal, com movimentação dextrógica, conforme já proposto por WILLIG (1973). As evidências superficiais do falhamento não são visíveis em função das atividades mineiras. Entretanto, sabe-se que em superfície a encaixante das mineralizações são as rochas granitóides Pedras Grandes, na sua extremidade sul, que são recobertas por sedimentos Itararé em direção a norte, a partir do Poço 2 da Mineração Nossa Senhora do Carmo. Esta cobertura sedimentar mostra um espessamento acentuado para norte, atingindo cerca de 100 m na extremidade norte conhecida do filão (LANGON, 1970).

Na concessão da Mineração Fluorita S.A. segundo o relatório de pesquisa apresentado por SCHUH (1972) o filão era conhecido por 210 m, com espessura variável de 0,30 a 6 m (valor médio de 2,70 m) e uma altura média de 140 m, até o nível 180. O capeamento sedimentar varia de 20 m de espessura, na extremidade sul da concessão, até 100 m no limite conhecido do filão, a norte. As reservas calculadas nesta época foram de 220.000 toneladas de minério, com teor médio de 60% da CaF_2. A lavra foi realizada até 1978, tendo sido esgotado todo o minério até o nível 180 (LIBERATORE, 1980).

A área de concessão da Mina Santa Catarina situa-se na porção central do filão, sendo a mineração realizada através de dois Poços (P_2 - de extração e P_3 - de transporte), que atingem até o nível 182, tendo por referência a boca do Poço. À partir do nível 182 foi aberto um poço até o nível 232, que corresponde à cota - 189 em relação ao nível do mar (vide seção geológica do Anexo I).

A mineralização é constituída por um veio principal, com orientação geral N20º-30ºE/NW e um veio secundário a oeste, subparalelo ao principal, que junta-se a este por um intervalo variável de 30 m (no nível 50) até 70 m (nível 182). À norte da junção o veio secundário sofre inflexão para norte até fechar. O espaço entre os dois filões é formado por rocha granitóide hidrotermalizada, seccionada por um conjunto de veios com espessura centimétrica (até 0,30 m) e orientação variável entre N20º-30ºE/NW (paralela ao sistema principal) e N40º-70ºE/NW, ocorrendo também pequenos veios N40º-60ºW. A presença destes veios de pequena possança também é comum na capa do filão secundário, sendo freqüentes na galeria que constitui o desvio 132/1.

O filão principal atravessa toda a concessão da Mina Santa Catarina atingindo um comprimento em torno de 340 m, uma profundidade máxima de 232 m e uma espessura média de 4 m. Já o veio secundário apresenta uma espessura média de 2,3 m, uma profundidade conhecida de 182 m e um comprimento variável de 280 m, no nível 80, até 80 m no nível 182, excluindo-se a junção com o filão principal. A distribuição espacial dos filões demonstra um caimento da mineralização para sudeste. Segundo dados fornecidos pela Mineração Santa Catarina os teores variam de uma média de 61% de CaF_2 nos blocos acima do nível 132, ficando em torno de 45% de CaF_2 nos blocos 214. Esta diminuição dos teores em profundidade é explicada pela maior proporção de calcedônia na composição do veio.

Segundo dados da Mineração Santa Catarina Ltda. até dezembro de 1982 foram produzidos em torno de 491 mil toneladas de minério, havendo uma reserva remanescente de 535 mil toneladas com teor médio de 42,9% de CaF_2. Desta forma a reserva original seria de 1.026 mil toneladas com teor médio em torno de 43% de CaF_2.

A concessão da Mineração Nossa Senhora do Carmo situa-se na extremidade sul do veio Segunda Linha Tórrens, constituindo-se nos primeiros trabalhos de lavra deste filão iniciados nos primórdios da década de 60. Os trabalhos iniciais de mineração foram a céu aberto, sendo posteriormente aberto o Poço 1 (hoje utilizado para ventilação e enchimento da mina) e o Poço 2, ainda em atividade. As reservas encontram-se praticamente esgotadas, existindo alguns blocos remanescentes no nível 185, o único com possibilidade de ser visitado. Segundo dados fornecidos pelo Grupo SARTOR a produção acumulada foi de aproximadamente 486 mil toneladas de minério com teor médio de 60% de CaF_2.

No nível 185 o filão principal é conhecido por cerca de 140 m, mostrando uma orientação geral N20º-30º E/NW, enquanto que o filão secundário posicionado a oeste, é conhecido por cerca de 115 m, possuindo orientação semelhante. Segundo dados da Mineração Nossa Senhora do Carmo entre o nível 27 e 150 foi minerado um terceiro filão, posicionado a leste do principal. A espessura média lavrada foi de 6 m.

Nos níveis superiores, atualmente sem condições de acesso, foram descritos e datados por TEIXEIRA (1969a, b) diques de quartzo-pórfiro eopaleozóico e de diabásio do Eocretáceo, ambos afetados pela mineralização filonar.

Considerando os dados das três minerações o filão Segunda Linha Tórrens apresentava originalmente, na sua porção conhecida entre a chaminé sul da Mina Nossa Senhora do

Carmo e o furo ASB-7 da Minerfluor, uma extensão de 660 m, uma altura variável entre 110 m (em função da cobertura sedimentar) e 230 m (média de 185), e uma espessura média em torno de 5 m (considerando o filão principal e o secundário). Desta forma a reserva original seria em torno de 1.700 mil toneladas com teor médio de 50% de CaF_2.

3.2.3 - Filão Segunda Linha Tórrens Sul (4 e 5)

Consideramos como depósito Segunda Linha Tórrens Sul, as mineralizações filonares descontínuas encaixadas em falha N10º-20ºE/NW que constitui a continuidade sul da falha que encaixa o filão Segunda Linha Tórrens, após a mesma sofrer inflexão N-S por cerca de 700 m (vide Anexo I).

Os efeitos do falhamento na cobertura sedimentar constituída por arenitos finos da Formação Rio Bonito em superfície não é nítido. Observa-se, entretanto, um certo fraturamento da rocha sedimentar em direções próximas e/ou paralelas ao plano de falha, o que foi interpretado como reflexo do falhamento. O efeito da falha no sedimento pode ser observado no caimento sobre o filão da Mina 2 (ponto AM 482).

Este depósito caracteriza-se por filões lenticulares, descontínuos longitudinalmente, sendo conhecidas até agora três lentes num intervalo de cerca de 1000m.

A lente mais a norte é aquela minerada a partir do poço 3 do Grupo SARTOR, já desativada e com suas reservas esgotadas. Segundo relatório de pesquisa apresentado por JUSTI (1978) o filão tinha uma orientação geral N15º E/60º-70ºNW, tendo sido pesquisado até o nível 130 abaixo da boca do poço. A partir dos dados de lavra fornecidos pela Mineração Nossa Senhora do Carmo verifica-se que o corpo lenticular filonar possui uma extensão de 120 m por 110 m de altura, possuindo um caimento para SE. Foram minerados cerca de

60 mil toneladas de minério, com teor médio de 35% de CaF_2 e espessura média de 2,20 m.

As duas outras lentes estão sendo mineradas pela Mineração Fluorita S.A., do Grupo BAYER, através da Mina 2. Esta mina é constituída por um poço de extração localizada na extremidade norte da primeira lente, à partir do qual foram abertas galerias nos níveis 40 (já obstruída), 70 e 110. A orientação geral da falha mineralizada é N10º-20ºE/65º-75ºNW, sendo a mesma pesquisada e/ou minerada por um trecho de 640 m, no nível 70, e 520 m, no nível 110 (dados fornecidos pela Minerfluor). Neste intervalo ocorrem duas lentes, a norte e a sul, possuindo, respectivamente, um comprimento de 160 m e 180 m no nível 70, conforme o mapa apresentado por SAVI (1980).

3.2.4 - Filão Polo 5 (6)

Este filão posiciona-se a SW do filão Segunda Linha Tórrens, no mesmo decreto de lavra da Mineração Nossa Senhora do Carmo. Caracteriza-se por preencher fratura aberta com orientação geral, N50ºE/85º-90ºNW, sem reflexos na superfície. Entretanto, fratura paralela com esta mesma direção é observada em fotografia aérea cerca de 50 m a norte (vide Anexo I).

Segundo dados do Grupo SARTOR o filão foi lavrado à partir do nível 40 (zona do contato sedimentos Tubarão/Granitóides Pedras Grandes) até o nível 130, por uma extensão de cerca de 150 m. A espessura média do filão é de 0,40 m, variando de 0,1 a 1,25 m. O filão é constituído por fluorita bandada com teor superior a 80% de CaF_2 diluindo-se este teor para 35% de CaF_2 para um corte de 1,50 m. Até o momento foram lavrados cerca de 37,8 mil toneladas de minério e atualmente os trabalhos de mineração estão paralizados.

3.2.5 - Filão Poço 6 (7)

Este filão posiciona-se a SW do poço 5, na região da Linha Tórrens, e esta sendo lavrado pelo Grupo SARTOR. Está encaixado em fratura com direção geral N65ºE/NW, cujas evidências na cobertura sedimentar em superfície é dada por um sistema de juntas N50ºE a E-W e N30º-40ºE. Na fotografia aérea é interpretada uma pequena falha com a mesma direção cerca de 100 m, a norte, associada a uma outra falha N30ºE.

Os trabalhos de mineração desenvolvem-se nos níveis 80 e 110, sendo que o filão é conhecido por uma extensão de 150 m no nível 80, com espessura variável de 0,10 a 0,70 m. Segundo dados de pesquisa do Grupo SARTOR, o filão é conhecido por extensão de 210 m, altura de 140 m e espessura média de 0,55 m. A reserva é estimada em 48,5 mil toneladas de minério com teor de 60% de CaF_2.

3.2.6 - Filão Poço 7 (8)

Localizado a SW do povoado Linha Tórrens este filão foi pesquisado pelo Grupo SARTOR através de seis furos de sonda, que detectaram mineralização entre 40 e 115 m, a partir da superfície. Este filão possue orientação geral N70ºE/NW, sendo conhecido por 250 m, altura de 140 m e apresenta espessura média de 0,60 m. A reserva estimada segundo informações do Grupo SARTOR é de 63 mil toneladas de minério com 60% de CaF_2.

À semelhança dos dois outros filões descritos anteriormente, não se observam evidências de fraturamento na cobertura sedimentar superficial. Entretanto nas proximidades foram interpretadas falhas N70ºE e N20ºE.

Nesta área está prevista a abertura do poço 7.

3.2.7 - Filão Cocal (9)

O filão Cocal situa-se cerca de 1 km a oeste do filão Segunda Linha Tórrens e está em fase de pesquisa por parte do Grupo BAYER.

Na sua porção norte o filão está encaixado nas rochas granitóides da Suíte Intrusiva Pedras Grandes que estão recobertas, a sul, por sedimentos arenosos da Formação Rio Bonito.

Em superfície o traçado da falha mineralizada com direção N30ºE é identificada na fotografia aérea por cerca de 600 m, sendo interrompido a norte por uma falha N45ºW, enquanto que a sul inflete para oeste segundo N50ºE.

Segundo dados obtidos junto ao minerador e apartir das observações realizadas em rápida visita ao nível 50, verifica-se que o filão é conhecido por 540 m ao longo da sua extensão, dos quais 500 m situam-se a sul do poço. Na sua porção norte o filão mostra orientação N20º-30ºE/vertical, sofrendo uma ramificação, na sua porção intermediária, segundo N45ºE/V e uma outra ramificação segundo N60ºE, no final, quando observa-se empobrecimento do minério. O filão é contínuo em toda a extensão, sendo constituído por fluorita bandada, com espessura variável entre 0,60 e 2,50 m.

3.2.8 - Filão São Pedro (10 e 11)

Um dos primeiros depósitos a ser lavrado na região é o da Minérios São Pedro Ltda. localizado cerca de 3 km a NW da Estação Cocal, com sua lavra paralizada a mais de uma década.

Segundo relatório de pesquisa elaborado por

PATURY (1959) a fluorita está encaixada em granito médio, superficialmente alterado, segundo a direção N30ºE/80ºSE. O veio era conhecido por cerca de 135 m, com uma possança em superfície de 0,9 a 1 m.

Atualmente o local está abandonado, observando-se nas proximidades uma intensa cataclase da rocha granitóide encaixante, mostrando algumas faixas métricas descontínuas, de milonito cinza com orientação N60ºE/V (Ponto AM-519).

Imediatamente ao sul, junto ao Balneário Águas de São Pedro, que explora águas termais, o Grupo SARTOR executou uma série de furos de sonda ao longo do que seria a continuidade sudoeste da falha mineralizada com fluorita, que no entanto não apresenta indícios de superfície devido à cobertura aluvionar. O furo FAT-1 detectou uma zona de falha com cerca de 19 m ao longo do canal de sondagem, dos quais 6 m (intervalo 76,70 a 82,70) é constituído por fluorita compacta, além de outros filões com 1,10 e 0,9 m de espessura, distribuídas na mesma faixa mineralizada. Os 7 furos realizados detectaram a mineralização por cerca de 310 m ao longo de sua extensão e até uma profundidade de 95 m.

A partir destes dados foi aberto um poço de pesquisa/extração até a profundidade de 70 m, sendo abertas galerias nos níveis 40 e 70. No mês de outubro/83 a galeria aberta ao longo do filão no nível 70, apresentava extensão de cerca de 50 m para sul do poço, totalmente encaixada no filão com 4 à 5 m de espessura e orientação geral N30ºE, com mergulho subvertical ora para NW ora para SE. A encaixante da mineralização é um granito róseo, equigranular, granulação média a grosseira, relacionado à Suíte Intrusiva Guabiruba. Segundo os dados de sondagem nos níveis superiores a rocha granitóide está recoberta por sedimentos paleozóicos do Grupo Itararé e em superfície por aluviões da planície de inunda-

ção do rio Urussanga.

Na galeria do nível 70 observa-se a percolação de água termal ao longo da fratura mineralizada, evidenciando a associação de fontes termais com a mineralização.

Os trabalhos de pesquisa encontram-se em pleno desenvolvimento e as perspectivas iniciais de reserva são de um depósito com 800 mil a 1.000 mil toneladas de minério.

3.2.9 - Filão Ribeirão da Areia (12, 13 e 14)

Cerca de 700 m da localidade de Ribeirão da Areia as rochas granitóides são seccionadas por uma falha regional, denominada de Falha Canela Grande por HORTA (1975), que extende-se por cerca de 15 km e engloba uma série de filões de fluorita. Esta falha possui orientação geral N20ºE, com ramificações N-S e N30ºE, ocorrendo o preenchimento filonar descontínuo em determinados trechos.

Na região de Ribeirão da Areia a mineralização é conhecida na mina Ribeirão da Areia do Grupo VOTORANTIM (em atividade), na mina Maragno do Grupo SARTOR (paralizada) e na mina do Café do Grupo BAYER, também desativada. Ocorre em superfície na forma de uma faixa cataclástica milonitizada, orientada N20º-25ºE/NW que encaixa filões descontínuos de fluorita e calcedônia. A rocha encaixante é um granito equigranular médio, cinza a rosado, hidrotermalizado. Na Mina do Café a falha põe em contato a rocha granitóide com os sedimentos Itararé.

A mina Ribeirão da Areia é explorada através de um poço vertical que atinge os níveis 28 e 70, onde foram abertas galerias ao longo do filão. A faixa cataclástica que encaixa a mineralização possui 15 a 20 m de espessura no

nível 28, estreitando para até 5 m no nível 70, sendo constituída por milonito cinza, protomilonito e granito cataclástico. No nível 70, a faixa cataclástica engloba parcialmente um dique de diabásio, que está milonitizado no trecho que é afetado pela falha N20º-25ºE/80ºNW.

A mineralização é composta por minério brechado contendo veios descontínuos de fluorita e calcedônia, variando de alguns centímetros até 4 m, com uma espessura média da faixa mineralizada em torno de 1,5 m (dados fornecidos pelo Grupo VOTORANTIM). A faixa cataclástica é conhecida por cerca de 230 m (nível 70), com mineralização num trecho total de 130 m. Segundo dados do grupo minerador as reservas medidas e indicadas até o nível 100 atinge 56 mil toneladas com teor médio de 32% de CaF_2, já tendo sido lavrados até dezembro/82 17 mil toneladas de minério com o mesmo teor médio.

Atualmente estão sendo realizados furos de sonda visando verificar a continuidade vertical da mineralização, com o objetivo de aprofundar os trabalhos de lavra. Segundo A.N. FIGUEIREDO (informação verbal) a continuidade da mineralização já está definida até o nível 135. Uma característica marcante desta mina é a presença de águas termais que percolam pela fratura mineralizada.

Imediatamente a norte, em área de concessão do Grupo SARTOR, existe a mina Maragno (poço 4), desativada desde o início de 1982 devido a problemas de sustentação dos trabalhos subterrâneos, realizados até o nível 60. Segundo dados apresentados por JUSTI (1979) o minério era conhecido por 80 m, desde a superfície até o nível 60, com uma espessura média de 0,9 m. A reserva global estimada até o nível 100 era de 17,8 mil toneladas de minério com teor médio de 39,8% de CaF_2.

Em superfície, o anfiteatro aberto pelos

trabalhos de lavra mostra uma zona de falha com cerca de 20 m de espessura, encaixada em granito equigranular médio, segundo a direção N25ºE/NW. À partir da capa observa-se diabásio alterado vermelho, rocha granítica caulinizada, veio de calcedônia e fluorita verde e roxa, granito caulinizado, intercalado com faixas métricas de milonito.

À sul da mina Ribeirão da Areia a falha Canela Grande apresenta-se novamente mineralizada no local denominado mina do Café. Neste local observa-se a abertura de uma galeria de encosta ao longo da zona de falha com orientação N30ºE/NW e espessura de cerca de 4,20 m. O minério é composto por veios de calcedônia até 0,50 m de espessura intercalado em massa terrosa avermelhada contendo fluorita incolor em agregados de cristais cúbicos e granito alterado.

3.2.10 - Filão Scremin (15)

Cerca de 1 km a norte da mina Ribeirão da Areia a falha Canela Grande volta a apresentar-se mineralizada formando pequeno depósito, em exploração pelo Grupo Votorantim até meados de setembro, estando atualmente com a sua lavra suspensa.

A mineralização orienta-se segundo N25ºE/NW estando encaixada em granito médio, coloração cinza, que na zona de falha está milonitizado e brechado. A oeste da zona de falha ocorre dique de diabásio com orientação geral N05ºW passando para N20º-25ºE em direção a sul, sendo englobado pela falha mineralizada (A.N. FIGUEIREDO, informação verbal).

A zona de falha é conhecida por cerca de 400 m no sentido longitudinal, ocorrendo mineralização contínua num trecho de aproximadamente 150 m. Em profundidade o minério é conhecido até o nível 110 abaixo do poço de extração, com galerias nos níveis 60 a 102. A espessura média é

de 1,70 m e as reservas calculadas pelo grupo minerador em dezembro de 1982 são de 56,1 mil toneladas de minério com teor médio de 29,2% de CaF_2. A produção acumulada até aquela data foi de 8,8 mil de minério com um teor médio de 28% de CaF_2.

3.2.11 - Filão Pignatel (16)

O filão Pignatel situa-se cerca de 1,5 km a oeste da vila de Azambuja, tendo sido pesquisado pelo Grupo VOTORANTIM. A pesquisa constou de abertura de uma galeria de encosta (G-14) ao longo da zona da falha e de um poço vertical até a profundidade de 44 m, onde foi aberta uma galeria com 173 m ao longo do minério (G-44).

A mineralização está encaixada no segmento intermediário da falha Cànela Grande, que localmente possui orientação N05°E/85°SE, e está seccionando soleira de diabásio. Na boca da galeria de encosta verifica-se que a zona de falha possui cerca de 2,00 m de espessura e coloca em contato o diabásio milonitizado (a oeste) com o granito grosseiro cataclástico, a leste. Para norte e sul o granito está recoberto pela soleira de diabásio, que não mostra efeitos marcantes de cataclase.

Segundo informações do Grupo VOTORANTIM o filão na G-14 tem uma espessura média de 1,03 m ao longo de 51 m e um teor médio de 45,2% de CaF_2. Na galeria G44 o minério foi pesquisado por 173 m e tem uma espessura média de 1,02 m com teor de 37,1% de CaF_2, havendo estreitamento nas extremidades. A reserva calculada é de 28,7 mil toneladas com teor médio de 39% CaF_2.

3.2.12 - Filão Canela Grande (17)

Este filão situa-se cerca de 1,5 km do po-

voado Canela Grande e posiciona-se sobre uma ramificação N25º-30ºE da falha Canela Grande. A falha está cortando rochas granitóides, grosseiras, porfiríticas, que, imediatamente a sul do poço, estão recobertas por sedimentos arenosos da Formação Rio Bonito capeadas por soleira de diabásio. Em fotografia aérea a falha extende-se para NE por cerca de 7 km, englobando as mineralizações de Canela Pequena e Pindotiba, sendo que em direção SW sofre inflexão N-S, quando passa a seccionar as rochas básicas mesozóicas.

A mina Canela Grande está em lavra pelo Grupo VOTORANTIM e é constituída por um poço, que atinge 126 m a partir da superfície, com abertura de galerias, nos níveis 26, 56, 86 e 126. Segundo dados da concessionária a estrutura mineralizada é conhecida por cerca de 570 m, formando duas lentes mineralizadas com caimento para sudeste. A lente norte possui cerca de 280 m de extensão, enquanto que a lente sul apresenta 130 m de comprimento, ocorrendo um trecho de 100 m de zona cataclástica sem mineralização econômica.

A mineralização está implantada em zona cataclástica milonitizada, observando-se nas paredes a formação de protonilonito e evidências de movimentação inclinada dos blocos, com o bloco noroeste elevando-se em relação ao sudeste. O minério é brechado e descontínuo variando de alguns centímetros de espessura até 4,8 metros. A espessura média nos vários blocos de lavra é de 1,30 m com teor de 37,6% de CaF_2, para uma reserva de 83,3 mil toneladas de minério em dezembro de 1982. Segundo dados do minerador a produção acumulada naquela data era de 43,5 mil toneladas em teor de 35% de CaF_2.

3.2.13 - Filão Canela Pequena - Satélite (18 e 19)

Também posicionado sobre a ramificação N20º-30ºE da falha Canela Grande, este filão localiza-se cerca de 4 km a sudoeste da cidade de Pedras Grandes, na região

conhecida por Cachoeira Feia.

Num trecho de aproximadamente 1,5 km são conhecidas mineralizações filonares descontínuas que configuram, a grosso modo, três lentes com caimento para NE, que estão sendo lavradas pelos grupos VOTORANTIM e SARTOR (vide perfil no Anexo I). À semelhança dos filões Canela Grande e Ribeirão da Areia a mineralização situa-se numa zona cataclástica milonitizada, com indicações de movimentação dextrógira. Observa-se, também, indicações de mergulho suave do bloco noroeste em direção ao quadrante norte. O minério é do tipo brechado, contendo veios descontínuos de fluorita bandada e calcedônia, com mergulhos acentuados ora para NE ora para SE. Está encaixado em rocha granitóide grosseira, porfirítica, relacionada à Suíte Pedras Grandes, sendo capeada a sul por uma "mancha" de cobertura sedimentar paleozóica, sempre presente junto ou nas proximidades de todos os filões conhecidos.

A mina Canela Pequena está em exploração pelo Grupo VOTORANTIM e engloba a lente sul e a parte sul da lente central. É constituída por três poços (P_1,P_2 e P_3) sendo que os dois primeiros estão desativados. Tendo por base o poço 1 (cota zero) foram abertas galerias nos níveis +48, zero, -40, -70. A lente sul tem um comprimento de 200 m, uma altura de 220 m inferida até o nível 110 (parcialmente erodida na superfície) e uma espessura média de 1,60 m, com reserva de 180,4 mil toneladas de minério com teor médio de 49% de CaF_2 (dados do Grupo VOTORANTIM de dezembro de 82).

A lente central situa-se no limite das concessões dos grupos VOTORANTIM e SARTOR, possuindo um comprimento em torno de 400 m e uma altura conhecida de aproximadamente 110 m, das quais cerca de 40% foi erodida, estando atualmente com os trabalhos de mineração paralisados.

A lente norte encontra-se em lavra pelo Grupo SARTOR através do poço 2, com desenvolvimento de galerias nos níveis 15, 30, 60 e 90. A lente é conhecida por cerca de 300 m e uma altura de 90 m. Considerando a diferença topográfica existente entre o topo desta lente e o topo da lente sul, verifica-se no perfil constante do Anexo II que um painel em torno de 170 m foi erodido.

Segundo dados fornecidos pelos dois grupos mineradores a produção acumulada do Grupo SARTOR é de 47,8 mil toneladas de minério com 38% de CaF_2, enquanto que o do Grupo VOTORANTIM é de 18 mil toneladas com teor médio de 37% de CaF_2.

3.2.14 - Filão Pindotiba (20)

A mina Pindotiba situa-se cerca de 2 km a NW na cidade de Pedras Grandes, estando implantada na extremidade norte da ramificação N20º-30ºE da falha Canela Grande. A mina é uma concessão do Grupo VOTORANTIM e atualmente encontra-se paralizada. A jazida está dividida em quatro níveis (30, 96, 156 e 186), sendo o acesso efetuado por cinco poços.

A partir dos dados obtidos junto ao grupo minerador, a estrutura mineralizada é conhecida por uma extensão de 320 m formando duas lentes. A mais conhecida é a lente sul, com cerca de 170 m de extensão, profundidade de 210 m tendo por base o poço 5 e espessura média do minério aproveitável de 1,15 m. A lente norte tem cerca de 100 m de extensão, altura conhecida de 80 m tendo por base o poço 3 e espessura média de 1,5 m.

Em dezembro de 1982 as reservas remanescentes desta jazida eram da ordem de 86,5 mil toneladas de minério com teor médio de 38% de CaF_2, já tendo sido lavradas até aquela data 48,8 mil toneladas de minério com o mesmo teor.

A encaixante da mineralização é uma variação faciológica da Suíte Intrusiva Pedras Grandes constituída por granitóide cinza-esverdeado, grosseiro, porfirítico, com grande quantidade de máficos, mostrando intensa cataclase e efeitos de fenômenos de cisalha (protomilonito).

Segundo HORBACH e MARIMON (1982) até o nível 96 o minério é constituído por filão bandado passando para minério brechado com filões menores paralelos, nos níveis inferiores.

3.2.15 - Filão Figueira (21)

A mina Figueira situa-se cerca de 500 m a NW da mina Pindotiba, estando posicionada numa estrutura secundária, em relação à da mina Pindotiba, com uma orientação segundo N60ºE, tracável por 1,0 km em fotografia aérea.

Os trabalhos de mineração consistem da abertura de uma galeria de encosta ao longo da estrutura mineralizada por cerca de 200 m, contendo 180 m de minério aproveitável. Segundo os trabalhos de pesquisa efetuados pelo Grupo VOTORANTIM a espessura do filão varia de 0,10 m até 2,40 m. O teor mínimo é de 6,04% de CaF_2 e o máximo de 60,64% CaF_2, com teor médio de 35,6% de CaF_2 para uma reserva de 26 mil toneladas de minério, segundo dados até dezembro de 1982.

3.2.16 - Ocorrências

Na área mapeada são conhecidas as ocorrências do filão Santa Aninha (22), Veio Pedro (23), Veio CF-1 (24), Veio Quarezemim (25), Rosalino (26) e Pagnan (27).

O veio Santa Aninha foi pesquisado inicialmente pelo Grupo TRICONTINENTAL e posteriormente pelo Grupo SARTOR. Está encaixado numa falha com orientação geral N15ºE,

recortando rochas granitóides grosseiras, porfiríticas, relacionadas à Suíte Intrusiva Pedras Grandes, que são capeadas por manchas de sedimentos arenosos correlacionados à Formação Rio Bonito. A mineralização constituiu-se de filão centimétrico encaixado em zona brechada por uma extensão conhecida de 250 m.

O Veio Pedro também foi pesquisado pelo Grupo TRICONTINENTAL, estando encaixado numa falha N30ºE pesquisada por cerca de 1600 m. Ao longo de uma zona cataclástica com espessura métrica foi assinalado a presença de veios centimétricos de fluorita em oito trincheiras, com espessura média de 0,30 m (variação de 0,20 a 0,57 m), atingindo até a profundidade de 25 m (QUEVEDO e HORTA, 1975). A encaixante é constituída por granito grosseiro porfirítico da Suíte Intrusiva Pedras Grandes.

O Grupo TRICONTINENTAL também pesquisou o Veio CF-1, encaixado numa pequena falha com orientação N50ºE/SE subordinada à falha Canela Grande. Constitui uma zona cataclasada englobando filões descontínuos de calcedônia branca com até 2 m de espessura contendo moldes de fluorita, além de filões centimétricos de fluorita amarela e roxa. A encaixante do veio é formada pelos granitóides da Suíte Pedras Grandes, que estão recobertos por pequena mancha de sedimentos arenosos da Formação Rio Bonito.

O Veio Quarezemim foi pesquisado pelo Grupo VOTORANTIM através de trincheiras, galerias e um poço vertical. Situa-se ao longo de uma falha N40ºE, representada no campo por uma faixa cataclástica protomilonítica de rocha granitóide, com espessura de 3 a 4 m e testada por uma extensão de 400 m. A mineralização é formada por veios centimétricos descontínuos de fluorita e calcedônia.

A ocorrência Rosalino está posicionada nu-

ma fratura N55ºE/SE que seccionada rochas granitóides da Suíte Pedras Grandes, próximo ao contato com os sedimentos arenosos da Formação Rio Bonito. É formada por veios centimétricos (20 a 30 cm) de calcedônia branca contendo buchos de fluorita verde-claro, descontínuos. Esta área foi pesquisada pelo Grupo VOTORANTIM.

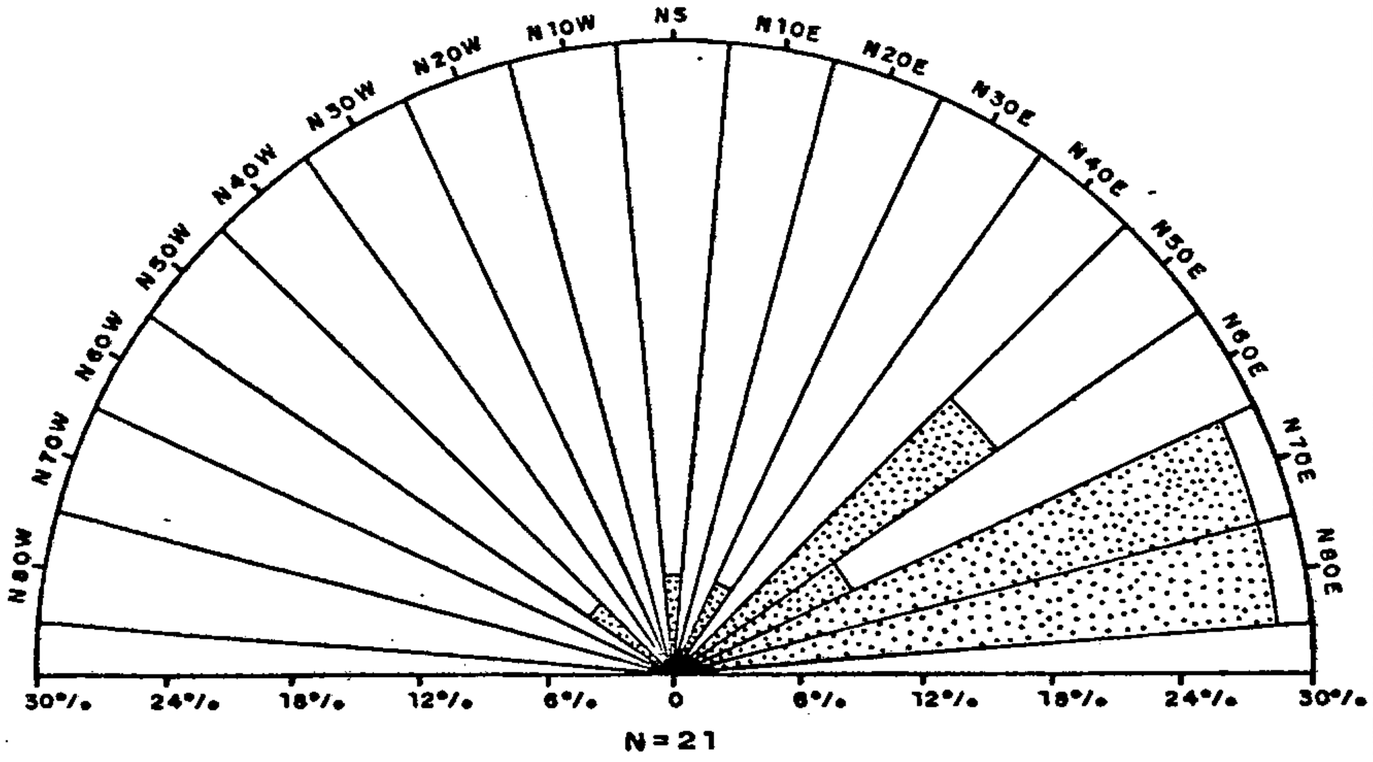
A ocorrência Pagnan foi pesquisada pela CPRM em 1970 e mais recentemente pelo Grupo SARTOR. Consiste de uma zona brechada com cerca de 1 m de espessura conhecida por cerca de 500 m ao longo da direção geral N15ºE. A fluorita foi detectada em apenas uma trincheira constituindo-se de um pequeno veio com 0,15 m de espessura, que não se prolonga em profundidade. A encaixante é formada por granitóides da Suíte Intrusiva Pedras Grandes.

3.3 - Distribuição espacial e controle estrutural

O estudo realizado em nove minas da região Linha Tórrens - Pedras Grandes comprovou que a orientação geral dos filões de fluorita é N20º-30ºE/NW, ocorrendo secundariamente um sistema de filões N50º-70ºE/Vert. a NW (vide figura nº 10).

Os filões do sistema N20º-30ºE sofrem imflexões para NS (quando normalmente ocorre um estreitamento da caixa filoneana) ou para o quadrante leste (até N40ºE), havendo neste caso um alargamento do filão. Este fato é marcante na mina Santa Catarina, situada na posição central do filão Segunda Linha de Tórrens, e já tinha sido salientado por WILLIG (1973). Estes filões são fortemente mergulhantes para NW (75º-90º), ocorrendo situações locais de inclinações mais suaves (até 60º), como na lente sul da Mina 2. Em alguns casos, como na Mina Canela Grande e no filão São Pedro, observa-se uma inclinação acentuada do filão em direção ao qua-

MINA POÇO 6

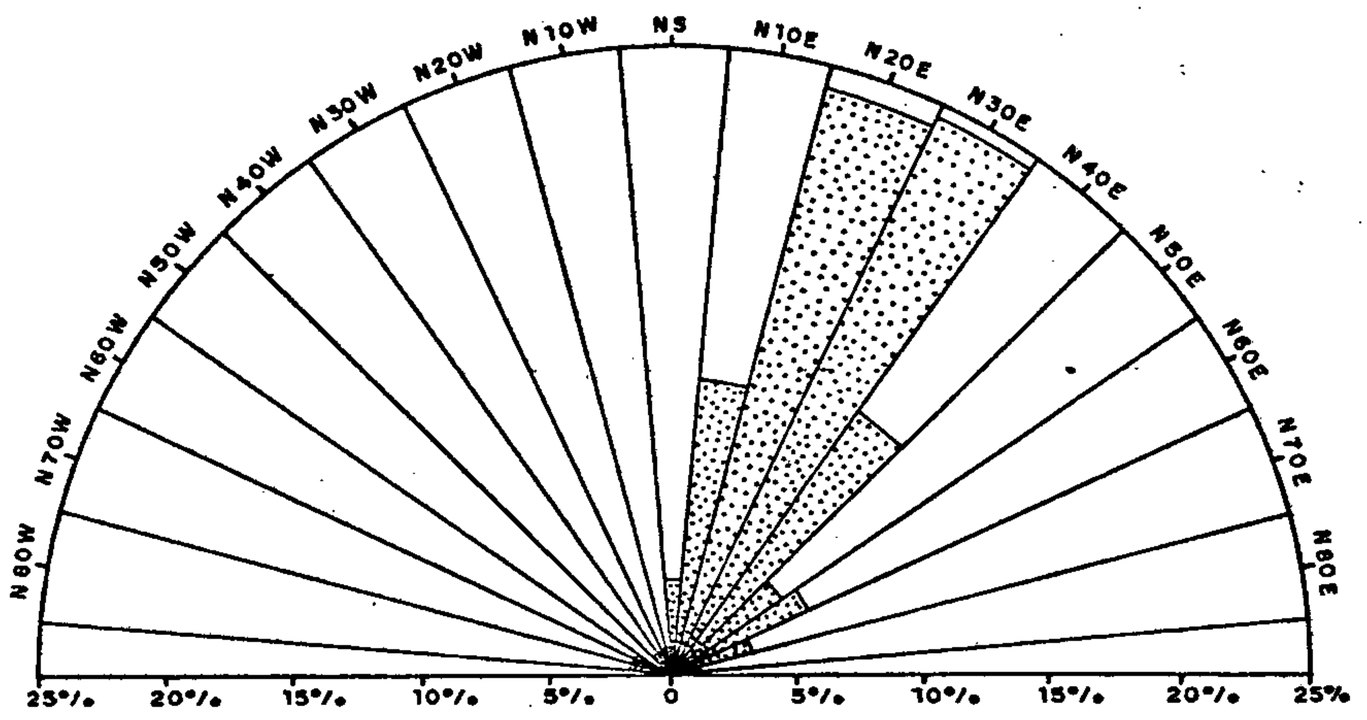


N = 21

TABULAÇÃO DOS DADOS

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	0	0
N 75 — 85 W	0	0
N 65 — 75 W	0	0
N 55 — 65 W	0	0
N 45 — 55 W	1	4,8
N 35 — 45 W	0	0
N 25 — 35 W	0	0
N 15 — 25 W	0	0
N 05 — 15 W	0	0
N 05 E — N 05 W	1	4,8
N 05 — 15 E	0	0
N 15 — 25 E	0	0
N 25 — 35 E	1	4,8
N 35 — 45 E	0	0
N 45 — 55 E	4	19
N 55 — 65 E	2	9,5
N 65 — 75 E	6	28,6
N 75 — 85 E	6	28,6

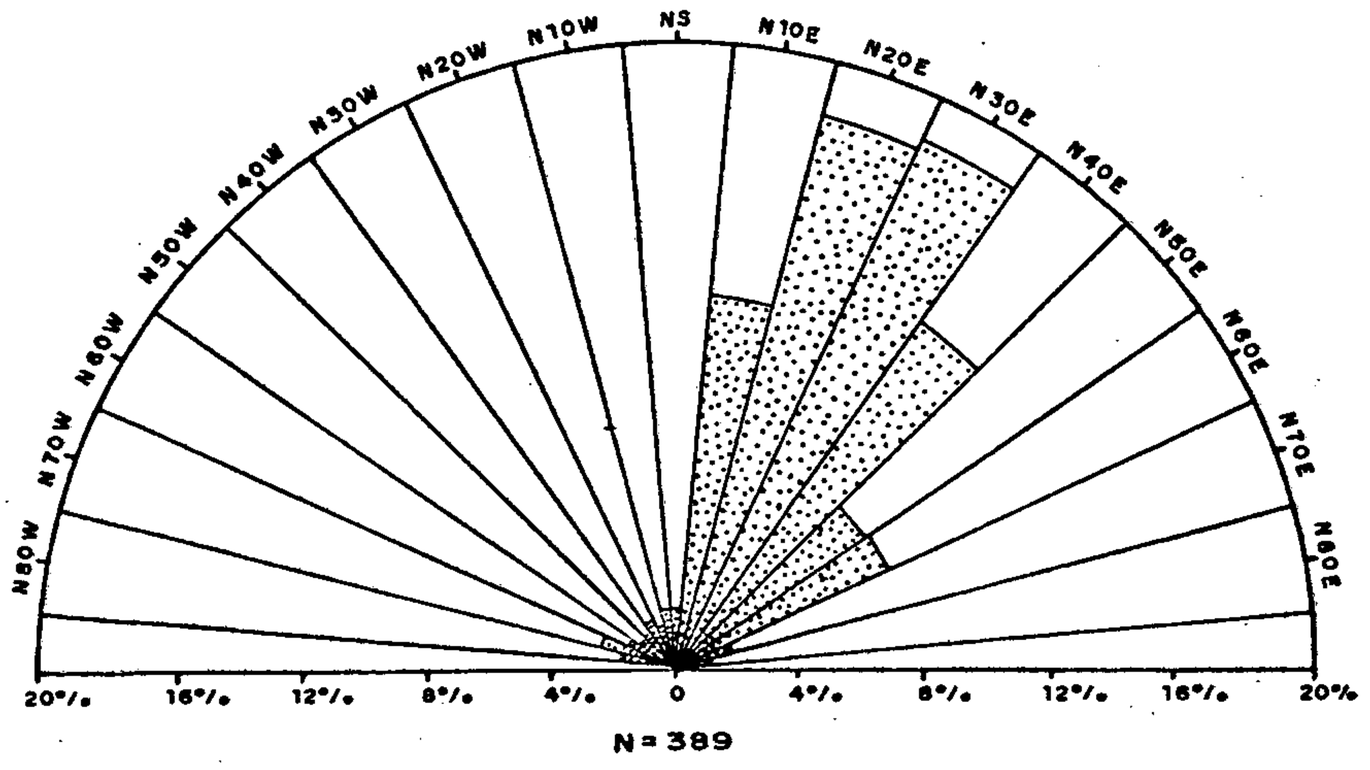
MINAS SATÉLITE, CANELA PEQUENA, CANELA GRANDE E RIBEIRÃO DA AREIA



N = 253

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	3	1,2
N 75 — 85 W	3	1,2
N 65 — 75 W	1	0,4
N 55 — 65 W	4	1,6
N 45 — 55 W	0	0
N 35 — 45 W	1	0,4
N 25 — 35 W	1	0,4
N 15 — 25 W	1	0,4
N 05 — 15 W	1	0,4
N 05 E — N 05 W	10	3,9
N 05 — 15 E	30	11,8
N 15 — 25 E	61	24,1
N 25 — 35 E	62	24,5
N 35 — 45 E	33	1,3
N 45 — 55 E	14	5,5
N 55 — 65 E	15	5,9
N 65 — 75 E	9	3,5
N 75 — 85 E	4	1,6

MINAS SANTA CATARINA, N. SRA. DO CARMO, FILÃO SÃO PEDRO E MINA 2



N = 389

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	4	1
N 75 — 85 W	7	1,8
N 65 — 75 W	10	2,6
N 55 — 65 W	7	1,8
N 45 — 55 W	6	1,5
N 35 — 45 W	6	1,5
N 25 — 35 W	8	2
N 15 — 25 W	6	1,5
N 05 — 15 W	8	2
N 05 E — N 05 W	8	2
N 05 — 15 E	47	12,1
N 15 — 25 E	73	18,7
N 25 — 35 E	74	1,9
N 35 — 45 E	54	13,9
N 45 — 55 E	29	7,5
N 55 — 65 E	30	7,7
N 65 — 75 E	8	2
N 75 — 85 E	4	1

FIGURA 10 - DIAGRAMA DE FRATURAS MINERALIZADAS E PLANOS DE FALHA LEVANTADOS NAS DIVERSAS MINAS

drante sudeste.

Em função da natureza do arcabouço geológico pré-existente quando do evento inicial de mineralização, supomos que estes filões N20º-30ºE instalaram-se em dois ambientes distintos, a saber: a) em zonas cataclásticas milonitizadas, provavelmente antigas, relacionadas a falhamentos regionais que foram reativadas durante o estágio de rifteamento de ASMUS (1977), quando houve a ruptura continental, gerando espaços vazios (este é o caso dos filões Ribeirão da Areia, Scremin, Canela Grande, Canela Pequena e Pindotiba encaixados na falha Canela Grande); b) falhas abertas de pequena expressão também geradas quando do processo de rifteamento, limitadas por inflexões N-S (é o caso dos filões Segunda Linha Tórrens e São Pedro).

Quando do início da separação continental e da provável formação dos fluidos mineralizantes, estas zonas de fraqueza foram preenchidas inicialmente por fluorita bandada, conforme já suposto por SAVI (1980), sofrendo posteriormente os efeitos dos esforços cisalhantes segundo a direção preferencial N50ºE-S40ºW, gerando falhas de cisalha dextrógiras. Este evento é confirmado pela presença de mineralização brechada e da formação de protomilonitos nas encaixantes granitóides, sendo os esforços compressivos responsáveis pela configuração lenticular irregular da caixa filoneana. Associado a estes filões ocorre uma série de filonetes de fluorita roxa tardia preenchendo fraturas abertas com orientação NW, particularmente notável na mina Santa Catarina, sendo responsável pelas orientações de fraturas mineralizadas NW plotadas no diagrama da figura nº 10. Estes filonetes estão associados com os esforços de tensão conjugados ao esforço de compreessão principal.

Os fenômenos tectônicos finais que afetaram as mineralizações de fluorita (esforços cisalhantes) não de-

vem ter sido de grande envergadura, pois os efeitos provocados nas rochas superficiais, principalmente os sedimentos paleozóicos e as soleiras de diabásio, não são de grande expressão, normalmente representados pela formação de juntas e fraturas. Entretanto quando os filões encaixam-se em zonas cataclásticas miloníticas, a sua identificação no campo torna-se facilitada pelas características peculiares destas rochas.

Uma característica marcante das falhas que encaixam os filões N20º-30ºE é o seu posicionamento topográfico, localizado normalmente em condições de meia encosta. Uma outra característica marcante destas falhas é o seu posicionamento regional, via de regra associado a grandes traços tectônicos N10º-30ºE, que foi o principal critério utilizado por MORGENTAL e KIRCHNER (1983) para elaboração do mapa previsional do distrito.

Os filões N50º-70ºE caracterizam-se por preencherem as fraturas de tensão N50º-70ºE, de pequena extensão (cerca de 1000 m) e espessura (em torno de 1 m), conjugados aos esforços de compressão N50ºE-S40ºW (vide figura nº 7). Este sistema é responsável pela série de pequenos depósitos conhecidos na região de Linha Tórrens (filões do Poço 5, Poço 6 e Poço 7), controlando também uma série de filonetos bandados subordinados à mineralização principal, que ocorrem com grande freqüência na mina Santa Catarina.

Estes filões caracterizam-se, também pela quase verticalidade do mergulho, com certa tendência para o quadrante NW.

Outra característica peculiar destes filões é que a caixa filoneana é preenchida por fluorita bandada roxa, amarela e branca, eventualmente verde-claro, relacionadas a um estágio mais jovem de mineralização, como veremos no ítem 3.6.

Na figura nº 11 são apresentados diagramas das juntas levantadas nas rochas granitóides encaixantes das nove minas estudadas, subdivididas em três grupos: a) filões N50º-70ºE; b) filões N20º-30ºE associados a zonas cataclásticas miloníticas e c) filões N20º-30ºE.

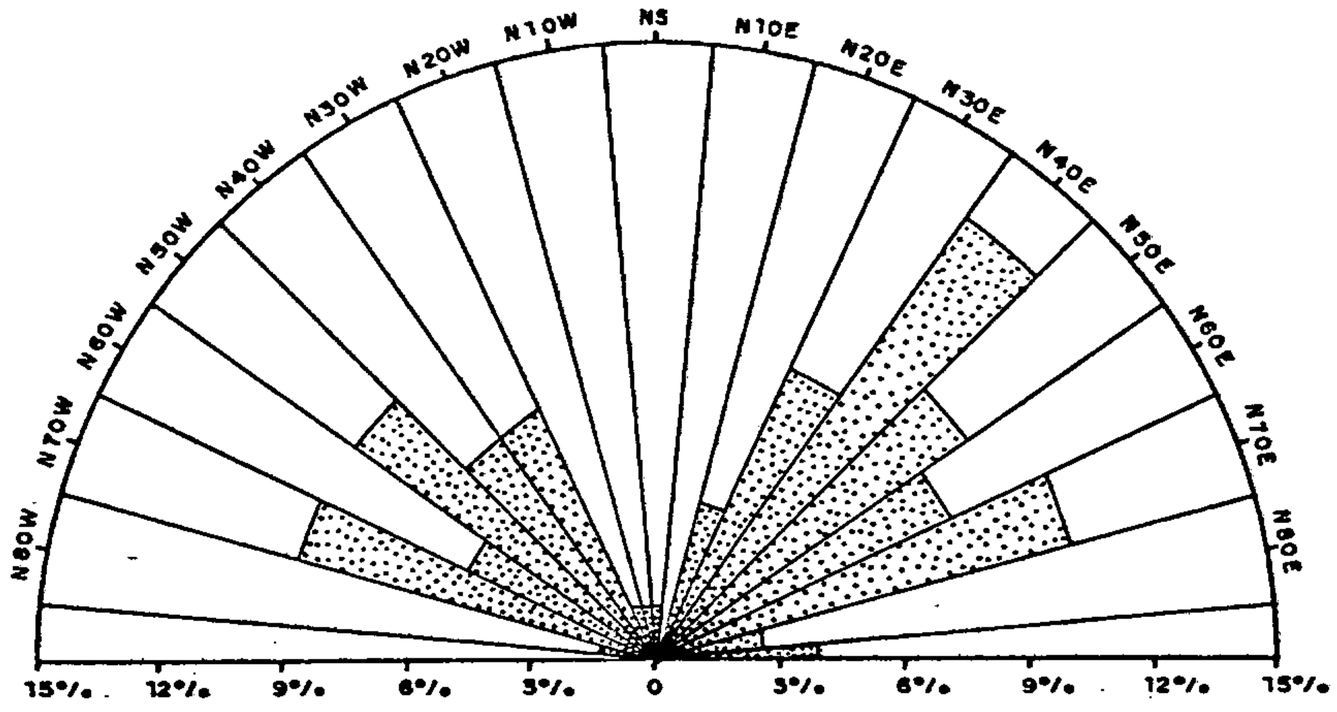
Inicialmente destaca-se no diagrama "a" a predominância de juntas segundo N40º-70ºE e suas conjugadas N30º-70ºW paralelas e/ou ortogonais aos esforços geradores das fraturas mineralizadas, bem como a ausência de juntas com orientação NS. Os diagramas "b" e "c" da figura nº 11 são em parte semelhantes entre si e retratam as fraturas e juntas levantadas em rochas granitóides das Suítes Pedras Grandes e Guabiruba. Entretanto, ressalta-se a freqüência de juntas E-W no diagrama "b" da figura nº 11, provavelmente relacionada as falhas de cisalha com esta orientação. Ao mesmo tempo é notável a freqüência de juntas N30ºW no diagrama "c" da figura nº 11, neste caso possivelmente relacionadas às fraturas que encaixam diques de quartzo-pórfiro.

Finalmente, verificou-se nas várias minas estudadas a pouca freqüência de juntas e/ou fraturas seccionando os filões. Estas juntas seriam relacionadas à formação da Serra do Mar conforme sugerido por HORBACH e MARIMON (1980, 1982), estando orientadas segundo N60º-70ºE e N60ºW.

3.4 - Rochas encaixantes, relações estratigráficas e idade

Os filões de fluorita conhecidos na região de Linha de Tórrens - Pedras Grandes estão encaixados preferencialmente nas rochas granitóides relacionadas às Suítes Guabiruba e Pedras Grandes, que sofreram efeitos de alteração hidrotermal provocados pelos fluídos mineralizantes.

a) MINA POÇO 6

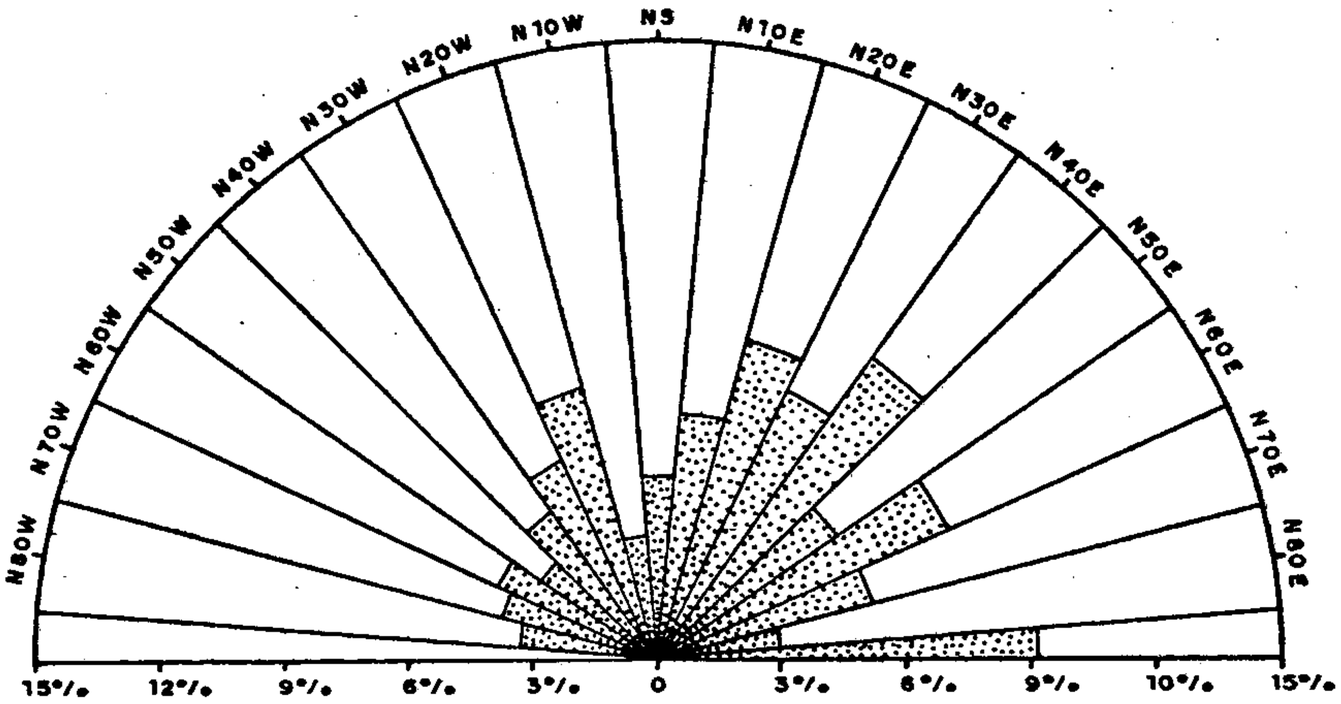


N = 77

TABULAÇÃO DOS DADOS

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	3	3,8
N 75 — 85 W	1	1,3
N 65 — 75 W	7	9
N 55 — 65 W	4	5,2
N 45 — 55 W	7	9
N 35 — 45 W	5	6,5
N 25 — 35 W	5	6,5
N 15 — 25 W	1	1,3
N 05 — 15 W	1	1,3
N 05 E — N 05 W	1	1,3
N 05 — 15 E	0	0
N 15 — 25 E	3	3,8
N 25 — 35 E	6	7,8
N 35 — 45 E	10	13
N 45 — 55 E	7	9
N 55 — 65 E	6	7,8
N 65 — 75 E	8	10,3
N 75 — 85 E	2	2,6

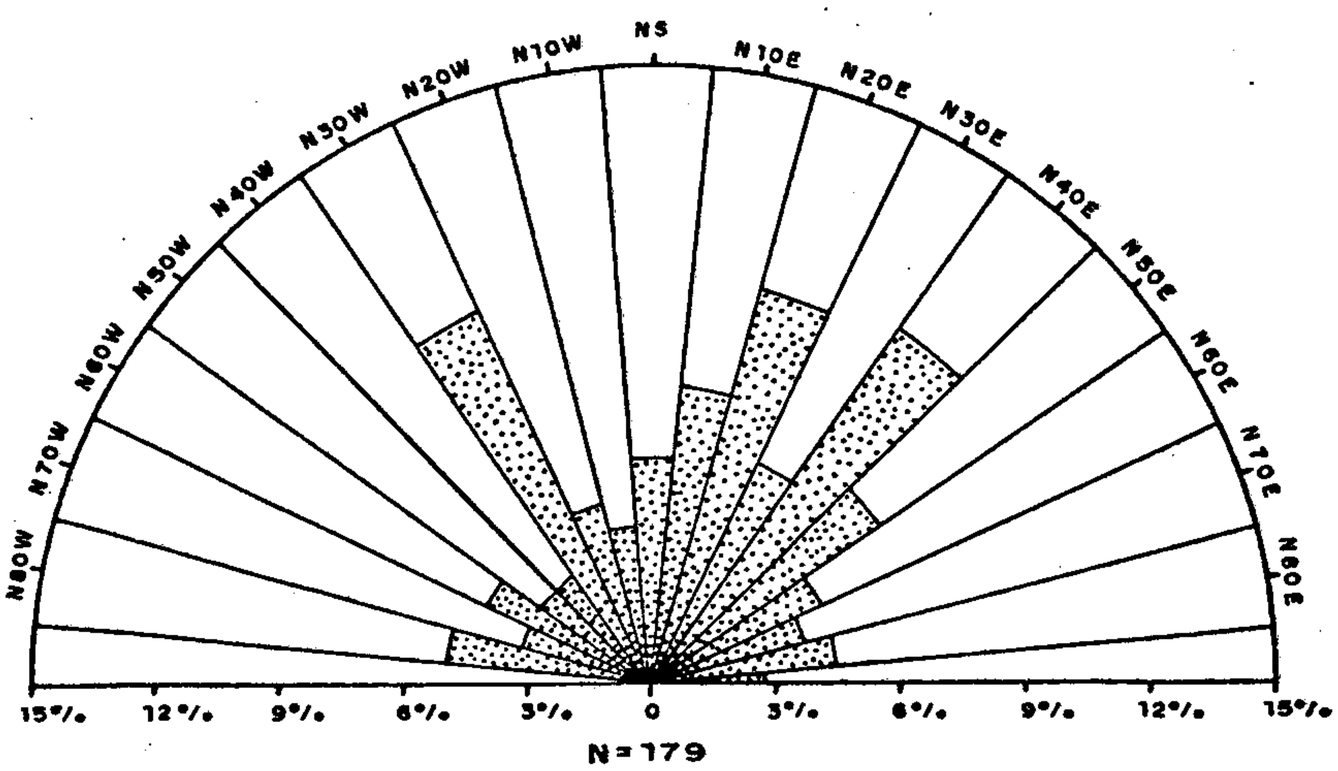
b) MINAS SATÉLITE, CANELA PEQUENA, CANELA GRANDE E RIBEIRÃO DE AREIA



N=263

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	24	9,1
N 75 — 85 W	9	3,4
N 65 — 75 W	10	3,8
N 55 — 65 W	11	4,2
N 45 — 55 W	9	3,4
N 35 — 45 W	12	4,5
N 25 — 35 W	14	5,3
N 15 — 25 W	18	6,9
N 05 — 15 W	8	3
N 05 E — N 05 W	12	4,5
N 05 — 15 E	16	6,1
N 15 — 25 E	21	8
N 25 — 35 E	19	7,2
N 35 — 45 E	24	9,1
N 45 — 55 E	14	5,3
N 55 — 65 E	20	7,6
N 65 — 75 E	14	5,3
N 75 — 85 E	8	3

c) MINAS SANTA CATARINA, N. SRA. DO CARMO, FILÃO SÃO PEDRO E MINA 2



N=179

ORIENTAÇÃO	Nº DE MEDIDAS	%
N 85 E — N 85 W	5	2,8
N 75 — 85 W	9	5
N 65 — 75 W	6	3,3
N 55 — 65 W	8	4,5
N 45 — 55 W	6	3,3
N 35 — 45 W	6	3,3
N 25 — 35 W	18	10,1
N 15 — 25 W	8	4,5
N 05 — 15 W	7	3,9
N 05 E — N 05 W	10	5,6
N 05 — 15 E	13	7,3
N 15 — 25 E	18	10,1
N 25 — 35 E	11	6,1
N 35 — 45 E	19	10,6
N 45 — 55 E	12	6,7
N 55 — 65 E	8	4,5
N 65 — 75 E	7	3,9
N 75 — 85 E	8	4,5

FIGURA 11 - DIAGRAMA DE JUNTAS LEVANTADAS NAS ROCHAS ENCAIXANTES DAS DIVERSAS MINAS

Os filões também seccionam as demais unidades estratigráficas constituídas pelos diques ácidos eopaleozóicos, sedimentos paleozóicos do Supergrupo Tubarão e diques e soleiras básicas mesozóicas.

No caso específico dos diques ácidos eopaleozóicos, segundo dados apresentados por TEIXEIRA (1969 a, b) o filão Segunda Linha Tórrens secciona o dique de quartzo-pórfiro na mina Nossa Senhora do Carmo. O mesmo acontece com os sedimentos paleozóicos, que são penetrados na sua porção basal, não havendo, entretanto, a geração de espaços vazios nos níveis superiores devido à incompetência das rochas. Segundo dados dos mineradores este fato ocorre nos diversos depósitos conhecidos na região de Linha Tórrens.

Embora incompetentes para encaixar os filões de fluorita, os sedimentos paleozóicos estão sempre presentes junto aos filões, capeando-os e preservando-os dos efeitos da erosão. Este relacionamento com as mineralizações foi um dos critérios adotados por MORGENTAL e KIRCHNER (1983a) para selecionar as áreas de alta favorabilidade no mapa previsional do distrito.

Finalmente, têm-se evidências de que a mineralização filonar secciona diques e soleiras básicas relacionadas com a Formação Serra Geral. Assim TEIXEIRA (1969b e 1971) relata que o filão Segunda Linha Tórrens engloba e afeta hidrotermalmente um dique básico na Mina Nossa Senhora do Carmo. Este dique foi datado inicialmente pelo método K/Ar dando uma idade de 88 ± 10 m.a. que seria a idade do evento termal relacionado com a mineralização, enquanto que a idade de formação da rocha, datada posteriormente pelo método Rb/Sr, é de 112,6 ± 10 m.a.

No nível 70 da mina Ribeirão da Areia observa-se um dique de diabásio N20ºE afetado pelo processo de

cisalhamento associado à mineralização, gerando a formação de milonito cinza-amarelado.

Uma faixa milonítica estreita também é observada na boca da galeria G14 do filão Pignatel. Neste caso o filão situa-se no contato granito/diabásio, sem entretanto observar-se efeitos do falhamento nos níveis superiores da soleira. À semelhança dos sedimentos, parece que os esforços tectônicos não foram suficientementes prolongados para romper a espessa soleira de diabásio aflorante na região da Azambuja. Neste caso específico acreditamos que a soleira não foi rompida tendo em conta que os esforços tectônicos que a geraram estão relacionados ao rifteamento pré-deriva continental, responsável pela abertura dos espaços posteriormente preenchidos por fluorita, conforme citado no ítem 2.4. Os esforços cisalhantes posteriores relacionados com a deriva continental e a recorrência da mineralização não foram, de grande magnitude, que provocassem o cisalhamento dos níveis superiores da soleira.

A partir de observações preliminares realizadas no filão do Poço 5 em meados de 1982, verificou-se no nível 130 que o filão desloca horizontalmente por dois metros um dique de diabásio.

Assim em função dos dados de campo e datação apresentada por TEIXEIRA (1969b) consideramos que a mineralização fluorítica formou-se entre o Neocretáceo e o Eoterciário.

3.5 - Morfologia, dimensões dos filões e teores

Os jazimentos de fluorita conhecidos na área Linha Tórrens - Pedras Grandes são filoneanos, com uma configuração irregular dada pela freqüência de alargamentos e

fechamentos da caixa filoneana, tanto horizontal como verticalmente, caracterizando a grosso modo, a formação de lentes biconvexas. Este comportamento morfológico é típico dos filões do sistema N20º-30ºE, em que a abertura e/ou estreitamentos da lente está associado a inflexões do plano da falha, respectivamente para leste e/ou norte, provocados por movimentações dextrógiras. Quanto aos filões N50º-70ºE, os mesmos apresentam uma maior regularidade, sendo conhecidos por extensão de até 250 m, ao longo de fraturas abertas de pequena espessura.

Uma outra característica é dada pelo caimento para NW e/ou SE das lentes mineralizadas, aparentemente provocado por inclinações ora para NW ora SE dos planos de falhas quando da movimentação cisalhante. Este fato é comum nas lentes que compõem as minas Canela Grande e Canela Pequena.

A principal lente conhecida é aquela representada pelo filão Segunda Linha Tórrens, com uma extensão de 660 m, uma altura máxima de 230 m (tendo por base a cota da superfície do poço 2 da mina Santa Catarina) e uma espessura média de 5 m (variando de 1,5 m a 11 m). Entretanto, este filão é uma anomalia entre as várias lentes conhecidas até agora na região. Assim nas diversas lentes pesquisadas ao longo da falha Canela Grande a extensão varia de 150 a 400 m, a profundidade conhecida entre 30 e 220 m e a espessura variável de 0,10 a 5 m. Desta forma uma lente média teria 220 m de comprimento e 1,40 m de espessura média, podendo a profundidade chegar até 220 m.

Uma das preocupações dos grupos mineradores é a profundidade máxima atingida pela mineralização. Segundo dados da bibliografia internacional um dos depósitos filonares de baixa temperatura mais profundos é o de Northgate, no Colorado (USA), em que a profundidade atinge 320 m

(SHAWE et alii, 1976). No caso dos filões conhecidos no Maciço Central Francês a profundidade máxima é de 250 m (segundo LHÉGU et alii, 1982). Entretanto estes autores ressaltam que a profundidade depende do nível de erosão, que normalmente é desconhecido. Já THIBIÉROZ (1982) ao estudar a tipologia dos depósitos de fluorita da França, considera que os filões encaixados no embasamento (ou nas séries sedimentares) apresentam uma zonalidade vertical com baritina no alto e quartzo em baixo, e a profundidade raramente ultrapassa os 300 m.

No caso específico da área estudada observa-se que em níveis profundos ocorre uma diminuição progressiva do teor de fluorita e um aumento do teor de sílica, o que é exemplificado pela mina Santa Catarina. Neste caso verifica-se no nível 232 que o minério, com cerca de 5 m de espessura, é constituído por brecha silicosa recortada por vênulas de fluorita amarela, indicando as possíveis raízes da mineralização.

Considerando que o filão Segunda Linha Tórrens aflorava em superfície, poderíamos admitir que a altura original do mesmo seria entorno de 280 m, tendo por base o topo dos filões das proximidades (Poço 3, Poço 5, Mina 2 - vide seção geológica no Anexo I). Assim, tendo por base a cota da cobertura sedimentar paleozóica, que normalmente está situada nas proximidades dos filões, admite-se uma profundidade de 250 m para os diversos filões do distrito.

- Conforme já citado anteriormente a maior lente conhecida corresponde ao filão Segunda Linha Tórrens, constituída por uma reserva original de 1.700 mil toneladas de minério com teor médio de 50% de CaF_2. Nos níveis superiores da lente os teores são elevados (em torno de 75 - 80% de CaF_2 segundo BEVILACQUA, 1973), diminuindo sensivelmente em profundidade devido a maior quantidade de calcedônia na composição do minério (teor médio de 26% de CaF_2 no nível 214, se-

gundo dados do Grupo VOTORANTIM).

Admitindo-se que o tamanho médio de uma lente seja 220 X 220 X 1,4 metros e que a densidade do minério seja de 2,6 t/m³, a reserva seria 176 mil toneladas, correspondendo a um depósito de tamanho médio segundo os critérios de VAN ALSTINE e SCHRUBEN (1980).

Nas diversas minas o teor médio lavrado varia de 32 a 50% de CaF_2, com uma média de 35 a 40% de CaF_2 para os diversos depósitos.

3.6 - Estrutura interna, paragênese e alteração hidrotermal

A partir do trabalho de TEIXEIRA e ANGEIRAS (1965) os diversos autores que têm estudado os depósitos de fluorita do sudeste catarinense destacam a estrutura interna dos filões, caracterizado pelo forte bandamento do minério, e a sua composição mineralógica simples formada basicamente por fluorita e calcedônia.

SAVI (1980) descreveu com bastante riqueza de detalhes as estruturas internas do filão que compõe a Mina 2, destacando que além da estrutura bandada a caixa filoneana é composta principalmente por minério brechado em "cocardes".

No nosso levantamento verificamos que os filões N20º-30ºE via de regra são formados por estrutura brechada e em "cocardes", aparecendo o minério bandado nos níveis superiores ou preenchendo filões posteriores, de pequena expressão. Já os filões N50º-70ºE caracterizam-se pelo bandamento do minério. Nas figuras números 12 a 16 são apresentados perfis esquemáticos representativos dos filões Segunda

Linha Tórrens (mina Santa Catarina), São Pedro (Poço São Pedro), Ribeirão da Areia (mina Ribeirão da Areia), Canela Grande (mina Canela Grande) e Canela Pequena-Satélite (mina Canela Pequena), que são autoexplicativas.

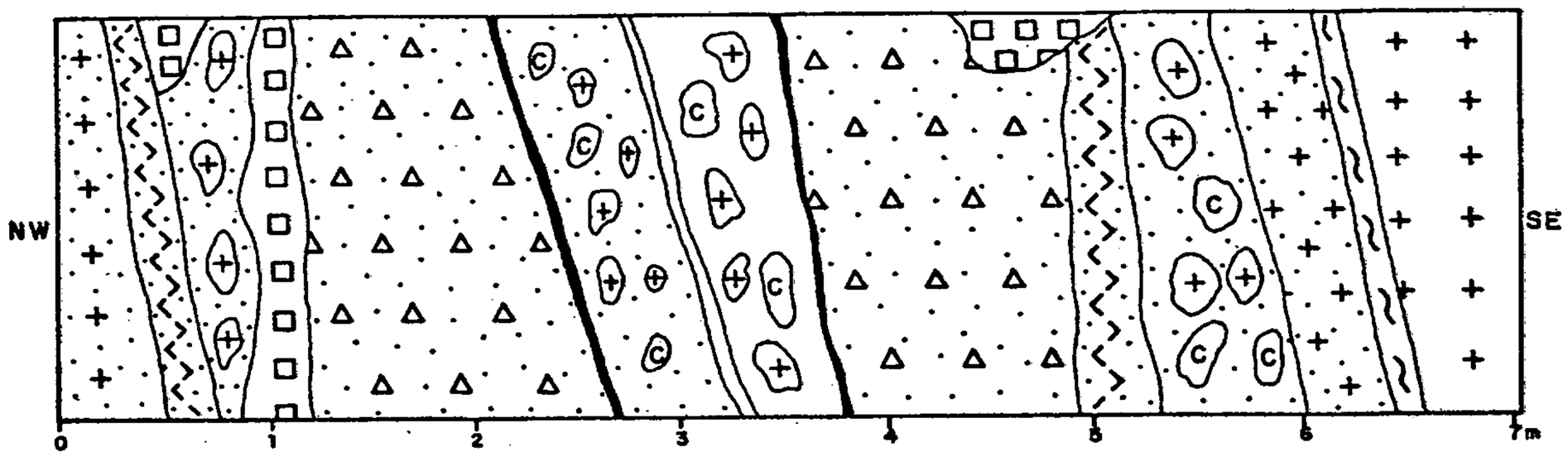
Segundo SAVI (1980) a fluorita bandada foi a primeira a cristalizar-se e reflete uma precipitação química a partir de soluções hidrotermais ao longo de fraturas abertas. É caracterizada pela intercalação de faixas de fluorita de várias cores, intercaladas com fitas de calcedônia e sílica criptocristalina. A cristalização ocorre da borda para o centro do filão, a partir da seqüência: fluorita verde escuro, fluorita verde claro, fluorita roxa, fluorita amarela e fluorita branca, todas elas intercaladas com fitas de calcedônia, caracterizando estruturas do tipo crustificação, conforme já salientado por TEIXEIRA (1968). Traçando-se um plano axial do veio bandado tem-se uma zonação simétrica (figura nº 13 a) ou assimétrica (figura nº 13 b), caracterizada pela repetição ou não da seqüência crustificada a partir do centro. Uma outra característica do minério é a formação de estrutura em pente, caracterizada por uma fraca zona de entrosamento entre as várias faixas de fluorita (TEIXEIRA, 1968).

Um outro tipo de minério comum na caixa filoneana é dado por brechas finas composta por fragmentos de fluorita e calcedônia, cimentados por estes dois minerais e/ou argila marrom (vide figura nº 16 a). Nossas observações confirmam a hipótese de SAVI (1980) de que estas brechas formaram-se durante as fases de esforços compressivos que afetaram a caixa filoneana.

Uma outra estrutura característica do minério é a fluorita em "cocardes", caracterizada pelo crescimento centrífugo de fluorita alternada com calcedônia, ao redor de fragmentos de granito da encaixante, de calcedônia e

a) NÍVEL 132-FILÃO PRINCIPAL

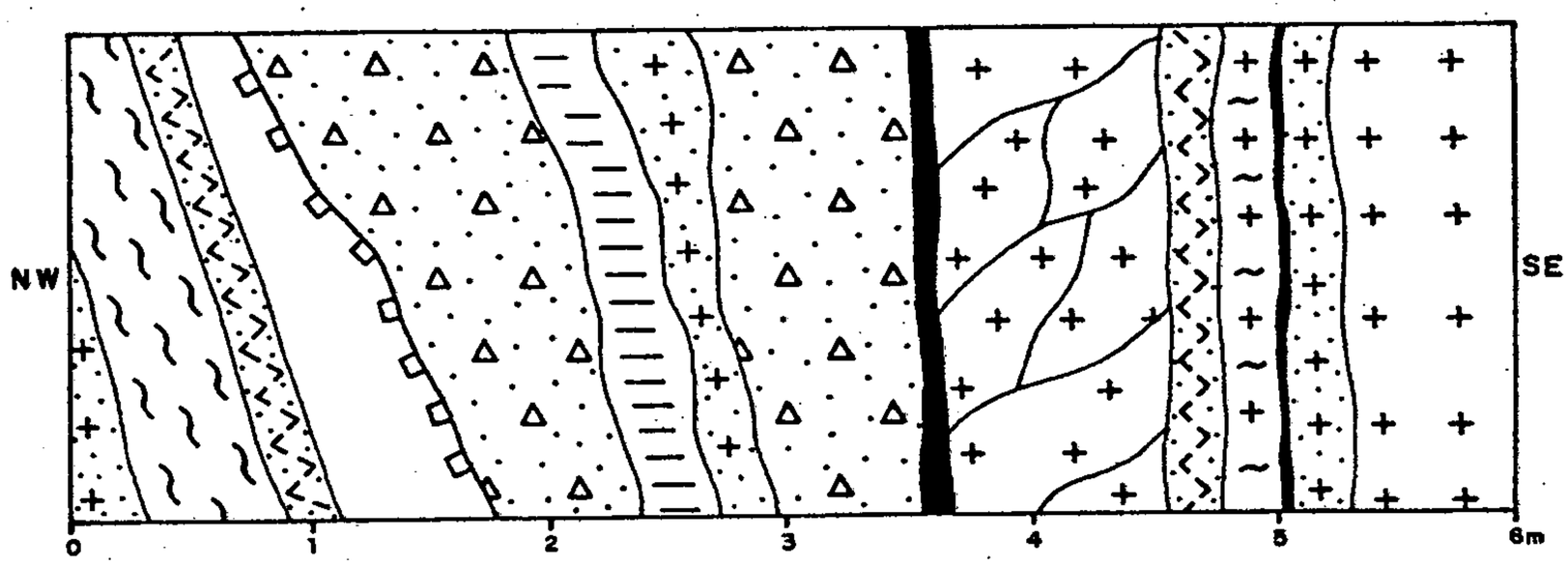
PERFIL NO TETO DA GALERIA-CABECEIRA 132/S



- ROCHA GRANITÓIDE PORFIRÍTICA HIDROTERMALINIZADA
- FLUORITA BANDADA VERDE CLARO, ROXA, AMARELA E CALCEDÔNIA
- FLUORITA AMARELA CÚBICA PREENCHENDO GEODOS
- MINÉRIO BRECHA DO GROSSEIRO COM ELEMENTOS DO ARCABOUÇO FORMADO POR GRANITÓIDE E CALCEDÔNIA, MATRIZ CONSTITUÍDA POR FLUORITA
- FLUORITA AMARELA CÚBICA E MACIÇA PREENCHENDO FRATURAS
- MINÉRIO BRECHADO FINO COM ELEMENTOS DO ARCABOUÇO E MATRIZ CONSTITUÍDO POR FLUORITA AMARELA, BRANCA E CALCEDÔNIA
- FILONETES DE FLUORITA AMARELA
- FRATURA ABERTA NÃO PREENCHIDA
- PROTOMILONITO DE ROCHA GRANITÓIDE
- GRANITÓIDE PORFIRÍTICO COM FENOBLASTOS AVERMELHADOS

b) NÍVEL 132-FILÃO PRINCIPAL

PERFIL NO TETO DA GALERIA-TR. W-2

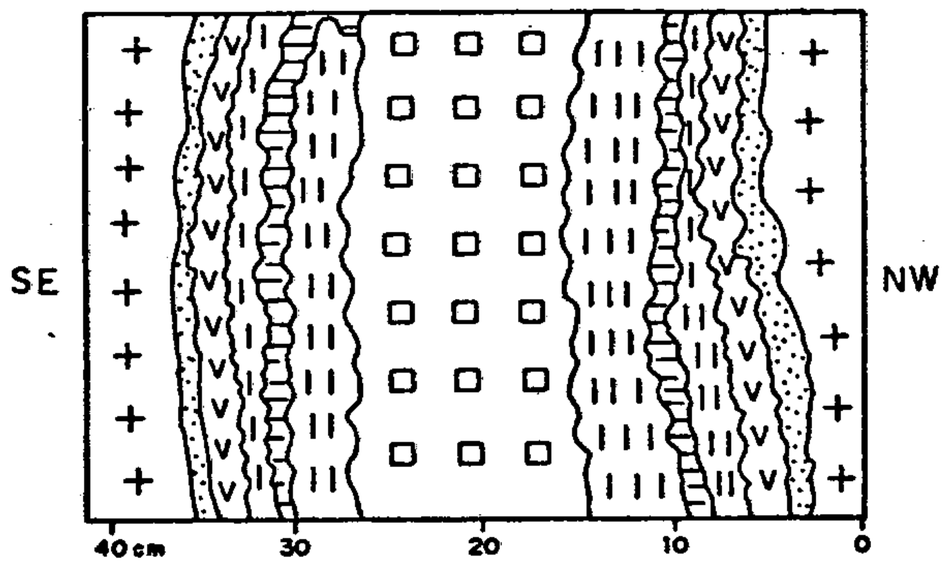


- GRANITÓIDE ALTERADO COM FELDSPATIZAÇÃO INTENSA
- PROTOMILONITO DE ROCHA GRANITÓIDE
- FLUORITA BANDADA ROXA, AMARELA E CALCEDÔNIA
- VAZIO PARCIALMENTE PREENCHIDO POR FLUORITA AMARELA CÚBICA
- MINÉRIO BRECHADO FINO COM ELEMENTOS DO ARCABOUÇO E MATRIZ CONSTITUÍDO POR FLUORITA AMARELA, BRANCA E CALCEDÔNIA
- VEIO DE CALCEDÔNIA BRANCA
- FILONETES DE FLUORITA AMARELA, ROXA E CALCEDÔNIA
- GRANITÓIDE HIDROTERMALINIZADO CORTADO POR FILONETES MILIMÉTRICOS DE CALCEDÔNIA VERDE
- GRANITÓIDE CATACLÁSTICO HIDROTERMALINIZADO
- GRANITÓIDE PORFIRÍTICO POUCO HIDROTERMALINIZADO

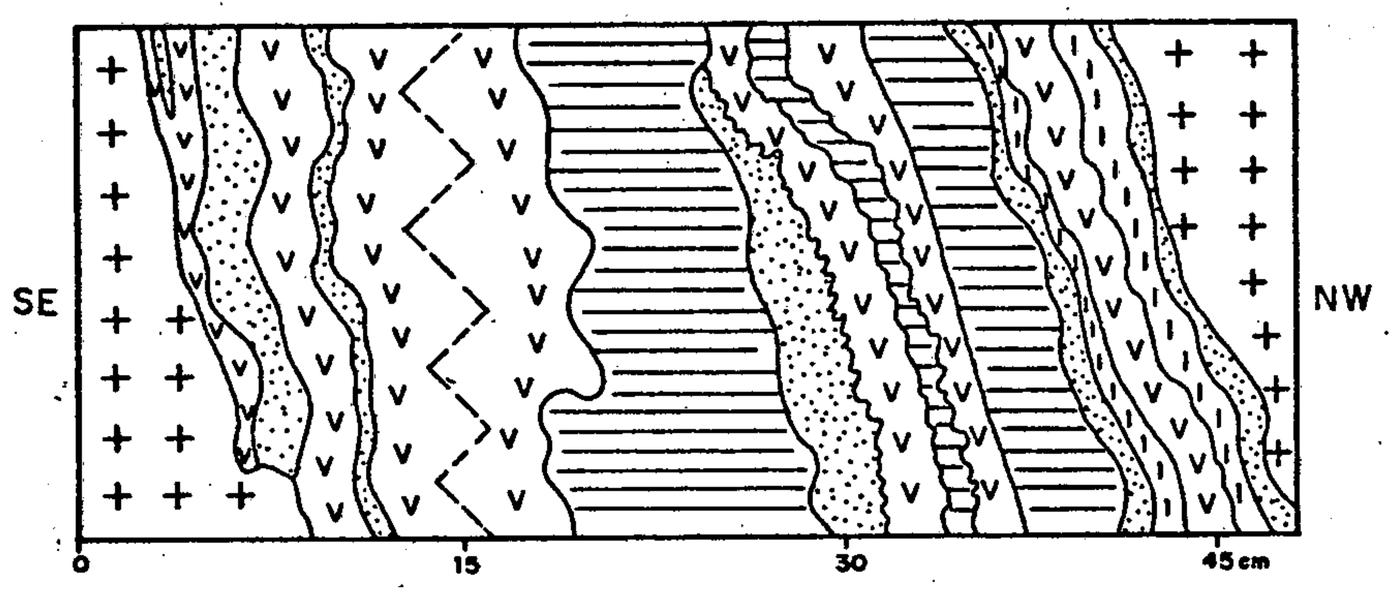
FIGURA 12 - PERFÍS ESQUEMÁTICOS DO FILÃO PRINCIPAL DA MINA SANTA CATARINA

MINA SANTA CATARINA - NÍVEL 132

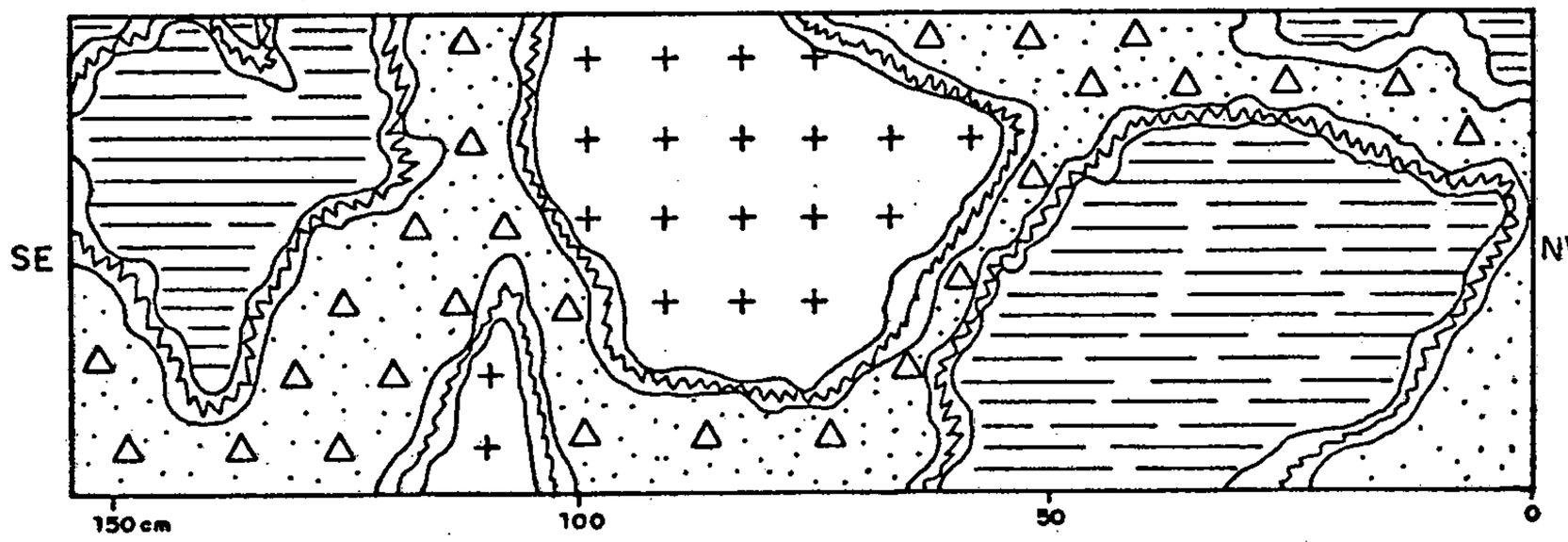
a) Minério bandado — Zonação simétrica



b) Minério bandado — Zonação assimétrica



C) Minério em "cocardes"



GRANITO PORFIRÍTICO HIDROTERMALINIZADO.

CALCEDÔNIA VERDE.

FLUORITA BANDADA ROXA.

FLUORITA BANDADA AMARELA.

CALCEDÔNIA BRANCA.

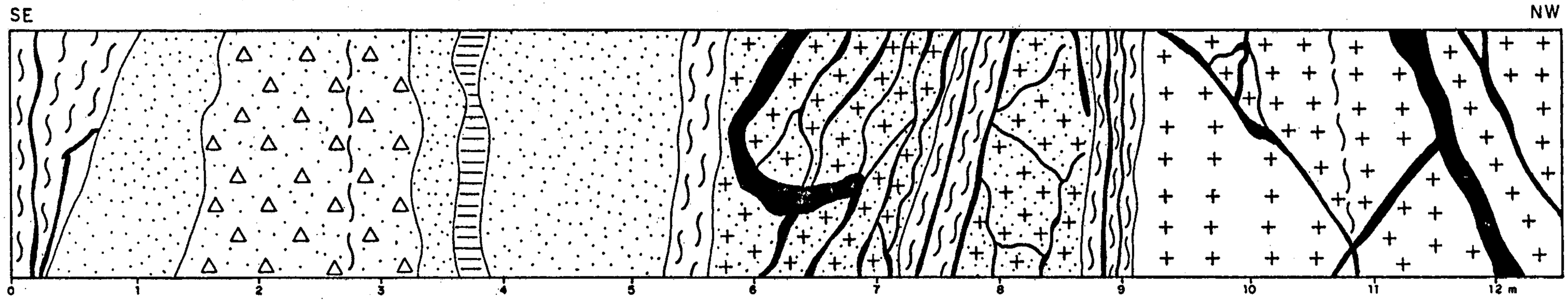
FLUORITA MACIÇA BRANCA.

FLUORITA BANDADA VERDE, ROXA E AMARELA COM CALCEDÔNIA BRANCA.

FLUORITA MACIÇA VERDE, ROXA E AMARELA.

FIGURA 13 – DETALHE DAS ESTRUTURAS BANDADA E EM "COCARDES"

CORTE DA ZONA MINERALIZADA — NÍVEL 70 — PAREDE SUL



GRANITO EQUIGRANULAR COM COR RÓSEA INTENSA.

GRANITO EQUIGRANULAR RÓSEO CAULINIZADO.

PROTOMILONITO DE ROCHA GRANÍTICA.

VEIOS CENTIMÉTRICOS E VÊNULAS MILIMÉTRICAS DE FLUORITA BRANCA, AMARELA E ROXA COM ALGUMA CALCEDÔNIA.

FLUORITA BRANCA CATACLÁSTICA.

ARGILA MARROM.

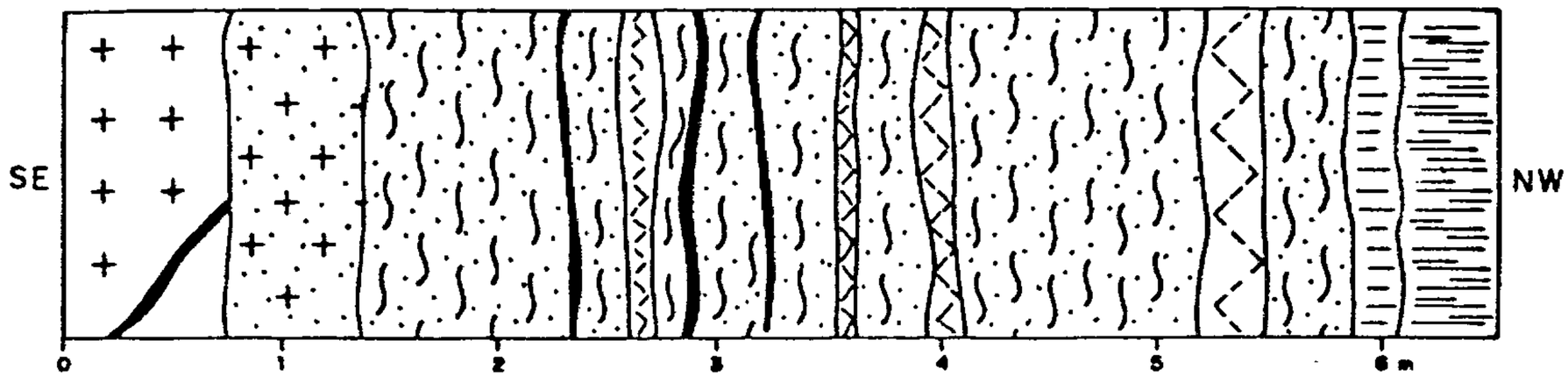
MINÉRIO BRECHADO CONSTITUÍDO POR GRANITO HIDROTERMALINIZADO E FLUORITA BRANCA.

FIGURA 14 — PERFIL ESQUEMÁTICO DO FILÃO SÃO PEDRO

CPRM

CPRM

BLOCO 70/02 - CHAMINÉ 2 - FRENTE DE LAVRA SUL



GRANITO MÉDIO, CINZA.

GRANITO ALTERADO INTENSAMENTE CAULINIZADO.

MILONITO DE CORES CINZA A AVERMELHADA.

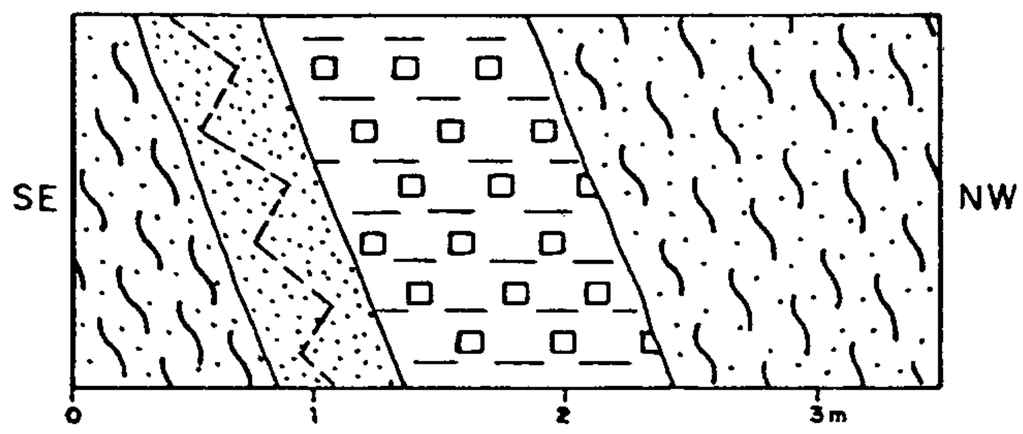
FLUORITA BANDADA VERDE ESCURO, VERDE CLARO, ROXA E BRANCA COM ALGUMA CALCEDÔNIA.

FILONETES DE FLUORITA ROXA E BRANCA.

CALCEDÔNIA BRANCA.

ARGILA MARROM.

BLOCO 70/01 - CHUTE 1 - FRENTE DE LAVRA SUL

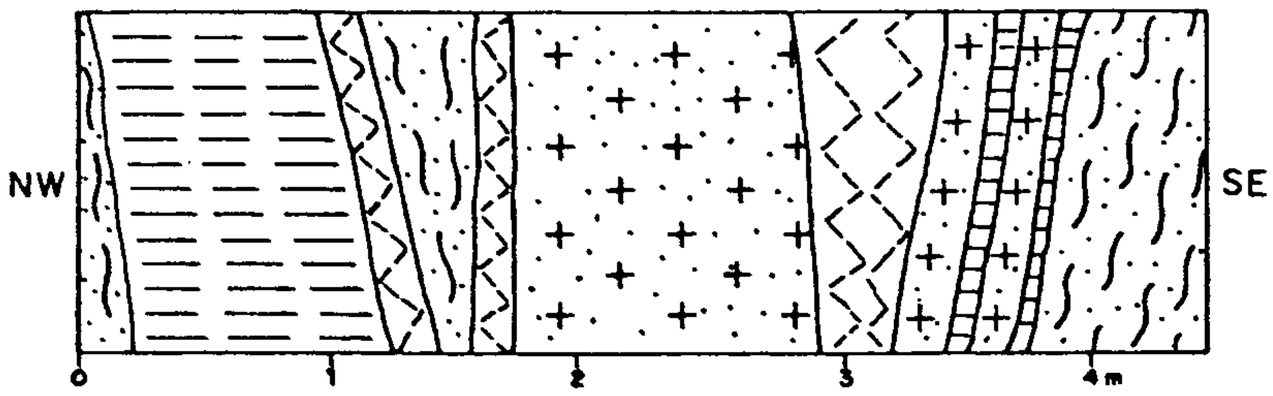


MILONITO CINZA.

FLUORITA BANDADA VERDE E ROXA COM CALCEDÔNIA.

CALCEDÔNIA E FLUORITA AMARELA CÚBICA. PARCIALMENTE LIXIVIADA.

BLOCO 70/03 - CHUTE 5 - FRENTE NORTE



MILONITO CINZA.

GRANITO MÉDIO HIDROTERMALINIZADO.

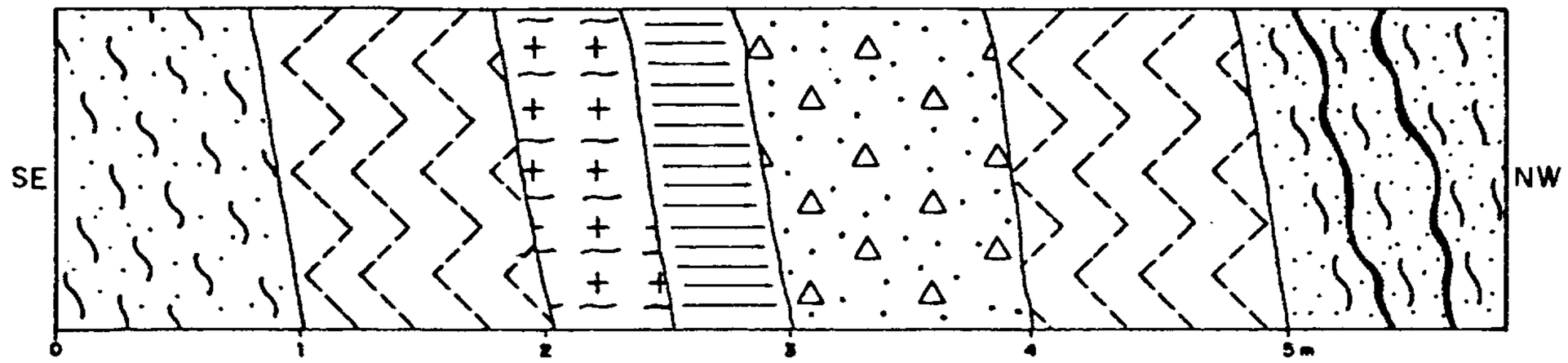
CALCEDÔNIA BRANCA.

FLUORITA BANDADA ROXA COM CALCEDÔNIA.

FIGURA 15 – PERFIS ESQUEMÁTICOS DO FILÃO RIBEIRÃO DA AREIA NA MINA HOMÔNIMA

a) MINA CANELA PEQUENA

BLOCO 70/01 - FRENTE DE LAVRA SUL



MILONITO AVERMELHADO NA LAPA

CALCEDÔNIA BRANCA

MINÉRIO BANDADO CONSTITUÍDO POR CALCEDÔNIA BRANCA, FLUORITA AMARELA, FLUORITA ROXA E MATERIAL ARGILOSO MARROM.

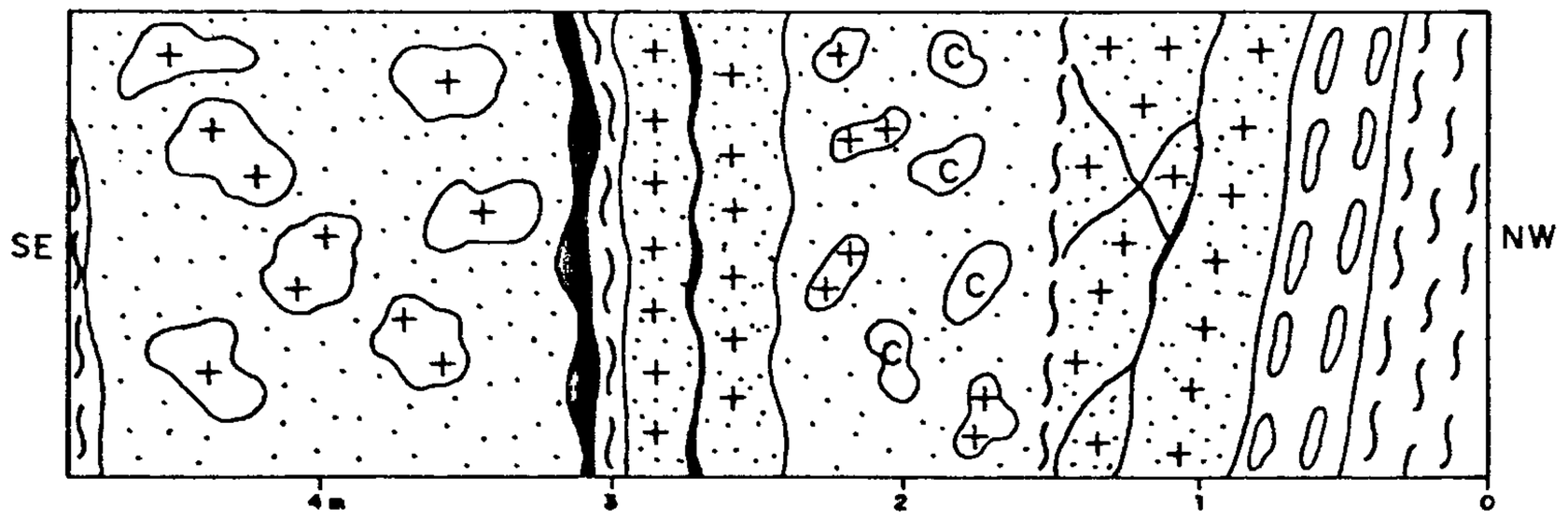
MINÉRIO BRECHADO FINO COM ARCABOUÇO CONSTITUÍDO POR FLUORITA E CALCEDÔNIA (BLOCOS ATÉ 10 cm) E MATRIZ ARGILOSA MARROM COM FLUORITA FINA.

GRANITÓIDE PORFIRÍTICO CATACLÁSTICO

MILONITO CINZA RECORTADO POR FILONETES DE FLUORITA ROXA E CALCEDÔNIA BRANCA.

b) MINA CANELA GRANDE

BLOCO 126/02 - FRENTE DE LAVRA SUL



PROTOMILONITO DE ROCHA GRANITÓIDE PORFIRÍTICA.

GRANITO PORFIRÍTICO HIDROTERMALINIZADO.

BRECHA GROSSEIRA C/ BLOCOS DE GRANITÓIDE DE ATÉ 40 cm DISTRIBUÍDO EM MATRIZ FORMADA POR FLUORITA E CALCEDÔNIA.

MINÉRIO BRECHADO COM BLOCOS DE CALCEDÔNIA E GRANITO DE ATÉ 20 cm DISTRIBUÍDO EM MATRIZ COM FLUORITA ROXA E AMARELA. "COCARDE" DE FLUORITA ROXA E CALCEDÔNIA.

VÊNULAS CENTIMÉTRICAS E/OU MILIMÉTRICAS DE FLUORITA AMARELA E ROXA.

"COCARDE" DE FLUORITA ROXA E CALCEDÔNIA EM CALCEDÔNIA.

FIGURA 16 - PERFIS ESQUEMÁTICOS DOS FILÕES DAS MINAS CANELA PEQUENA E CANELA GRANDE

de fluorita bandada. Na figura nº 13 c é apresentado um croquis da estrutura em "cocardes" observada no nível 132 da mina Santa Catarina. Os elementos formadores dos "cocardes" originaram-se do abatimento da zona de fluorita bandada e das paredes da encaixante, em zonas de alívio provocados pelos esforços cisalhantes dextrógiros, acompanhado de uma recorrência dos fluidos mineralizantes.

A continuidade da movimentação segundo SAVI (1980) provocou a formação de brechas grosseiras, que são típicas em quase todos filões N20º-30ºE (vide figuras nºs 12 e 16 a). Segundo aquele autor sua origem estaria ligada a fase final de movimentação da falha. Esta estrutura caracteriza-se por fragmentos médios de 20 - 30cm constituídos pela rocha granitóide encaixante, calcedônia, "cocardes" e fluorita bandada, distribuindo-se por uma matriz a base de fluorita, calcedônia e argila.

Uma outra característica da mineralização filonar é a presença de filonetes milimétricos a centimétricos (até 30cm), compostos por fluorita roxa, fluorita amarela e/ou calcedônia. Estes filões recortam a caixa filoneana e, particularmente, as rochas encaixantes, preenchendo fraturas abertas de várias direções (vide figuras nºs 12 b e 14).

Por último, dentro do contexto da estrutura interna da caixa filoneana, observa-se que o fechamento não é completo originando inúmeras cavidades. Estas cavidades são parcialmente preenchidas por fluorita com cores amarela, lilás claro, branca e incolor, barita em lamelas, quartzo piramidado, pirita e argilas brancas (identificadas como hidalgoíta por BAPTISTA e ANGEIRAS - in: TEIXEIRA, 1968 e caulinita por SAVI, 1980). Estes minerais formam drusas e geodos onde a fluorita cristaliza em cristais cúbicos, euédricos, com até 10 cm de aresta.

Segundo TEIXEIRA (1968) a fluorita cristaliza em três formas texturais diferentes: a) textura colunar: constitui-se de grandes colunas ou formas aciculares, situadas mais próximas das paredes, indicando a predominância de soluções concentradas e calmas; b) textura maciça de granulação fina: posiciona-se na faixa intermediária entre a parede e a zona central do veio e, caracteriza-se por agregados compactos de pequenos cristais, indicando variações complexas e constantes nas soluções; c) textura cristalina grosseira: situa-se na porção central formando cristais euédricos cúbicos, a partir de uma cristalização lenta provocada pela diminuição da concentração das soluções.

Nas diversas minas visitadas verificou-se que a constituição mineralógica dos filões é simples, formando-se basicamente por fluorita e calcedônia perfazendo mais de 90% dos constituintes mineralógicos. Os minerais acessórios são barita, quartzo, pirita, caolinita e hidalgoíta. Na figura nº 17 é mostrado um diagrama simplificado da paragênese do filão baseado em SAVI (1980).

A atividade hidrotermal provocou nas paredes das rochas encaixantes dos vários filões estudados, uma alteração hidrotermal fraca a moderada, caracterizada pelos diversos autores como albitização, epidotização, argilização, cloritização, com alguma piritização e silicificação, que são melhor caracterizadas através de estudos petrográficos detalhados.

Nas diversas minas estudadas os efeitos mesoscópicos mais evidentes desta alteração são dados pela caulinização, epidotização e cloritização das rochas granitóides encaixantes, a primeira provocando uma coloração mais clara das rochas e, as duas últimas uma tonalidade mais esverdeada.

ZONAS / MINERAIS	BANDADA	BRECHA FINA	COCARDES	BRECHA GROSSEIRA	FILONETES, DRUSAS E GEODOS
FLUORITA VERDE ESCURA	▬▬		▬▬		
CALCEDÔNIA	▬ ▬ ▬ ▬	▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬	▬▬▬▬▬▬	▬ ▬ ▬▬▬
FLUORITA VERDE CLARA	▬▬▬		▬▬		▬ ▬ ▬
FLUORITA ROXA	▬▬	▬ ▬	▬▬	▬▬	▬▬
FLUORITA AMARELA	▬▬ ▬ ▬▬		▬▬	▬▬▬	▬▬
FLUORITA BRANCA	▬▬ ▬ ▬▬		▬▬		▬▬
BARITA	▬ ▬ ▬				▬▬
QUARTZO					▬▬
PIRITA					▬▬
CAOLINITA				▬ ▬ ▬	▬▬
HIDALGOÍTA				▬ ▬ ▬	▬▬

FIGURA 17 - DIAGRAMA DA PARAGÊNESE DO FILÃO (BASEADO EM SAVI, 1980)

CPRM

Segundo TEIXEIRA (1968) a cor rósea a avermelhada intensa observada nos feldspatos das rochas granitóides foi provocada pela albitização. Esta albitização teria sido provocada pela substituição do oligoclásio e da microclina.

3.7 - Distribuição de elementos-traço na fluorita

Foram coletadas 20 amostras de fluorita com o objetivo de obter parâmetros indicativos das possíveis relações genéticas da mineralização com as suas encaixantes.

As amostras coletadas são representativas dos filões N20º-30ºE e N50º-70ºE e foram analisadas inicialmente para 30 elementos por espectrografia semiquantitativa. Em função das baixas concentrações na fluorita dos vários elementos estudados e o elevado limite inferior de detecção do método, a grande maioria dos elementos não foram detectados, conforme mostrado na Tabela I. Assim as amostras foram reanalisadas para alguns elementos (Mn, Ce, Fe, Sr, Y, Na, K, Si) por raios-X, afim de compará-las com dados da bibliografia internacional (DEANS e POWEL, 1968; NYAMBOCK, 1978; RONWALL e FRIEDRICH, 1974; BARBIERI et alii, 1977; SMITH e HIRST, 1974; STEYN, 1955, YAKUBOVICH e PORTNOV, 1966), e com aqueles apresentados por HORBACH e MARIMON (1982), para fluoritas do próprio distrito de Santa Catarina.

As amostras também foram analisadas quanto ao seu conteúdo em lantanídeos utilizando-se do método de ativação neutrônica, através de análise não destrutiva realizada pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), cujos resultados também são apresentados na tabela I. O estudo da distribuição das terras raras em fluoritas é uma técnica moderna que têm sido grandemente utilizada por diversos pesquisadores para tentar explicar a fonte do flúor e as

TABELA 1 - RESULTADOS ANALÍTICOS DE ELEMENTOS TRAÇOS E ELEMENTOS MAIORES EM FLUORITAS DA REGIÃO LINHA TÓRRENS - PEDRAS GRANDES

AMOSTRAS			ANÁLISES REALIZADAS																													
			ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA SEMIQUANTITATIVA											RAIOS - X						MÉTODOS QUANTITATIVOS				ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA							
Nº DE CAMPO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA	Fe %	Mg %	Ca %	Mn ppm	Ba ppm	Be ppm	Cu ppm	La ppm	Pb ppm	Sr ppm	V ppm	Y ppm	Mn ppm	Ce ppm	Fe ppm	Sr ppm	Y ppm	Si %	Na %	K %	Ca %	F_{a} %	La ppm	Ce ppm	Sm ppm	Eu ppm	Tb ppm	Yb ppm	Lu ppm	ΣL ppm
AM 01 D	MINA RIBEIRÃO DA AREIA NÍVEL 70 - CHUTE 1	FLUORITA AZUL, MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	ND	1	L 5	20	ND	L 100	L 10	300	L 5	35	50	L 5	220	0,30	0,03	ND	48,3	45,9	5,2	40,0	5,8	1,1	2,1	8,1	1,0	63,3
AM 01 E	MINA RIBEIRÃO DA AREIA NÍVEL 70 - CHUTE 1	FLUORITA VERDE E AZUL BANDADA, MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	ND	1,5	ND	20	ND	ND	L 10	200	ND	20	L 50	ND	220	0,82	0,04	ND	43,8	41,6	6,3	41,6	5,6	0,92	1,8	7,1	0,88	64,2
AM 01 F	MINA RIBEIRÃO DA AREIA NÍVEL 70 - CHUTE 1	FLUORITA ROXA/MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	L 20	L 1	ND	20	ND	ND	ND	70	L 5	25	ND	ND	100	1,5	0,08	0,01	48,9	46,4	3,2	21,1	4,9	0,56	1,0	4,7	0,56	36,2
AM 01 G	MINA RIBEIRÃO DA AREIA NÍVEL 70 - CHUTE 1	FLUORITA VERDE CLARO, MACIÇA	0,05	L 0,02	G 20	10	L 20	L 1	L 5	20	ND	ND	L 10	100	10	10	500	ND	190	0,74	0,07	0,02	49,5	47,0	7,5	33,3	5,3	0,67	1,1	5,9	0,74	54,5
AM 477 A	MINA POÇO 6 NÍVEL 80	FLUORITA BRANCA MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	L 10	50	10	L 5	20	ND	100	L 10	70	L 5	ND	ND	ND	60	0,14	0,03	ND	49,8	47,3	1,4	11,1	1,3	0,40	0,73	4,0	0,49	19,4
AM 477 B	MINA POÇO 6 NÍVEL 80	FLUORITA VERDE CLARO BANDADA COM FLUORITA INCOLOR E CALCEDÔNIA	L 0,05	0,02	G 20	L 10	1500	1	ND	20	L 10	100	20	70	10	35	300	ND	60	6,1	0,02	0,17	45,2	43,0	5,6	25,8	3,5	1,1	0,81	6,9	0,89	44,6
AM 477 C	MINA POÇO 6 NÍVEL 80	FLUORITA AMARELO CLARO E INCOLOR, MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	L 10	100	7	L 5	L 20	L 10	100	L 10	70	L 5	10	L 50	ND	40	0,27	0,04	0,01	49,2	46,8	1,6	12,4	1,3	1,8	0,79	3,8	0,54	22,2
AM 477 D	MINA POÇO 6 NÍVEL 80	FLUORITA BRANCA MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	300	5	L 5	20	L 10	100	L 10	50	L 5	10	N 50	10	30	0,40	0,05	0,01	49,3	46,8	1,5	9,6	1,2	1,4	0,45	2,9	0,40	17,4
AM 515	FILÃO SÃO PEDRO NÍVEL 70	FLUORITA AMARELO CLARO E INCOLOR, CÚBICA	L 0,05	L 0,02	G 20	10	1000	10	L 5	20	15	100	L 10	150	5	35	55	5	120	0,71	0,07	0,02	48,7	46,3	3,3	21,0	3,2	2,1	1,1	5,2	0,80	36,7
AM 515 A	FILÃO SÃO PEDRO NÍVEL 70	FLUORITA BRANCA E VERDE CLARO, MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	L 10	5000	1,5	7	L 20	10	ND	ND	50	10	60	75	65	80	5,0	0,05	0,01	37,0	35,1	3,0	13,9	2,9	1,9	0,92	3,4	0,50	26,5
AM 516	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 132 - TR.W-2	FLUORITA VERDE, MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	50	ND	L 5	20	ND	ND	L 10	70	ND	25	ND	ND	40	0,10	0,06	0,02	49,7	47,1	6,3	24,5	3,2	2,1	0,80	3,6	0,47	40,9
AM 516 A	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 132 - TR. 132-W	FLUORITA VERDE CLARO, BANDADA, MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	200	1	ND	L 20	ND	ND	L 10	70	5	30	L 50	ND	40	3,1	0,02	0,01	47,0	44,1	4,0	16,0	2,2	1,2	0,61	2,5	0,38	26,8
AM 516 B	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 182 - BLOCO 05	FLUORITA INCOLOR, CÚBICA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	30	2	ND	20	ND	ND	L 10	100	L 5	40	ND	ND	160	0,13	0,03	ND	49,7	47,2	4,7	37,2	3,4	3,6	1,1	13,7	1,7	65,4
AM 516 C	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 182 - BLOCO 05	FLUORITA AMARELA CÚBICA	L 0,05	L 0,02	G 20	L 10	300	7	ND	20	ND	L 100	L 10	100	L 5	5	250	ND	130	0,42	0,03	ND	49,5	47,0	2,8	33,7	3,2	3,4	1,5	12,3	1,5	58,4
AM 516 D	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 80 - CAB. 80-53	FLUORITA AMARELA MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	L 10	20	5	ND	20	50	100	L 10	70	ND	10	80	5	60	0,23	0,05	ND	49,9	47,4	1,8	13,6	2,0	2,7	0,89	4,7	0,56	26,2
AM 515 E	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 132 - TR.W-2	FLUORITA ROXA E VERDE AZULADA BANDADA COM CALCEDÔNIA CINZA	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	1000	ND	L 5	20	ND	ND	L 10	50	L 5	50	ND	ND	30	1,2	0,03	0,01	49,0	46,6	2,7	12,6	1,6	0,9	0,67	2,6	0,30	21,3
AM 516 F	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 132 - TR.W-2	FLUORITA VERDE AZULADA BANDADA COM CALCEDÔNIA CINZA CLARO	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	100	1	ND	L 20	ND	ND	L 10	70	ND	L 5	ND	ND	65	0,98	0,03	ND	49,4	46,9	4,0	22,2	2,8	1,3	1,2	4,7	0,59	36,7
AM 516 G	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 80 - CAB. 8053	FLUORITA ROXA, E VERDE CLARO, BANDADA COM CALCEDÔNIA CINZA	0,1	L 0,02	G 20	L 10	50	1	ND	L 20	10	ND	ND	50	10	25	3300	ND	80	2,9	0,04	0,05	47,7	45,3	3,0	22,2	3,1	1,6	1,3	6,5	0,83	38,5
AM 516 H	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 80 - CAB. 8053	FLUORITA AMARELO CLARO A INCOLOR, MACIÇA	L 0,05	L 0,02	G 20	L 10	L 20	7	ND	L 20	L 10	100	L 10	70	5	30	L 50	ND	60	0,83	0,07	0,01	49,3	46,9	2,5	14,4	2,0	0,91	0,79	4,1	0,47	25,1
AM 516 I	MINA SANTA CATARINA NÍVEL 80 - CAB. 8053	FLUORITA VERDE CLARO, MACIÇO	L 0,05	L 0,02	G 20	ND	L 20	L 1	ND	L 20	ND	ND	L 10	70	ND	20	ND	ND	80	0,40	0,02	ND	49,7	47,2	4,9	24,6	3,4	0,89	1,4	6,3	0,74	42,2

OBSERVAÇÕES: 1) NA TABELA OS SÍMBOLOS TEM O SEGUINTE SIGNIFICADO: L= MENOR QUE O VALOR REGISTRADO; G= MAIOR QUE O VALOR REGISTRADO; ND= NÃO DETECTADO.
2) NA ANÁLISE ESPETROGRÁFICA SEMIQUANTITATIVA OS SEGUINTES ELEMENTOS NÃO FORAM DETECTADOS: Ti, Ag, As, Au, B, Bi, Cd, Co, Ce, Mo, Nb, Ni, Sb, Sc, Sn, W, Zn e Zr.

CPRM

condições de deposição dos fluidos mineralizantes (MARCHAND et alii, 1976; GRAPPIN et alii, 1979; CHATAGNON e MEARY, 1982; HUBERT et alii, 1982).

Os dados até agora obtidos foram interpretados preliminarmente e dependem de novas análises, principalmente das rochas encaixantes, para interpretações mais conclusivas.

Pelos dados apresentados verifica-se que as fluoritas catarinenses mostram baixo teor em elementos maiores (Fe, Mn, Mg, Ti, Na, K), sendo menores ou semelhantes aqueles apresentados por RONWALL e FRIEDRICH (1974) para as fluoritas de Osor, na Espanha, e por NYAMBOCK (1978) em fluoritas de Kerio Valley, no Quênia. Já os valores de sílicio são elevados em função da associação fluorita-calcedônia na mineralização.

Da mesma forma as fluoritas analisadas contém um teor muito baixo nos elementos menores comuns como o Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, V. Destacam-se alguns valores elevados de bário, que provavelmente relaciona-se à presença de barita, mineral acessório comum nas fases finais da mineralização.

Algumas amostras apresentam valores elevados de berílio, entre 5 e 10 ppm, todas elas de fluoritas relacionadas aos estágios finais de mineralização, à semelhança do que ocorre no distrito de Amba Dongar (DEANS e POWELL, 1968), em que a fluorita está associada a carbonatitos.

As concentrações de ítrio detectadas por fluorescência de raios-X variam entre 40 e 220 ppm, ocorrendo as maiores concentrações em fluoritas das primeiras gerações (verde claro e azul), igualmente semelhante aos resultados apresentados por DEANS e POWELL (1968) para Amba Don-

gar. Entretanto estes valores são bem inferiores àqueles mostrados por HORBACH e MARIMON (1982), com teores variando entre 77 e 1.350 ppm. Estas discrepâncias podem ser explicadas por eventuais problemas analíticos, destacando-se no nosso caso que as amostras foram analisadas por dois métodos distintos e mostram valores aproximados.

Ainda comparativamente com os dados apresentados por HORBACH e MARIMON (1982), observa-se uma grande discrepância nos teores de estrôncio. No nosso estudo os teores foram de no máximo 65 ppm por fluorescência de Raios-X e 100 ppm por espectrografia semiquantitativa, sendo que na maioria das amostras o estrôncio não foi detectado pela sensibilidade do método (5 e 100 ppm, respectivamente). Por outro lado aqueles autores apresentam uma variação de teores entre 108 e 560 ppm em 20 amostras analisadas. Considerando as concentrações de Sr detectadas no nosso estudo, as mesmas são bem inferiores àquelas apresentadas por DEANS e POWELL (1968) para fluoritas filiadas a carbonatitos bem como à fluoritas ligadas geneticamente a granitóides (YAKUBOVICH e PORTNOV, 1966).

Uma série de autores consideram que a curva de distribuição dos lantanídeos é um indicador das condições de gênese da fluorita. MARCHAND et alii (1976) verificaram através de experiências de laboratório que o espectro das terras raras numa solução é herdado daquele da rocha mãe alterada, concluindo que na ausência de agentes fortemente complicadores, a curva de distribuição dos lantanídeos na fluorita pode fornecer uma indicação sobre a fonte do jazimento. Usando esta linha de raciocínio estudaram o depósito de Maine (Cordesse, França), chegando a conclusão que o comportamento das curvas de normalização do conteúdo de lantanídeos em relação a condritos aproxima-se daquelas de gabros ou séries basálticas toleíticas no caso da formação branca, enquanto que as fluoritas da formação verde assemelham-se à

série mais alcalinas.

Como citado anteriormente as 20 amostras de fluorita da área Linha Tórrens - Pedras Grandes foram analisadas por ativação neutrônica para La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb e Lu, cujos resultados estão plotados na tabela I. Na última coluna desta tabela é colocado o somatório do conteúdo destes lantanídeos em cada amostra.

Uma primeira análise dos resultados demonstra que o conteúdo de lantanídeos nas fluoritas catarinenses é relativamente baixo, variando de 17,4 ppm a 65,4 ppm. Via de regra, as maiores concentrações situam-se naquelas amostras de fluorita verde, enquanto que o menor conteúdo de lantanídeos relaciona-se, na maioria das amostras, à fluoritas da última geração (fluorita amarela e branca).

A partir da normalização dos teores de cada amostra em relação aos teores em condritos (baseado em dados de HANSON, 1980), construiram-se curvas de distribuição mostradas na figura nº 18. A normalização em relação aos condritos permite a comparação dos resultados entre amostras de procedência diferente e de litologias e/ou minerais distintos.

Vista globalmente, a configuração das curvas de distribuição dos lantanídeos nas 20 amostras demonstra uma certa similaridade nos intervalos La-Ce-Sm e Tb-Yb-Lu, ocorrendo grandes oscilações em relação ao comportamento de Eu. Este elemento pode apresentar-se na forma de anomalias positivas ou negativas em relação ao Sm e Tb (curvas A, C, D, da figura nº 18) ou posicionam-se intermediariamente entre aqueles dois elementos (curva B da figura nº 18). Estas variações no conteúdo de Eu são explicadas por variações nas condições de oxi-redução das soluções mineralizantes, provocando a precipitação do Eu em valências reduzida ou oxidada

CPRM

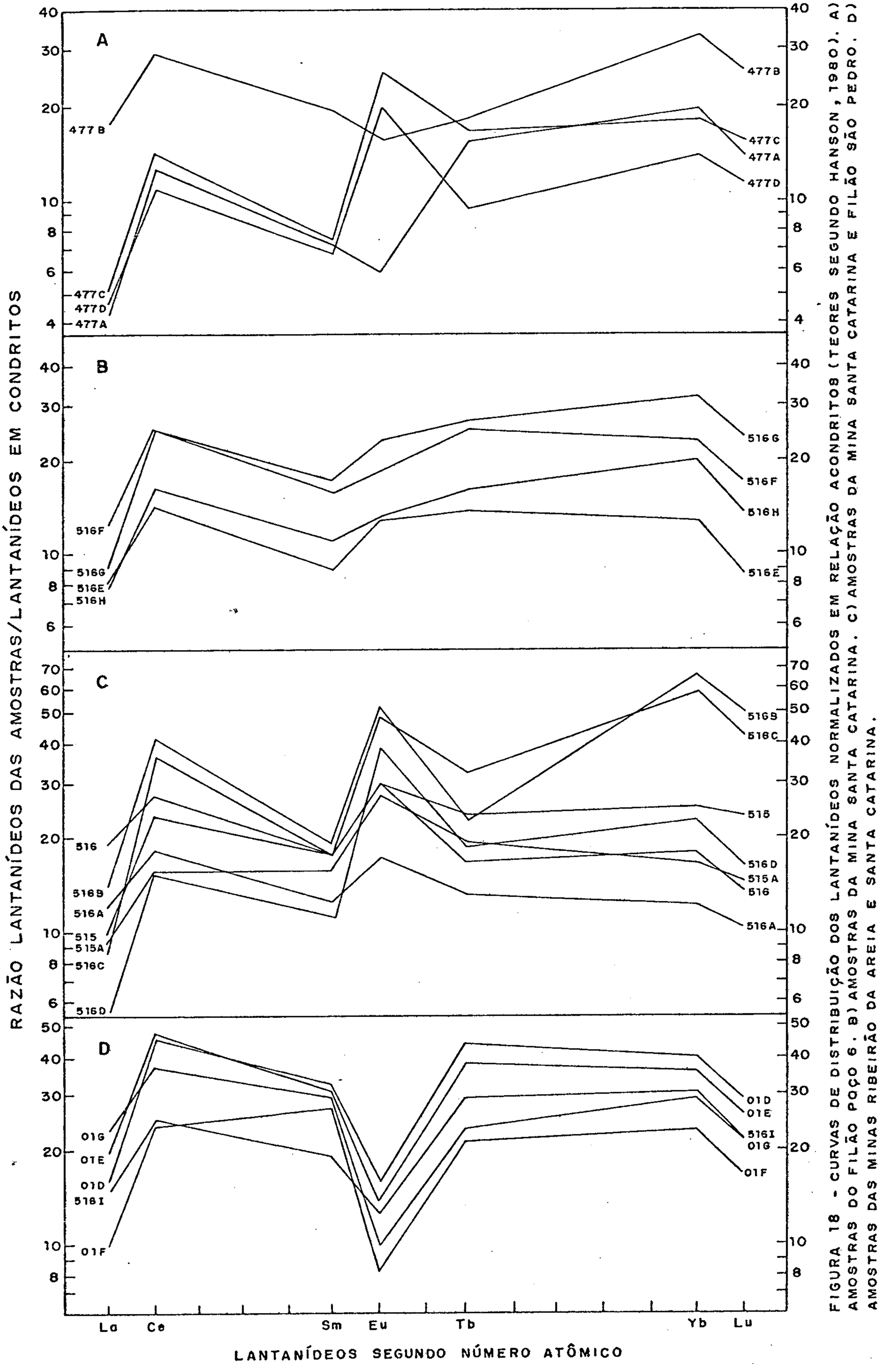


FIGURA 18 - CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS LANTANÍDEOS NORMALIZADOS EM RELAÇÃO ACONDRITOS (TEORES SEGUNDO HANSON, 1980). A) AMOSTRAS DO FILÃO POÇO 6. B) AMOSTRAS DA MINA SANTA CATARINA. C) AMOSTRAS DA MINA SANTA CATARINA. D) AMOSTRAS DAS MINAS RIBEIRÃO DA AREIA E SANTA CATARINA.

(GRAPPIN et alii, 1979). Já MARCHAND et alii (1982) consideram que uma anomalia positiva em Eu é freqüentemente observada em rochas do tipo gabróico e é explicada pela grande proporção de plagioclásio presente nestas rochas.

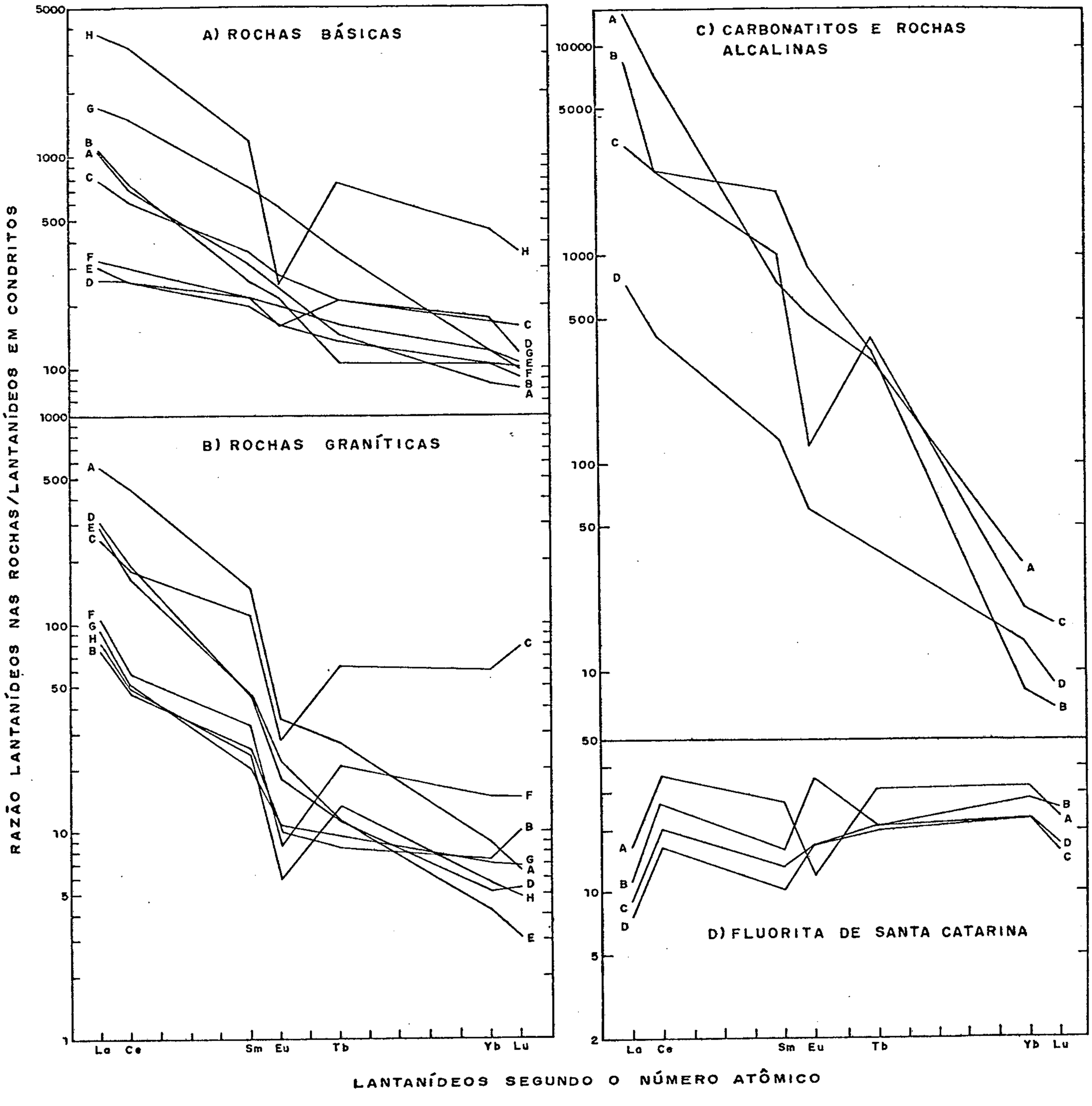
Na figura nº 19 são mostradas as curvas de distribuição de lantanídeos em rochas básicas, rochas graníticas, carbonatitos e rochas alcalinas, construídas a partir de dados da bibliografia, que são comparadas com curvas médias das amostras de Santa Catarina. Numa análise simples verifica-se que não há correspondência entre os nossos resultados preliminares e os demais, havendo necessidade de maiores estudos para emitirmos conclusões em bases mais concretas.

As curvas de distribuição normalizadas demonstram que há uma considerável depleção em terras raras leves (La, Ce, Sm) em relação ao conjunto de rochas comparadas, principalmente as rochas alcalinas e carbonatitos. Observa-se nas fluoritas de Santa Catarina uma concentração menor de La em relação ao Ce. O mesmo não acontece no trecho Tb-Yb-Lu, em que a configuração das curvas assemelha-se com à das rochas básicas e granitóides.

3.8 - Considerações genéticas

Os diversos trabalhos que tem abordado as mineralizações de fluorita de Santa Catarina, tem salientado o carater hidrotermal da formação dos depósitos, caracterizado pelas estruturas internas do filão e pela alteração provocada nas encaixantes.

Esta caracterização hidrotermal dos jazimentos também pode ser comprovada utilizando-se do diagrama de MÖLLER et alii (1976). Neste diagrama os autores definem



a) ROCHAS BÁSICAS: A) ANDESITO-USGS-AGV-1 (FLANAGAN, 1973) B) BASALTO-CSJ-JB-1 (FLANAGAN, 1973) C) BASALTO-USGS-BCR-1 (FLANAGAN, 1973) D) BASALTO-ZG-1-BM (FLANAGAN, 1973) E) DIABASIO-USGS-W-1 (FLANAGAN, 1973) F) LAVAS BASÁLTICAS DA SÉRIE KEWEENAWAN, MINNESOTA (HASKIN, - 1979) G) TRAQUITOS DA SÉRIE KEWEENAWAN, MINNESOTA (HASKIN, - 1979) H) LAVAS FÉLSICAS DA SÉRIE KEWEENAWAN, MINNESOTA (HASKIN, - 1979) b) ROCHAS GRANÍTICAS: A) GRANODIORITO-USGS-GSP-1 (FLANAGAN, 1973) B) GRANODIORITO GSJ-JG-1 (FLANAGAN, 1973) C) GRANITO NIM-G (FLANAGAN, 1973) D) GRANITO USGS-G-1 (FLANAGAN, 1973) E) GRANITO USGS-G-2 (FLANAGAN, 1973) F) GRANITO 261-GM (FLANAGAN, 1973) G) GRANITOS SW DE SCHWARZWALD, ALEMANHA OCIDENTAL (EMMERMANN ET ALLI, 1975) H) GRANITOS N DE SCHWARZWALD, ALEMANHA OCIDENTAL (EMMERMANN, ET ALLI, 1975) c) CARBONATITOS E ROCHAS ALCALINAS: A) CARBONATITO DE LAJES (SHEIBE E FORMOSO, 1982) B) CARBONATITOS (HASKIN, 1979 - FIG. 6) C) KIMBERLITOS (HASKIN, 1979 - FIG. 6) D) VALORES MÉDIOS PARA ROCHAS VULCÂNICAS ALCALINAS (HASKIN, 1979 - FIG. 6) E) LAVAS BASÁLTICAS DA SÉRIE KEWEENAWAN, MINNESOTA (HASKIN., - 1979) F) TRAQUITOS DA SÉRIE KEWEENAWAN, MINNESOTA (HASKIN, 1979 - FIG. 5) G) LAVAS FÉLSICAS DA SÉRIE KEWEENAWAN, MINNESOTA (HASKIN, 1979 - FIG. 5) d) FLUORITA DE SANTA CATARINA: A) MÉDIA DAS AMOSTRAS DA MINA RIBEIRÃO DA AREIA E SANTA CATARINA. B) MÉDIA DAS AMOSTRAS DA MINA SANTA CATARINA E FILÃO SÃO PEDRO. C) MÉDIA DAS AMOSTRAS DA MINA SANTA CATARINA. D) MÉDIA DAS AMOSTRAS DA MINA POÇO 6.

FIGURA 19 - CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS LANTANÍDEOS NORMALIZADOS EM RELAÇÃO A CONDRITOS EM VÁRIOS TIPOS LITOLÓGICOS E NA FLUORITA

as diferentes gêneses dos depósitos de fluorita a partir do fracionamento observado nas terras raras, usando os índices Tb/Ca e Tb/La. O primeiro define o ambiente químico gerador da fluorita, enquanto que o segundo representa o grau de fracionamento das terras raras. Utilizando-se dos dados expostos na tabela I construímos o gráfico mostrado na figura nº 20, onde todas as amostras da fluorita de Santa Catarina situam-se no campo hidrotermal.

Ainda não existem dados relativos às condições do meio de deposição e da temperatura das soluções, que estariam na dependência de estudos de inclusões fluidas na fluorita. Entretanto, TEIXEIRA (1968) sugere condições epitermais de formação dos fluidos com base nas seguintes evidências: a) as estruturas internas como crustificações e cavidades são típicas de soluções meso e epitermais; b) na alteração sofrida pelas encaixantes não há evidências mineralógicas típicas de alta temperatura, como greisenização e turmalinização.

Quanto as condições de percolação dos fluidos mineralizantes, SAVI (1980) e SAVI e DARDENNE (1980) sugerem uma circulação simultânea dos fluidos *per ascensum* e *per descensum* com a deposição da fluorita na zona de *melange* entre fluidos de origem diferente. Estes fluidos teriam lixiviado o flúor contido nas rochas granitóides e/ou nos sedimentos basais do Itararé.

HORBACH e MARIMON (1982) concordam com a proposta de percolação dos fluidos sugerida pelos autores citados anteriormente, propondo que a deposição da fluorita nas fraturas ocorreu através da interação e *melange* entre "águas meteóricas" subterrâneas, e fluidos hidrotermais "juvenis" de origem magmática alcalina.

A fonte do flúor do distrito de Santa Ca-

CPRM

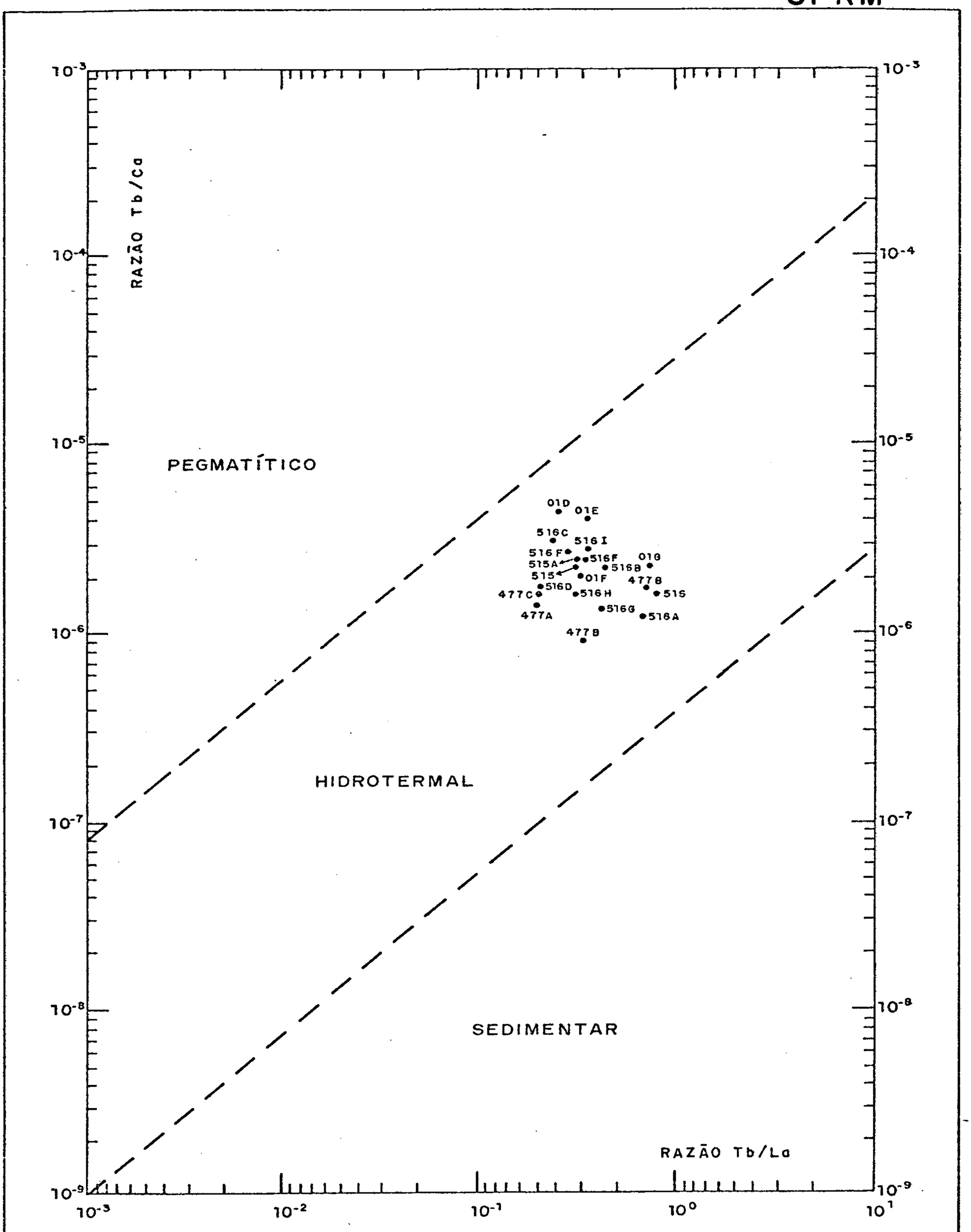


FIGURA 20 - DIAGRAMA Tb/Ca-Tb/La DE MÖLLER ET ALII (1976) APLICADO A AMOSTRAS DE FLUORITA DA REGIÃO LINHA TÓRRENS-PEDRAS GRANDES

tarina, é um tema bastante controvertido entre os diversos autores. Afora as duas hipóteses descritas acima, existem aquelas relacionadas ao magmatismo granítico do distrito (ANGEIRAS e TEIXEIRA, 1965; ISSLER e KAUL, 1983); à manifestações residuais tardias relacionadas ao vulcanismo cretácico (WILLIG, 1973) e à sedimentos carbonáticos e calcopelíticos granitizados (SUSCZYNSKI, 1975).

LHÉGU (1976) classifica os depósitos mundiais de fluorita em quatro tipos, a saber: a) filões do embasamento e depósitos de cobertura das plataformas, sem ligação direta ou evidente com magmatismo; b) depósitos relacionados com granitóides; c) depósitos relacionados com vulcano-plutonismo pós-orogênico; d) depósitos relacionados com magmatismo alcalino anorogênico. Vincula a fluorita de Santa Catarina ao último tipo. Já THIBIÉROZ (1982) relaciona a fluorita de Santa Catarina ao grupo de depósitos não ligados à atividades magmáticas, subgrupo filões do embasamento ou séries sedimentares. Vinculados a este subgrupo estariam os depósitos do Herciniano da Europa (Maciço Central, Alpes bergamasques, Sardenha, Vosges, Floresta Negra, Países Baixos, Asturias, entre outros), além dos depósitos da Mongólia, Transbaikalia, Quênia, Moçambique, Transvaal, Terra Nova e Illinois-Kentucky.

VAN ALSTINE (1976) considera que os principais depósitos do oeste dos Estados Unidos, bem como aqueles de Illinois, Kentucky, Oregon, Nevada, Ontário, Nova Escócia, Terra Nova, Alemanha, França, Sardenha, URSS, Índia, Quênia, Tanzânia, Malawe e Moçambique situaram-se ao longo e/ou próximo a zonas de rifteamento continental e lineamentos. Segundo este autor as falhas profundas proveram canais para circulação do flúor e águas juvenis mineralizadas (conatas, nascentes, subterrâneas). A atividade ígnea associada pode também ter sido a fonte de flúor e a fornecedora da energia térmica para dirigir as águas mineralizadas ao longo dos

canais. Quanto a fonte do flúor, VAN ALSTINE (1976) sugere que o mesmo seria derivado de: a) emanações voláteis de um magma alcalino ou silícico cristalizado; b) refusão de frações alcalinas tardias ricas em flúor de massas não aflorantes; c) fluorapatita, hornblenda e outros minerais portadores de flúor na fusão de rochas ultramáficas do manto; d) minerais de flúor em rochas crustais vizinhas a uma zona de paleoducção.

Em função das características dos depósitos de fluorita de Santa Catarina descritos anteriormente e das idéias sobre a gênese emitidas pelos diversos autores, consideramos que estes depósitos foram gerados entre o Neocretácio e Eoterciário, quando da fase final do rifteamento que presidiu o início da separação continental, conforme os dados expostos no ítem 2.4 e de acordo com as idéias de VAN ALSTINE (1976). Associado a este rifteamento ocorreram manifestações vulcânicas básicas e alcalinas (Complexo de Anitápolis), cujas emanações residuais tardias seriam, provavelmente, a fonte do flúor.

A possível comprovação da fonte do flúor dependerá, na nossa opinião, de estudos mais detalhados do conteúdo de lantenídeos nas fluoritas, nas rochas encaixantes da mineralização e nos maciços alcalinos conhecidos no sudeste catarinense.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos geológicos de superfície e de subsuperfície realizados durante esta etapa do projeto na área Linha Tórrens - Pedras Grandes, permitiram o acúmulo de uma série de conhecimentos sobre a geologia dos depósitos do sudeste catarinense, dos quais destacam-se os seguintes:

a) As unidades estratigráficas presentes nos 205 km² de área mapeada são as seguintes: rochas granitóides inequigranulares, grosseiras, porfiríticas, sin a tardi-tectônicas, relacionadas à Suíte Intrusiva Pedras Grandes; rochas granitóides, equigranulares, granulação média a grosseira, alcalinas a subalcalinas, ricas em flúor, anorogênicas, relacionadas à Suíte Intrusiva Guabiruba, de idade neoproterozóica; corpos diqueformes de filiação ácida, microfanerítico a afaníticos, correlacionados ao vulcanismo eopaleozóico do Grupo Itajaí; sedimentos flúvio-glaciais constituídos por arenitos finos a médios, siltitos, folhelhos, argilitos e conglomerados pertencentes ao Grupo Itararé; sedimentos predominantemente arenosos de origem fluvial a flúvio-deltáica relacionados à Formação Rio Bonito; diques e soleiras básicas mesozóicas pertencentes à Formação Serra Geral; corpos filoneanos de fluorita e calcedônia neocretáceos a eoterciários e sedimentos quartenários.

b) As rochas da área submeteram-se aos mesmos esforços distensivos e compressivos que atuaram em todo o sudeste catarinense desde os tempos proterozóicos até o cenozóico, gerando um tectonismo rúptil bastante intenso segundo os sistemas ENE, mais antigo, e NNE, mais recente, este último relacionado aos fenômenos tectono-magmáticos que provocaram à abertura do Atlântico Sul. Conjugados a estes dois sistemas principais ocorrem falhas e fraturas com direção preferenciais NNW, WNW, N-S e E-W, que foram geradas à semelhança das

anteriores, segundo os esquemas expostos nas figuras nºs 5, 6 e 7.

c) As falhas ENE, com orientação preferencial N45º-75ºE, correspondem à sistemas antigos que sofreram várias fases de reativação, a última delas relacionada à formação da Serra do Mar. Este sistema é responsável pelo alojamento de veios secundários de fluorita, em falhas de pequena extensão (até 1 km).

d) O sistema NNE é representado por falhas e fraturas N05º-25ºE e formou-se principalmente durante o rifteamento mesozóico, reativando zonas de fraqueza antigas. As falhas de tensão geradas foram preenchidas inicialmente por diabásio e, posteriormente, por fluorita. Os esforços compressivos posteriores provocados pela deriva continental geraram falhas de cisalha com esta direção, acompanhado de uma recorrência da mineralização.

e) Admite-se que esses esforços compressivos associam-se a falhas transcorrentes levógiras, com orientação N80ºW, relacionadas ao Lineamento de Florianópolis. Ao mesmo tempo, sugere-se que o controle do Complexo Alcalino de Anitápolis seja dado pela intersecção do Lineamento de Florianópolis com falhas NNE geradas pelo processo de rifteamento.

f) As falhas N40º-50ºW são freqüentes na área, destacando-se o *graben* do rio Urussanga. Admite-se que esta feição seria uma zona de fraqueza abatida a partir do eopaleozóico (freqüência de diques ácidos na região e grande espessura de sedimentos Itararé), sendo posteriormente reativada durante o rifteamento mesozóico, originando a fossa atual.

g) Os sistemas NNW, WNW, N-S e E-W, relacionam-se a falhas de tensão e/ou cisalha, atuando no controle do traçado das drenagens, na modelação do relevo e como hospedeiras de

veios de quartzo (N-S, N30ºW e N60ºW), diques básicos (N20º-30ºW) e diques ácidos (N30ºW e N60ºW).

h) Na região de Linha Tórrens - Pedras Grandes são conhecidas 21 jazidas, das quais oito encontram-se em atividade de lavra, nove estão com suas atividades de lavra paralisadas e/ou abandonadas e em quatro desenvolvem-se trabalhos de pesquisa. Na maioria das jazidas os estudos geológicos são incompletos, sendo necessários trabalhos de pesquisa que permitam a ampliação de suas reservas, tanto no sentido longitudinal dos filões como em profundidade.

i) A mineralização é caracteristicamente filoneana, com orientação principal segundo N20º-30ºE/75º-90ºNW, ocorrendo inflexões para NS (com o estreitamento da caixa filoneana), ou para o quadrante leste (até N40ºE, havendo alargamento do filão). Supõe-se que estes filões instalaram-se em espaços vazios gerados pelo rifteamento mesozóico, tendo sido preenchido por fluorita bandada, sendo posteriormente afetados por esforços compressivos gerando falhas de cisalha dextrógiras e a conseqüente brechação da mineralização. Estes esforços seriam responsáveis pela configuração lenticular irregular da caixa filoneana, porém não foram de grande envergadura em função dos fracos reflexos provocados nos sedimentos permocarboníferos e nas soleiras de diabásio.

Uma característica marcante das falhas que encaixam os filões N20º - 30ºE é o seu posicionamento topográfico, localizado normalmente em condições de meia encosta e, ao mesmo tempo, o seu posicionamento regional, via de regra associado à grandes traços regionais N10º - 30ºE.

j) Filões secundários, de menor expressão, preenchem falhas de tensão N50º - 70ºE/Vert. a NW, de pequena extensão (cerca de 1000 m) e espessura (em torno de 1 m), sendo conjugadas aos esforços de compressão N50ºE relacionados à de-

riva continental. Normalmente estão condicionados a mineralização principal N20° - 30°E e caracterizam-se por uma caixa filoneana mais regular (com extensão conhecida de até 250 m).

k) Os filões de fluorita estão encaixados preferencialmente nas rochas granitóides, mas também seccionam os diques ácidos eopaleozóicos, os sedimentos permocarboníferos e os diques e soleiras básicas mesozóicas. Entretanto, parece que os esforços tectônicos relacionados com a mineralização não foram suficientemente competentes para romper a cobertura sedimentar e as soleiras básicas. Embora não afetados nos seus níveis superiores pelo evento mineralizante, os sedimentos paleozóicos estão sempre presentes junto aos filões, capeando-os e preservando-os dos efeitos da erosão.

Em função das relações estratigráficas e da datação apresentada por TEIXEIRA (1969b) para um dique de diabásio afetado hidrotermalmente, consideramos que a mineralização formou-se entre o Neocretáceo e o Eoterciário.

l) A caixa filoneana é caracterizada por alargamentos e fechamentos, tanto horizontal como verticalmente, caracterizando a formação de lentes biconvexas. Este comportamento morfológico é típico dos filões N20° - 30°E, em que a abertura e/ou estreitamento da lente é provocado por movimentações dextrógiras do plano de falha.

m) Com base nos dados conhecidos uma lente média teria 220 m de comprimento, 1,40 m de espessura, podendo a profundidade chegar até 220 m. Uma característica marcante da mineralização é o aumento progressivo da calcedônia em profundidade e a diminuição da fluorita, devendo os trabalhos de pesquisa serem limitados até a profundidade de 250 m, tendo por base a cota inferior da cobertura sedimentar paleozóica.

n) A constituição mineralógica dos filões é simples, sen-

do constituído basicamente por fluorita e calcedônia, ocorrendo como acessórios a barita, a pirita, o quartzo piramidado, a caolinita e a hidalgoíta. A estrutura interna da caixa fileneana é formada por minério bandado, brechas finas, minério em "cocardes", brecha grosseira, filonetes e veios tardios, cavidades preenchidas por drusas e geodos. Os filões N20º - 30ºE são formados principalmente por estrutura brechada e em "cocardes", ocorrendo minério bandado nos níveis superiores ou preenchendo filões posteriores. Já os filões N50º - 70ºE constituem-se exclusivamente de fluorita bandada.

o) O minério bandado caracteriza-se pela intercalação de faixas de fluorita de várias cores, intercaladas com fitas de calcedônia, caracterizando estruturas do tipo crustificação. A cristalização ocorre da borda para o centro do filão, na seqüência a seguir: fluorita verde escuro, fluorita verde claro, fluorita roxa, fluorita amarela, fluorita branca e fluorita incolor, todas elas intercaladas com fitas de calcedônia.

p) A atividade hidrotermal provocou alterações fracas a moderadas nas paredes das rochas encaixantes, caracterizadas por albitização, epidotização, argilização, cloritização, com alguma piritização e silicificação, resultado da atuação de fluidos de baixa a média temperatura.

q) O estudo de elementos-traço demonstrou que a fluorita catarinense mostra baixos teores em elementos maiores (Fe, Mn, Mg, Ti, Na, K), bem como teores muito baixos nos elementos menores comuns (Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, V). Teores de Be, entre 5 e 10 ppm, ocorrem nas fluoritas relacionadas aos estágios finais de mineralização. As concentrações de Y são maiores nas fluoritas de primeira geração (verde claro e azul), enquanto que o Sr é pouco comum (teores de até 65 ppm).

r) O conteúdo de lantanídeos (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu) é relativamente baixo, variando de 17,4 ppm a 65,4 ppm, situando-se as maiores concentrações naquelas amostras de fluorita verde, enquanto que as concentrações menores ocorrem, via de regra, nas fluoritas de última geração (amarela e branca).

s) Considera-se que os depósitos hidrotermais de fluorita foram gerados quando da fase final do rifteamento que presidiu o início da separação continental. Admite-se, na dependência de estudos posteriores, que as manifestações básicas e alcalinas associadas aos processos rifteamento e separação continental tenham gerado emanações residuais tardias ricas em flúor.

Com base nas observações efetuadas e nos conhecimentos adquiridos durante esta etapa, as seguintes recomendações são propostas:

a) Com base no conhecimento geológico definido para as mineralizações filoneanas e nos estudos geoquímicos apresentados por KIRCHNER e MORGENTAL (1983), recomendamos para a pesquisa de novas áreas do distrito a seguinte sistemática:

- Mapeamento fotogeológico na escala 1:25.000 procurando-se destacar as falhas do sistema NNE, controladoras dos veios principais, com as quais podem associar-se falhas e fraturas N50° - 70°E, de pequena expressão, que encaixam os veios secundários. Neste trabalho de fotointerpretação é importante a delimitação de possíveis coberturas sedimentares permocarboníferas.

- Realização de prospecção hidrogeoquímica naquelas drenagens que cortam as estruturas NNE e N50° - 70°E adotando-se a sistemática de amostragem proposta por KIRCHNER e MORGENTAL (1983).

- Reconhecimento geológico das áreas anômalas e a conseqüente seleção de alvos para a realização de geoquímica de solos, acompanhada de mapeamento geológico de detalhe.

- Comprovação das zonas anômalas através da execução de escavações, delimitando superficialmente possíveis áreas mineralizadas.

- Execução de sondagens a diamante a fim de testar a mineralização em subsuperfície, seguida de abertura de poços e galerias.

b) A maioria das minas visitadas carecem de mapeamentos geológicos de superfície e subsuperfície, que permitam o conhecimento técnico mais aprimorado dos jazimentos, o que facilitaria o planejamento da lavra e a realização de trabalhos adicionais de pesquisa visando a ampliação das reservas, maximizando o aproveitamento dos investimentos em pesquisa e lavra. Para tanto recomenda-se aos mineradores a atualização constante dos conhecimentos geológicos dos jazimentos.

c) Baseados nos argumentos expostos no texto a mineralização está limitada, em profundidade, a uma cota máxima em torno de 250 m a partir da base dos sedimentos permocarboníferos e/ou soleiras básicas. Observando-se o perfil geológico apresentado no Anexo I verifica-se que a maioria das jazidas localizadas na região de Linha Tórrens poderão ser testadas em níveis mais profundos. O mesmo critério é recomendado para as demais jazidas que ainda não atingiram este datum.

d) A fonte do flúor, as condições de precipitação das soluções hidrotermais, a temperatura destas soluções são alguns problemas geológicos ainda pendentes. Sugerimos, desta forma, a realização de estudos de inclusões fluidas na fluori-

ta, acompanhado de estudos mais detalhados do conteúdo de lantanídeos nas fluoritas, nas rochas encaixantes da mineralização e nos maciços alcalinos conhecidos no sudeste catarinense.

CPRM

5. BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, L.F.F. e HORBACH, R. (1972) - *Nota explicativa sobre a revisão do mapeamento da porção gonduânica da Quadrícula de Tubarão, Laguna e Rio do Sul.* DNPM/CPRM, P.Alegre. 17 p., Anexos (Relatório Inédito).

ANGEIRAS, A.G. & TEIXEIRA, C.A.S. (1965) - Nota sobre a gênese da fluorita em Morro da Fumaça. Rio de Janeiro, *Rev. Eng. Met. Min.*, 42 (252); 252-259.

ASMUS, A.E. (1977) - *Diferenças nos estágios iniciais da evolução tectônica da margem continental leste brasileira: possíveis causas e implicações*. Rio de Janeiro. PETROBRAS. 36p. (Comunicação técnica REMAC - 007/77 - não publicado).

ASMUS, A.E. (1978) - Hipóteses sobre a origem dos sistemas de zonas de fratura oceânicas/alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões sudeste e sul do Brasil. In: PROJETO REMAC. *Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro. PETROBRAS/DNPM/CPRM/DHN/CNPq, p.39-73 (Série Projeto REMAC nº 4).

ASMUS, A.E. e GUAZELLI, W. (1981) - Descrição sumária das estruturas da margem continental brasileira e das áreas oceânicas e continentais, adjacentes - Hipóteses sobre o tectonismo causador, e implicações para os prognósticos do potencial de recursos minerais. In: PROJETO REMAC. *Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais*. Rio de Janeiro. PETROBRAS/DNPM/CPRM/DHN/CNPq, p. 187-269 (Série Projeto REMAC nº 9).

BARBIERI, M.; MASI, V. and TOLOMEO, L. (1977) - Geochemical evidence on the origin of the epithermal fluorite deposit at Monte delle Fate near Cerveteri (Latium, Central Italy). Berlim. *Miner. Deposita*, 12(3):393-398.

BEVILACQUA, C.T. (1973) - Perfil analítico da fluorita. Rio de Janeiro. DNPM, *Bol.* 14:1.40.

BRASIL. MME/DNPM (1981) - *Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais.* 1:2.500.000. Brasília.

BURKE, K. and DEWEY, J.F. (1973) - Plume - generated triple junctions: Key indicators in aplying plate tectonics to old rocks. USA. *Journal Geol.*, 81:406-433.

BURKE, K.C. and WILSON, J.T. (1976) - Hot spots on the earth's surface. N.York. *Scientif. Am.*, 235(2):46-57.

CHATAGNON, B. et MEARY, A. (1982) - Nouvelle méthode d'étude des terres rares dans les gisements fluorés basée sur les corrélacions RPE - analyse par activation neutronique. In: SYMPOSIUM DE GITES FILONIENS DE PB, ZN, F, BA DE BASSE TEMPÉRATURE DU DOMAINE VARISQUE D'EUROPE ET D'AFRIQUE DU NORD, Orléans. 1982. *Atas do* ... BRGM/Université d'Orléans, Bull. BRGM (2), p. 359-364.

CROUGH, T.S. (1979) - Hot spot epeirogeny. Amsterdan. *Tectonophysics*, 61:321-333.

DEANS, T. and POWEL, J.L. (1968) - Trace elements and strontium isotopes in carbonatites, fluorites and limestones from India e Pakistan. London. *Nature*, 218:750-752.

DEWEY, J.F. and BURKE, K. (1974) - Hot spots and continental break-up: implications for collisional orogeny. USA. *Geology*, 2:57:60.

DIETZ, R.S. and HOLDEN, J.C. (1972) - The breakup of Pangea. In: CONTINENTS ADRIFT. Readings from Scientific American. S. Francisco, USA. W.H. Freeman and Company, p. 102 a 113.

ECKERT, M.R. (1970) - *Projeto Específico Fluorita. Sondagens para fluorita na área de concessão da Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda.* BRASIL. DNPM - 1º Distrito. P.Alegre, 1v., 106p., Anexos. (Relat. Inédito).

EMMERMANN, R.; DAIEVA, L. and SCHNEIDER, J. (1975) - Petrologic significance of rare earths distribution in granites. Berlim. *Contrib. Mineral Petrol.*, 52:267-283.

FERREIRA, L.A.D. (1970) - *Projeto Específico Fluorita. Relatório das sondagens SC-1 e SC-2 efetuado em regime de cooperação entre 1º Distrito - Extremo-Sul e a Mineração Santa Catarina Ltda.* BRASIL. DNPM - 1º Distrito. P.Alegre, 1v., 14p., Anexos. (Relat. Inédito).

FERREIRA, L.A.D. e LANGON, M.R. (1970) - *Projeto Específico Fluorita. Relatório das atividades desenvolvidas na área do alvará de pesquisa DNPM nº 842/68.* BRASIL. DNPM - 1º Distrito. 1v., 38p., Anexos. (Relat. Inédito).

FLANAGAN, F.J. (1974) - 1972 values for international geochemical reference samples. Irlanda do Norte. *Geoch. et Cosmoch. Acta*, 38:1731-1744.

GAMA JR. E.; BANDEIRA JR. A.N. e FRANÇA, A.B. (1982) - Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas na parte central da bacia do Paraná. São Paulo. *Rev. Bras. Geociências*, 12(4):578-589.

GRAPPIN, C.; TREUIL, M.; YAMAN, S. et TOURAY, J.C. (1979) - Le spectre des terres rares de la fluorita en tant que marquer des propriétés du milien de dépôt et des interactions entre solutions minéralisantes et roches sources. Exemple pris dans le District de la Marche Occidentale (France). Berlim. *Mineral. Deposita*, 14:297-309.

GUAZELLI, W. e FEIJÓ, F.J. (1970) - *Geologia de semidetalhe do centro-leste e sudeste de Santa Catarina.* PETROBRÁS, DESUL, Ponta Grossa, PR, 37p.

GUIDI, A. (1974) - *Relatório final de pesquisa de fluorita em Cachoeira Feia, município de Pedras Grandes, SC (DNPM nº 815.412/71)*, Criciuma. 20p. Anexos. (Relat. Inédito).

HANSON, G. (1980) - Rare earth elements in petrogenetic studies of igneous systems. *Annual Rev. Earth Planetary Sci. Letters*, 8:371-406.

HASKIN, A.L. (1979) - On rare-earth element behavior igneous rocks. In: AHRENS, L.H. (ed.) - *ORIGIN AND DISTRIBUTION OF ELEMENTES*. Phys. Chem. Earth, 11(XII):175-189.

HORBACH, R. e MARIMON, R.G. (1980) - Esboço da evolução tectônica e seu significado na gênese dos depósitos de fluorita do sudeste catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Baln. Camboriú, 1980. *Anais do* ... Soc. Bras. Geol., V. 3: 1540-1551.

HORBACH, R. e MARIMON, R.G. (1982) - *Contribuição à geologia do distrito de fluorita de Santa Catarina*. B.Técnico, Projeto RADAMBRASIL, Série Geologia, Salvador, nº 1, 99p.

HORTA, A.E.D.N. - *Pesquisa de fluorita na região de Criciúma*, SC. Relatório integrado dos trabalhos executados até 31.11.75 por Salomão Mineração e Empresa de Mineração Imaruí, em áreas dos Alvarás de pesquisa 1.269/71, 567/72, 611/72 e 629/72. 2 v. (Relatório Inédito).

HUBERT, P.; JORON, J.L.; TOURAY, J.C. et TREUIL, M. (1982) - Le spectre des lanthanides de la fluorite, indicateur possible de l'origine et de l'histoire des solutions hydrothermales. Application au district du Tarn (France). In: SYMPOSIUM DE GITES FILONIENS DE PB, ZN, F, BA DE BASSE TEMPERATURE DU DOMAINE VARISQUE D'EUROPE ET D'AFRIQUE DU NORD. Orléans. 1982. *Atas do* ... BRGM / Université d'Orléans, Bull. BRGM (2), p. 365-369.

ISSLER, R.S. e KAUL, P.F.T. (1983) - Sobre a gênese dos depósitos de fluorita de Santa Catarina: modelo alternativo. Rio de Janeiro, *Miner.Metal.*, 46 (443):20-24.

JUSTI, R.P. (1978) - *Relatório de reavaliação de reservas da área do decreto de lavra nº 55.121/64, Segunda Linha Torrens, Morro da Fumaça, SC (DNPM nº 003.668/61)*. Criciuma. 19p., Anexos. (Relat. Inédito).

JUSTI, R.P. (1979) - *Complementação do relatório de pesquisa na área do decreto nº 46.486/59, localidade de Ribeirão da Areia, município de Pedras Grandes, SC (DNPM nº 007.271/56)*. Criciúma. 7p. Anexos. (Relat. Inédito).

KIRCHNER, C.A. e MORGENTAL, A. (1983) - *Projeto Fluorita no Sudeste de Santa Catarina. Relatório Preliminar. Etapa 3 - Pesquisa de Métodos*. DNPM/CPRM, P.Alegre, 1v., 108p., Anexos. (Relatório Inédito).

LAMARRE, A.L. and HODDER, R.W. (1978) - Distribution and genesis of fluorite deposits in the Western United States and their significance to metallogeny. USA. *Geology*, 6(4):236-238.

LANGON, M.R. (1970a) - *Projeto Específico Fluorita. Relatório das atividades desenvolvidas na área do alvará de pesquisa DNPM nº 1170/68*. BRASIL. DNPM - 1º Distrito, P.Alegre, 1v., 20p., Anexos. (Relat. Inédito).

LANGON, M.R. (1970b) - *Projeto Específico Fluorita. Relatório das atividades desenvolvidas na área do processo DNPM nº 800.007/68*. BRASIL. DNPM - 1º Distrito. P.Alegre. 1v., 10p., Anexos. (Relat. Inédito).

LHÉGU, J. (1976) - Essai de classification des gisements de fluorine. France. *Mém. hors-Sér. Soc. geol. Fr.*, n.7:295-392.

LHÉGU, J.; JÊBRAK, M.; TOURAY, J.C. et ZISERMAN, A. (1982) - Les filons de fluorine et de barytine du Massif central français. In: SYMPOSIUM DE GÎTES FILONIENS DE PB, ZN, F, BA DE BASSE TEMPÉRATURE DU DOMAINE VARISQUE D'EUROPE ET D'AFRIQUE DU NORD, Orléans, 1982. *Atas do* ... BRGM/Université d'Orléans, Bull. BRGM (2), p.165-177.

LIBERATORE, G. (1980) - *Relatório de vistoria das minas de fluorita no município de Morro da Fumaça, S.Catarina*. Porto Alegre. DNPM. 1º Distrito. 12p., Anexos. (Relat. Interno).

MARCHAND, L.; JOSEPH, D.; TOURAY, J.C. et TREUIL, M. (1976) - Critéres d'analyse géochimique des gisements de fluorine bases sur l'étude de la distribution des lanthanides; aplication au gîte de Maine (71 - Cordesse, France). Berlim. *Mineral Deposita*, 14:297-309.

MARSH, J.S. (1973) - Relationships between transform directions and alkaline igneous rock lineaments in Africa and South America. Amsterdan. *Earth and Planetary Science Letters*, 18 (2):317-323.

MITCHELL, A.H.G. e GARSON, M.S. (1976) - Mineralization at plate boundaries. *Minerals Sci. Engng.* 8(2):129-169.

MÖLLER, P.; PARECH, P.P. and SCHNEIDER, H.J. (1976) - The aplication of Tb/Ca - Tb/La abundance ratios to problems of fluorspar genesis. Berlim. *Mineral. Deposita*, 11:111-116.

MOODY, J.D. and HILL, M.J. (1956) - Wrench fault tectonics. USA. *Geol. Soc. America Bul.* 67(9):1207-1246.

MORGENTAL, A. e KIRCHNER, C.A. (1983a) - *Projeto Fluorita no sudeste de Santa Catarina. Relatório Preliminar. Etapa 1 - Mapa previsional*. DNPM/CPRM, P.Alegre. 1 v. mapas. (Relatório Inédito).

MORGENTAL, A. e KIRCHNER, C.A. (1983b) - Síntese do Mapa Previsional do Distrito de Fluorita de Santa Catarina. In: SIMPOSIO SULBRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1, Porto Alegre, 1983. *Atas do* ... Soc. Bras. Geol., p.294-301.

NEIL, W.M. (1976) - Mesozoic epeirogeny at the South Atlantic margin and the Tristan hot spot. USA. *Geology*, 4:499-501.

NYAMBOCK, I.O. (1978) - Trace elements in fluorites from Kerio Valley, Kenya, Sttugart. *Nenes Yahrbuch flir Mineralogic*, 7:298-307.

PATURY, R.J. (1959) - *Relatório sobre a pesquisa de fluorita em Urussanga Baixa, município de Tubarão, SC (DNPM nº 8.001/56)*. Criciuma. 10p. (Relat. Inédito).

PUTZER, H. (1955) - Geologia da Folha de Tubarão, SC. DNPM/DFPM, Rio de Janeiro, *Bol. 96*, 94p.

QUEVEDO, J.V.S. e HORTA, A.E.D.G. (1975) - *Relatório final de pesquisa de fluorita em Canela Grande, município de Pedras Grandes, SC (DNPM 815.782/70)*. Rio de Janeiro. 26p. Anexos. (Relat. Inédito).

ROONWALL, G.S. and FRIEDRICH, G.U. (1974) - Trace elements in fluorite from Osor, Province de Gerona, Spain.. Stuttgart. *Nenes Yahrbuch flir Mineralogie*, v. 2/3:162-173.

SAVI, C.N. (1980) - *Gênese e controle das mineralizações de fluorita da região de Criciúma, SC.* (Tese, Mestrado, Univ. Brasília), Brasília, |s.ed.| 112 p.il.

SAVI, C.N. e DARDENNE, M.A. (1980) - Zonação, paragênese e controle da mineralização de fluorita do filão Segunda Linha Torrens, município de Morro da Fumaça (Santa Catarina). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Baln. Camboriú, 1980. *Anais do* ... Soc.Bras.Geol., Vol. 3: 1743-1757.

SCHEIBE, L.F. e FORMOSO, M.L.L. (1982) - Contribuição da geoquímica das terras raras à caracterização dos carbonatitos da Fazenda Varela, Lages, SC. São Paulo. *Rev. Bras. Geociências*, 12(4):553-561.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F. e NOGUEIRA, A.A. (1974) - Revisão estratigráfica da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre. 1974. *Anais do* ... Soc. Bras. Geol., 1:41-65.

SCHUH, A.L. (1972) - *Relatório final de pesquisa de fluorita na 2ª Linha Torrens, município de Morro da Fumaça, SC (DNPM nº 009.935/67)*. Criciuma. 45p., Anexos. (Relat. Inédito).

SHAWE, D.R. (1976) - Geology and resources of fluorine in the United States. Washington. *U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 933*, 99pp.

SILVA, L.C. da (1982) - *Projeto Mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais - Folha SG. 22.Z.D. (Florianópolis). Carta Metalogenética*. DNPM/CPRM, P.Alegre. Mapas. (Relatório Inédito).

SMITH, F.W. and HIRST, D.M. (1974) - Analyses of trace elements and fluid inclusions in fluorite from Ardennes Massif. Belg. *Ann. Soc. Geol. Belg.*, 97:281-285.

STEYN, J.G.D. (1955) - Spectrographic and X-ray data on some fluorite from the Transvaal, South Africa. *Min. Mag.*, V.30: 327-332.

SUSZCZYNSKI, E.F. (1975) - *Os recursos minerais reais e potenciais do Brasil e sua metalogenia*. Rio de Janeiro, Livr. Interciência, 533 p.

TEIXEIRA, C.A.S. (1968) - *Jazimentos de fluorita no Estado de Santa Catarina*. DNPM/DGM, Rio de Janeiro, 1v., 74p., (Rel. nº 115 - Inédito).

TEIXEIRA, C.A.S. (1969a) - *Relatório preliminar da geologia das quadrículas de Braço do Norte e Morro da Fumaça, SC*. DNPM - 1º Distrito, P.Alegre, 1v., 39p., Anexos. (Relatório Inédito).

TEIXEIRA, C.A.S. (1969b) - *Relatório de Estágio no Centro de Pesquisas Geocronológicas na Universidade de São Paulo.* DNPM - 1º Distrito. P.Alegre. 1v., 39p., Apêndice, Anexos. (Relat. nº 335 - Inédito).

TEIXEIRA, C.A.S. (1971) - Síntese da evolução da geologia econômica do distrito de fluorita de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. *Resumo das Comunicações*, Soc.Bras.Geol. p.39.

TEIXEIRA, C.A.S. e ANGEIRAS, A.G. (1965) - Nota sobre a gênese da fluorita em Morro da Fumaça, SC. Rio de Janeiro. *Rev. Eng. Met. Min.*, 42(251):185-189.

TEIXEIRA, C.A.S. & PIATNICKI, S.D. (1968) - Geologia econômica do distrito de fluorita de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22, Belo Horizonte, 1968. *Anais do ...* Soc.Bras.Geol., Vol.1: 57-64.

THIBIEROZ, J. (1982) - Typologie des gîtes de fluorine. Répartition des gisements en France et dans les régions voisines. In: SYMPOSIUM DE GITES FILONIENS DE PB, ZN, F, Ba DE BASSE TEMPÉRATURE DU DOMAINE VARISQUE D'EUROPE ET D'AFRIQUE DU NORD. Orléans, 1982. *Atas do ...* BRGM/Université d'Orléans, Bull. BRGM (2), p.437-449.

HOMAS, G.E. (1971) - Continental plate tectonics: Southwest Wyoming. In: 21 Annual Field Conference, Wyoming, 1971. *Wyoming Geological Association Guidebook*, p.103-123.

TRAININI, D.R.; DIAS, A.A.; KREBS, A.S.J.; SOUZA, E.C.; CAPELETTI, I.; TONIOLO, J.A.; SILVA, L.C. da; SILVA, M.A.S. - (1978). *Projeto Vidal Ramos-Biguaçu - Relatório Final.* DNPM/CPRM, Porto Alegre, 5 v. mapas, il. (Relat. Inédito).

VAN ALSTINE, R.E. (1976) - Continental rifts and lineaments associated with major fluorspar districts. USA. *Econ. Geol.*, 71(6):977-987.

VAN ALSTINE, R.E. & SCHRUBEN, P.G. (1980) - Fluorspar resources of Africa. Washington, *U.S. Geol.Surv.Bull.1487*, 25p.

WILLIG, C.D. (1973) - Observações sobre os controles e a gênese dos depósitos de fluorita de Santa Catarina. Rio de Janeiro, *Rev.Eng.Met.Min.*, 343:36-41.

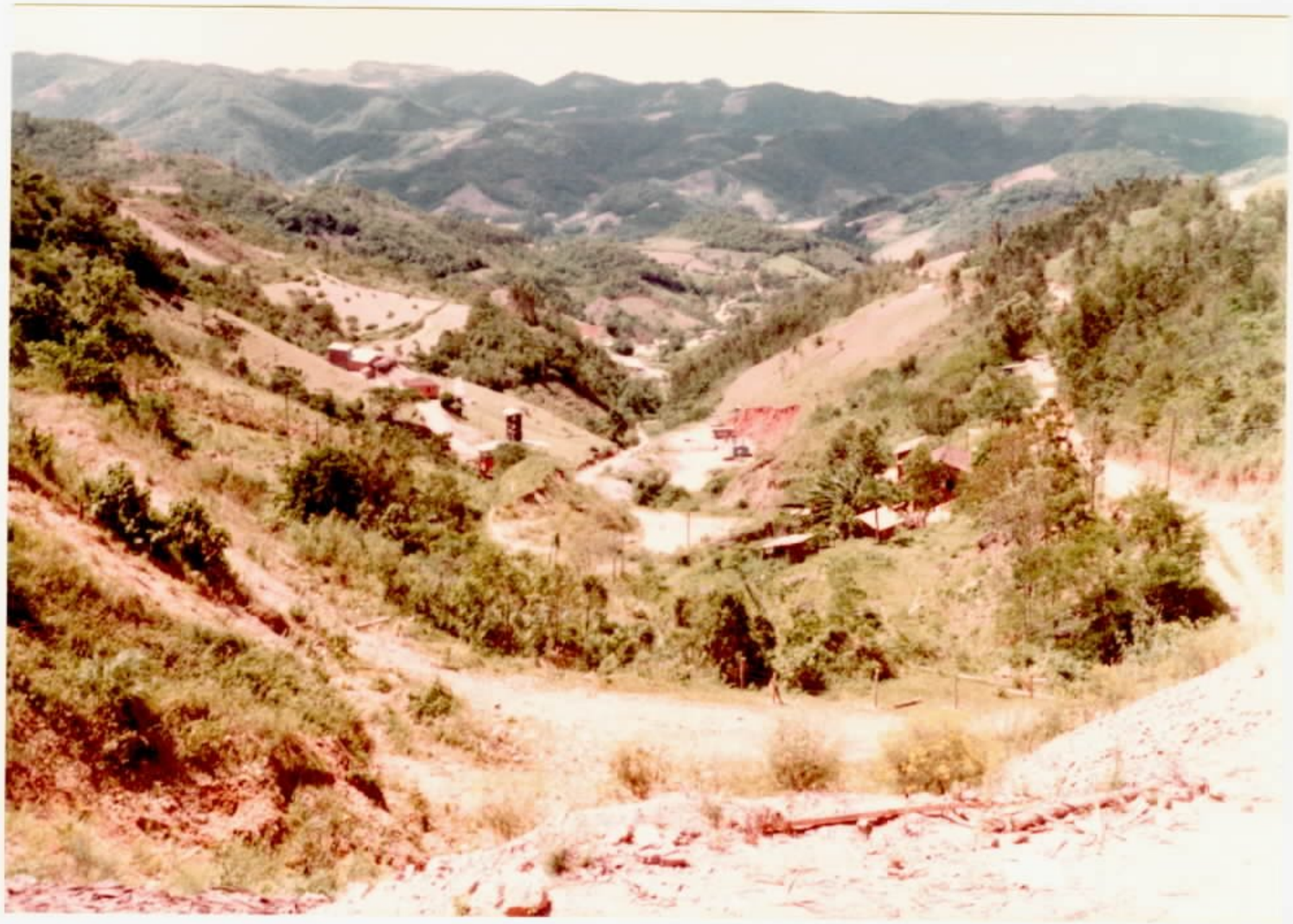
YAKUBOVICH, K.I. and PORTNOV, A.M. (1967) - Strontium as a geochemical indicator of genetic conection between mineralization and alkalic rocks. Translati from Doklady Akademi Nank, SSSR, 1967, 175(1):204-206. *Geochemistry*, 185-186.

CPRM

6. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

CPRM

Vista panorâmica da região de Cachoeira Feia onde predominam rochas granitóides Pedras Grandes. No centro da foto está assinalado a mina Canela Pequena. O topo do morro é constituído por sedimentos Rio Bonito com pequena espessura. Foto tirada do morro a norte da mina Pindotiba.



Em primeiro plano vista para norte do vale do Córrego Cachoeira Feia, observando-se o poço de extração da mineração Satélite. O traçado da falha Canela Grande situa-se na meia encosta da vertente oeste (esquerda da foto), estando o poço implantado sobre a mesma.

Vista da mina Canela Grande tirada da estrada a norte do rio homônimo. Destaca-se a posição de meia encosta do veio N20º-30ºE (assinalado com setas). O rio a direita da estrada encaixa o segmento N-S da falha Canela Grande. O topo do morro constituiu-se de soleira de diabásio.

Vista panorâmica do vale do rio Areia tirada na região de São João. Em primeiro plano aflora soleira de diabásio recobrindo arenitos Rio Bonito. No centro da foto está assinalado traço da falha Canela Grande que controla os filões Scremin e Ribeirão da Areia, situados a jusante. Ao fundo está assinalado o local de mineração do filão Segunda Linha Tórrens.

Vista para norte do poço da mina 2 da Bayer. Ao fundo o poço 3 do Grupo Sartor. As colinas constituem-se de sedimentos Rio Bonito progradando sobre as rochas granitóides Pedras Grandes aflorantes no pequeno vale.

Vista E-W do poço 6 do Grupo Sartor que lavra filão N50º-70ºE não aflorante. As colinas são constituídas por sedimentos Rio Bonito, enquanto que no vale com matas em galeria afloram granitóides Pedras Grandes.

Vista da escavação para material de enchimento na mina N. Sra. do Carmo. Rocha granitóide Pedras Grandes alterada (γ_5) recoberta por sedimentos Rio Bonito (Prb) e seccionada por dique de diabásio (db) e dique de quartzo-pórfiro (da).

Efeitos superficiais da falha que encaixa o filão Segunda Linha Tórrens Sul seccionando sedimentos arenosos Rio Bonito. Neste ponto a falha é estéril estando mineralizada nos níveis 40, 70 e 110.

Linha Tórrens. Afloramento AM-491. Fratura aberta N25º-30ºE, com inflexões N-S seccionando os sedimentos arenosos do Rio Bonito. Em escala de afloramento tem-se o sistema de fraturamento que controla o filão Segunda Linha Tórrens Sul, cujo prolongamento para sul passaria a oeste deste ponto.

Mina Canela Pequena. Afloramento da zona cataclástica que contém a mineralização com cerca de 2 metros de espessura. Constituiu-se de rocha granitóide cataclástica e veios descontínuos de calcedônia com alguma fluorita.

Veio CF-1 - Vista da zona cataclástica com 8,5 metros de espessura seccionando rocha granitóide. Na esquerda da foto observa-se veio de calcedônia com moldes cúbicos de fluorita.

Mina Ribeirão da Areia (afloramento AM-01). Zona cataclástica que contém a mineralização constituída, neste local, por granito cataclástico alterado e milonito alterado, com veios centimétricos descontínuos de calcedônia. Não se observa fluorita.

Mina Ribeirão da Areia, nível 70, extremidade sul. Lapa da zona cataclástica que contém a mineralização, constituída por diabásio milonitizado de coloração amarela a cinza, passando para diabásio, preto, fino.

CPRM

Mina Santa Catarina, nivel 182. Filão principal com 3,3 metros de espessura, estando limitado na capa por zona de protomilonito orientado N20°E/75°NW (esquerda da foto) e na lapa por plano de falha N25°E/85°SE diretamente em contato com granitóide hidrotermalinizado. A caixa filoneana constituiu-se de minério brechado grosseiro.

Mina Santa Catarina, nivel 182. Vista geral da junção dos filões principal e secundário, com 8,70 metros de espessura e orientação N30°-40°E. Minério brechado grosseiro e em "cocardes".

CPRM

Filão São Pedro, nivel 70. Vista geral da galeria sul em outubro/83. Largura entre 4 a 5 metros totalmente encaixada em minério brechado.

Filão poço 6, nível 80. Minério bandado com 0,60 metros orientado N70E/V. Constituiu-se de intercalações de fluorita amarela maciça, calcedônia branca e fluorita bandada (fluorita roxa, amarela, branca e calcedônia). Encaixante: granitói de Pedras Grandes hidrotermalinizado. No nível de fluorita amarela da capa ocorre vazio por onde percola água.

Mina Santa Catarina, nível 132. Travessa no desvio 132/1. Veio com cerca de 40cm de espessura, orientado N40ºE/NW constituído por minério bandado com zonação assimétrica.

Mina Santa Catarina, nível 132 Travessa no desvio 132/1. Filão N40ºE/V com cerca de 30cm, constituído por fluorita bandada nas bordas, calcedônia branca no centro englobando "cocarde" de fluorita bandada em granitóide hidrotermalinizado.

Mina Santa Catarina, nível 132 (P.14). Lapa do filão principal (direita da foto) em que se observa a encaixante hidrotermalinizada recortada por vênulas de fluorita roxa e calcedônia, passando para um nível de fluorita bandada roxa e minério em "cocardes" (esquerda da foto).

Mina Santa Catarina, nível 132. Filão secundário. Minério brechado fino constituído por blocos de fluorita bandada e calcedônia de no máximo 10cm, imersos em matriz a base de fluorita e calcedônia. Na extremidade direita da foto observa-se minério bandado.

CPRM

Mina Canela Pequena - Bloco 70/02. Frente sul. Minério bandado constituída por bandas de calcedônia branca, fluorita amarela, fluorita roxa, fluorita branca e argila marrom encaixado em granito cataclástico (a direita) e minério brechado fino (a esquerda).

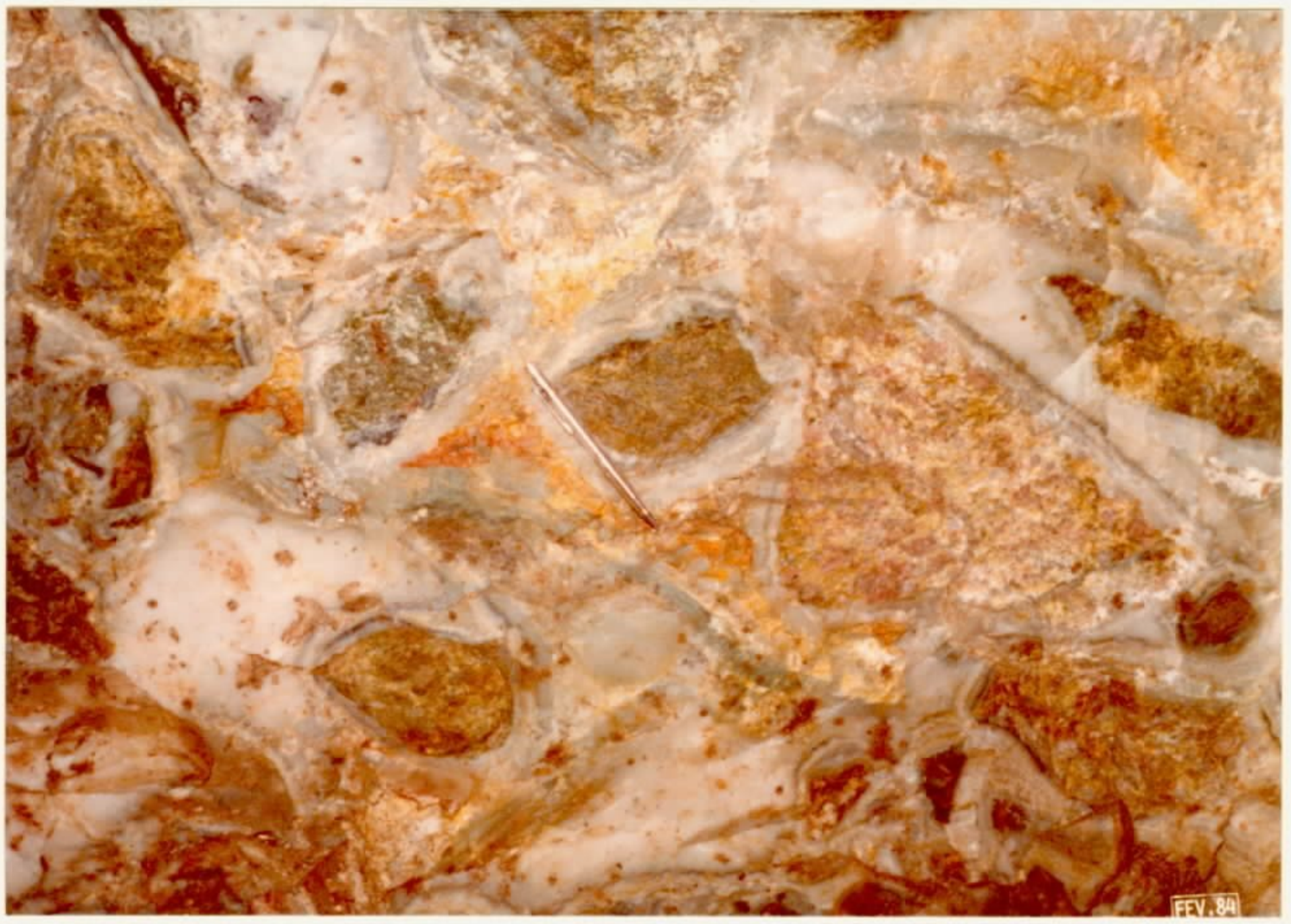
Mina Canela Grande. Bloco 126/02. Frente de lavra onde observa-se da esquerda (SE) para a direita (NW) minério brechado grosseiro; minério brechado fino e protomilonito; granitóide hidrotermalinizado; minério brechado e em "cocardes"; granitóide cloritizado recortado por vênulas de fluorita roxa e calcedônia verde.

Mina Ribeirão da Areia. Bloco 70/01. Minério brechado constituído por blocos de calcedônia e fluorita bandada cimentados por fluorita verde e roxa. Na capa (direita da foto) milonito avermelhado e granito alterado.

Mina Canela Pequena. Bloco 70/01. Frente sul. Minério brecha do friável, constituído por blocos centimétricos de fluorita bandada, calcedônia e granito distribuídos em matriz constituida por fluorita e argila marrom.

CPRM

Mina Santa Catarina, nível 132. Filão principal. Estrutura em "cocardes" observando-se fluorita e calcedônia bandadas em torno de blocos de rocha granitóide, grosseira, porfirítica, hidrotermalinizada, e calcedônia branca.



Mina Santa Catarina, nível 182. Estrutura em "cocardes" observando-se blocos de rocha granitóide circundados e cimentados por calcedônia branca e alguma fluorita roxa e amarela. Destaca-se o aumento da calcedônia na composição do minério em profundidade.

Filão São Pedro, nível 70. Granito róseo, equigranular médio a grosseiro seccionado por veios centimétricos constituídos por fluorita roxa, amarela e branca, posicionados a oeste do filão principal.

Mina Santa Catarina, bloco de lavra 182/05. Cavidade parcialmente preenchida por fluorita amarela com cristalização cúbica refletindo os últimos estágios da mineralização.

CPRM

7. ANEXOS

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROJETO FLUORITA NO SUDESTE DE SANTA CATARINA

ÁREA LINHA TORRENS – PEDRAS GRANDES

ESCALA : 1:25000

1984

MAPA DE SITUAÇÃO

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS
A BASE TOPOGRÁFICA FOI OBTIDA A PARTIR DA REDUÇÃO FOTOGRÁFICA DE PARTE DAS FOLHAS NA ESCALA 1:50.000 DE CRICIÚMA (SH-22-X-B-IV-1), JAGUARUNA (SH-22-X-B-IV-2) E TUBARÃO (SH-22-X-B-IV-4), EDITADAS PELO IBGE O TRAÇADO DAS ESTRADAS FOI ATUALIZADO COM BASE EM FOTOGRAFIAS AÉREAS, ESCALA 1:25.000, DO LEVANTAMENTO DE 1978 EXECUTADO PELA SAGS.

Projeto executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre
Supervisão no DEGEC/DIPROE
Geól. Erich Bruning
Supervisão no DIVGEM/PA
Geól. Douglas Roberto Tramontini
Execução
Geól. Antonio Morgental

CONVENÇÕES

Sedimentos Quaternários
Projeção das falhas inferidas nos pressupostos da Formação Rio Bonito (Pcl) e Formação Palermo (Pfb) conectadas (——) ou supostas (– – –)
Formação Serra Geral
Formação Rio Bonito
Grupo Itararé
Dique ácido
Dique básico
Sólte intrusivo Guabiruba
Sólte intrusivo Pedras Grandes
Contato geológico aproximado
Contato geológico suposto
Falha ou fratura
Falha com indicação do movimento relativo vertical dos blocos
Bloco de queda
Poço vertical

SECÇÃO GEOLÓGICA

ESCALA HORIZONTAL 1:25000
ESCALA VERTICAL 1:5000

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

CENOZÓICO – QUATERNÁRIO

Depósitos de origem fluvial, atuais e subatuais, constituídos por argilas, areias, areias conglomeráticas e conglomerados inconsolidados preenchendo as planícies de inundação e/ou formando terraços.

MESOZÓICO – CRETÁCEO SUPERIOR – JURÁSSICO-CRETÁCEO

Mineralizações filonares de fluorita e calcedônia. Filões aflorantes(⟷) e/ou subaflorantes (⟷) com a seguinte denominação: 1 - Mina 2; 2 - Mina 3; 3 - Mina 4; 4 - Mina 5; 5 - Mina 6; 6 - Filão Poço 7; 7 - Filão Poço 8; 8 - Mina 9; 9 - Filão Poço 9; 9' - Filão Poço 9'; 9'' - Filão Goal; 10 - Mineração São Pedro; 11 - Filão São Pedro; 12 - Mina Ribeirão da Areia; 13 - Mina Barbosa; 14 - Mina do Café; 15 - Mina Schemin; 16 - Filão Piquete; 17 - Mina Canela Grande; 18 - Mina Canela Pequena; 19 - Mina Satélite; 20 - Mina Piquete; 21 - Mina Fogueira; 22 - Filão Santa Regina; 23 - Filão Pedro; 24 - Filão Gaúcho; 25 - Filão Guaraçaimbi; 26 - Ocorrência Rosalino; 27 - Ocorrência Fagundes.

GRUPO SÃO BENTO
FORMAÇÃO SERRA GERAL

Rochas básicas constituídas por basaltos e diabásios sob a forma de soleiras.

Diques de diabásio

SUPERGRUPO TUBARÃO
GRUPO GUATÁ
FORMAÇÃO RIO BONITO

PERMIANO INFERIOR

Depósitos flúvio-deltaicos e fluviais constituídos predominantemente por arenitos de granulação média a fina e arenitos conglomeráticos, cor cinza a creme, passando a amarelo-ocre quando alterados, feldspáticos e subordinadamente líticos e elementos do arcabouço com granulometria desde alguns milímetros (grânulos de quartzo) até blocos métricos de rocha granítica.

GRUPO ITARARÉ

CARBONÍFERO SUPERIOR – PERMIANO INFERIOR

Depósitos flúvio-glaciais constituídos por arenitos finos a médios, cinza acre me, siltitos esverdeados a amarelados, folhelhos cinza-avermelhados, argilitos com matizes cinza, rosa e amarela, conglomerados de "dropstones" compostos por matriz areilosa e elementos do arcabouço com granulometria desde alguns milímetros (grânulos de quartzo) até blocos métricos de rocha granítica.

GRUPO ITAJAÍ

PALEOZÓICO – ESTRATIGRÁFICO INDETERMINADO

Corpos disformes de rochas microgranulares a afaníticas ácidas constituídas por microdiamantitos, grafitos, riolitos e quartzo-porfírios.

Veios de quartzo leitoso

SUÍTE INTRUSIVA GUABIRUBA

PROTEROZÓICO SUPERIOR – PROTEROZÓICO INDIFERENCIADO

Ortoclásio-granitóides pós-tectônicos, isotrópicos, homogêneos, leucocráticos, subalcalinos a alcalinos, textura granular média a grosseira, eventualmente porfiríticos, cores cinza a avermelhada.

SUÍTE INTRUSIVA PEDRAS GRANDES

Microclínio-granitóides sin a tardi-tectônicos, calco-alcalinos, isotrópicos a fracamente anisotrópicos, leucocráticos a mesocráticos, textura granular porfirítica com desenvolvimento de megacristais de feldspato potássico augen e/ou cinza distribuídos em matriz grosseira de composição granítica a granodiorítica, formam complexos polidiapíricos, e eventualmente com contatos difusos para termos diatexíticos.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Contato geológico aproximado
- Falha ou fratura indiscriminada
- Falha ou fratura encoberta
- Falha com indicação da movimentação relativa dos blocos
- Falha com movimentação relativa vertical dos blocos (A / B)
- Camada com mergulho de valor medido
- Junta com mergulho de valor medido
- Junta vertical
- Sistema de juntas
- Poço de mina vertical
- Galeria
- Ocorrência de fluorita
- Mina subterrânea
- Mina subterrânea paralisada
- A — B — Localização dos pontos extremos da seção geológica

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- Cidade
- Vila
- Estrada intermunicipal com revestimento solto
- Estrada municipal com tráfego permanente
- Estrada municipal com tráfego temporário
- Caminho
- Estrada de ferro
- Drenagem
- Curva de nível com equidistância de 20 m
- Curva de nível cotada
- Cota topográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO FLUORITA NO SUDESTE DE SANTA CATARINA

MAPA GEOLÓGICO

ÁREA LINHA TORRENS - PEDRAS GRANDES

ESCALA 1:25.000

ANEXO I

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROJETO FLUORITA NO SUDESTE DE SANTA CATARINA

ÁREA LINHA TORRENS - PEDRAS GRANDES

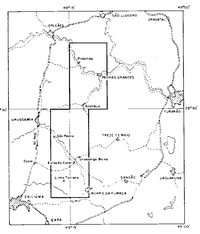
ESCALA: 1:25000

250 m 0 250 500 750 1000

1984

MAPA DE SITUAÇÃO

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



ESCALA

ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS:
A BASE TOPOGRÁFICA FOI OBTIDA A PARTIR DA REDUÇÃO FOTOGRÁFICA DE PARTE DAS FOLHAS NA ESCALA 1:50.000 DE CRICIÚMA (SH-22-X-B-IV-II), JAGUARUNA (SH-22-X-B-IV-2) E TUBARÃO (SH-22-X-B-IV-4), EDITADAS PELO IBGE. O TRAÇADO DAS ESTRADAS FOI ATUALIZADO COM BASE EM FOTOGRAFIAS AÉREAS, ESCALA 1:25.000, DO LEVANTAMENTO DE 1978 EXECUTADO PELA SACS.

Projeto executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM

Superintendência Regional de Porto Alegre

Supervisão no GEGEC/DIPROE
Geól. Erich Breitag

Supervisão no DIVGEM/PA
Geól. Douglas Roberto Troiani

Execução
Geól. Antonio Morgental

N

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- ESTAÇÃO COM AFLORAMENTO OBSERVADO
- ESTAÇÃO COM AFLORAMENTO DESCRITO
- AFLORAMENTO DE ROCHA AMOSTRADO
- AFLORAMENTO DE ROCHA COM ANÁLISE GEOQUÍMICA
- AFLORAMENTO DE ROCHA COM ANÁLISES GEOQUÍMICA E PETROGRÁFICA
- AM-83 INDICAÇÃO DO NÚMERO DE CAMPO
- CAMINHAMENTO GEOLÓGICO REALIZADO

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CIDADE
- VILA
- POVOADO
- ESTRADA INTERMUNICIPAL COM REVESTIMENTO SOLTO
- ESTRADA MUNICIPAL COM TRÁFEGO PERMANENTE
- ESTRADA MUNICIPAL COM TRÁFEGO TEMPORÁRIO
- CAMINHO
- ESTRADA DE FERRO
- DRENAGEM
- CURVA DE NÍVEL COM EQUIDISTÂNCIA DE 20 m
- CURVA DE NÍVEL COTADA
- COTA TOPOGRÁFICA

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO FLUORITA NO SUDESTE DE SANTA CATARINA

MAPA DE CAMINHAMENTO

ÁREA LINHA TORRENS - PEDRAS GRANDES

ESCALA 1:25.000

ANEXO II