

BRUNO MINIOLI

ASPECTOS GEOLÓGICOS DA REGIÃO  
LITORÂNEA PIÇARRAS — BARRA VELHA, SC



Tese de Doutorado apresentada ao  
Instituto de Geociências da Uni-  
versidade de São Paulo.

DEDALUS - Acervo - IGC



30900005228

1972

## ÍNDICE

### Página

INTRODUÇÃO	3
a - Trabalho anterior	3
b - Objetivos	5
c - Aspectos gerais	5
GEOLOGIA	9
a - Generalidades	9
b - Aspectos geomorfológicos e fisiográficos	16
Formas de denudação	17
Formas de construção	17
Formas de abrasão marinha	18
Formas de construção marinho-fluvial	22
Rede de drenagem	23
Cronologia dos eventos erosivos e deposicionais	23
c - Hornblenda gnaisse	26
Petrografia e mineralogia	26
d - Migmatitos bandados	32
Petrografia e mineralogia	39
e - Rochas ultramáficas	42
Generalidades	42
Ocorrência do Morro Comprido	46
Barra Velha	50
Ponta da Pedra Branca	53
Itajuba	55
f - Diques e veios	63
g - Estruturas	65

	Página
DADOS GEOCRONOLÓGICOS	69
a - Generalidades	69
b - Métodos experimentais	70
c - Resumo e discussão	72
CONSIDERAÇÕES PETROLÓGICAS	86
AGRADECIMENTOS	90
BIBLIOGRAFIA	93
APÊNDICE I	100

## METODOLOGIA

Os termos utilizados para a descrição e classificação das rochas foram baseados em compêndios especializados de petrografia e mineralogia. As lâminas foram estudadas em microscópio Dialux-pol-Zeiss e as fotomicrografias obtidas em fotomicroscópio marca Zeiss.

Para a separação e concentração dos minerais que foram usados nas datações radiométricas, utilizamos bromofórmio, separador eletromagnético Franz e processo de catação em alguns lotes. As análises de potássio foram obtidas no fotômetro de chama Baird-Atomic e o gás purificado foi analisado no espectrômetro de massa tipo Reynolds.

Para a confecção do mapa geológico e estudo das várias feições estruturais, foram utilizados estereoscópios de espelho Wild-Heerbrugg e "Aero-Sketchmaster", Zeiss.

## INTRODUÇÃO

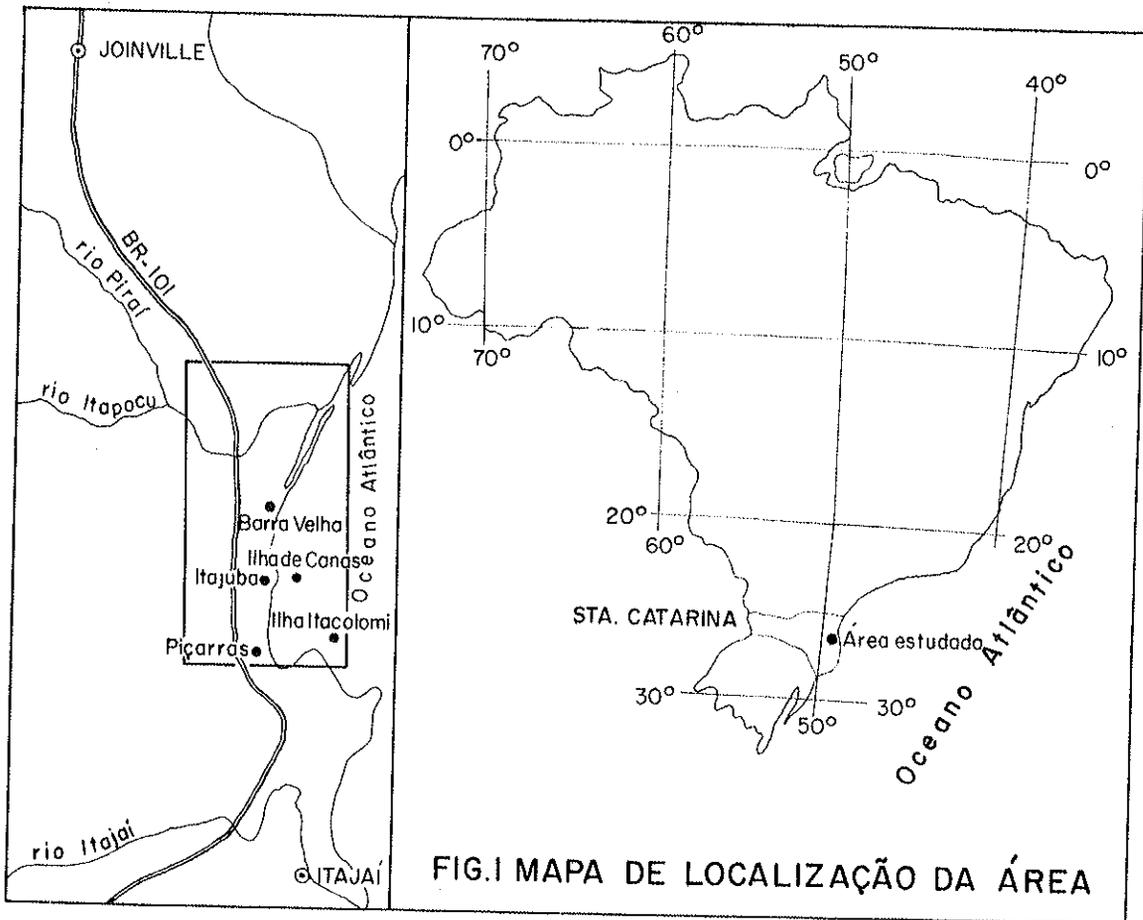
Na parte média do litoral do Estado de Santa Catarina, distante aproximadamente 40 km de Itajaí em direção ao norte, ocorre um corpo de rocha ultramáfica composto principalmente por piroxenito e anfíbólito, associado aos migmatitos bandados e hornblenda gnaisses regionais (Figura 1).

O interesse geológico para o conhecimento pormenorizado de corpos de rochas ultrabásicas ou ultramáficas, principalmente de suas associações com as rochas adjacentes, foi despertado há muito tempo, quando os pesquisadores verificaram várias ocorrências de áreas mineralizadas associadas a estes tipos de litologias de particular significado.

Na bibliografia especializada existem importantes pesquisas neste campo. Além dos mapeamentos geológicos e estudos de mineralização, vêm sendo pesquisados os aspectos genéticos, estruturais e outros de interesse geológico, cujos trabalhos são desenvolvidos por especialistas do País e do exterior.

### a - Trabalho anterior

O grande corpo ultramáfico exposto no litoral de Santa Catarina já era conhecido por Leinz e Bigarella, que em 1967 comunicaram a Bartorelli e ao autor a sua existência.



Fazendo sucinta descrição dos afloramentos, localização da área e com informações de idades radiométricas, o primeiro trabalho em forma de comunicação e de cunho marcadamente preliminar foi publicado em 1969 (Bartorelli et al.), dando ênfase principalmente à variação litológica e mineralógica da unidade ultramáfica.

#### b - Objetivos

No trabalho a que nos propuzemos desenvolver nesse campo de investigação, e agora apresentado, serão tratados os aspectos geomorfológicos, petrográficos, estruturais e outros pertinentes, com breve descrição de ocorrência de uma incipiente mineralização de ferro.

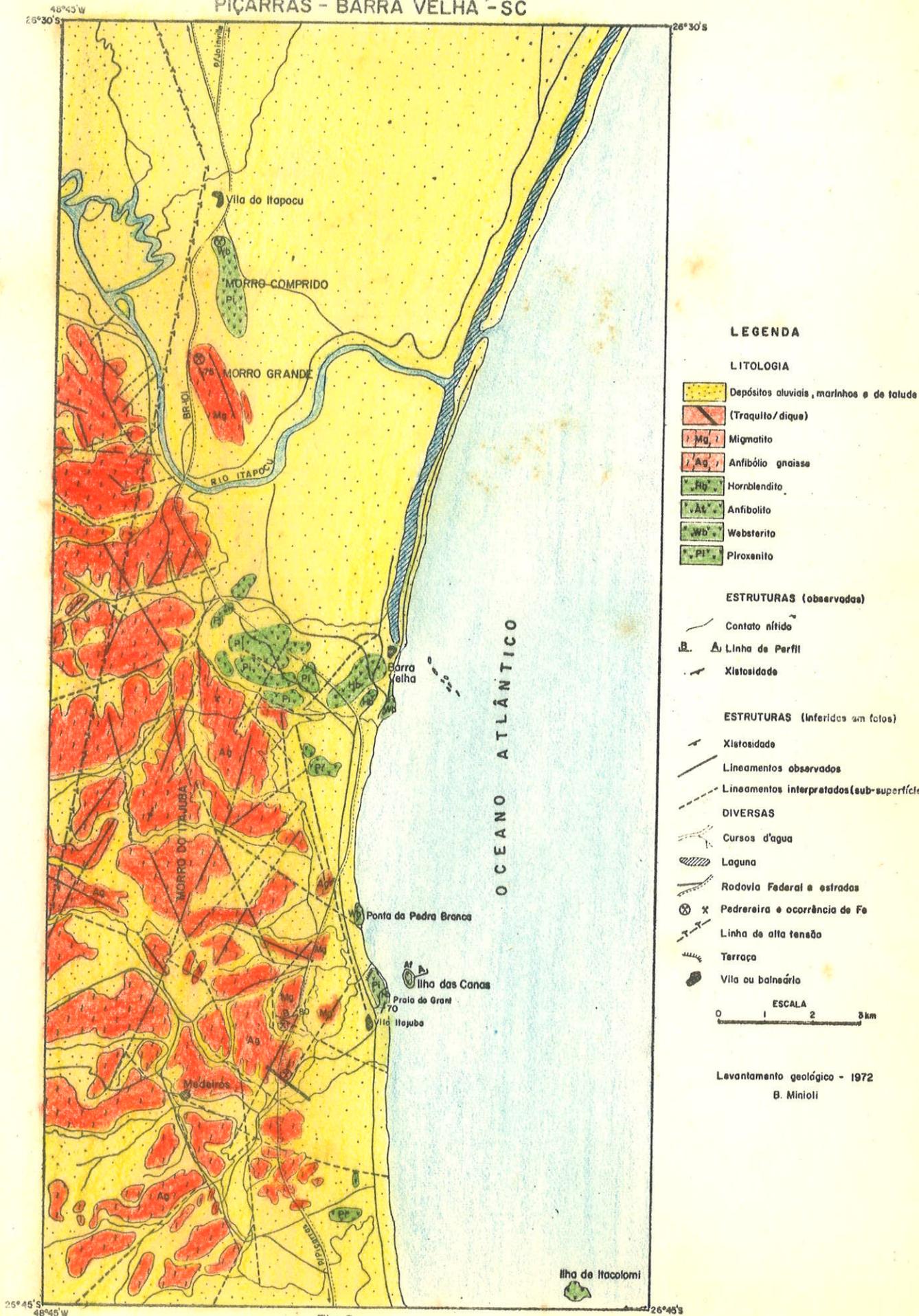
Complementando os objetivos, é sintetizada uma interpretação da evolução dos prováveis eventos geológicos que ocorreram na área, com apoio nas observações de campo e auxílio de idades geocronométricas.

Com esses objetivos à vista, o nosso interesse concentrou-se em um estudo que abrangesse as características geológicas gerais da área levantada, com ênfase ao corpo de rochas ultramáficas, e suas relações de campo, a fim de se poder interpretar possível mineralização eventualmente ocorrida e com prováveis considerações associada à sua gênese.

#### c - Aspectos gerais

A área considerada e coberta pelo mapa geológico da Figura 2 é limitada a E pelo oceano Atlântico

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO LITORÂNEA  
PIÇARRAS - BARRA VELHA - SC



LEGENDA

LITOLOGIA

- Depósitos aluviais, marinhos e de talude
- (Traquito/dique)
- Mignatito
- Anfibólio gnaíssa
- Hornblendito
- Anfibolito
- Websterito
- Piroxenito

ESTRUTURAS (observadas)

- Contato nítido
- B. A Linha de Perfil
- Xistosidade

ESTRUTURAS (inferidas em fotos)

- Xistosidade
- Lineamentos observados
- Lineamentos interpretados (sub-superfície)

DIVERSAS

- Cursos d'água
- Laguna
- Rodovia Federal e estradas
- Pedreira e ocorrência de Fe
- Linha de alta tensão
- Terraço
- Vila ou balneário

ESCALA  
0 1 2 3 km

Levantamento geológico - 1972  
B. Minioli

Fig 2

tico e a W pelo meridiano  $48^{\circ} 45'$  e pelos paralelos  $26^{\circ} 30'$  e  $26^{\circ} 45'$  de latitude sul, perfazendo um total de  $275 \text{ km}^2$  aproximadamente. Abrange os municípios de Araquari, Barra Velha e Piçarras, do Estado de Santa Catarina.

Essa região é servida em toda a sua extensão pela rodovia federal BR-101 e por outras estradas subsidiárias estaduais e municipais e muitos caminhos.

No mapa geológico do Brasil, editado em 1971 pelo Departamento Nacional da Produção Mineral do Ministério das Minas e Energia, as rochas dessa área foram agrupadas como pertencentes ao Pré-cambriano indiviso, associadas à deposição holocênica e compõem o cinturão orogênico Paraíba (Ebert, 1962).

Os migmatitos e hornblenda gnaisses ocupam praticamente três quartas partes da área mapeada, restringindo-se os ultramafitos à faixa costeira. Este corpo distribui-se paralelamente à costa, apresentando cerca de 4 km de largura por mais de 20 km de comprimento, grande área do qual encontra-se recoberta pelas águas do oceano.

O clima da região é subtropical, com invernos frios e úmidos e verões quentes. A temperatura média é de  $25^{\circ}\text{C}$  com índice pluviométrico que oscila entre 1 500 e 2 000 mm anuais.

Apesar de possuir algumas elevações que atingem até 200 m, como na serra de Itajuba, a média de altitude deve atingir 70 m.

Para a elaboração do mapa base do nosso

trabalho, fizemos uso da carta nº 1 800 do Ministério da Marinha na escala de 1:285.000, e das fotografias aéreas da Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército do levantamento aerofotogramétrico regional executado pela USAF em 1966, na escala de 1:60.000.

O mapa planimétrico foi restituído por triangulação radial com controle de campo. Esse mapa foi reduzido para escala de 1:50.000, de modo que foram inseridas as observações geológicas da área.

## GEOLOGIA

### a - Generalidades

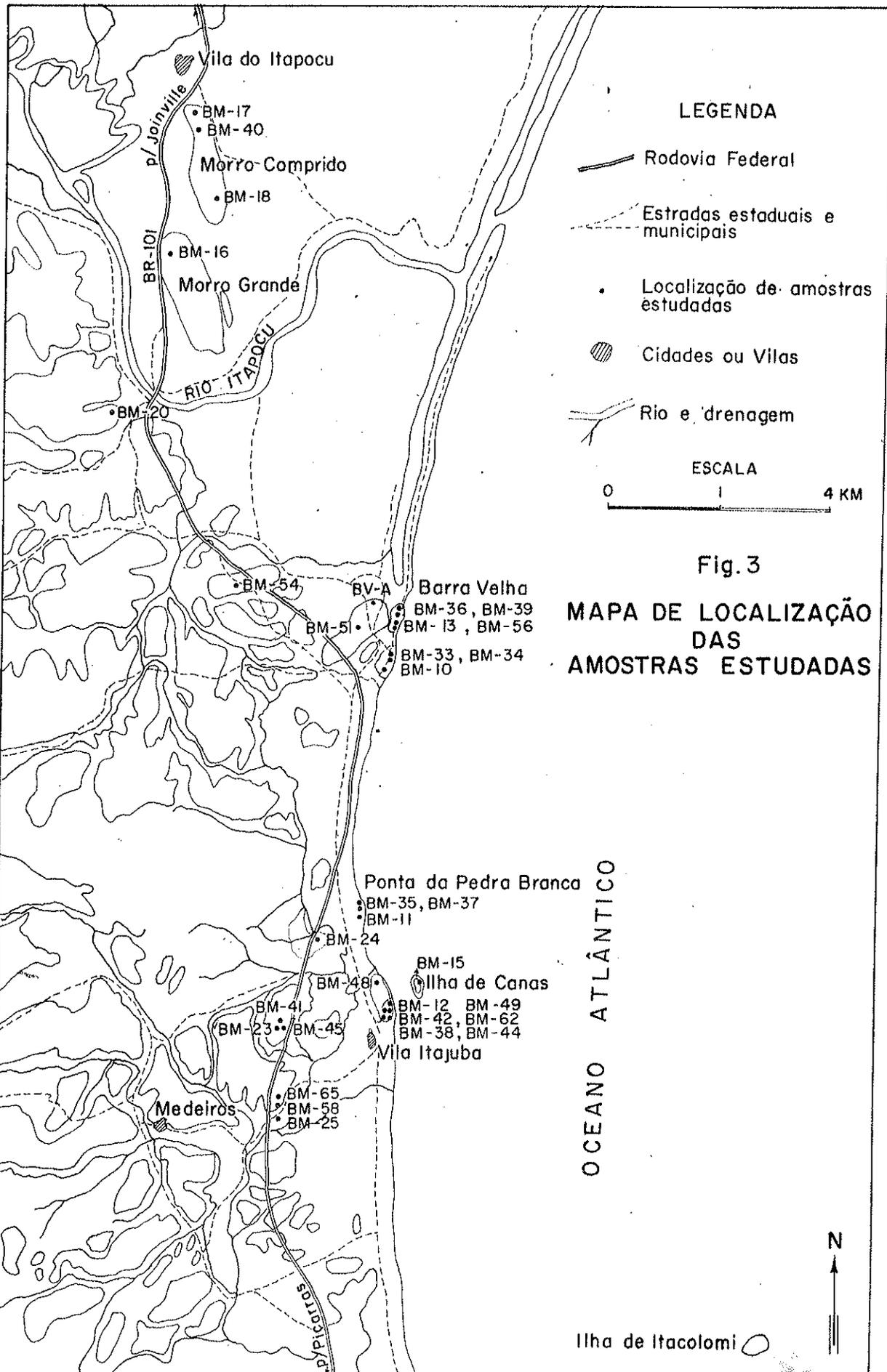
A geologia desta área é constituída de poucas variedades litológicas, as quais pertencem a um embasamento complexo e se encontram recobertas por intensa sedimentação recente.

Os grupos de rochas enquadrados como hornblenda gnaisses e migmatitos bandados distribuem-se na porção ocidental da região mapeada (Figura 3), ocupando a maior parte da área, sendo essas variedades as unidades rochosas regionais.

Embora apresentem acentuada similaridade na composição mineralógica, foram separadas em duas unidades independentes por exibirem textura e estrutura com características diversas.

Foi observado que nos afloramentos a leste da área predomina o tipo migmatítico, enquanto que o hornblenda gnaisse ocupa quase totalmente a região oeste.

Como não foi possível a delimitação exata de qualquer tipo de contato entre essas litologias, o autor suspeita que o referido contato provavelmente tenha caráter transicional, isto porque foram verificadas algumas feições texturais diferentes em afloramentos dis-



tantes até cerca de 100 m uns dos outros, ora com bandamento característico dos migmatitos, ora com acamamento difuso, imperceptível, próprio da unidade que classificamos como hornblenda gnaïsse.

O grande manto de sedimentos que recobre a região dificultou enormemente a localização e os tipos de contato.

No mapa geológico da área (Figura 2) essas litologias estão indicadas com idêntica simbologia, mas aquelas visitadas possuem letras convencionais para diferençã-las.

Os hornblenda gnaïsses foram assim classificados por apresentarem textura semelhante ao granito, com microbandas muito pouco observáveis, em geral difusas, e como máfico predominante a hornblenda (Foto 1). Já os migmatitos bandados caracterizam-se pela alternância de bandas máficas e fêlsicas, variando de 2 a 3 centímetros a milímetros de espessura, às vezes com leitos descontínuos (Foto 2).

A outra unidade que completa a litologia da área é um corpo ultramáfico que aflora de maneira descontínua ao longo da costa, variando sua disposição de norte-sul até N 20°W.

Pela composição mineralógica apresentada, este corpo foi subdividido em duas variedades petrográficas: piroxenito e anfibolito.

Não foi possível a localização de contatos nítidos entre uma unidade e a outra, pois os aflora

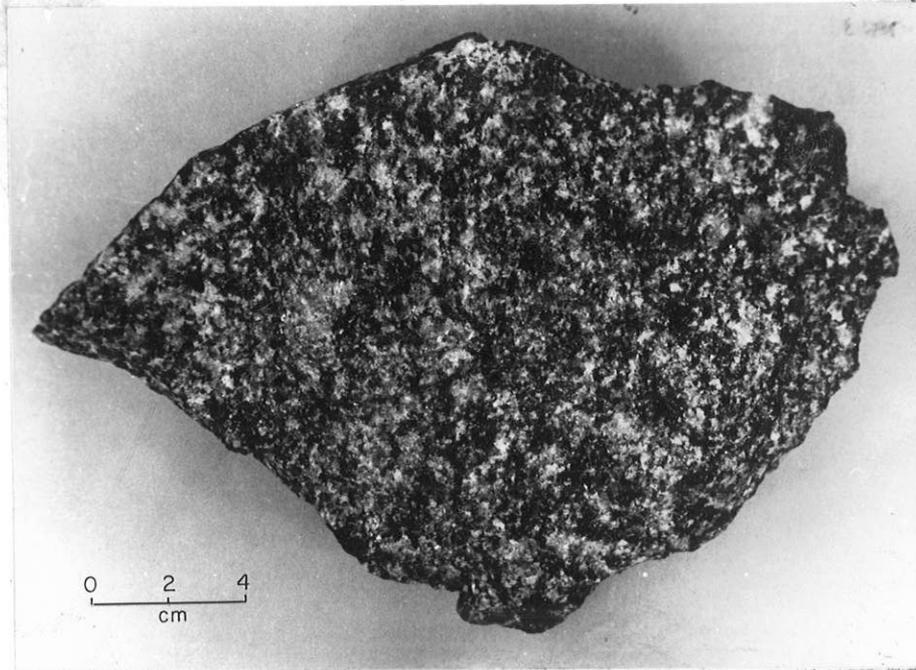


Foto 1 - Hornblenda gnaisse com bandamento difuso.  
(BM-20, Figura 3).

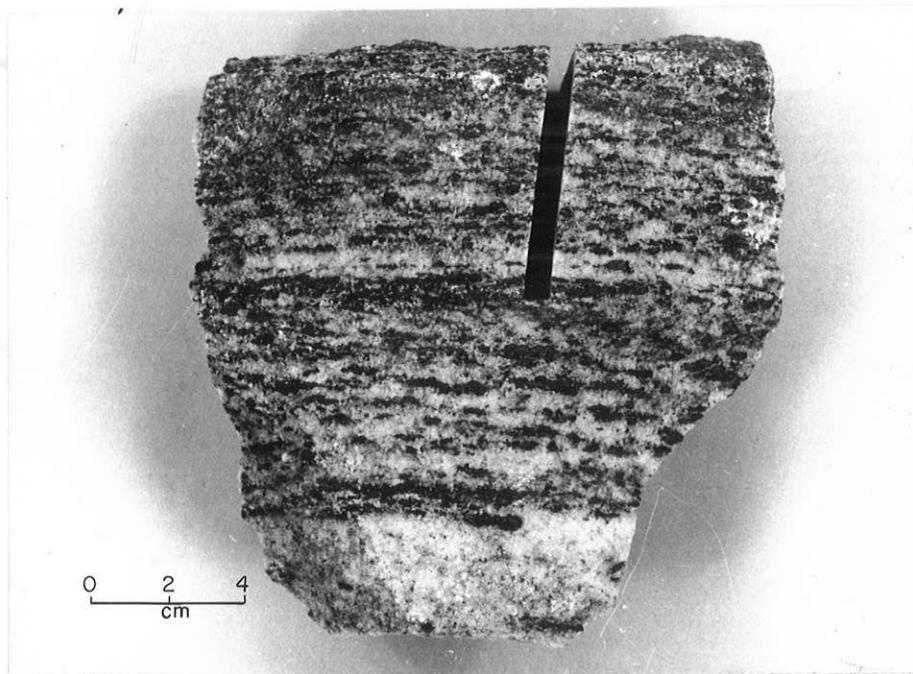


Foto 2 - Migmatito do contato com o corpo ultramáfico,  
bandas milimétricas alternadas, às vezes, des-  
contínuas. Sul da praia do Grant (BM-8, Figura  
3).

mentos se apresentam bastante espaçados, com recobertura de sedimentos entre um e outro entulhando os vales.

No mapa geológico esses afloramentos es tão indicados com contatos nítidos apenas em relação aos sedimentos recentes. Contatos inferidos entre o ultramafito e as rochas regionais poderiam ser traçados, porém a própria disposição dessas unidades torna evidente essa relação litológica.

O estudo da composição mineralógica dos anfibolitos e piroxenitos demonstrou que estas duas ro chas possuem variação na distribuição quantitativa de seus constituintes em um mesmo afloramento. Assim, os piroxenitos apresentam composição ora com distribuição predominante de diopsídio, caracterizando esta variedade petrográfica, ora com distribuição aproximadamente pro porcional de diopsídio e hiperstênio, graduando, então, para a variedade denominada websterito (segundo Miller, 1953).

De maneira idêntica, os anfibolitos tam bém exibem este tipo de segregação zonal, apresentando ora núcleos com composição típica dessa rocha e ora con centração anômala de hornblenda, caracterizando os tipos classificados como hornblenditos.

Foi observado, também, que essa variação na distribuição mineralógica é gradual, no seio de um mesmo corpo. Apenas nos bolsões existentes na praia do Grant, alguns dos quais são constituídos essencialmente por hornblenda e outros por hiperstênio, a distribuição não tem o caráter transicional. Aí distinguem-se clara mente os hornblenditos em contato ora com o piroxenito

ora com o websterito (Foto 3).

Não foi possível a delimitação das zonas de transição petrográfica entre uma variedade e outra, por não estar em mira do autor tal objetivo; todavia, essa pesquisa seria de fundamental importância, principalmente no âmbito petrogenético.

Era intenção inicial do autor a adoção da classificação proposta por Jung e Roques (1952) para estudos relacionados com migmatitos ou rochas cristalofilianas em geral, e aplicada na confecção da Carta Geológica do Paraná (Fuck, Trein e Marini, 1967), por ocasião do levantamento geológico dos migmatitos da porção oriental daquele Estado.

Esse objetivo se fundamentava no fato de se procurar estabelecer um critério homogêneo na classificação de rochas de idênticas características e por se acreditar, inicialmente, que as unidades regionais estudadas em Santa Catarina possuíam muita semelhança com aquelas pesquisadas pela equipe supra referida (inclusive com os migmatitos localizados na região Antonina-Morretes estudados por Cordani e Girardi, 1967).

Com o desenvolvimento das observações de campo e de posse de dados petrográficos e geocronométricos, o autor julgou inoportuna a adoção daquela classificação para as rochas cristalofilianas desta área, optando pela nomenclatura postulada por Mehnert (1968), por invocar terminologia puramente descritiva do caráter textural e composicional das unidades litológicas, sem implicância de conceitos genéticos.

Os estudos e correlações de campo foram muito prejudicados pela cobertura sedimentar recente depositada nas partes mais baixas, obliterando muitos afloramentos. A maioria das elevações apresenta rochas totalmente decompostas e recobertas por espesso manto de intemperismo, preservando, todavia, suas estruturas e um conjunto de caracteres remanescentes que favoreceram a interpretação dos eventos ocorridos. Alguns contatos das rochas ultramáficas foram delimitados pela coloração do solo, por apresentarem características remanescentes distintas daquelas provenientes de decomposição das rochas regionais.

Da mesma maneira alguns dados estruturais foram auferidos graças às fotos aéreas.

b - Aspectos geomorfológicos e fisiográficos

Atualmente a região apresenta-se como uma planície de topografia pouco variada, com pequenas ondulações que atingem cerca de 40 a 50 m de altura, como média aproximada, em consequência de processos intempéricos e erosivos que provocaram um modelado de formas de relevo que refletem, não só condições morfoclimáticas, como também morfoestruturais. As formas longas e arredondadas das rochas regionais refletem essas condições, por encontrarem-se alinhadas segundo direções que variam desde aproximadamente  $N30^{\circ}E$  até  $N30^{\circ}W$ , coincidentes com sistemas de fraturamento observados por meio de fotos aéreas.

A área mapeada consiste essencialmente de uma baixada litorânea com processo de denudação em estágio de maturidade nas unidades rochosas mais resistentes e na senilidade inicial nas zonas de rochas susceptíveis à inclemência desses processos, conferindo à área superfícies relativamente aplainadas.

Ao lado do modulado destrutivo, existem feições geomórficas herdadas a partir da deposição de materiais aluvionais e material de origem fluvial e marinha. Esta sedimentação foi intensa, levando a linha da costa a deslocar-se para o mar, tendo a progradação se desenvolvido às custas de sedimentos oriundos, principalmente, do rio Itapocu.

a - Formas de denudação

São formas constituídas por elevações na topografia madura, na cota máxima de 100 m. O perfil das encostas dos morros é convexo, com topos bem arredondados, caracterizando um aspecto que reflete a intensidade de dissecação nesse modelado.

Em níveis topográficos inferiores, nas cotas entre 35 a 50 m, ocorrem formas com feições mais aplainadas, indicando uma configuração de modelado já senil, graças à menor resistência oposta por esses materiais à denudação. Esse modelado nas formas de relevo ocorreram contemporaneamente.

Os depósitos de aluvião na cota de 20 a 25 m são afetados pela erosão linear dos rios que compõem a rede hidrográfica regional.

Nas encostas dos vales, o nível de erosão lateral localiza-se a 7 m de altura e está implantado nos meandros divagantes, condicionados à dinâmica de rios insequentes pelos sedimentos de várzea e de planície aluvionar, neste caso, do rio Itapocu.

b - Formas de construção

Os sedimentos mais antigos encontram-se depositados na cota de 20 a 25 m. Constituem as várzeas dos rios que drenam a área do peneplano costeiro e a planície costeira das baixadas, onde ainda predominam pequenas ele

vações do embasamento.

Os sedimentos recentes, quer sejam de origem fluvial, aluvionar ou mistas, ou quer sejam de origem marinho-fluvial, preponderam na vasta planície da porção oriental do rio Itapocu e nas várzeas dos outros rios, junto à linha costeira, ao nível de 5 a 7 m.

Em uma área submetida a perfuração para captação de água subterrânea, distante cerca de 3 a 4 km da costa, foram localizadas camadas de areias marinhas em uma profundidade de 10 m. Devem estar depositadas na cota aproximada de 20 m, indicando a progradação litorânea havida.

#### c - Formas de abrasão marinha

Nessa baixada litorânea ocorrem alguns terraços marinhos, destacando-se, pela exposição mais conspícua, aquele localizado após a foz do rio Itajuba, junto à estrada Municipal que liga Barra Velha a Piçarras e distante aproximadamente 150 m da praia do Grant. Seu nível de abrasão superior encontra-se a uma altitude de cerca de 10 m (Foto 4). É constituído de material rudáceo monomítico, de composição piroxenítica, com seixos bem arredondados e aproximadamente do mesmo tamanho, com cerca de 6 a 8 cm de diâmetro. Apenas na sua parte superior os blocos apresentam-se maiores, com até 20 cm de diâmetro. Não há indício de qualquer orientação na disposição dos seixos nem de consolidação do depósito. Trata-se, portanto, de um "wave built terrace".

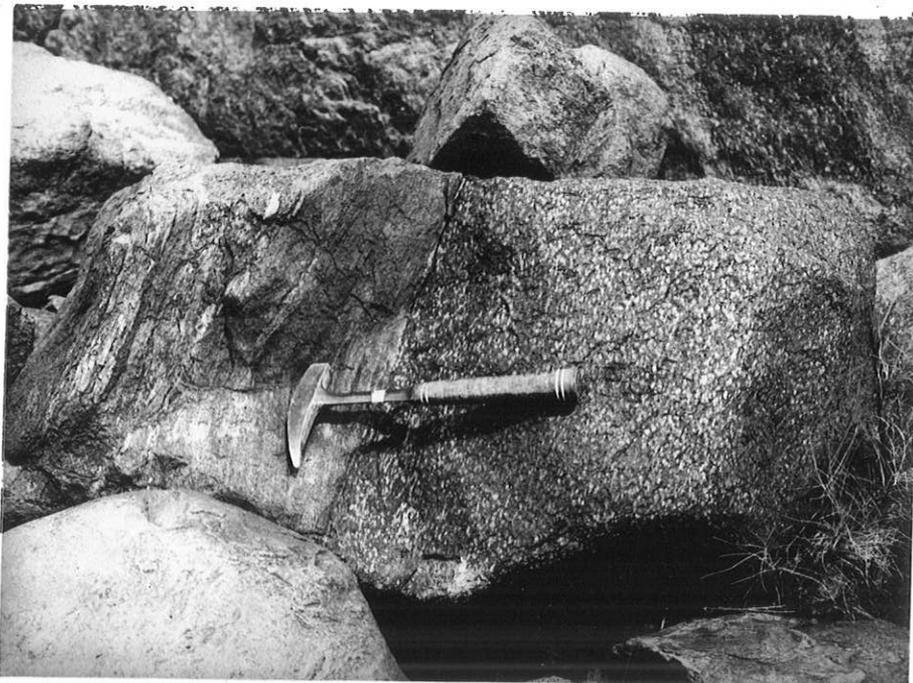


Foto 3 - Modificação brusca na granulação entre o websterito, a esquerda, com parte de um bolsão de hornblendito. Sul da praia do Grant.



Foto 4 - Terraço na desembocadura do rio Itajuba, constituído de seixos de piroxenito, 150 m W da praia do Grant.

Nos interstícios de seus constituintes encontra-se dispersa grande quantidade de material argilo-arenoso. Esse material fino intersticial pode representar uma fase posterior de retrabalhamento do dep<sup>o</sup>sito pelas águas do rio Itajuba, pois este rio atualmente tem seu curso paralelo à frente do terraço, na direção E-W aproximadamente, e poderia, em épocas não muito distantes, ter interferido nesse dep<sup>o</sup>sito.

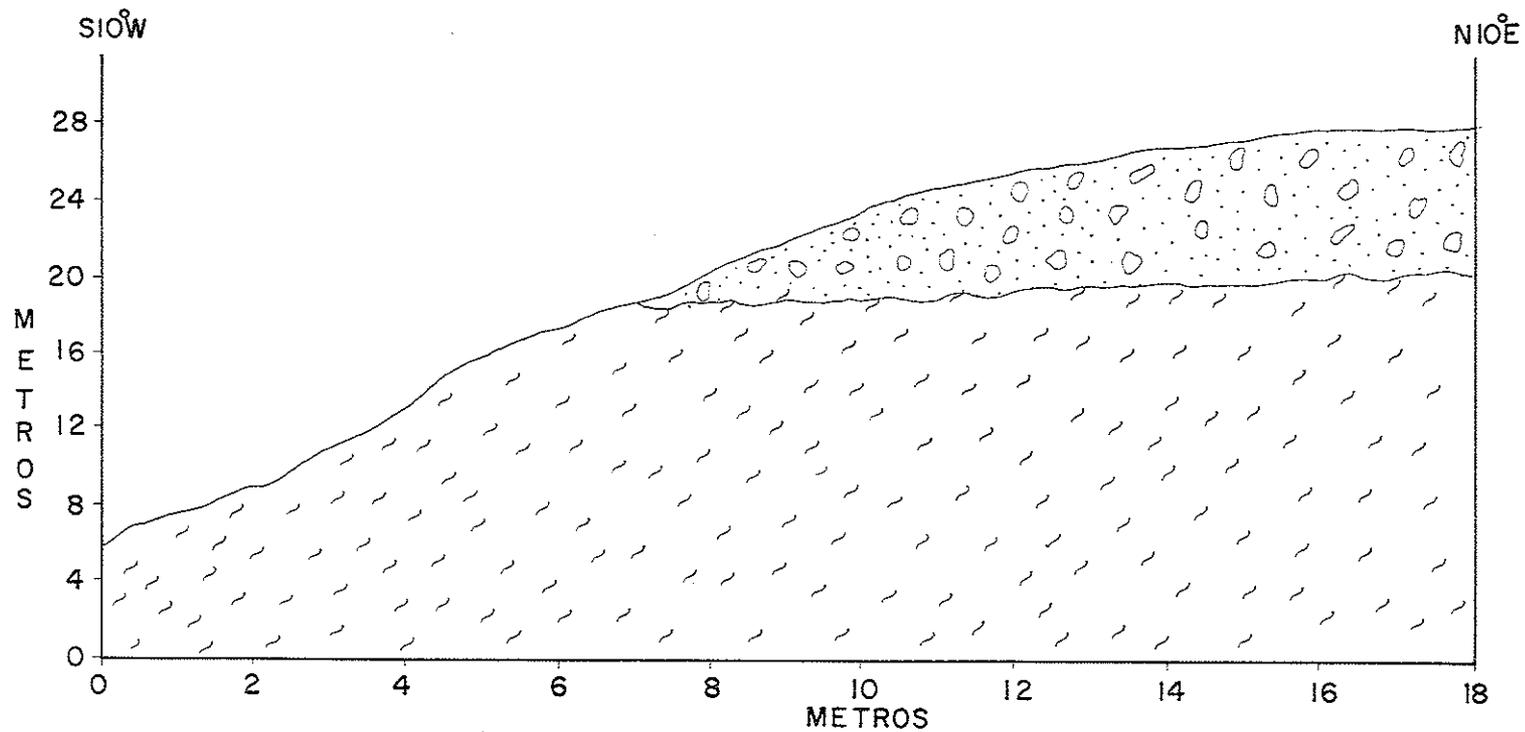
Não pode ser desprezada, todavia, a possibilidade dessas argilas terem sua origem relacionada a processos de iluviação.

Outros tipos de terraços que merecem citação são aqueles localizados a algumas dezenas de metros distante da costa e indicados no mapa geológico da Figura 2. Sua origem relaciona-se provavelmente à abrasão marinha que aplainou a rocha migmatítica do seu embasamento, com posterior deposição de material rudáceo sobre essa superfície. Esses terraços são constituídos de seixos polimíticos de piroxenito, quartzo leitoso e hornblenda gnaisse, depositados sem qualquer orientação. São corpos que variam entre 3 a 5 cm até pouco mais de 50 cm de diâmetro, encontrando-se disperso entre material intersticial arenoso (Figura 4).

A superfície de abrasão situa-se na cota de 20 m e tanto o material depositado como o embasamento encontram-se totalmente intemperizados.

Um segundo terraço que apresenta estas mesmas características localiza-se à margem direita da BR-101, no entroncamento com a estrada que liga esta rodovia à Barra Velha. Verifica-se no mapa geológico (Figura

TERRAÇO — KM 88 DA BR-101  
(Usina de asfalto)



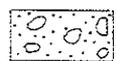
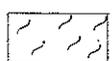
 Seixos polimíticos  Migmatito

Fig. 4

ra 2) que esses três terraços encontram-se alinhados entre si e paralelos à direção do ultramafito (N20°W). Essa condição é bastante sugestiva de que a gênese provável desses terraços esteja ligada à ação do mar. Um pouco mais adiante deste último terraço, cerca de 80 m, a perfuração para captação de água encontrou areia marinha a uma profundidade de 10 m, sendo este fato mais um argumento a corroborar aquela provável origem.

#### d - Formas de construção marinho-fluvial

Além das várias praias dispostas em semi-círculos ao longo da costa, a forma de construção marinha, que realça essa parte do litoral, é a barra constituída na desembocadura do rio Itapocu e localizada a partir do centro urbano de Barra Velha, em direção ao norte, representando uma laguna com extensão de 11 km e 80 m aproximados de largura. (Foto 5.)

A existência de piroxenitos, alinhados em forma de rochedos e distantes cerca de 80 m da costa, provavelmente originaram correntes secundárias que, aliadas à baixa cota batimétrica local, foram as responsáveis pela gênese dessa barra. Pela dinâmica marinha essas correntes, além de retardarem o transporte dessa imensa massa de detritos fluviais dejectados pelas águas do rio Itapocu, forçaram, pela progradação, o deslocamento de sua foz cada vez mais para o norte, hoje, a uma distância de aproximadamente 7 km de Barra Velha.

e - rede de drenagem

A região é recortada por uma rede de drenagem que se desenvolve em amplos vales, preenchidos por enorme massa de sedimentos, onde se deslocam tranquilamente na forma de meandros. Pode ser observado no mapa geológico da Figura 2 que esses vales têm sua gênese ligada às estruturas do embasamento, com uma disposição lozangular bastante definida. Apenas em algumas áreas os cursos d'água deixam de ser solidários a essas feições estruturais.

O principal rio da região é o Itapocu, um dos principais contribuintes na construção da enorme planície localizada a nordeste da área, tendo como tributário, nessa região, o rio Piraí do Sul.

A drenagem é completada por outros pequenos rios, que desaguam, de maneira geral, no mar.

f - cronologia dos eventos erosivos e deposicionais

A interpretação dos processos geológicos, que condicionaram a atual configuração da área estudada, pode ser correlacionada segundo as flutuações paleoclimáticas e consideradas como segue:

- formação de áreas de pedimentação que apresentam um conjunto de feições, desenvolvido provavelmente em ambiente de clima árido ou semi-árido (Ab'Saber, 1962) e que talvez tenha tido origem no Plioceno, segundo Bigarella et al., 1965; Silveira, 1952, entre outros. Nessas

condições, a superfície pré-quaternária da baixada teria sido recoberta por um lençol de seixos, constituído por fragmentos angulosos, predominantemente de quartzo leitoso e com tamanho variável entre 10 a 15 cm. Provavelmente este material tenha sido o remanescente das oscilações climáticas vigentes supra citadas;

- como consequência de mudanças que alteraram o clima da época pleistocênica (Tricart, 1958), esse material conglomerático poderia ter sofrido uma ampla distribuição e, inclusive, ter-se depositado na desembocadura dos rios, concomitantemente com o início de um ciclo erosional de clima úmido, que possibilitou a intensa sedimentação nas baixadas costeiras.

Subsequente a essa fase houve intensa deposição de aluviões nas várzeas dos rios e a formação de terraceamento marinho ao nível de 25 a 30 m;

- no Holoceno teria ocorrido a construção das grandes planícies alúvio-fluviais, principalmente a nordeste da área cartografada, com o desenvolvimento de praias e a formação da barra.

O revestimento de seixos foi recoberto por sedimentos siltosos e arenosos e hoje aparecem expostos nas encostas das elevações em forma, grosso modo, de semi-arcos, emoldurando o limite dos solos autóctones e com disposição de "stone line" (Sharpe, 1938).

Tais configurações permitem deduzir que essa linha de seixos teria sido a fonte da matéria prima abastecedora na formação dos terraços na cota mínima de 20 m.

Nesse período, ainda, ocorreram sedimentação de várzea ao nível de 7 m, novo ciclo de terraço mento marinho e, finalmente, rejuvenescimento do ciclo erosivo.

c - Hornblenda gnaisses

São as unidades rochosas de distribuição regional e dispõem-se, em grande parte, na porção ocidental da área levantada, indicada no mapa da Figura 3, com números de campo, BM-10 e BM-20. As outras amostras desta litologia localizam-se no Morro da Cruz, 1 km a NE do limite da área, e na pedreira da Ponta da Penha, cerca de 1,5 km a SE, também fora dos limites da área mapeada.

Os hornblenda gnaisses afloram em forma de elevações isoladas para áreas mais a oeste.

As regiões de contato com as rochas migmatíticas bandadas, que se encontram a leste, acham-se encobertas por sedimentos recentes. Todo o conjunto dos hornblenda gnaisses encontra-se exposto na forma de morros esparsos, com alguns deles ainda apresentando material fresco, contrariamente aos demais tipos rochosos que foram completamente intemperizados. Essas elevações sofreram denudação e a grande maioria está disposta segundo orientação NE.

Na descrição dessas rochas serão abordadas as características gerais, por exibirem pouca variação, quer seja na composição mineralógica ou textural.

Petrografia e Mineralogia

Os hornblenda gnaisses apresentam coloração homogênea, prevalecendo as leucocráticas, com granulometria média, variando seus constituintes de 1 a 2 mm.

A distribuição de seus componentes mine  
ralógicos é bastante homogênea, sendo difícil a constata  
ção de acamamento ou bandamento de seus elementos, mesmo  
em pequenas faixas. Apresentam aspecto textural bastan  
te semelhante a uma rocha granítica (Foto 1 ) e seu ban  
damento quando esporadicamente presente, exhibe fraco  
contraste. De uma maneira geral, é visível de forma qua  
se difusa e com milimétricas alternâncias de seus finos  
leitos máficos e félsicos. A textura predominante é gra  
noblástica, variando, ocasionalmente, de um afloramento pa  
ra outro, de lepidoblástica a nematoblástica, como con  
sequênciãa do hábito do mineral ferromagnésiano preponde  
rante. Em algumas amostras feições levemente xistosas  
puderam ser observadas.

Seus principais minerais constituintes  
distribuem-se em associações de feldspatos, quartzo, an  
fibólio e, subordinadamente, de piroxênio e acessórios.

Na Tabela 1 podem ser observadas as aná  
lises modais de três amostras, duas indicadas no mapa da  
Figura 3 com número de campo BM-10 e BM-20 e a terceira  
localizada no morro da Cruz, fora dos limites da área.

Os plagioclásios apresentam-se com varia  
ção na constituição, indo de oligoclásio a andesina.  
Seus cristais encontram-se dispersos isoladamente em for  
ma de rípas alongadas ou ovóides, não orientados. Em  
algumas lâminas, aparecem associados ao quartzo na forma  
de agregados granulares e também individualmente, bem  
maiores que os demais associados, englobando poiquiliti  
camente minúsculos cristais de quartzo e hornblenda. Em  
outras amostras, aparecem envolvidos parcialmente por piro  
xênio. De uma maneira geral, os minerais que se apresen

TABELA 1

## Análises modais dos hornblenda gnaisses

	BM-19	BM-20	BM-10
Plagioclásio	54,1	53,3	61,3
Quartzo	22,2	17,5	3,8
Hornblenda	13,8	10,9	17,6
Biotita	1,9	2,6	-
Hiperstênio	1,6	1,5	12,6
Apatita	-	0,3	0,6
Clorita	2,8	1,0	1,6
Diopsídio	1,2	0,5	0,3
Zircão	0,4	0,4	0,6
Epídoto	1,8	1,5	1,6
Titanita	0,1	0,2	0,2

tam isolados estão mais caulinizados do que aqueles agregados. Indícios de esforços tectônicos estão indicados pela curvatura da geminção.

Pouca quantidade de microclínio foi identificada nos hornblenda gnaisses, porém aqueles presentes encontravam-se pertitizados.

O quartzo é um dos constituintes encontrados em todas as lâminas estudadas, alcançando aproximadamente 20% nas maiores concentrações. Invariavelmente, está associado aos feldspatos. Os cristais são equidimensionais, apresentando extinção ondulante e contatos irregulares (denteados) com os associados adjacentes. São comuns o intercrescimento mirmequítico e textura "mortar" como consequência de esforços de cataclase.

Dos componentes essenciais, encontrados subordinadamente e predominando entre os máficos, destaca-se a hornblenda, em grânulos individuais e também como produto de alteração (uralitização) dos piroxênios. Está algo cloritizada, às vezes com inclusão de opacos e exibindo pouca tendência à orientação (Foto 6).

Os poucos piroxênios presentes são o diopsídio e o hiperstênio, em indivíduos geminados e alterados (cloritização e uralitização) para material fibroso e de alta birrefringência. Aparecem com alguma predominância em bandas félsicas, associados ao material quartzo-feldspático, que são seus componentes principais.

Com porcentagem muito reduzida encontram-se representados o epídoto e a biotita também com pouca tendência à orientação. Como acessórios distribuem-se,



Foto 5 - Barra e laguna na foz do rio Itapocu, N de Barra Velha. Foto tirada do Morro do Cristo.

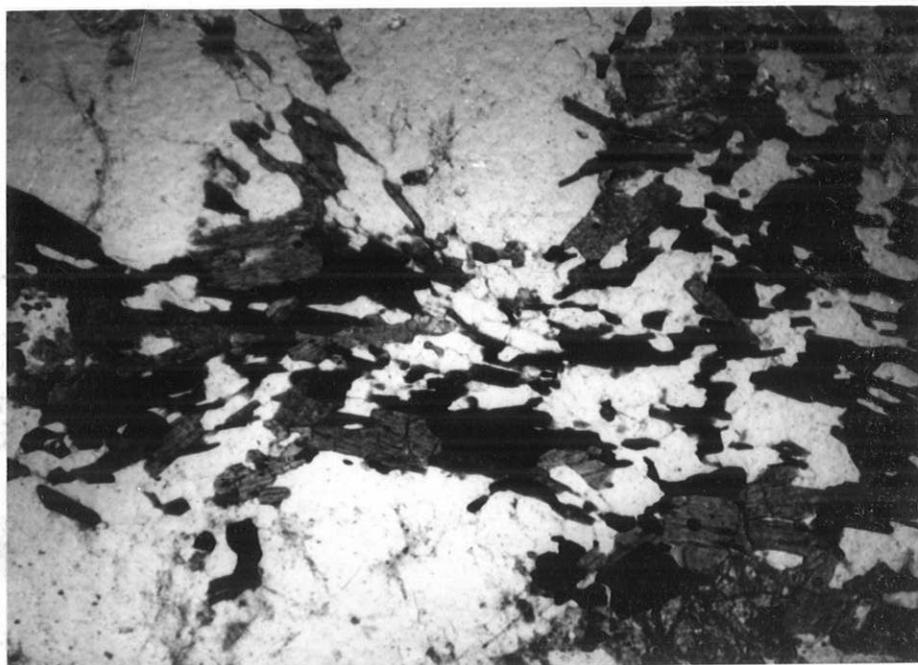


Foto 6 - Hornblenda gnaisse com orientação incipiente dos máficos presentes. ND, 10X.

de maneira dispersa, a apatita e o zircão. A clorita foi identificada em quantidade apreciável.

Pode-se depreender do estudo das lâminas dessas rochas que as principais paragênese indicam tratar-se de rochas metamórficas consideradas como de alto grau, com associações mineralógicas típicas do fácies anfibolito (plagioclásio-anfibólio) de acordo com Winkler, 1965; Fyfe e Turner, 1966 e Turner, 1968.

Cristais de hornblenda encontram-se dispersos como produto de uralitização dos piroxênios, provavelmente pela incompatibilidade do diopsídio e hipersênio nas condições físico-químicas menos intensas reinantes neste fácies. Pode-se confirmar pela Tabela 1 que a quantidade de piroxênio remanescente é bem reduzida nessas novas condições.

Associada aos hornblenda gnaisses regionais ocorre na área incipiente mineralização de ferro, localizada em uma pequena elevação, distante cerca de 2,5 km da BR-101, a W de Barra Velha.

O jazimento do material hematítico ocorre na forma de pequenos blocos, os maiores com 20 a 50 cm de comprimento, incluídos na rocha já totalmente decomposta. Os blocos localizam-se a uma profundidade de 8 a 10 m, dispersos irregularmente por uma área aproximada de 10 000 m<sup>2</sup>. Os blocos exibem alguma porosidade, as quais encontram-se preenchidas por material argiloso. A extração é realizada de maneira rudimentar e o material encaminhado para Itajaí ou Joinville, onde é utilizado nas pequenas indústrias de fundição.

Afora essa ocorrência, a região apresenta apenas exploração no campo das argilas, para consumo local.

d - Migmatitos bandados

Esse grupo de rochas foi assim classificado de acordo com Sederholm, (1907), e constitui uma unidade aflorando aproximadamente na região central do mapa geológico da área, (Figura 2), estendendo-se até os limites orientais, onde está em contato com o corpo ultramáfico. Apresentam direções gerais da foliação, variando de  $N20^{\circ}W$  a  $N15^{\circ}E$  até  $N20^{\circ}E$  e mergulho constante das bandas xistosas de  $70^{\circ}$  a  $80^{\circ}$  para SE, implicando em um padrão de orientação bastante homogêneo. Foram medidas direções um pouco discordantes desses valores nos afloramentos da pedreira do DNER, km 91 da BR-101, onde a xistosidade apresenta direções  $N35^{\circ}E$  a  $N40^{\circ}E$  e na pedreira abandonada do Morro Grande, km 79 da mesma rodovia, extremo N do mapa (Figura 2) com xistosidade  $N30^{\circ}W$ , sempre com mergulho praticamente vertical.

Existem ótimas exposições do contato do migmatito bandado com o ultramafito a partir da ilha das Canas, sul da praia do Grant (Foto 7) até a pedreira do DNER na BR-101, localizada à margem direita no sentido de Piçarras, cobrindo uma distância aproximada de 3,3 km. Esse contato encontra-se disposto perpendicularmente à linha da costa e está recoberto por aluvião numa depressão central entre os locais supra citados. Um perfil quase ao longo dessa exposição pode ser observado na Figura 5). O contato foi cuidadosamente estudado, por ser um dos poucos que permitiria interpretações que fornecessem subsídios à possível compreensão

PERFIL ENTRE A PEDREIRA DO DNER (KM 91 DA BR-101) E A ILHA DE CANAS

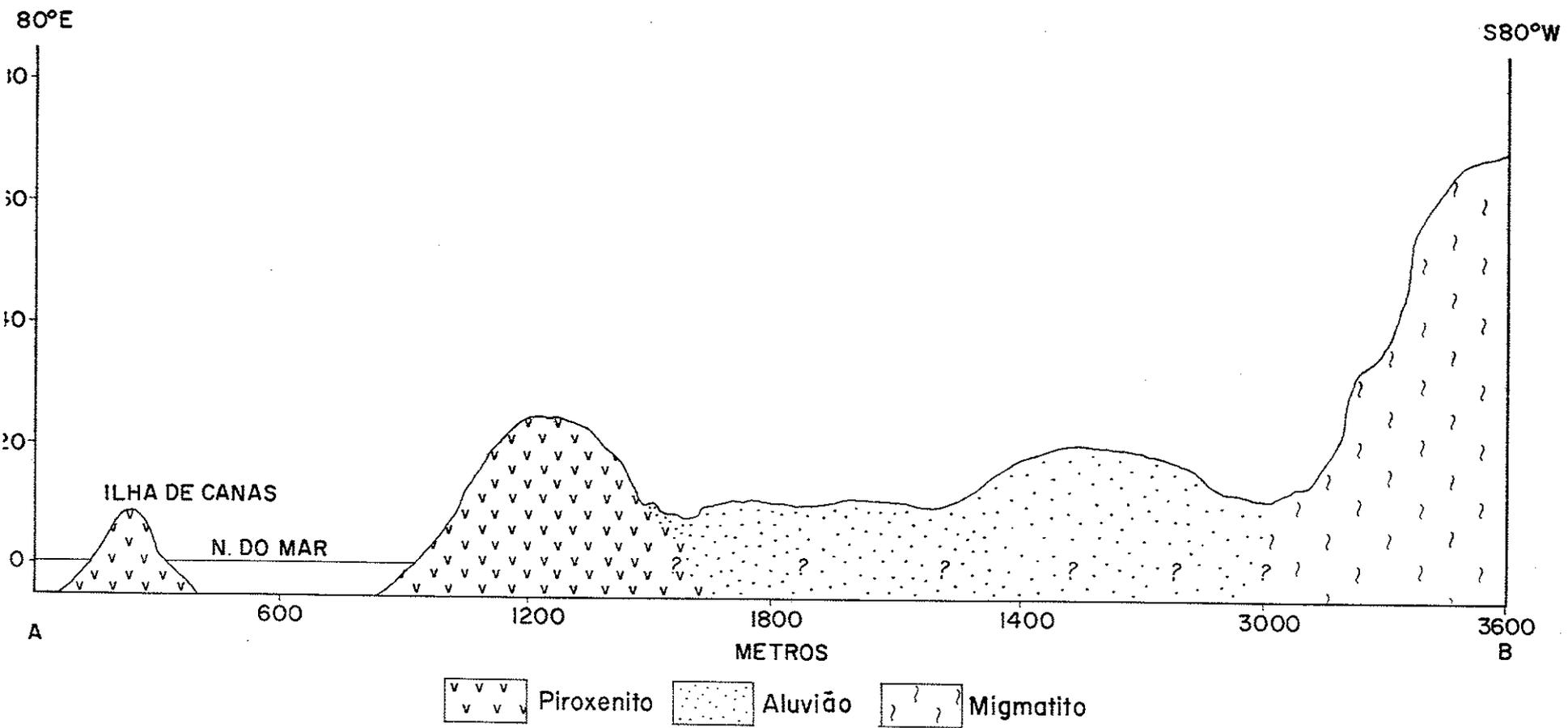


Fig. 5

de importantes eventos geológicos ocorridos na região.

As feições mais conspícuas exibidas nessas áreas são a generalizada interdigitação do paleossoma e neossoma por dezenas de metros de extensão, constituindo, os primeiros, as rochas ultramáficas e o último, camadas félsicas, ricas em feldspato potássico e quartzo.

De uma maneira geral, os contatos limitantes destas litologias exibem aspectos característicos de bordas de reação, onde o material componente do paleossoma encontra-se assimilado pelo neossoma, com cristais ferromagnesianos dispersos de maneira difusa no seio das camadas félsicas (Foto 8).

Não foram localizados outros indícios da interferência de temperaturas mais elevadas no processo, como auréola de cozimento ou outros correlacionados.

Ao sul da praia do Grant, o contato do migmatito com o corpo ultramáfico exhibe enclaves, interpenetrando-se na forma de cunha e com espessura centimétrica até espessura de 5 m e comprimento que atinge, por vezes, 20 m. Normalmente os enclaves máficos possuem granulação muito fina, enquanto que as "línguas" félsicas apresentam granulação média a grossa, às vezes pegmatóides.

Foi observado nessa área que muitos enclaves do corpo ultramáfico penetram o migmatito de forma a seccionar seu bandamento. Essas feições são uma continuidade do ultramafito e o autor interpretou-as como produto de um evento geológico pós-migmatização que

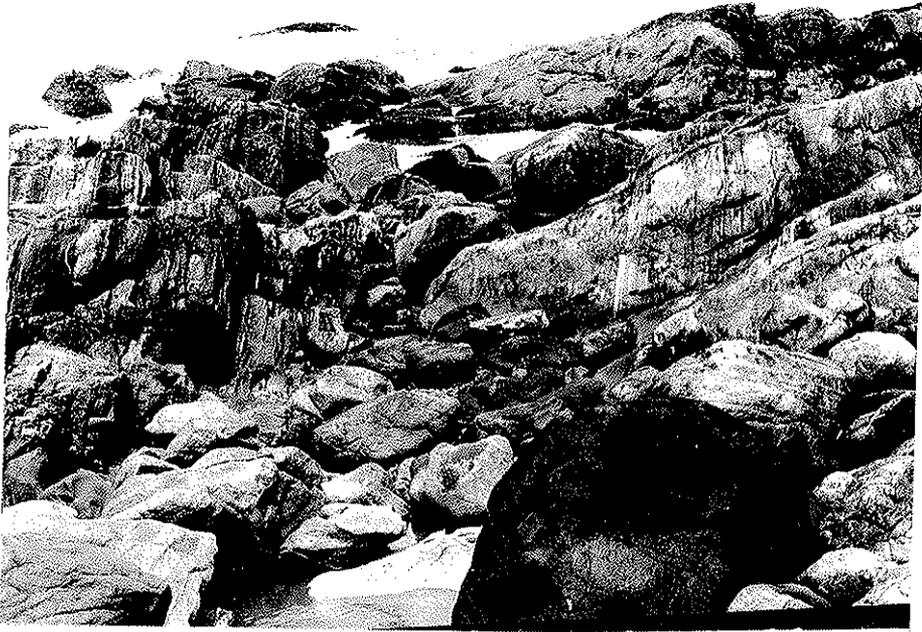


Foto 7 - Contato migmatito com o piroxenito, Sul da praia do Grant (Itajuba).

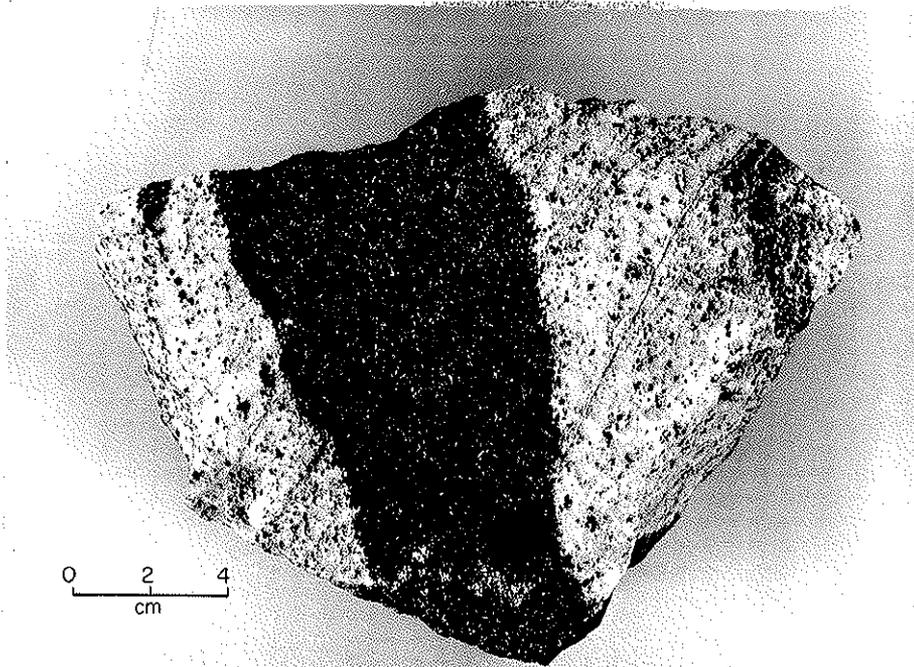


Foto 8 - Paleossoma piroxenítico "digerido" pelo neossoma. Pedreira do DNER, 91 km da BR-101.

poderia ter rejuvenescido os componentes da rocha máfica, de tal maneira que prováveis fraturas existentes nos migmatitos foram preenchidas por esse material.

De uma maneira geral, o padrão de orientação dos enclaves é norte-sul.

Nessa área do contato, enorme quantidade de veios recorta os vários tipos litológicos. São constituídos de material secundário quartzo-feldspáticos, neoformados nas fraturas das rochas.

Ainda nessa área do contato, foram observadas transições de litologias entre a variedade anfibolítica do corpo ultramáfico e o migmatito. Em vários locais, os migmatitos não exibem o bandamento característico dessas rochas, principalmente nas proximidades das áreas de interdigitação. Aí encontra-se material de constituição quartzo-feldspática, compondo uma mesóstase com vários metros de comprimento e decímetros de espessura, no seio da qual cristais centimétricos individualizados de hornblenda prismática se dispersam, sem qualquer orientação (Foto 9). Na parte E da ilha das Canas essa feição ocorre de maneira generalizada.

No afloramento da pedreira do DNER, com cerca de 50 m de frente e 30 a 40 m de altura, o migmatito encontra-se bem conservado, exibindo nítido bandamento entre o leucossoma e o melanossoma. Em vários locais, as camadas félsicas apresentam espessuras decimétricas a métricas, intercaladas com corpos contínuos, também muito espessos, do corpo escuro. Em outros locais, o paleossoma encontra-se isolado, na forma de grandes lentes, no interior do neossoma, parecendo muitas vezes ter sido

"digerido" pelo material mais novo.

As camadas máficas contínuas exibem es pessuras centimétricas, raramente decimétricas, apresen tando suaves curvamentos. Esses curvamentos acentuam-se nas proximidades dos "xenólitos" (Foto 10). Nessas ca madas são muito comuns estruturas com "boudinage" (Fo- to 11).

O microclínio é o mineral predominante na composição do neossoma (Amostras BM-41 e BM-45 no Ma pa da Figura 3), exibindo granulação grosseira e a maioria em um estado de cristalização idioblástica ou subidio blástica.

Pequenos apêndices do neossoma e veios recortam os corpos melanocráticos em alguns locais, ca racterizando uma estrutura tipicamente agmatítica (Jung e Roques, 1952 e Mehnert, 1968).

Em outras regiões mais para o norte e sul dos afloramentos acima descritos, o contato do migmatito com o ultramafito está recoberto pelos sedimentos recentes ou por densa vegetação. Mesmo assim, alguns li mites puderam ser determinados, unicamente devido à va riação na coloração do solo, como aconteceu com contatos delimitados alguns quilômetros a oeste de Barra Velha, nas proximidades da BR-101. Também as texturas rema nescentes dos migmatitos auxiliaram nessa delimitação.

É muito provável que o contato se disponha entre 2 a 3 km distante da costa e aproximadamente paralelo à mesma, havendo uma inflexão que atinge a cos ta na altura da praia do Grant, como descrito anteriormente.

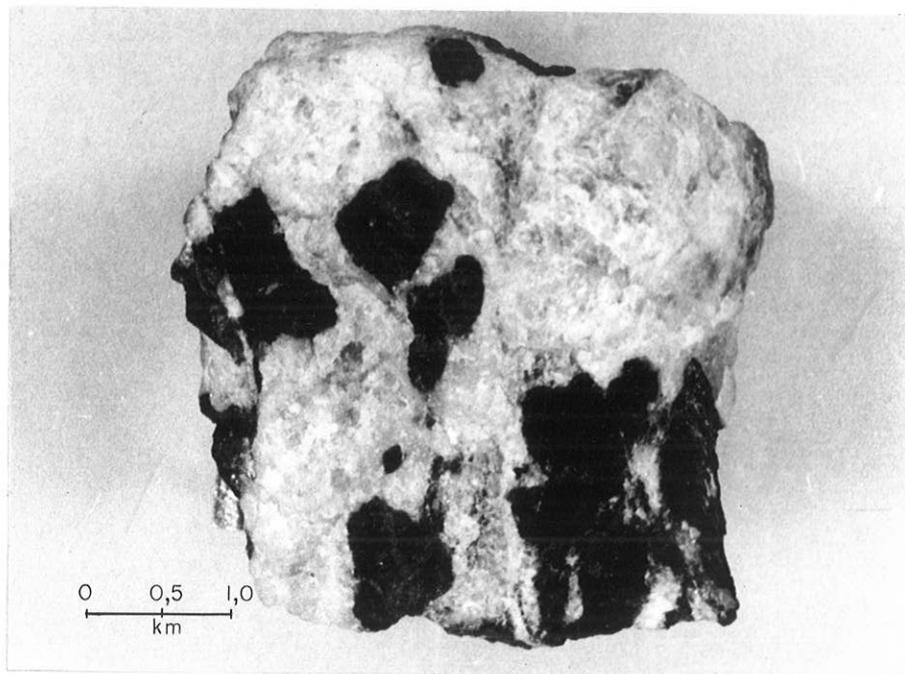


Foto 9 - Cristais de hornblenda disperso na mesôstase quartzo-feldspático. Este da ilha das Canas.

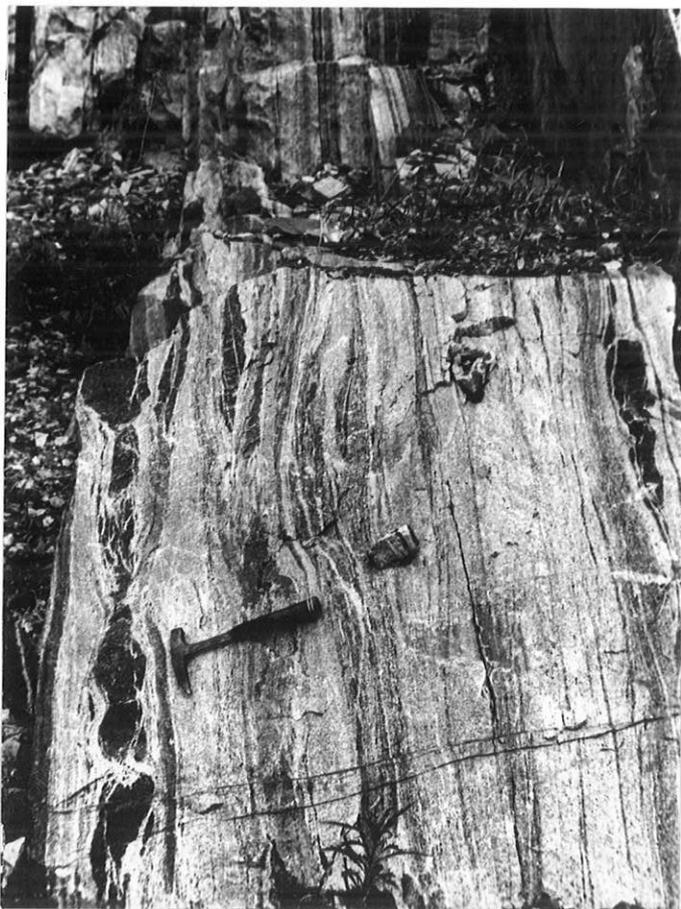


Foto 10 -  
Migmatito aflorando na pedreira do DNER, 91 km da BR-101.

### Petrografia e Mineralogia

A constituição mineralógica desta unidade rochosa assemelha-se muito aos hornblenda gnaisses, havendo variação apenas na textura da rocha, que se apresenta distintamente bandada.

São rochas heterogêneas, nas quais as bandas apresentam-se dispostas subparalelamente e onde, de uma maneira geral, as camadas claras são mais espessas do que as escuras (Fotos 2 e 10). As principais ocorrências observadas, e que estão nas proximidades do corpo ultramáfico, foram caracterizadas acima.

Camadas félsicas - são as constituintes do neossoma e compostas de textura predominantemente granoblástica e xenoblástica em alguns afloramentos, variando a granulação de média a grossa, com disposição dos grãos imprimindo, às vezes, textura sacaróide à rocha.

As camadas possuem espessuras variáveis de milímetros até decímetros, porém com distribuição média em torno de 1 a 2 cm. Apenas na pedreira do DNER, essas camadas apresentaram-se com espessura em torno de 10 cm (Foto 10). Em geral são contínuas, subparalelas, porém, onde foram localizadas maiores concentrações de material melanossomático, exibem alguma descontinuidade.

Seus principais minerais são:

- plagioclásio (oligoclásio-andesina) a parece em quantidade subordinada nas amostras da área do contato na pedreira do DNER, enquanto que nas outras re

giões, prepondera na composição das amostras estudadas. Apresenta-se geminado e com forma anedral, às vezes com plano de geminação curvado, provavelmente por esforços tectônicos. Nas amostras frescas alguns grãos encontram-se alterados (caulinizados), acreditando-se que por processos normais de intemperização regional.

- microclínio: distingue-se pela sua característica geminação albita-periclínio (em grade). Ocorre na forma de grânulos e com intercrescimento pertítico (microclínio com lamelas de albita). Apresenta pouca incidência na maioria das amostras, porém, naquelas localizadas na pedreira do DNER, aparece com frequência de 70 a 80 por cento na composição total, com cristais bem conservados. Também estes minerais aparecem com seus planos de geminação ligeiramente curvados, sugerindo adaptação a esforços.

- quartzo: sua incidência nas várias amostras estudadas é aproximadamente de 10 por cento, com distribuição irregular. Em algumas lâminas exibe intercrescimento mirmequítico (quartzo-plagioclásio). Na amostra BM 65 da Figura 3 muitos grãos destacam-se pela extinção ondulante.

- camadas máficas: constituem o paleossoma dessa unidade litológica e na sua composição mineralógica predomina o clinopiroxênio (diopsídio) e a hornblenda (que apresenta geminação e pleocroísmo variável). A textura é granoblástica, com granulação fina a média. Em algumas amostras pode ser observada textura nematoblástica com orientação de seus componentes ligeiramente desenvolvida. Em geral apresentam espessura mais fina do que as camadas félsicas, descontinuidades em algumas bandas e também curvamentos suaves, como pode ser verificado na Foto 10.

São constituídas principalmente dos mi-  
nerais:

- clinopiroxênio (diopsídio): aparece em quantidade superior à hornblenda nas lentes melanossomáticas não totalmente "digeridas". Foi feita uma análise modal de uma parte dessas lentes de amostra coletada na pedreira do DNER, com o resultado seguinte:

Clinopiroxênio (diopsídio)	57,6
Hornblenda	24,0
Plagioclásio	14,0
Epídoto	2,4
Outros componentes	2,0

Exibe coloração verde pálido e não apresenta pleocroísmo. São distribuídos como grânulos equidimensionais, associados ao epídoto e suas bordas encontram-se uralitizadas.

- hornblenda: aparece subordinadamente nessas lentes, mas em maior quantidade no conjunto dos migmatitos analisados. Encontra-se dispersa no melanosso ma em grãos individualizados, com geminação e localmente alterada para epídoto e clorita. Exibe fraco pleocroísmo.

Associadas a esses minerais máficos encontram-se reduzidas quantidades de quartzo intersticial e alguns minerais acessórios, como apatita, epídoto, titanita (as vezes anedral) e zircão.

Com base nessas observações depreende-se que os migmatitos bandados conservam ainda núcleos ou lentes dos antigos piroxenitos e que as transformações ocorridas (uralitização), principalmente nos diopsídios sugerem instabilidade frente às condições menos rigorosas desse fácies (segundo Winkler, 1965, Turner, 1968).

e - Rochas ultramáficas

Generalidades

Esta província petrográfica foi assim classificada à vista das análises químicas indicadas na Tabela 2 e segundo Wyllie, 1967.

Esse corpo dispõe-se em uma direção aproximadamente norte-sul e paralelo à costa, possuindo forma alongada e padrão descontínuo de afloramento, limitando-se a E com o mar e a W com a unidade migmatítica bandada, descrita anteriormente. Os ultramafitos continuam a aflorar para o sul, atingindo regiões bem mais distantes do limite da área aqui cartografada. Mede aproximadamente 4 km de largura por 20 km de extensão, exibindo contornos irregulares. Grande área encontra-se recoberta pelo mar, quando, na baixa-mar, aflora esparsamente em forma de ilhas ou grupos de rochedos pontegudos. No continente o corpo está capeado em grande parte, ora por aluvião, ora por sedimentos marinhos. Nos locais de afloramento, apresenta-se sob a forma de grandes blocos bastante diaclasados, ao lado de blocos menores (com até 1 m de diâmetro ou menor), os quais encontram-se arredondados na maioria das exposições, como consequência dos processos de abrasão (Foto 12).

Em três locais, ao longo da costa, o corpo ocorre em forma de "costões" abruptos com altitudes que podem atingir até 20 m, no máximo, como ao sul da periferia de Barra Velha, na ponta da Pedra Branca, distante 5 km daquele balneário em direção ao sul; e na praia do Grant, 1,5 km ao sul a partir da ponta da Pedra Bran

TABELA 2

Análises químicas realizadas em 4 amostras da área

	1	2	3	4
Perda ao fogo	0,80	0,58	0,36	3,28
Sílica (SiO <sub>2</sub> )	51,4	56,0	52,1	59,5
Óxido de Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,70	20,3	4,93	14,4
Óxido ferroso (FeO)	8,50	2,35	6,84	7,28
Óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,10	1,05	3,65	2,31
Óxido de titânio (TiO <sub>2</sub> )	0,32	0,30	0,37	1,15
Óxido de cálcio (CaO)	14,5	10,3	12,2	3,41
Óxido de magnésio (MgO)	19,3	1,57	18,9	1,30
Óxido de sódio (Na <sub>2</sub> O)	0,41	6,59	0,47	3,33
Óxido de potássio (K <sub>2</sub> O)	0,13	0,88	0,13	4,15
Anidrido fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,05	0,06	0,05	0,06
TOTAL	100,21	99,99	100,00	100,17

- 1 - Websterito (pedreira do Itapocu) amostra BM-17  
 2 - Migmatito bandado (pedreira do DNER) - amostra BM-23  
 3 - Piroxenito (Barra Velha) - amostra BM-39  
 4 - Traquito (dique de Barra Velha) - amostra BM-13

NOTA: Os resultados acima referem-se ao material seco. As amostras recebidas apresentam, respectivamente, um teor da umidade de 0,15%, 0,10%, 0,14% e 0,27%.

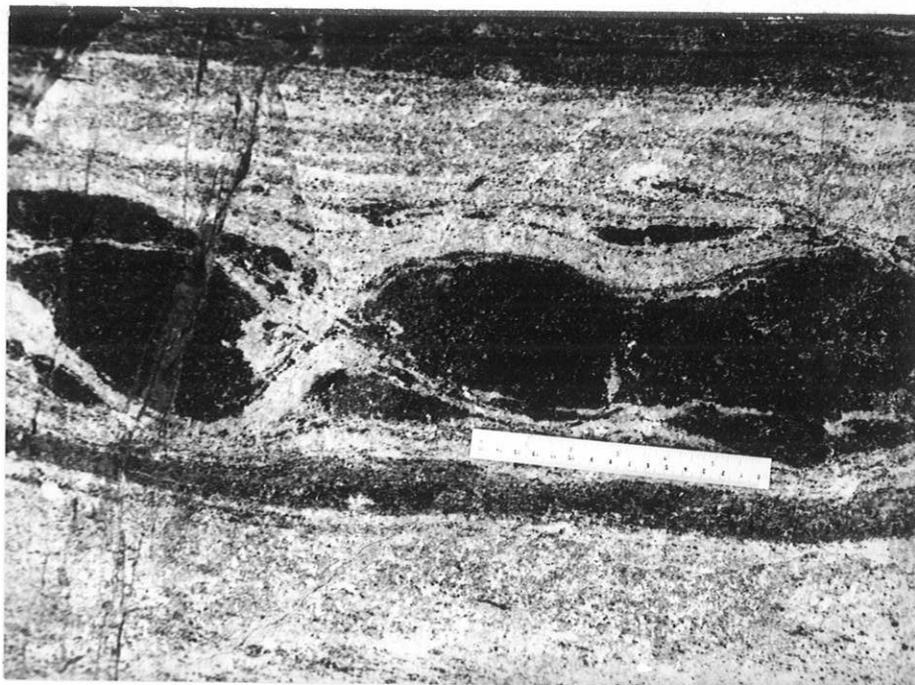


Foto 11 - Pormenores da "boudinage" que ocorre no migmatito da pedreira do DNER, 91 km da BR-101.

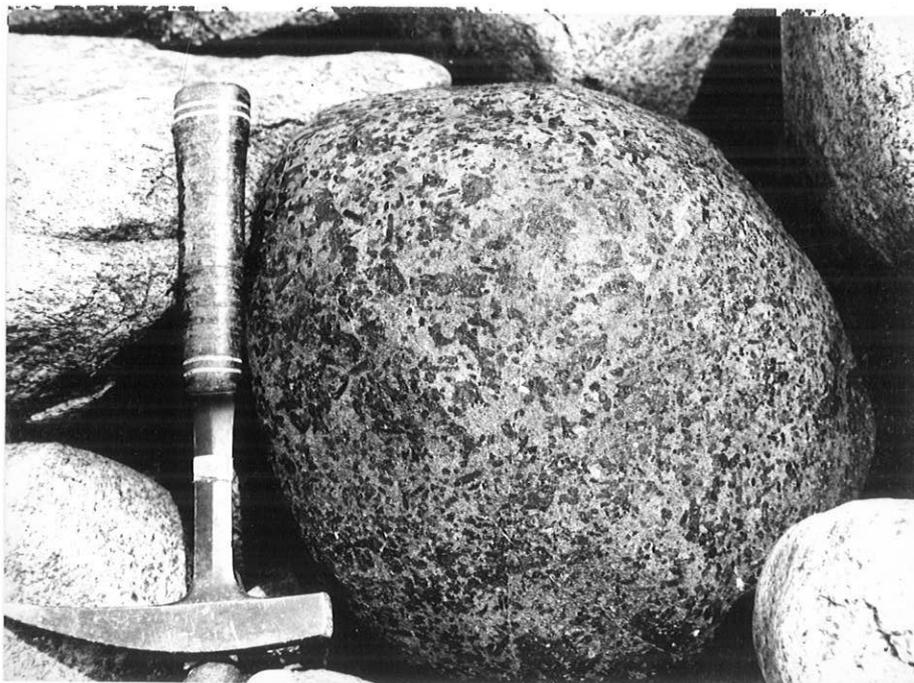


Foto 12 - Bloco de anfibolito com textura pegmatóide, arredondado por efeito de abrasão marinha. Sul da praia do Grant (Itajuba).

ca. São esses "costões" que interrompem a continuidade das praias, dando origem a uma fisiografia costeira em forma de semi-círculos (Fotos 13 e 14).

Apenas no centro urbano de Barra Velha sobressai uma elevação de 80 m, denominada Morro do Cristo, constituída integralmente por rochas hornblendíticas.

Da mesma maneira que as rochas gnáissicas regionais, essa província ultramáfica apresenta-se em algumas regiões num estado avançado de intemperização, principalmente nas áreas mais afastadas da costa. Nesta faixa, porém, o ultramafito encontra-se muito bem conservado, apesar de em alguns núcleos o intemperismo já ter se manifestado.

Uma marcante feição estrutural, observada nas proximidades do contato da rocha máfica com o migmatito, é o alinhamento do ultramafito quase sempre concordante com as direções de xistosidade da rocha adjacente, que se encontra disposta contiguamente a W. O bandamento do migmatito orienta-se para NNW-NNE, com pequenas variações de direção e nenhuma dobra ou quaisquer outras feições de caráter tectônico foram observadas que pudessem indicar perturbações em seu jazimento, pelo menos na faixa de 22 km da área estudada.

Outra feição característica em todo o corpo ultramáfico é a distribuição caótica de seus minerais constituintes, típica de rocha de origem ígnea, tendo sido observados apenas indícios de orientação em algumas amostras de textura pegmatóide, principalmente naquelas localizadas próximas do contato com o migmatito,



Foto 13 - Vista ao Sul de Barra Velha. C = costão de Barra Velha e I = morro de Itajuba. Foto tirada do Morro do Cristo.



Foto 14 - Costão de Barra Velha constituído de piroxênitos em forma de blocos de tamanhos variados.

na praia do Grant. (Foto 15.)

Essa província de rochas ultramáficas é constituída por uma associação transicional de poucas variedades litológicas, sendo a transição de caráter mineralógico e textural. Os estudos petrográficos indicaram uma variação quantitativa na composição mineralógica desses corpos, variação essa que se processa tanto no sentido lateral como em profundidade no seio de uma mesma unidade rochosa.

Tendo como base essas observações, podemos constatar que os ultramafitos são constituídos, como princípio de classificação para este trabalho, por duas variedades principais de litologias, que são os piroxenitos e os anfibolitos, apresentando cada uma dessas unidades variações composicionais em núcleos ou zonas com constituição de rochas websteríticas e hornblendíticas (Hatch e Wells, 1956; Miller, 1953), respectivamente, dispersos uns dos outros com distâncias de até centenas de metros.

#### Ocorrência do Morro Comprido

A unidade ultramáfica assinalada no extremo norte do mapa geológico da Figura 2 apresenta-se com uma elevação de cerca de 50 m e forma dômica alongada para N20°W. Essa elevação é constituída por duas variedades rochosas, sendo ao sul por piroxenito e ao norte por websterito, caracterizadas por uma distribuição heterogênea de seus componentes máficos, principalmente com maior concentração de diopsídio no afloramento da região sul.

Nesse morro foram coletadas três amostras, indicadas na Figura 3 como BM-17, BM-40 e BM-18, duas com composição websterítica e uma piroxenítica.

Na porção norte desse morro, que se localiza no 74,5 km da BR-101, a exploração da rocha é realizada na pedreira do Itapocu, onde o websterito exibe direções de diaclasamento bastante diversificadas, sendo os sistemas mais conspícuos orientados para  $N40^{\circ}E$ ,  $N25^{\circ}E$  até  $N85^{\circ}W$ , sempre com mergulho entre  $60^{\circ}$  a  $80^{\circ}$ , ora para o sul, ora para o norte.

Aparece com destaque nessa pedreira um veio pegmatítico com cerca de 20 cm de espessura, constituído por material quartzo-feldspático, englobando alguns xenólitos do websterito. Nas bordas desse veio e em contato com a rocha hospedeira, há concentração de biotita. A direção principal do veio é  $N15^{\circ}E$ , com pequenas apófises ortogonais ao mesmo.

Esse morro está recoberto por densa vegetação, tendo-se localizado o afloramento da amostra BM-18 na sua porção E, ao sul.

Os websteritos são melanocráticos, maciços, exibindo textura granular, ora xenoblástica, ora idioblástica. (Foto 16.)

Seus constituintes principais, clinopiroxênio e ortopiroxênio, estão distribuídos equitativamente:

clinopiroxênio (diopsídio) apresenta-se na forma de grânulos isolados e geminados. Em inúmeros cristais ocorrem alteração (uralitização) nas lamelas e

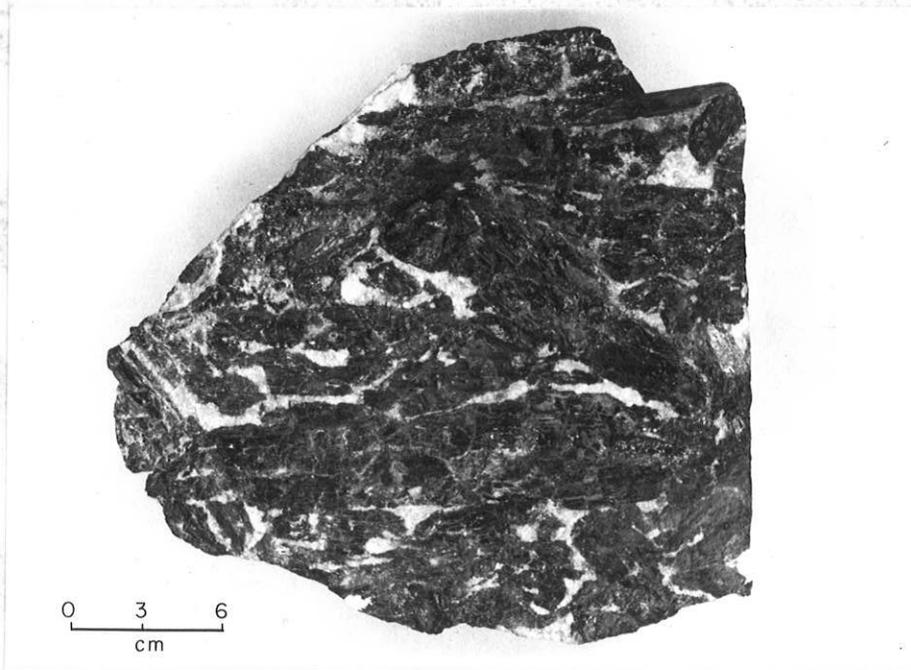


Foto 15 - Hornblendito de um bolsão próximo do contato com o migmatito, Sul da praia do Grant (Itajuba).

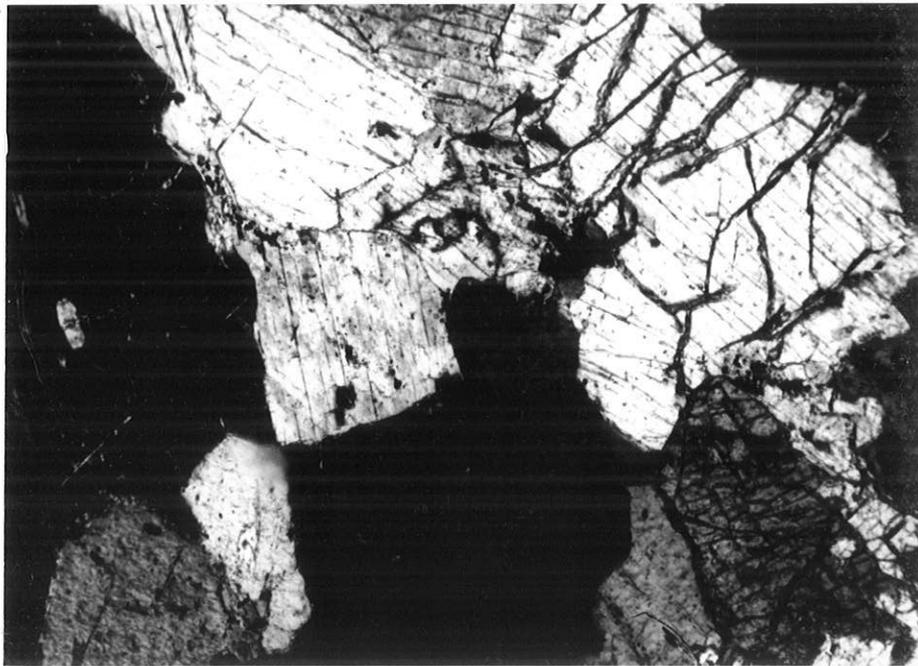


Foto 16 - Orto e clinopiroxênios no websterito de granulação média a grossa. NC, 10X.

bordas; os grânulos são de tamanho médio e alguns menores, estes encontrando-se na forma de agregados. O contato entre os cristais é, em geral, denteado e raramente reto. Alguns grânulos apresentam inclusão de opacos, e também distribuídos nos planos de clivagem. A maioria dos cristais são anedrais ou subeuhedrais. Além da uralitização, muitos grânulos estão alterados para material fibroso e de alta birrefringência, sendo provavelmente talco;

ortopiroxênio (hiperstênio): apresenta-se praticamente nas mesmas condições do diopsídio; material de alteração nas fraturas dos grãos e inclusões de opacos;

anfibólio (hornblenda): raramente ocorre como grânulos individuais; estão representados sempre em associação com os piroxênios (diopsídios) a partir de suas lamelas, normalmente como produto de alteração e com inclusão de opacos.

Como acessórios foram identificados raros grãos de quartzo e epídoto, opacos (magnetita e ilmenita), zircão e plagioclásio cálcico.

O piroxenito apresenta os mesmos constituintes e as mesmas relações íntimas, apenas com preponderância do diopsídio em relação ao hiperstênio. Além do mais, encontra-se muito mais conservado do que o websterito. Nesta rocha, a concentração de plagioclásio é maior, ocorrendo na forma de ripas geminadas, não orientadas e envolvidas parcialmente por clinopiroxênio, apresentando-se localmente caulinizadas.

A análise modal desse piroxenito apre

sentou a seguinte distribuição percentual:

diopsídio	48,3
hiperstênio	29,3
hornblenda	20,4
outros	1,8



Barra Velha

No centro urbano de Barra Velha há uma elevação de 80 m em forma dômica, denominada Morro do Cristo. Essa elevação é constituída essencialmente de hornblendito (BV-A e BM-51 na Figura 3). Alguns pontos dessa elevação somente foram possíveis de ser mapeados graças à coloração do solo, principalmente na porção W dessa elevação. A E esse corpo entra em contato com um afloramento de piroxenito, distante aproximadamente de 400 a 500 m. A depressão existente entre esses dois tipos rochosos está entulhada de sedimentos recentes, dificultando, assim, a delimitação do contato.

A unidade piroxenítica aflora ao sul do centro urbano como um "costão", junto ao mar, e esse conjunto apresenta-se em forma de grandes blocos diaclados, alguns bem arredondados (Foto 14). Esse "costão" não ultrapassa os 20 m de altura e nenhuma medida foi aí obtida para caracterização de sua atitude, tendo em vista a provável movimentação desses blocos (Amostras BM-33, BM-34, BM-39 na Figura 3).

Não foram coletadas amostras dos rochedos que afloram a 100 m defronte a Barra Velha e nem da ilha de Itacolomi, limite SE da área, devido às dificuldades encontradas para se atracar nos mesmos. Porém, à

aproximação desses corpos, pode-se assumir que se tratam de rochas congêneres àquelas que compõem o ultramafito.

Os hornblenditos do morro do Cristo são melanocráticos, maciços, não exibindo macroscopicamente qualquer indício de intemperização. Algumas amostras coletadas de um poço residencial com 10 m de profundidade também apresentaram estado de conservação idêntico às aflorantes.

Nessas amostras, a hornblenda ocorre com absoluta predominância sobre os demais constituintes. Exibe textura granoblástica e poiquilitica, apresentando seus cristais contatos irregulares, serrilhados. Ocorre na forma de grânulos isolados, com até 2 cm de diâmetro, envolvendo poiquiliticamente os piroxênios (orto e clino) e também associada a uma massa homogênea, fina, com os piroxênios e como produto de alteração destes minerais. Alguns cristais estão epidotizados e outros associados a material micáceo (talco, sericita).

O clinopiroxênio presente (diopsídio) encontra-se uralitizado e incluído na hornblenda ou na matriz homogênea. Alguns grânulos exibem geminação e sua forma é anedral. O ortopiroxênio (hiperstênio) apresenta-se nas mesmas condições do diopsídio, além de possuir, no seu interior, lamelas desse mineral.

Foram identificados, ainda, epidoto e opacos.

A rocha predominante no "costão" de Barra Velha é o websterito. Sua coloração é mais clara do que os hornblenditos do morro do Cristo com tonalidade

cinza escuro. A granulação é fina a média e a estrutura maciça. Exibe textura granular hipidiomórfica e xenomórfica. Seus principais constituintes são os piroxênios (diopsídio e hiperstênio) que se apresentam uralitizados para hornblenda, em grãos anedrais e inequigranulares. <sup>0</sup> ortopiroxênio exibe baixa birrefringência e pleocroísmo às vezes desenvolvido, passando de incolor a róseo pálido. A sua clivagem é bem desenvolvida, com alguma alteração para material de hábito micáceo (sericita ?) e com pouca predominância sobre o diopsídio.

O anfibólio presente é a hornblenda, que encontra-se em grânulos individualizados e como produto de uralitização, nas bordas e clivagens dos piroxênios. Exibe coloração verde pálido e pleocroísmo pouco perceptível. Está associada a material micáceo e limonítico, com inclusão de opacos e restos de piroxênio. Foram observados materiais opacos em grânulos diminutos, associados a produto de segregação limonítico e raras alterações para epídoto. (Foto 17.)

O piroxenito presente ocorre na porção mais ao norte do afloramento, exibindo as mesmas relações mineralógicas acima descritas, apenas com uma distribuição dos constituintes onde o diopsídio prepondera.

Análise modal dessas duas variedades litológicas:

	<u>Websterito</u>	<u>Piroxenito</u>
clinopiroxênio	33,6	41,6
ortopiroxênio	34,8	27,1
anfíbólio	28,5	18,9
opacos	1,3	3,2
material de alteração	1,8	8,0
epídoto	-	1,2

Ponta da Pedra Branca

Localiza-se a uma distância de aproximadamente 4,2 km ao sul de Barra Velha, onde afloram rochas de composição predominantemente piroxeníticas. Esse "costão" possui cerca de 200 m de comprimento com 20-25 m de altura e as rochas dispõem-se paralelamente à praia, na forma de blocos contíguos, menos dispersos do que o afloramento anterior. São grandes blocos muito diaclasadados, compondo com matacões e seixos arredondados esse conjunto. Neste local dois enormes veios de quartzo leitoso e feldspato sódico, encontram-se entre os blocos do piroxenito. O veio de quartzo leitoso apresenta na região mais ao norte grandes blocos rolados (Foto 18). Nenhuma leitura de dados estruturais foi realizada, por precaução.

Também aqui foi verificado que a entidade de piroxenítica exhibe oscilações percentuais em seus componentes, ao longo dessas ocorrências. O diopsídio é o mineral que enriquece certas zonas, enquanto que em outras a presença do hiperstênio equilibra essa distribuição, com frequência equitativa de ambos.

A composição mineralógica é praticamente idêntica às rochas aflorantes em Barra Velha e o grau de transformação dos piroxênios para hornblenda acompanha também aquelas características. Nesta ocorrência de piroxenito, a distribuição das variedades litológicas é heterogênea, não ocorrendo o mesmo como foi verificado em Barra Velha, onde o piroxenito concentrava-se mais ao norte e o websterito ao sul do "costão". (Foto 19.)

As análises modais adiante inseridas re

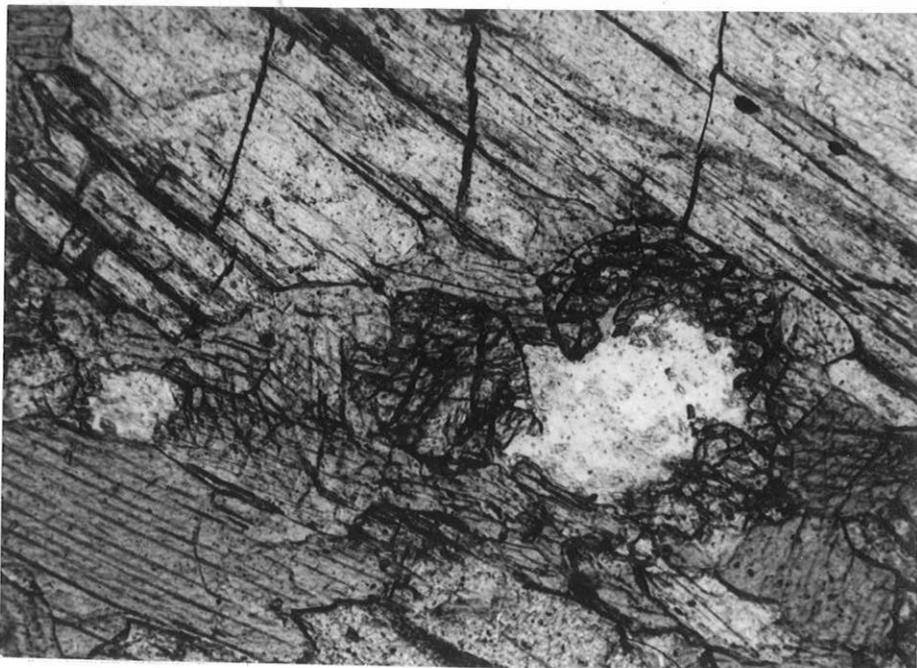


Foto 17 - Seção basal de piroxênio idiomórfico parcialmente alterado e envolvido por outro piroxênio e anfibólio. ND, 25X.



Foto 18 - Blocos do piroxenito e do veio de quartzo leitoso. Ponta da Pedra Branca, vista para o N.

fletem o grau de homogeneidade petrográfica entre os "cos\_tões" de Barra Velha e da ponta da Pedra Branca:

	Piroxenito	Websterito
Diopsídio	47,3	34,7
Hiperstênio	29,3	37,9
Hornblenda	17,8	17,6
Material de alteração	4,1	5,4
Opacos	1,5	3,6
Limonita	-	0,8

### Itajuba

Localiza-se na praia do Grant o afloramento onde ocorrem as maiores diversificações nos aspectos litológico, textural e mineralógico de todo o corpo ultramáfico da área estudada.

Esta ocorrência localiza-se a 1 200 m ao sul da ponta da Pedra Branca, na localidade denominada Itajuba.

Na sua porção norte, distante cerca de 150 m do terraço referido nos "Aspectos Geomorfológicos e Fisiográficos", em direção ao mar (Foto 20), afloram rochas cujas variedades oscilam ora para composição de piroxenito, ora de anfibolito, em associações íntimas. Também aqui os blocos ocorrem semi-isolados, alguns com até 10 m de comprimento e microdiac拉斯ados, conjuntamente com blocos menores arredondados.

O caráter conspícuo e inédito desse afloramento são os grandes bolsões que sobressaem destacadamente do corpo dos websteritos, no seio dos quais desenvolvem-se imensos cristais de hiperstênio com até 30 cm.

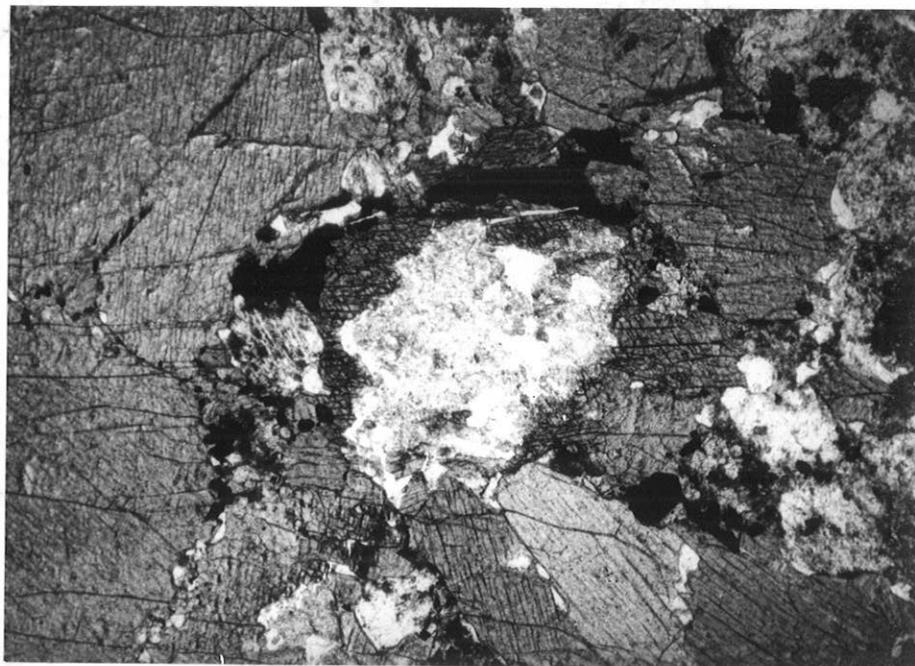


Foto 19 - Cristal de anfibólio (alterado?) circundado por cristais maiores de piroxênio e opacos (alguns idiomórficos). ND, 10X.



Foto 20 - Norte da praia do Grant, constituída de piroxenito e anfibolito (Itajuba).

de comprimento. Na sua grande maioria são cristais idio  
mórficos, exibindo tendência a orientação aqueles de  
maior desenvolvimento que apresentam, também, incipiente  
estado de alteração intempérica.

A textura desses bolsões muitas vezes  
apresenta variação contínua na granulometria, passando  
de uma rocha de granulação grosseira para a concentração  
de macrocristais que alcançam até 90 cm na sua parte centr  
al. Esse aumento contínuo na granulação dá-se em distan  
cias que oscilam de 0,5 a 1,5 m, dependendo do bolsão  
(Foto 21). Outras vezes, essa passagem é tão brusca que  
se verifica imediatamente a partir do corpo websterítico  
para a formação dos macrocristais de tamanho homogêneo e  
dispostos com aspecto de geodos; outras vezes há simplesmen  
te o desenvolvimento de macrocristais isolados no corpo  
do websterito (Foto 22).

Ao sul da praia do Grant e distante  
600 m do afloramento anterior, na região do contato com  
o migmatito, encontra-se exposta uma variedade de litologia  
dessa província ultramáfica, com pequenas variações  
nos padrões de afloramentos assinalados acima. Nesta  
área predominam rochas de composição entre anfibolito e  
hornblendito, ocorrendo as primeiras na forma de massa  
compacta de granulação média a fina, interdigitada com  
o migmatito bandado, enquanto que os hornblenditos concen  
tram-se em pequenas faixas e bolsões de fenocristais,  
ostentando textura pegmatóide homogênea, como aquela refer  
ida acima.

A quantidade de blocos isolados no sul  
da praia do Grant é bem reduzida, ocorrendo esse afloramen  
to com característica de um contato magmático (Foto 7).



Foto 21 - Bolsão de hornblendito com aumento gradacional na granulação. Afloramento próximo ao contato com o migmatito, Sul da praia do Grant (Itajuba).



Foto 22 - Macrocristal isolado de hiperstênio no corpo do piroxenito, norte da praia do Grant (Itajuba).

Como a variação petrográfica no afloramento de Itajuba é grande, em uma área que se estende por apenas 600 m, o autor delimitou apenas aquelas onde as características granulométricas, aliadas à composição mineralógica, tornaram exequível tal delimitação.

Os piroxenitos, de uma maneira geral, exibem as mesmas características das ocorrências de Barra Velha e ponta da Pedra Branca acima referidas. Apresenta, como feição discrepante, o desenvolvimento de enormes cristais de hiperstênio no seio de seu corpo, como visto na Foto 22. Nas lâminas dos piroxenitos foram observados opacos nas clivagens do diopsídio e os mesmos incluídos em cristais de hornblenda, juntamente com hiperstênio. Os hornblendas, apesar de incidirem em pequenas porcentagens apresentam maior desenvolvimento. Foram observados grânulos diminutos de opacos de forma arredondada. (Foto 23))

Os anfibolitos ocorrem próximo ao contato e são constituídos essencialmente por hornblenda idiomórfica com 1 a 2 cm, preenchendo os interstícios uma matriz fina quartzo-feldspática, onde a albita é o plagioclásio predominante. Quando está associada ao quartzo normalmente exhibe textura "mortar".

Alguns grânulos do plagioclásio encontram-se alterados, estando este material de alteração associado ao epídoto.

Os hornblenditos distribuem-se também por essa área, ocorrendo normalmente na forma de bolsões com textura pegmatóide e com riqueza de grãos com 8 a 10 cm; incipiente orientação dos fenocristais foi observada em algumas amostras e lâminas (Foto 24). Suas ca

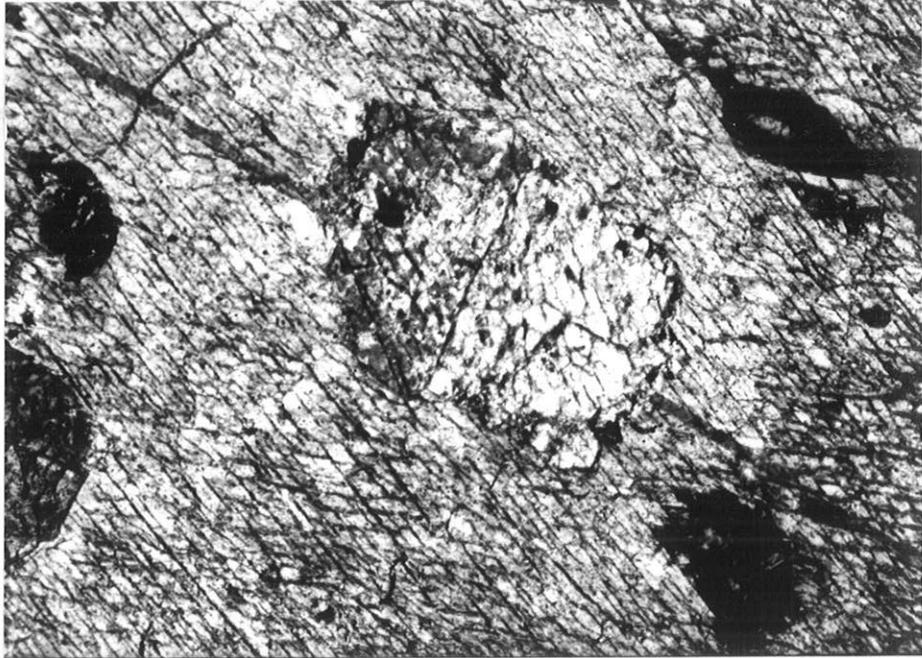


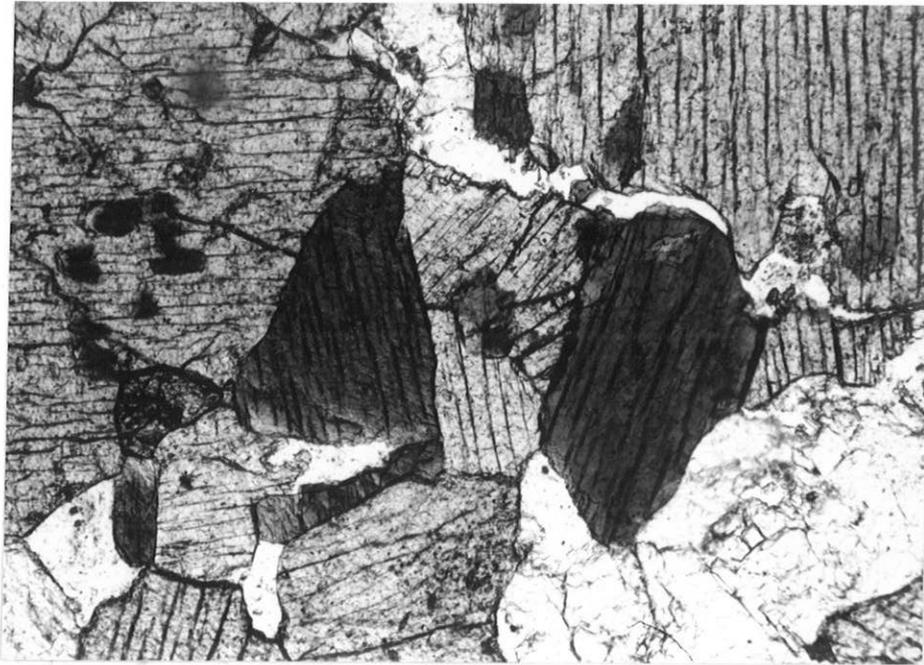
Foto 23 - Macrocristal de hornblenda com núcleo de piroroxênio geminado. ND, 10X.



Foto 24 - Núcleo de um bolsão de hornblendito, sul da praia do Grant (Itajuba).

racterísticas assemelham-se àquelas descritas para as amostras do morro do Cristo, variando apenas a granulometria. Os cristais de hornblenda normalmente encontram-se justapostos. Muitos fenocristais apresentam inclusões de epídoto e opacos. (Fotos 25 e 26.)

O plagioclásio ocorre com geminação polissintética e está associado ao quartzo e epídoto. O quartzo é extremamente raro nessas rochas, todavia foram observadas boas proporções de ilmenita, magnetita e zircão.



62-

Foto 25 - Piroxenito constituído de diopsídio e hipers-  
tenio, hornblenda, plagioclasio intermediário  
e opacos. ND, 10X.

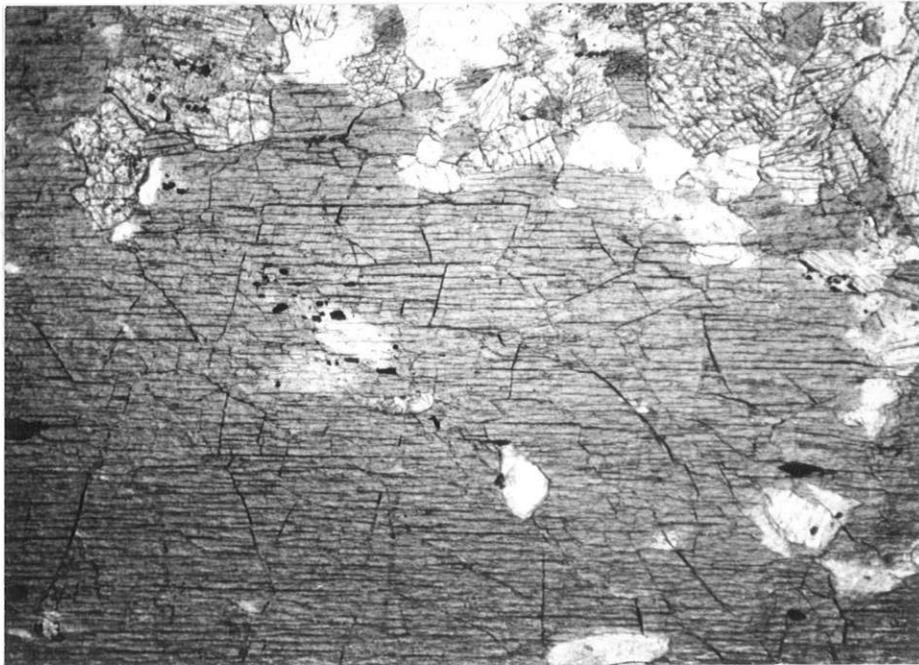


Foto 26 - Hornblendito de granulação pegmatóide, mos-  
trando inclusões poiquilíticas de feldspatos  
lenticulares e pontos de opacos. ND, 10X.

f - Diques e veios

Foram localizados apenas três diques nessa área, dois intrusivos no websterito do "costão" de Barra Velha e o terceiro cortando o migmatito que aflora no km 98 da BR-101, lado direito em direção a Itajuba (BM-58 na Figura 3).

A espessura dos diques de Barra Velha não ultrapassa 40 cm e estão distantes de 15 m entre si. Não se encontram representados no mapa geológico (Figura 2) devido a sua inexpressão em relação a escala adotada (Foto 27).

Essas intrusões dispõem-se paralelamente a um dos sistemas de fraturamento da encaixante, que é E-W, com mergulho vertical. Ao longo do contato com o websterito exibem estreita faixa que pode indicar efeito de resfriamento rápido ou estado incipiente de intemperização, mas no corpo da encaixante não foi observada qualquer aureola marginal que indicasse efeito térmico.

O terceiro dique possui uma espessura de quase 20 m e corta o migmatito na direção N35°W, estando ambos bastante intemperizados; apenas no interior de alguns blocos isolados do dique foi possível a obtenção de material bem conservado.

As relações de contato estão totalmente destruídas pela intemperização.

Os três diques possuem granulação fina, textura traquítica, composição com cerca de 70 a 80% de

feldspato alcalino, hornblenda com incipiente alteração e formação de quartzo intersticial, às vezes em grande quantidade. Foram localizados opacos (magnetita e ilmenita ?), clorita (secundária) e apatita disseminados.

Trata-se, portanto, de uma ocorrência de rocha intrusiva com composição mineralógica intermediária, rara no País. É provável que esse material tenha se originado, por um processo de diferenciação ou remobilização em eventos posteriores, do mesmo magma primitivo que deu origem ao corpo ultramáfico, pertencendo, dessa maneira, à mesma província petrográfica (Williams, Turner e Gilbert, 1968).

Na ponta da Pedra Branca ocorrem contigualmente dois enormes veios, isolados do corpo ultramáfico, um constituído essencialmente de quartzo leitoso xenomorfo e o outro de feldspato sódico, com lascas de quartzo disseminadas no seu corpo, exibindo inumeráveis planos de diaclasamento com predominância das direções  $N50^{\circ}E$ ,  $N30^{\circ}E$  e  $N35^{\circ}W$ . Estão orientados aproximadamente para E-W e grande parte dos mesmos encontra-se atualmente em forma de grandes blocos dispersos entre os outros blocos da rocha websterítica que aflora nesse local (Foto 18). O veio de feldspato ocorre com maior continuidade, ou seja, exibe menor número de blocos, possuindo, ambos, cerca de 5m diâmetro e comprimento que pode atingir 30 m.

Nos demais afloramentos inúmeros veios recortam as variedades petrográficas, havendo maior concentração nas áreas próximas ao contato do migmatito com o ultramafito. Apresentam espessuras de milímetros até alguns decímetros e comprimento muito variável, alcançando

até 5 a 7 metros, no máximo. A textura é normalmente a plítica nos de menor expressão e pegmatóide nos demais. Estes exibem muitas vezes xenólitos ultramáficos disper sos na sua massa grosseira. Foram observados veios que são extensão do migmatito ou do ultramafito, como também vênulos isolados no seio da rocha hospedeira, originados talvez por reações hidrotermais ou secundárias (Mehnert, 1968). Na pedreira do DNER os corpos do melanossoma en contram-se recortados por minúsculos veios de material o riginado do leucossoma (Foto 10).

Os veios encontram-se preenchendo fratura mento das variedades rochosas, cujas direções principais são N20°E, N-S e N45°W. Representam uma das últimas fa ses que perturbaram a região.

#### g - Estruturas

Devido as dificuldades já mencionadas, poucos dados estruturais foram obtidos no campo. As únicas medidas referem-se a xistosidade dos migmatitos e dos vá rios sistemas de diaclasamentos que ocorrem, principalmente, no piroxenito do Morro Comprido. Não foram obtidas medidas nos outros afloramentos do ultramafito, por ocor rerem normalmente na forma de grandes blocos adjacentes, apesar de exibirem vários sistemas de fratura.

Dessa maneira, constituiu grande valia pa ra as observações de feições estruturais na provável in terpretação de parte da evolução tectônica da área, o au xílio prestado pelas fotos aéreas.

As medidas de campo revelaram direções de

xistosidade que variam de  $N25^{\circ}E$  a  $N20^{\circ}W$ , com pequenos desvios até  $N35^{\circ}W$ . O mergulho desses planos é de  $70^{\circ}$  a  $95^{\circ}$  para SE. Os mais significativos sistemas de fraturamento desenvolveram-se segundo as direções  $N40^{\circ}E$ ,  $N10^{\circ}W$ ,  $N45^{\circ}W$  e  $N85^{\circ}W$ , com mergulho sempre acentuado para N ou S.

A maioria das feições estruturais inseridas no mapa geológico da área (Figura 2) foram obtidas das fotos aéreas, onde observa-se com certo destaque que a morfologia desenvolveu-se sob controle das estruturas do em basamento. As linhas descontínuas representadas no mapa referido indicam prováveis lineamentos existentes sob a cobertura de sedimentos.

O contínuo lineamento dessas feições estru turais, observados por grandes distâncias nas elevações remanescentes das variedades litológicas, inclusive nos sedimentos que preenche os vales, favorecem a su posição de que foram produzidos por descontinuidades nas rochas. A existência de uma rede de drenagem também orientada, es culpida pelos agentes de denudação, que selecionaram áreas de menor resistência ao longo dos planos de fraturamento, dão maior consistência a esta suposição.

Na área, que provavelmente integre uma re gião de evolução tectônica complexa, não foram verifica dos dobramentos, quer em escala regional ou local. As di reções de xistosidade confirmam um padrão não muito dis crepante, com poucas medidas anômalas.

Medidas desses lineamentos estruturais fo ram realizadas no mapa geológico, evidenciando-se dois sistemas, os quais orientam-se segundo os valores dominan

tes de  $N45^{\circ}W$  e  $N25^{\circ}E$ . Os valores obtidos encontram-se no gráfico abaixo.

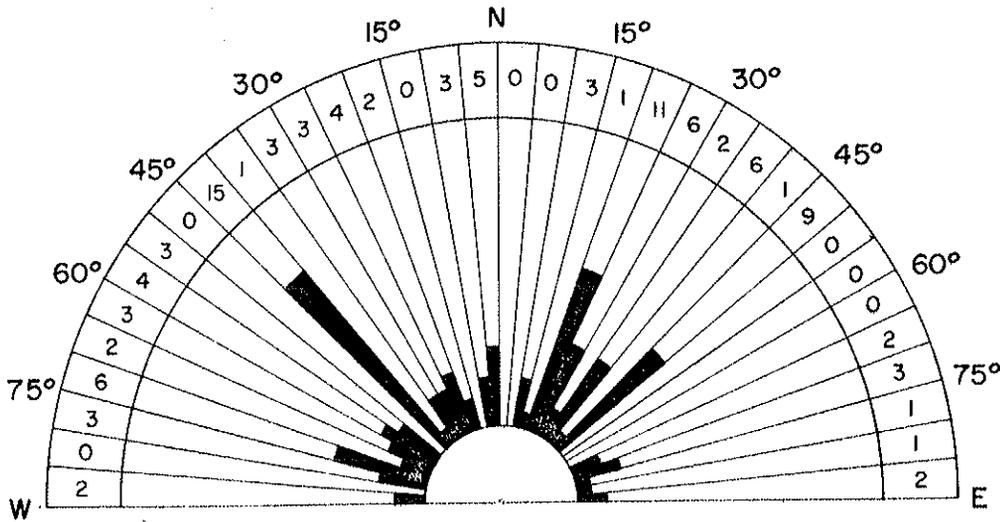


Fig. Diagrama de 107 direções de fraturas da área

Pelas observações de campo, dados coligidos das fotos aéreas e determinações radiométricas, pode-se assumir que a área esteve submetida a eventos sucessivos de caráter tectônico. Assim, o fraturamento mais antigo que pode ser depreendido com relativa segurança teria sua origem relacionada com esforços dirigidos de E-W provocando cisalhamento na direção  $N45^{\circ}W$ , que é uma das direções frequentes nos lineamentos observados, e partição aproximadamente E-W. Esta suposição tem forte sub

sídio no fato de os diques de Barra Velha estarem dispostos segundo esta direção, e o dique do afloramento do km 98 da BR-101 segundo a direção aproximada N45°W. Como se acredita que os diques devam ser produto de um diastrofismo ativo no fim do Pré-cambriano, o desenvolvimento desses fraturamentos poderia ser contemporâneo ou anterior a esse episódio.

Nos estudos das feições estruturais por meio das fotos aéreas, foi observado que alguns lineamentos com direção NW e NE afetam a cobertura sedimentar, em pequena escala, o que faz supor que a área poderia ter sido reativada mais recentemente.

Provavelmente os desvios obtidos nas medidas das xistosidades supra citados seriam uma consequência de falhamento ou redobrimento nas rochas da região.

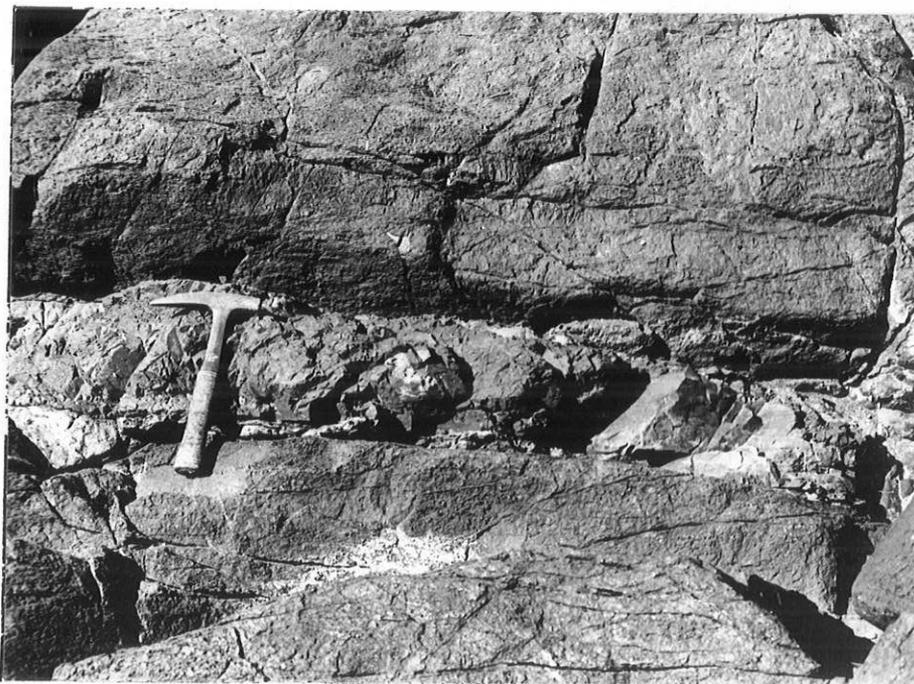


Foto 27 - Dique do costão de Barra Velha.

## DADOS GEOCRONOLÓGICOS

### a - Generalidades

Como já foi mencionado em Capítulo anterior, a interpretação dos eventos geológicos ocorridos nessa região foi extremamente dificultado pelo reduzido número de bons afloramentos e a quase impossibilidade de observações de suas relações de campo.

Assim sendo, de imensa valia foram os dados obtidos por datações radiométricas das unidades rochosas e que, associados a outros observados nas expedições de campo, puderam fornecer uma ajuda importante para a interpretação da evolução geodinâmica.

A importância das idades K-Ar em eventos relacionados com rochas muito antigas foi pesquisada por vários especialistas, destacando-se entre muitos outros Buchart, 1969; Shanin et al. 1969, que são os mais modernos. Os valores obtidos por esse processo podem ser úteis no auxílio às interpretações de eventos metamórficos e outros acontecimentos geológicos relacionados com a formação de minerais, desde que erros analíticos e os materiais utilizados sejam bem conhecidos e os mais adequados.

Para atender a tal objetivo, portanto, foram selecionadas amostras convenientes entre dezenas de outras coletadas na área, incluindo algumas localizadas além dos limites da área e cujos resultados foram importantes para as conclusões tiradas.

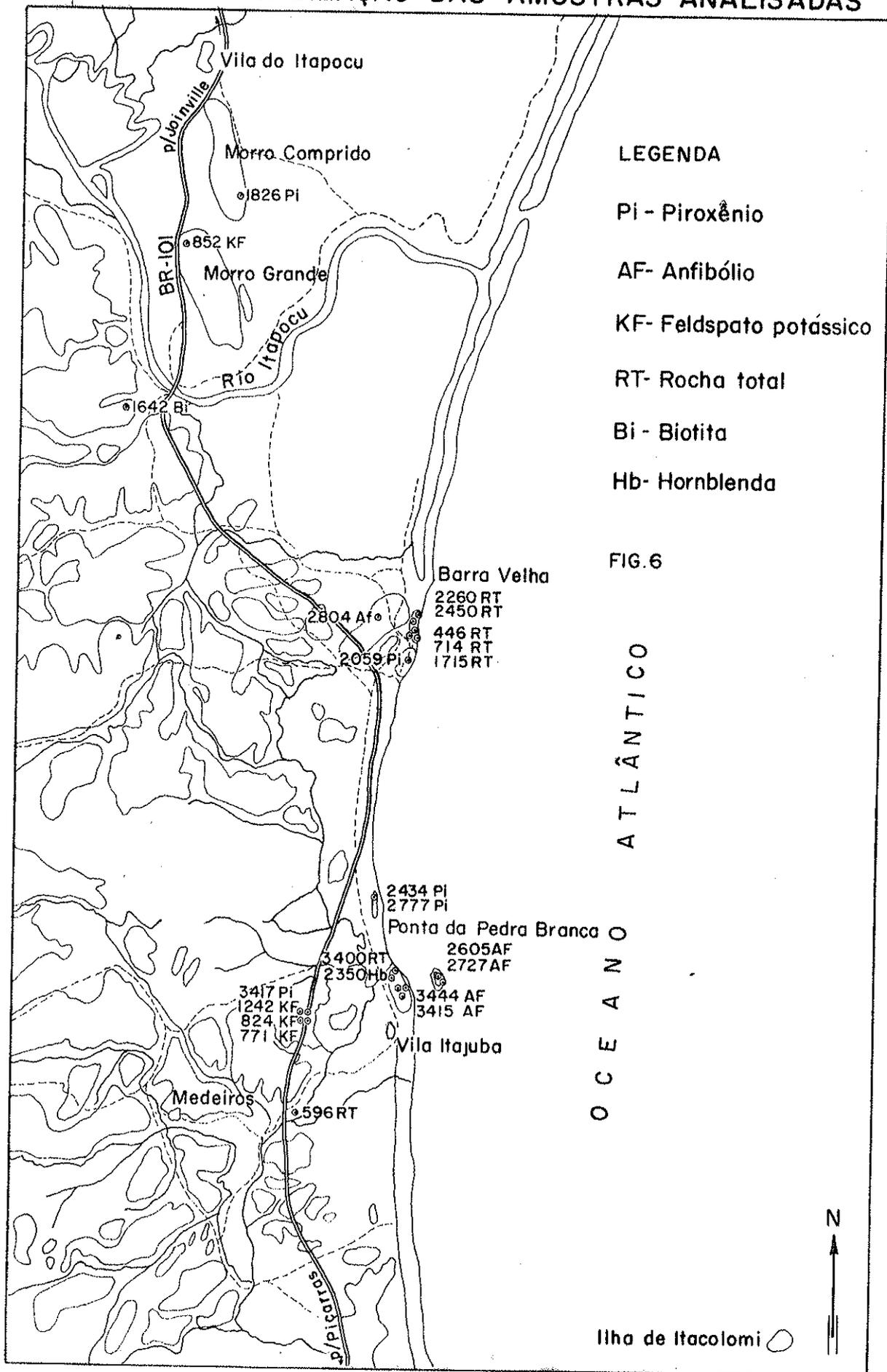
b - Métodos experimentais

Vinte e cinco determinações radiométricas foram obtidas pelo processo potássio-argônio (K-Ar) no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo em 22 amostras selecionadas. Os valores foram obtidos em quatro análises de piroxênio, sete em anfíbólio, cinco em feldspato potássico, duas em biotita e sete em rocha total (estas últimas em diques de textura traquítica). Todas as amostras foram coletadas pelo autor, com exceção das cedidas por Leinz e incluídas no trabalho anterior (Bartorelli et al., 1969).

A descrição pormenorizada das técnicas de extração por este processo e sua precisão experimental foram descritas em trabalhos anteriores publicados por Amaral et al. (1966). A análise isotópica do gás liberado e purificado foi realizada em espectrômetro de massa tipo Reynolds, 1956, e a análise do potássio contido nos materiais foi levada a efeito em fotômetro de chama Baird Atomic, com padrão interno de lítio, de acordo com a técnica descrita por Brannock e Berthold (1949). A precisão na determinação percentual de potássio apresenta um erro máximo de 1% (Amaral et al., 1966), a não ser nas amostras de baixo teor de potássio (menos do que 0,2%), onde a precisão do instrumento diminui.

A separação dos minerais realizou-se dentro dos padrões normais adotados no Centro de Pesquisas Geocronológicas, com exceção dos anfibólios das amostras BM-15, BM-49 e BV-A, que foram separados por processo de catação, à vista das rochas apresentarem na composição piroxênios e anfibólios, de difícil separação pelos mêtodos aplicados convencionalmente.

# MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS ANALISADAS



O traçador ("spike") injetado na linha de extração é de  $\text{Ar}^{38}$  praticamente puro. As constantes de calibração dos sistemas de traçadores, ou das pipetas empregadas, apresentam desvios médios da ordem de 2 - 3 % (Amaral et al., 1966 e Melfi, 1967).

Constantes empregadas nesta série:

$$\lambda \text{ total} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ por ano}$$

$$\lambda \text{ K} = 0,585 \times 10^{-9} \text{ por ano}$$

$$\% \text{ atom. de } \text{K}^{40} \text{ em } \text{K}^{\text{total}} = 0,0119$$

Os resultados obtidos estão inseridos na Tabela 3 e a localização das amostras analisadas está indicada no mapa da Figura 6. No Apêndice I encontram-se ligeiras descrições dos vários tipos de rochas que forneceram material para apuração das idades radiométricas.

#### c - Resumo e discussão

A maioria das determinações radiométricas foram realizadas em minerais diferentes (anfibólios, piroxênios, biotitas, feldspatos) ou em rocha total. A validade das datações para tais materiais já foi amplamente discutida por vários pesquisadores, entre os quais destacam-se Curtis (1966), McDougall (1966), entre outros.

Várias pesquisas tratam do excesso de argônio nos minerais piroxeníticos, enquanto que outros pesquisadores fazem referências a casos particulares dessas anomalias em minerais tais como: biotita, albita e rochas vulcânicas extrusivas. Um resumo destas evidên

Tabela 3

## IDADES POTÁSSIO-ARGÔNIO (K/Ar) EM ROCHAS DA REGIÃO LITORÂNEA DO ESTADO DE SANTA CATARINA - SC

Nº LAB. (SPK)	Nº DE CAMPO	ROCHA	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	K (%)	Ar <sup>40</sup> (10 <sup>-6</sup> ) cc STP/g	%Ar <sup>40</sup> atm	IDADE (10 <sup>6</sup> anos)
1856	BM-13	Traquito	Barra Velha	Rocha total	1,744	35.0	4,91	446 ± 20
1857	BM-15	Anfibolito	Ilha das Canas	Anfibólio	0,701	158	5,39	2605 ± 69
1858	BM-56	Traquito	Barra Velha	Rocha total	3,414	118	3,66	714 ± 29
1862	BV-A	Anfibolito	Oeste de Barra Velha	Anfibólio	0,277	71.3	4,32	2804 ± 73
1866	BM-11	Piroxenito	Ponta da Pedra Branca	Piroxênio	0,406	102	3,39	2777 ± 76
1976	BM-20	Anfibólio gnaisse	Estrada para São João do Itaperiu	Biotita	5,533	578	1,04	1642 ± 13
1983	BM-19	Anfibólio gnaisse	Morro da Cruz (1 km fora da área, a nordeste)	Biotita	6,139	682	1,00	1712 ± 55
1984	BM-23	Piroxenito	Pedreira do DNER -km 91 da BR- 101	Piroxênio	0,053	21,1	7,69	3417 ± 20

Tabela 3 - continuação

Nº LAB. (SPK)	Nº DE CAMPO	ROCHA	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	K (%)	Ar <sup>40</sup> (10 <sup>-6</sup> ) cc STP/g	%Ar <sup>40</sup> atm	IDADE (10 <sup>6</sup> anos)
2317	BM-46	Migmatito	Pedreira do DNER km 91 da BR-101	Feldspato potássico	8,47	322	1,2	771 ± 30
2318	BM-49	Hornblendito	Sul da Praia do Grant	Anfibólio	0,038	13.7	22,05	3444± 535
2319	BM-49	Hornblendito	Sul da Praia do Grant	Anfibólio	0,022	8.35	82,57	3415± 197
2430	BM-15	Anfibolito	Ilha das Canas	Anfibólio	0,716	175	2,33	2727 ± 23
1038	VL-16/2/67	Piroxenito	Norte da Praia do Grant	Rocha total	0,044	16.9	9,5	3400± 600
1292	VL-6/7/67	Anfibolito	Norte da Praia do Grant	Hornblenda	0,262	48.7	3,68	2350± 100
1302R	4c-2/68	Websterito	Costão de Bar- ra Velha	Rocha total	2,54	44.3	2,04	2260± 100
1302	4c-2/68	Websterito	Costão de Bar- ra Velha	Rocha total	2,45	492	1,38	2450± 100
1353	4-11/67	Piroxenito	Ponta da Pedra Branca	Piroxênio	0,12	23.8	3,72	2435± 100

Tabela 3 - continuação

Nº LAB. (SPK)	Nº DE CAMPO	ROCHA	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	K (%)	Ar <sup>40</sup> (10 <sup>-6</sup> ) cc STP/g	%Ar <sup>40</sup> atm	IDADE (10 <sup>6</sup> anos)
2094	BM-46	Migmatito	Pedreira do DNER km 91 da BR-101	Feldspato potássico	2,061	145	6,50	1242 ± 14
2096	BV-16	Anfibólio gnaisse	Pedreira da Pe- nha(1,5 km fora da área a sudes- te)	Ortoclásio	4,252	408	16,95	1552 ± 60
2097	BV-07B	Migmatito	Pedreira do DNER km 91 da BR-101	Ortoclásio	8,509	350	3,84	824 ± 9
2098	BM-16	Migmatito	Pedreira do km 76 da BR-101	Feldspato potássico	7,108	305	3,92	852 ± 11
2100	BM-58	Traquito	Pedreira abando- nada do km 98 da BR-101	Rocha total	4,517	126	18,17	596 ± 8
2101	BM-32	Traquito	Barra Velha	Rocha total	4,223	471	1,99	1715 ± 68
2106	BM-18	Piroxenito	Morro Comprido km 79 da BR-101	Piroxênio	0,123	15.1	58,65	1826 ± 77
2129	BM-10	Anfibólio gnaisse	1 km ao Sul de Barra Velha	Anfibólio	0,853	127	9,19	2059 ± 63

cias pode ser encontrado em Cordani (1970). Entretanto, de um modo geral, os valores obtidos em vários tipos diferentes de materiais da área objeto deste trabalho, não muito distantes geograficamente, apresentam razoável concordância, o que autoriza uma interpretação que exclui quantidades apreciáveis de argônio em excesso.

As rochas mais antigas da área estão grupadas em uma faixa de idades K-Ar bem significativas de 3 400 m.a. Não se conhecem no País, ainda, determinações radiométricas por esse método com valores maiores.

Os valores mais elevados, por volta de 3 400 m.a., foram obtidos em um piroxenito de granulação muito fina (SPK-1038), em dois fenocristais de anfibólio cogenéticos (SPK-2318 e SPK-2319) e em um piroxênio (SPK-1984).

Embora não possa ser excluída a possibilidade da presença de argônio em excesso, a destacada coerência das idades nessa faixa foi considerada bastante significativa, tendo em vista os valores obtidos nos anfibólios. Hart (1964) demonstrou que esse tipo de mineral pode oferecer maior segurança na interpretação de seus dados, por ter boa retentividade com relação ao argônio e não apresentar, geralmente, argônio primário. Dessa maneira, os valores obtidos com o uso desses minerais estabelecem condições de maior segurança nas determinações realizadas.

De acordo com o descrito em Capítulo anterior o ultramafito apresenta-se com um padrão de afloramento típico de corpo intrusivo, com disposição bem alinhada no rumo N20° W, sem exibir orientação na distribuição de

seus constituintes mineralógicos. Apenas em locais es  
parsos a orientação aparece, mal definida.

Os dados disponíveis sobre as relações de campo aliados às análises químicas favorecem a su  
posição de que a intrusão tenha origem ligada diretamente a um magma de composição básica. Assim sendo, com base nos dados geocronológicos mencionados, assumimos que o evento geológico associado à formação da rocha magmática ocorreu, aproximadamente, há 3 400 m.a. Na Tabela 4 en  
contram-se relacionados esses dados.

Uma segunda faixa de idades com resultado significativo foi obtida também na datação de minerais pertencentes ao corpo ultramáfico. O conjunto, apesar de apresentar uma gama de dispersão maior, com valores máximos em torno de 2 800 m.a., e decrescentes até por volta de 2 200 m.a. é bastante significativo.

Tais valores foram determinados em nove amostras, das quais quatro foram realizadas em anfibólio, três em piroxênios e duas em rocha total. Na Tabela 5 estão indicados esses resultados.

Uma única cifra obtida em materiais do corpo ultramáfico, que indicou idade aparente menor, é aquela apresentada por um piroxênio (SPK-2106) de uma amostra localizada na porção sul do morro Comprido (BM 18 no mapa da Figura 3. Os fatores que poderiam justifi  
car essa idade relativamente baixa residem no fato de que a amostra poderia ter sido sensibilizada diferente  
mente por eventos posteriores, com conseqüente perda de argônio. Tais eventos posteriores poderiam ser relacio  
nados com o terceiro grupo de idades, comentado a seguir:

Tabela 4

Nº LAB. (SPK)	ROCHA	MATERIAL	IDADE (10 <sup>6</sup> anos)
2318	Hornblendito	Anfibólio	3.444
1984	Piroxênio	Piroxênio	3.417
2319	Hornblendito	Anfibólio	3.415
1038	Piroxenito	Rocha total	3.400

Tabela 5

Nº LAB. (SPK)	ROCHA	MATERIAL	IDADE (10 <sup>6</sup> anos)
1862	Anfibolito	Anfibólio	2.804
1866	Piroxenito	Piroxênio	2.777
2430	Anfibolito	Anfibólio	2.727
1857	Anfibolito	Anfibólio	2.605
1302	Websterito	Rocha total	2.450
1353	Piroxenito	Piroxênio	2.435
1292	Anfibolito	Hornblenda	2.350
1302 R	Websterito	Rocha total	2.260
2106	Piroxenito	Piroxênio	1.826

A análise desses dados radiométricos indica uma idade mínima para eventos importantes na evolução da rocha ao redor de 2 800 m.a. (SPK-1862), idade acusada em um anfibólio.

O estudo microscópico dessas amostras revelou uma paragênese característica de fácies granulito (Eskola et al.1939) com uma associação de plagioclásio intermediário-hornblenda-diopsídio-hiperstênio ( com pouco quartzo). Foi constatado que há grande variação na distribuição desses minerais, aparecendo ora rochas uniminerálicas, ora assembléias com a contribuição de todos esses minerais, porém, sempre com predominância absoluta dos máficos. Em muitas amostras a incidência de anfibólio é bem reduzida, sendo a porcentagem identificada quase insignificante.

Neste trabalho, consideramos que o evento metamórfico principal, responsável pelo aparecimento das paragêneses de fácies granulito (Winkler, 1965; Fyfe e Turner, 1966 e Turner, 1968) tenha ocorrido há 2 800 m.a. atrás. As idades aparentes mais jovens refletiriam, nesta interpretação, perda parcial de argônio por parte dos minerais analisados, ocorrida por eventos posteriores e definidos a seguir.

Um terceiro grupamento de idades foi obtido, considerando-se as análises efetuadas em minerais isolados das amostras de hornblenda gnaisses e dos migmatitos. Neste grupo foram incluídas duas determinações realizadas em rochas provenientes de afloramentos que circundam os limites externos à área, à vista da concordância apresentada por esses dados em relação àqueles da região levantada. Pertenceria também ao conjunto o

dado comentado pouco atrás, relativo ao piroxênio da amostra BM-18.

Foram analisados nove minerais dos vários afloramentos, sendo seis em feldspato potássico, duas em biotita, uma em piroxênio e uma em anfibólio.

O intervalo de distribuição dessas idades variou desde aproximadamente 2 000 m.a. até cerca de 800 m.a., conforme pode ser observado na Tabela 6.

Verifica-se que os valores obtidos no an fibólio da amostra BM-10, bem como nas duas biotitas das amostras BM-19 e BM-20, são os mais antigos, o mesmo o correndo também com o dado relativo à amostra BM-18. Os valores mais baixos foram apurados com o uso de feldspa to potássico, cuja validade é altamente questionada para determinações K-Ar, conforme Wetherill, Aldrich e Davis, 1965; Folinsbee, Lipson e Reynolds, 1956, entre outros.

Tais trabalhos demonstraram que entre os materiais úteis para o método K-Ar os feldspatos potássicos são os que se apresentam menos adequados, pela faci lidade que oferecem no escape de argônio, mesmo a bai xas temperaturas.

Assim, consideramos o valor obtido com cerca de 2 000 m.a. como a idade mínima para outro even to fundamental na evolução desse lote de minerais.

Essas rochas revelaram associações minera lógicas típicas de fácies anfibolito (Fyfe e Turner, 1966), caracterizada pela paragénese hornblenda-plagio-

clásio, estável nessas condições e que aparece em todas as amostras estudadas. Entretanto, há evidências de polimetamorfismo, com minerais de uma fase anterior (piroxênios) transformados em outros, de fácies anfibolito (hornblenda), como foi verificado nos estudos das lâminas, principalmente o diopsídio que se apresenta uralitizado para hornblenda, provavelmente como reação às novas condições gerais impostas em ciclo metamórfico posterior.

É lícito supor-se, à face de todas essas informações, que a região esteve submetida a processos de migmatização generalizados, originando os migmatitos característicos da região leste da área e as rochas regionais, que possuem um aspecto textural muito mais próximo de um granito do que de um gnaissé, na porção oeste da área.

Tais transformações litológicas, bem como as várias paragêneses observadas, poderiam ser uma consequência do ciclo orogênico Trans-Amazônico, ocorrido há cerca de 2 000 m.a. segundo Hurley et al., 1967, o qual afetou praticamente todo o continente sulamericano.

Idades de minerais filiados a este ciclo metamórfico já foram registradas em várias regiões do País, como na porção centro-oeste (Hasui et al., 1970), na parte oriental da Bahia (Cordani et al., 1969) e na região leste dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (Delhal et al., 1969).

Assim, consideramos o evento regional de migmatização e granitização como tendo ocorrido por vol

ta de 2 000 m.a., sendo que as idades aparentemente mais jovens, obtidas principalmente em feldspatos, refletiriam perdas parciais de argônio, ocorridas posteriormente.

O último conjunto de idades determinado, refere-se a três diques da área, dois aflorando no "costão" de Barra Velha e o terceiro no km 98 da BR-101.

A aplicabilidade de datações radiométricas em rocha total, de granulação muito fina, foi comprovada por McDougall (1963), Everden e James (1964), embora continuem grandes restrições com relação ao emprego de rochas feldspáticas, como as do presente trabalho.

Essas idades estão indicadas na Tabela 7. Os resultados apresentam discrepância excessiva na distribuição das idades. Mesmo idades obtidas no mesmo dique (BM-56 e BM-32) apresentam grande discordância. A única maneira de se elucidar a anomalia será a possível comprovação da idade primária das rochas pelo método Rb-Sr, em rocha total. Como não houve possibilidade da utilização desse método nas rochas aqui estudadas, o autor julga mais cauteloso não levar em conta os resultados.

De qualquer modo, as observações de campo oferecem indícios convincentes de que o evento formador das intrusões foi um dos últimos a afetar a região e o corrido, provavelmente, no fim do Pré-cambriano.

Tentativamente assumimos que o ciclo orogênico Brasileiro (Almeida et al., 1970), ativo em várias regiões do País há cerca de 650 m.a. atrás, teve influência nas perdas parciais de argônio radiogênico dos

Tabela 6

Nº LAB. (SPK)	ROCHA	MATERIAL	IDADE (10 <sup>6</sup> anos)
2129	Anfibólio gnaisse	Anfibólio	2.059
1983	Anfibólio gnaisse	Biotita	1.712
1976	Anfibólio gnaisse	Biotita	1.642
2096	Anfibólio gnaisse	Feldspato potássico	1.552
2094	Migmatito	Feldspato potássico	1.242
2098	Migmatito	Feldspato potássico	852
2097	Migmatito	Feldspato potássico	824
2317	Migmatito	Feldspato potássico	771

Tabela 7

Nº LAB. (SPK)	ROCHA	MATERIAL	IDADE (10 <sup>6</sup> anos)
2101	Traquito	Rocha total	1.715
1858	Traquito	Rocha total	714
2100	Traquito	Rocha total	596
1856	Traquito	Rocha total	446

materiais da região. Isto é altamente provável, visto que o litoral norte do Estado de Santa Catarina encontra-se muito próximo, ou mesmo no interior, de grande zona afetada pelos eventos do ciclo Brasileiro, que se manifestou nas áreas vizinhas, ao sul de Florianópolis (Cordani, comunicação verbal) ou na Serra do Mar, no Estado do Paraná (Fuck, Trein e Marini, 1967).

Concluindo, consideramos os seguintes e ventos como sendo os principais, dentro da evolução geológica regional:

1 - Formação do corpo piroxenítico e anfibolítico. Não houve possibilidade de identificação da rocha encaixante do corpo ultramáfico; tal evento foi aceito como tendo ocorrido há 3 400 m.a.;

2 - metamorfismo regional de fácies granulito, com transformações nas paragêneses do ultramafito, ocorrido há cerca de 2 800 m.a.;

3 - novo ciclo de metamorfismo regional de fácies anfibolito e migmatização há 2 000 m.a. por ação do ciclo Trans-Amazônico com formação dos migmatitos e anfibólio gnaisses regionais;

4 - fase de instabilidade relacionada com o ciclo Brasileiro havida há aproximadamente 650 m.a. atrás, com provável intrusão dos diques e posterior formação dos veios.

Não foram obtidos dados radiométricos que pudessem indicar ter essa área sido afetada pelo ciclo metamórfico Paraíba (Ebert, 1962), apesar da mesma estar encravada entre núcleos comprovadamente mais modernos e

de idade relacionada com o último evento metamórfico aci  
ma citado.

## CONSIDERAÇÕES PETROLÓGICAS

A origem dos corpos ultramáficos ainda é objeto de muitas controvérsias. Uma parte dos pesquisadores propugna por uma origem relacionada a diferenciação metamórfica (Ramberg, 1952; Barth, 1962, citação de Sorensen, 1967); uma outra parte preponderante invoca origem magmática, acreditando que esse magma estaria provavelmente filiado ao manto superior. As pesquisas de desenvolvidas em várias regiões levaram à caracterizações de feições petrográficas afins nesses corpos, que ora reforçam uma ou outra hipótese.

À falta de maiores informações das rochas ultramáficas estudadas e objeto deste trabalho, acredita-se que a gênese poderia estar ligada a antigas intrusivas magmáticas, à vista da sua textura tipicamente ígnea e da semelhança existente entre essas variedades e outras tidas como originárias a partir do mesmo processo, mais particularmente, material proveniente do manto superior (ultramafitos de Duke Island, U.S.A.; Siorarssuit, oeste da Groenlândia e outros).

Os dados radiométricos situam esse corpo em um intervalo de idade bastante antigo e as relações de campo levam à crença geral de que o mesmo tenha se consolidado em grandes profundidades. Não foi notada qualquer atividade termal nos contatos das ultramáficas com as rochas adjacentes, apesar de se interdigitarem mutuamente.

Apesar de não ter sido possível uma perfeita delimitação das variedades litológicas que compõem

o corpo de ultramafitos, observa-se, todavia, que os anfibolitos encontram-se mais concentrados na sua porção ocidental, enquanto que os piroxenitos mais na oriental (Barra Velha, ponta da Pedra Branca), à exceção da região de contato, onde a distribuição é diversificada (sul da praia do Grant). Essa variação na distribuição das rochas, que confere ao corpo ultramáfico um zoneamento lateral, pode ter sido provocado por ocasião da consolidação do corpo ou por influência de elementos percolantes em eventos posteriores.

A carência de dados impede uma discussão mais ampla sobre a origem das rochas regionais associadas as ultramáficas. Minerais metamórficos originados de sedimentos aluminosos, tais como silimanita, cianita e outros, não foram identificados. A porcentagem de  $Al_2O_3$  indicada na Tabela 2 Coluna 2 de uma amostra do migmatito é bastante alta e poderia auxiliar na interpretação. Outras informações deverão ser obtidas para que se possa discutir a origem desse material, mas, esse dado é sugestivo de que a sua gênese talvez esteja ligada a sedimentos.

Os dados coligidos revelaram que a área esteve submetida a diversos eventos metamórficos, com as condições iniciais mais intensas, passando posteriormente para condições mais brandas. Um evento retrometamórfico, como evidenciado por feições texturais, seguiu-se àquele responsável pela formação de rochas da fácies granulito, com recristalizações e transformações mineralógicas, frente às novas condições impostas. As assembléias de minerais originados nessas condições são carac

terísticas da fácies anfibolito (Fyfe e Turner, 1966).

As exposições de campo revelaram que a migmatização desenvolveu-se em faixas junto à porção o riental da área, proximidades do corpo de ultramáficas, associada a processos de caráter metassomáticos. Várias hipóteses entrecrocaram-se na formulação dos mecanismos que explicariam a formação dos migmatitos. Não é objetivo do autor discutí-las, porém as evidências de campo são argumentos que favorecem a aceitação de que o processo metassomático foi ativo, pelo menos em alguns núcleos das áreas migmatizadas. Isto posto, na fase inicial da migmatização, as condições reinantes teriam favorecido a mobilização e concentração de elementos, possibilitando a formação da grande quantidade de feldspato potássico, que compõe as "línguas" do neossoma, tão comuns na pe dreira do DNER e ao sul da praia do Grant. Voláteis, que poderiam estar ligados a essa fase, teriam facilitado o desenvolvimento dos enormes cristais existentes no seio do corpo piroxenítico e a formação dos bolsões de anfibolito pegmatóide, já que essas ocorrências localizam-se nas proximidades dos contatos.

O desenvolvimento de uma tectônica de ci salhamento, sugerida pelo encurvamento dos planos de ge minação do microclínio e a extinção ondulante do quartzo intergranular associado, deve ter ocorrido posteriormente.

A remobilização do material que provavelmente originou os diques de traquito e a segregação do material que originou os veios da ponta da Pedra Branca e os demais que recortam as rochas aflorando na área,

poderiam estar associados a um ciclo tardio que afetou a região, e correlacionado com o evento Brasiliano, do fim do Prê-cambriano.

## AGRADECIMENTOS

Para elaborar este trabalho o autor contou com inestimável colaboração de várias pessoas e entidades, às quais, com enorme satisfação, julga-se no dever de agradecer.

Ao Professor Doutor Viktor Leinz, orientador das pesquisas, somos imensamente gratos pelos incentivos e inúmeras sugestões prestados durante todo o desenvolvimento dos trabalhos.

Sinceros reconhecimentos são devidos ao Professor Doutor Ruy Ozório de Freitas pela cooperação demonstrada no transcorrer dos trabalhos e nas importantes sugestões apresentadas; e ao Professor Doutor Sérgio Estanislau do Amaral pela orientação e cuidadosa revisão do texto. O constante estímulo dispensado por ambos muito sensibilizou o autor.

Consignamos sinceros agradecimentos ao Professor Doutor Umberto G. Cordani, incansável na discussão e correção de vários tópicos, principalmente naquelas relacionados com as interpretações geocronológicas.

Aos Professores Doutores Reinholt Ellert, Celso de Barros Gomes, Yociteru Hasui e Marcos Aurélio Farias de Oliveira, nossa gratidão pelas sugestões apresentadas.

À Geóloga Rosa Maria Cotrim Soares testemu

nhamos os mais sinceros agradecimentos pelo auxílio pres  
tado por ocasião das descrições de lâminas delgadas.

Ao Professor Doutor Darcy Pedro Svisero que  
gentilmente auxiliou nas fotomicrografias, e aos colegas  
Koji Kawashita, Igor Bittencourt e Andrêa Bortorelli, pe  
la cooperação nos cálculos radiométricos K-Ar, na foto  
interpretação e nas fotografias de campo, respectivamen-  
te, o reconhecimento do autor.

Aos ex-alunos Kaoru Tsubone e Luiz Antonio  
Chieregatti, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Agradecimentos são devidos, também, aos vã  
rios técnicos e funcionários do Instituto de Geociências  
da Universidade de São Paulo, abaixo relacionados, que  
incansavelmente auxiliaram na confecção deste trabalho:

Cláudio Comerlatti e Maria Elisa Correa da  
Silva Lucena pelas análises de potássio;

Cláudio dos Santos e José Roberto Medeiros  
por algumas extrações de argônio e pela separação dos mi  
nerais, respectivamente;

Senhora Melany Thereza Isauk pela cuidadosa  
confecção de lâminas delgadas;

Às Senhoritas Namie Koseki e Itacy Krohene  
que auxiliaram com a máxima presteza nos desenhos;

À Senhora Nair de Campos Louzada e Senhor Jo  
sê Ponchirolli pela valiosa ajuda dispensada pelo servi  
ço de datilografia;

Aos Senhores Jayme Alves da Silva, Juvenal K. Queiróz e Ademir Nunes, na impressão dos exemplares.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) somos imensamente gratos pelo auxílio financeiro prestado, tanto no que se refere às expedições de campo, como para as partes técnicas e de laboratórios.

Ao Instituto Agronômico de Campinas, pela permissão no uso de seus equipamentos de fotointerpretação, e ao Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo, cujo funcionamento é devido, em grande parte, a auxílios concedidos pelo Conselho Nacional de Pesquisas e FAPESP, o autor é profundamente grato.

Todos os que cooperaram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho, mesmo aqueles porventura não mencionados, o autor é profundamente grato.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. (1962) - Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte sub-superficial de cascalhos inhumados - Univ. do Paraná - Inst. Geol. n° 2.
- ALMEIDA, F.F.M. de e HASUI, Y. (1970) - Geocronologia do Centro-Oeste Brasileiro - Bol. da Soc. Bras. de Geol. v.19, n° 1, pp. 5-26.
- AMARAL, G., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K. e REYNOLDS, J.H. (1966) - Potassium argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil - Geoch. et Cosmoch. Acta, v.30, p.159.
- BARTORELLI, A., MINIOLI, B. e KAWASHITA, K. (1969) - Nota preliminar sobre rochas ultrabásicas de Itajuba, SC, Anais do XXII Cong. Bras. Geol., pp. 243-246.
- BERTHELSEN, A. (1960) - Structural studies in the Prê-Cambrian of Western Greenland (Geology of Tovqussap Nunã) - Ed. Meddelelser am Granland Bd. 123. Nr.1.
- BIGARELLA, J.J., SALAMUNI, R. e PAVÃO, M.Z. (1959) - Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes (Praia de Ubatuba, SC) - Ed. Univ. do Paraná - Inst. Geol. n° 1.
- BIGARELLA, J.J. e FREIRE, S.S. (1960) - Nota sobre a ocorrência de cascalheiro marinho no litoral do Paraná - Bol. n° 3 da Univ. do Paraná.
- BIGARELLA, J.J., MOUSINHO, M.R. e DA SILVA, J.X. (1965) - Process and environments of the Brazilian Quaternary - Ed. Imp. Univ. Paraná.
- BLOSS, F.D. (1961) - An introduction to the methods of Optical Crystallography - Ed. Holt, Reinhart and Winston, Inc.
- BRANNOCK, W. e BERTHOLDS, S. (1949) - The determination of sodium and potassium in silicates rocks by flame photometer, U.S. Geol. Survey, Bull. 992, pp. 1-14.

- BUCHART, J. (1969) - The crystalline core of the Tatra Mountains: a case of polymetamorfism and polytectonism - Colloquium on the Geochronology of Phanerozoic orogenic belts. Suíça.
- CORDANI, U.G., ISOTTA, C.A.L. e ABREU, A.C.S. (1960) - Reconhecimento geocronológico da região oriental do Estado da Bahia - Bol. Esp. 1, p.99 - Núcleo da Bahia, Soc. Bras. Geol.
- CORDANI, U.G. e BITTENCOURT, I. (1967) - Determinações de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui - Anais do XXI Cong. Bras. de Geol. p.218.
- CORDANI, U.G. e GIRARDI, V.A.V. (1967) - Geologia da folha de Morretes - Bol. da Univ. do Paraná - Geologia nº 26.
- CORDANI, U.G., MELCHER, G.C. e ALMEIDA, F.F.M. de (1968) - Outline of the precambrian geochronology of South America - Canadian Jor. of Earth Sci., 5, p.629.
- CORDANI, U.G. (1968) - Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul - Bol. IGA nº 1 (1970).
- CURTIS, G.H. (1966) - The problem of contamination in obtaining accurate dates of young geologic rocks. In Spring-Verlag, p.151.
- DELHAL, J., LEDENT, D. e CORDANI, U.G. (1969) - Ages Pb/U, Rb/Sr et K/Ar de formations métamorphiques et granitiques du Sudest du Brésil (État de Rio de Janeiro et de Minas Gerais) - Am. Soc. Geol. Belgique, v.92, p.271.
- DERRUAU, M. (1966) - Geomorfologia - Ed. Ariel - Barcelona, Hespanha.
- EBERT, H. (1962) - Baustil und Regionalmetamorphose in präkambrischem Grundebirge Brasiliens, Tsch. Min. u. Petrog. Mitt. 8, H.1, 49-48, Vien.
- ENGEL, A.E.J. e ENGEL, C.G. (1962) - Hornblendes formed during progressive metamorphism of amphibolites, Northwest Adirondack Mountains, N. York, Bull. Geol. Soc. Amer., v.73, p.1499.

- ESKOLA, P., BARTH, T.F.W., CORRENS, C.W. (1939) - Die metamorphen Gesteine, in "Die Entstehung der Gesteine", Springer, Berlin.
- EVERDEN, J.F. e JAMES, G.T. (1964) - The potassium-argon dating of Late Cenozoic rocks in East Africa and Italy, *Currente Anthropol.* v.6, n<sup>o</sup>4, pp.343-385.
- FOLINSBEE, R.E., LIPSON, J. e REYNOLDS, J.H. (1956) - Potassium-argon dating - *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 10, pp. 60-68
- FRANCO, R.R. (1958) - Contribuição ao conhecimento de rochas termometamórficas da Série São Roque - *Fac. Fil. Ci. Let.*, Bol.189, Mineralogia n<sup>o</sup> 14, 81 pp.
- FREITAS, R.O. (1951) - Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil - Bol.n<sup>o</sup> 6 da *Fac. Fil. Ci. Let.*, USP.
- FUCK, R.A., MARINI, O.J. e TREIN, E. (1967) - Contribuição ao estudo de rochas graníticas no Estado do Paraná - *Geologia do pré-devoniano - Bol. Paranaense de Geociências* n<sup>os</sup> 23 a 25.
- FYFE, W.S. e TURNER, F.J. (1966) - Reappraisal of the metamorphic facies concept - *Contr. Min. Petrol.*, v.12, p. 354.
- GIRARDI, V.A.V. (1969) - Petrologia das rochas metamórficas da região de Morretes-Antonina, PR - Tese de doutoramento da USP.
- GUERRA, A.T. (1969) - Dicionário Geológico-Geomorfológico - IBGE - Publ. n<sup>o</sup> 21, Série A - 3<sup>a</sup> edição.
- GUIMARÃES, D. (1964) - Geologia do Brasil - Memória n<sup>o</sup> 1, Div. Fom. Prod. Mineral (DNPM) - Min. Minas e Energia, 674 p.
- HARKER, A. (1950) - Metamorphism - Methuen e Co., London, 3<sup>a</sup> edição.
- HART, S.R. e DODD JR., R.T. (1962) - Excess radiogenic argon in pyroxenes - *Geophys. Rev.*, 67, 2.998-2.999.

- HART, S.R. (1964) - The petrology and isotopic mineral age relation of a contact zone in Front Range, Colorado - *Jor. Geol.* 72, pp. 493-525.
- HASUI, Y. e ALMEIDA, F.F.M. de (1970) - Geocronologia do Centro-Oeste Brasileiro - *Bol. da Soc. Bras. de Geol.* v. 19, nº 1, pp. 5-26.
- HATCH, F.N., WELLS, A.K. e WELLS, M.K. (1956) - The Petrology of the igneous rocks - Ed. Thomas Murby & Co., London.
- HEINRICH, E.W.M. (1960) - Petrografia Microscópica - Ed. Omega, Barcelona, Espanha.
- HURLEY, P.M., ALMEIDA, F.F.M. de, MELCHER, G.C., CORDANI, U.G., RAND, J.R., KAWASHITA, K., VANDOROS, P., PINSON JR., W. H. e FAIRBAIRN, W. (1967) - Test of Continental Drift by comparison of radiometric ages - *Science*, 157 (3788), pp. 495-500.
- IRVINE, T.N. (1967) - The Duke Island ultramafic Complex, Southeastern Alaska - in *Ultramafic and Related Rocks* - Chapter 4-II.
- JOHANNSEN, A. (1939) - A descriptive petrography of the igneous rocks, 2<sup>a</sup> ed. 1-3 - University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- JUNG, J. e ROQUES, M. (1952) - Introduction à l'étude zono-graphique des formations cristalophylliennes - *Bull. Serv. Carte Géol. France*, 50(235), 62 p. - Paris.
- KAITARO, S. (1953) - Geologic Structure of the late Precambrian intrusives in the Ava Area, Alan Islands - *Bull. nº 162 de la Commission Géologique de Finlande*.
- KERR, P.F. (1959) - *Optical Mineralogy* (3<sup>a</sup> ed.) - McGraw-Hill Book Company, Inc., N.York.
- LAHEE, F.H. (1958) - *Geologia Prática* - Ed. Omega - Barcelona, Espanha.
- LEDENT, D. e PASTEELS, P. (1968) - Détermination de l'age des roches post-tectoniques du Sud-Est du Brésil - *Annales de la Soc. Geol. de Belgique*, T. 91, Fasc. II.

- LEINZ, V. (1949) - Contribuição à Geologia dos derrames ba  
sálticos do sul do Brasil - Bol. Fac. Fil. Ci. Letras  
- USP nº 101 - Geologia nº 5.
- LEINZ, V. e MENDES, J. C. (1959) - Vocabulário Geológico -  
Cia. Ed. Nacional - 3ª edição.
- LEINZ, V. e AMARAL, S. E. do (1962) - Geologia Geral - Cia. Ed.  
Nacional - São Paulo.
- MACGREGOR, I. D. (1967) - Petrogenesis of ultramafic and  
ultrabasic rocks - in Ultramafic and Related Rocks  
- Chapter 12-II.
- McDOUGALL, I. (1966) - Precision method of potassium-ar  
gon isotopic age determination on young rocks -  
Meth. and Techn. in Geoph., v. 2, pp. 279-304.
- MEHNERT, K. R. (1968) - Migmatites and the origin of granitic  
rocks - Ed. Elsevier Publishing Co. - Amsterdam.
- MELFI, A. J., BITTENCOURT, I. e CORDANI, U. G. (1965) - Reconheci  
mento fotogeológico de parte do Grupo Açungui -  
Bragantia, v. 24, nº 34.
- MELFI, A. J. (1967) - Potassium-argon ages for core samples  
from Southern Brazil - Geoch. et Cosmoch. Acta, v. 31,  
p. 1079.
- MILLER, R. (1953) - The Webster-Addie ultramafic ring,  
Jockson County, North Carolina and secondary alte-  
ration of its chromite - Amer. Min., v. 38, p. 1134.
- MOORBATH, S. (1965) - Isotopic Dating of Metamorphic Rocks -  
Ed. Wallace S. Pitcher and Glemys W. Flimm - London.
- PASTEELS, P. (1968) - A comparison of methods in geochrono-  
logy - Earth Sci. Rev. 4(1) pp. 5-38.
- PETRI, S. e RICCI, M. (1965) - Princípios de aerofotograme-  
tria e interpretação geológica - C. E. N. - São Paulo.
- RAY, R. (1963) - Fotografias aéreas na interpretação e mapeam  
ento geológicos - Inst. Geog. e Geol., v. II.

- RUELLAN, F. (1945) - Interpretações geomorfológicas da Serra do Mar no Paraná - 103<sup>a</sup> Tertúlia do Cons.Nac.de Geog.(273-45) - Bol.Geog.25,p.81 - Rio de Janeiro.
- SEDERHOLM, J.J.(1907) - On granite and gneiss - Bull.Comm. Geol.Finlande, 23, p. 1-110.
- SHANIN, L.L., IVANOV, I.B., LITZAREV, M.A., ARAKELJANZ, M.M., GOLTZMAN, J.V. (1969) - The loss of radiogenic Ar and Sr in minerals in natural conditions and experiment - Colloquium on the Geochronology of Phanerozoic orogenic belts - Suíça.
- SHARPE, C.F.S. (1938) - Landslides and related phenomena; A study of mass-movements of Soil and rock - Columbia Univ.Press - New York.
- SILVEIRA, J.D.da (1952) - Baixadas litorâneas quentes e úmidas - Univ.São Paulo, Fac.Fil.Ci.Letras, Bol.152.
- SORENSEN, H.(1967) - Origen of Alpine ultramafic association - in Ultramafic and Related Rocks - Chapter, 7-II.
- TAVORA, F.J., CORDANI, U.G. e KAWASHITA, K. (1967) - Determinações de idade potássio-argônio em rochas da região central da Bahia - Anais do XXI Cong.Bras. de Geol. p.235, Curitiba.
- TRICART, J.(1958) - Division morphoclimatique du Brésil atlantique centrale - Revue de Geom.Dynam.IX, nºs 1 e 2, (Transc.no Bol.Paul.de Geog., nº 31, 1959.
- TURNER, F.J. e VERHOOGEN (1960) - Igneous and metamorphic petrology - McGraw-Hill Co., New York
- TURNER, F.J. (1968) - Metamorphic Petrology - Mineralogical and field aspects - Ed.McGraw-Hill Book Company, USA.
- WETHERILL, G.W., ALDRICH, L.T. e DAVIS, G.L. (1965) -  $Ar^{40}/K^{40}$  ratios of feldspars and micas from the same rock - Geochim.et Cosmochim.Acta 8, pp.171-172.

WILLIAMS, H., TURNER, F.J. e GILBERT, C.M. (1970) - Petro-  
grafia - Ed. da USP, Trad. Rui Ribeiro Franco.

WINKLER, H.G.F. (1965) - Petrogenesis of metamorphic rocks  
Ed. Springer-Verlag-Gotingen.

WYLLIE, P.J. (1967) - Ultramafic and Related Rocks - John  
Wiley and Sons, Inc. - USA.

APÊNDICE I

DESCRIÇÃO ABREVIADA DAS AMOSTRAS ANALISADAS

Descrição pormenorizada das amostras en contra-se no Capítulo referente à descrição dos afloramentos. Neste Apêndice foram inseridas as amostras ana lisadas pelo método K-Ar e alguns dados referentes a sua composição mineralógica, textura e relação de campo.

Apesar da área encontrar-se bastante in temperizada, todos os minerais selecionados para as de terminações radiométricas apresentaram-se bem conserva dos, o mesmo se dando com as rochas de granulação muito fina. Muitos minerais foram separados por catação, a fim de se obter lotes com maior pureza, à vista das di ficuldades encontradas nos métodos usuais de separação utilizados no Centro de Pesquisas Geocronológicas.

Nº DE  
CAMPO

DESCRIÇÃO SUCINTA DAS AMOSTRAS ANALISADAS

- BM-18 - Piroxenito aflorando como bloco rolado na porção este do morro Comprido. Apresenta textura nematoblástica, granulação fina a média. Composição: diopsídio, hipersênio, pouca hornblenda e epídoto. Coletada pelo autor.
- BM-16 - Migmatito composto essencialmente de plagioclásio, quartzo, diopsídio e hornblen

da. Há faixas com concentração de feldspato potássico. Granulação média a grosseira e textura granoblástica. Localiza-se no km 76 da BR-101, lado direito com destino a Joinville.

Coletada pelo autor.

BM-20 - Hornblenda gnaisse - pequena elevação na 2<sup>a</sup> entrada da estrada de Barra Velha para São João do Itaperiu. Textura granoblástica, com granulação média. Andesina, hornblenda e alguma biotita. Acessórios: titanita (opaco), epidoto, clorita, zircão e apatita.

Coletada pelo autor.

BV-A - Afloramento a NW de Barra Velha. Anfibolito de textura grosseira, xenomórfica. Composta por hornblenda em grande porcentagem; grãos finos de diopsídio e hiperstênios dispersos.

Coletada pelo autor.

BM-23 - Paleossoma da pedreira do DNER, km 91 da BR-101. Hornblenda gnaisse. Textura granoblástica, granulação média, com predominância de microclínio, oligoclásio, diopsídio, hornblenda e epidoto.

Coletada pelo autor.

BM-32 - Dique de traquito com orientação E-W intrusivo no piroxenito - costão de Barra Velha. Textura traquítica-sienítica de granulação muito fina, com 70-80% de ortoclásio sódico, pouca hornblenda e abundante quartzo intersticial e opacos (magnetita e ilmenita). Coletada pelo autor.

- BM-58 - Dique intrusivo no migmatito da pedreira abandonada no km 98 da BR-101 e direção N45°W. Composição idêntica à amostra anterior.  
Coletada pelo autor.
- BM-13 - Dique intrusivo no piroxenito do "costão" de Barra Velha. Direção E-W. Composição e textura idênticas à amostra BM-32.  
Coletada pelo autor.
- BM-56 - Idêntica a amostra BM-32.
- BM-10 - Hornblenda gnaisse localizado a 1 km ao sul de Barra Velha. Textura xenoblástica, de granulação fina a média. Composta em mais de 60% de andesina cálcica e muita hornblenda e hiperstênio associados nas camadas máficas.  
Coletada pelo autor.
- BM-19 - Hornblenda gnaisse localizado no Morro da Cruz, a nordeste da região, 1 km fora da área estudada. Composta por plagioclásio (oligoclásio), pouco microclínio, biotita e hiperstênio. Muito quartzo e como opacos aparecem zircão, titanita e apatita. Textura granuloblástica.  
Coletada pelo autor.
- BM-11 - Piroxenito aflorando no "costão" da ponta da Pedra Branca. Textura nematoblástica e granulação média. Predominância de diopsídio sobre o hiperstênio; pequena quantidade de hornblenda e epídoto. Como opacos foram determinados hematita, ilmenita e apatita.  
Coletada pelo autor.

- BM-15 - Anfibolito da parte E da Ilha das Canas. Composta essencialmente de fenocristais de hornblenda dispersa numa mesóstase de albita e quartzo. (Duas datações). Coletada pelo autor.
- VL-16/2/67 - Piroxenito exposto ao norte da praia do Grant. Composição de diopsídio em predominância, hiperstênio e hornblenda. Exposição em forma de grandes blocos. Granulação fina e textura nematoblástica. Coletada por V.Leinz.
- 4-11/67 - Piroxenito aflorando ao norte da ponta da Pedra Branca, em forma de grandes blocos. Composição de diopsídio e hiperstênio, pouca hornblenda. Textura nematoblástica e granulação fina a média. Coletada por A.Bartorelli.
- VL-6/7/67 - Anfibolito aflorando ao norte da praia do Grant em forma de bolsão, associado aos piroxenitos. Composto por macrocristais de hornblenda e pouco diopsídio e hiperstênio. Textura pegmatóide. Coletada por V.Leinz.
- BM-46 - Composta essencialmente de microclínio (80%)  
(BV-07A) com pouco plagioclásio (10%) e quartzo.  
(BV-07B) Neossoma do migmatito da pedreira do DNER no km 91 da BR-101. Textura xenomórfica e granulação grosseira. Coletada pelo autor.
- BV-16 - Hornblenda gnaisse de uma pedreira da ponta da Penha, 1,5 km fora da área. Composta por diopsídio, hiperstênio e pouca horn

blenda e biotita. Como fêlsicos foram de terminados plagioclásio, ortoclásio e pouco quartzo. Textura granoblástica com bandamento difuso e granulação média

BM-49

- Bolsões de hornblenda no piroxenito aflorando ao norte da praia do Grant, em forma de macrocristais. Textura pegmatóide. Coletada pelo autor.

