

FRAGMENTO TECTÔNICO CABO FRIO: ASPECTOS DE CAMPO, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA

Ariadne do Carmo Fonseca
Pesquisadora Visitante - Projeto PADCT - Dept° de Geologia

ABSTRACT

The main lithological units which occur in the "Cabo Frio Tectonic Fragment" are orthogneisses and paragneisses. The orthogneisses have granitic-granodioritic-tonalitic compositions, with amphibolitic enclaves and intercalations and are cutted by granitic aplites. The paragneisses are metapelites, with intercalations of amphibolite, quartzites and calc-silicate rocks, metamorphosed in upper amphibolite facies, in intermediate pressure conditions. Geochemically, the orthogneisses correspond to a metaluminous high-K calc-alkalic series, with monzogabbro, quartz-monzodiorite and monzonite compositions. Otherwise, the petrography indicates a low-K calc-alkalic series, suggesting a pre-collisional granitoids series related to oceanic crust subduction. A divergence between the compositions obtained by the petrography and geochemistry can be the result of problems in the analyses of alkalis. The amphibolites, associated to the orthogneisses, also present calc-alkalic metaluminous character, with basaltic and andesitic compositions, suggestive of orogenic emplacement. The paragneisses show compositions varying between lithoarenite and arkoses, with peraluminous character, probably deposited in a continental arc or active continental margin environment.

I - INTRODUÇÃO

A proposição de uma idade mais antiga para os gnaisses da costa fluminense em relação aos gnaisses do vale do Rio Paraíba do Sul e Serra dos Órgãos já fôra feita por Rosier (1965). As direções NNW observadas na região entre as cidades de Cabo Frio, Arraial do Cabo, Búzios e São Pedro da Aldeia contrastam com as direções NE-SW observadas regionalmente, pertencentes ao Cinturão Ribeira localizado ao longo da costa sudeste do Brasil (Fig.1.1). Delhal et al. (1969) obtiveram uma idade convencional Rb-Sr Transamazônica para um migmatito de São Pedro da Aldeia. Baseados nesta idade e nas direções NNW, Fonseca et al. (1979) propuseram que tal região poderia representar um pedaço do Cráton do Congo, correlacionando-a aos eventos Eburneanos de Angola (Torquato e Cordani, 1981). Zimbres et al.(1990), datando rochas do mesmo afloramento de Delhal et al. (op.cit.), obtiveram idades Transamazônicas pelos métodos Rb-Sr em rocha total e U-Pb em zircão e idades Brasileiras em hornblenda e biotita por K-Ar.

A área escolhida como objeto da tese chave na correlação Brasil-África. Baseada na proposição de Fonseca et al. (op. cit.) de que a área seria um pedaço remanescente do Cráton do Congo disperso no mega-evento de fraturamento do Gondwana e formação do Atlântico Sul, a autora se propôs a estudá-la, referindo-a aqui como "Fragmento Tectônico Cabo Frio".

A área localiza-se entre as latitudes 22°44' e 22°49'S e longitudes 41°52' e 41°58'W referente às cidades de Arraial do Cabo, Cabo Frio e Búzios (Fig. 1.2). A região foi objeto de estudos regionais por Rosier (op.cit.) e estudos detalhados por Silva et al. (1976), Fonseca et al. (1979), Heilbron et al. (1982) e Fonseca et al. (1984).

Com base no mapeamento regional realizado por Heilbron et al. (op. cit.) foram amostrados os diversos tipos de rochas aflorantes. Foram visitados 21 afloramentos. A descrição petrográfica das litologias foi baseada em lâminas delgadas com análises modais, feitas na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Além do material amostrado na tese, contou-se com as lâminas delgadas e medidas estruturais cedidas por Monica Heilbron.

Foi realizada a análise química por plasma (I.C.P.) dos elementos maiores e alguns traços de algumas amostras no Laboratório de British Petroleum Mineração (LBPM), na tentativa de, juntamente com a petrografia, caracterizar geoquimicamente essas litologias. Os resultados obtidos foram tratados com o software Newpet de Daryl Clarke, da Memorial University of Newfoundland, Canadá.

1 - CONTEXTO GEOLÓGICO

Como já descrito por Rosier (1965), Fonseca et al. (1979, 1984) e Machado & Demange (1990), a área localizada na Região dos Lagos entre Maricá e Macaé, bordejando a escarpa sudeste da Serra dos Órgãos (Fig. 1.2), apresenta direções estruturais NW-SE, anômalas em relação ao contexto regional global, cujos "trends" estruturais, moldados principalmente durante a orogênese Brasileira, são essencialmente NE-SW. Ademais idades Transamazônicas foram obtidas por Delhal et al. (1969) e Zimbres et al. (1990) nos ortognaisses de São Pedro da Aldeia.

Não foi objetivo deste trabalho o mapeamento geológico detalhado da área, de modo que os limites da região anômala, que será denominada informalmente "Fragmento Tectônico Cabo Frio", não foram estabelecidos com a devida propriedade, tendo sido apenas inferidos na figura 1.2. Cabe observar que, com base nas publicações existentes, as rochas do "Fragmento Tectônico Cabo Frio" devem estender-se pelo menos alguns quilômetros para NW, incluindo parte das unidades denominadas por Reis et al. (comunicação escrita; in Fonseca et al., 1984) como Unidades Tingui-Maricá e Região dos Lagos.

Na área são descritos dois domínios tectônicos: os ortognaisses de direções estruturais NW-SE e idade Transamazônica e os paragnaisses (Seqüência Búzios de Heilbron et al., 1982) com direções estruturais NE-SW. Esses dois domínios estão em contato tectônico através de

zonas de cisalhamento na Serra das Emerenças (afloramento RJ-3), onde os ortognaisses cavalgam os paragnaisses com transporte tectônico de SW para NE, sendo que as superfícies de empurrão mergulham moderadamente para SW. Na verdade pode tratar-se de uma série de zonas de empurrão paralelas, tendo em vista a imbricação aparente de zonas com orto e paragnaisses nas localidades da Ponta do Marisco e Praia de Geribá.

Os afloramentos se concentram na orla marítima, sendo que grande parte da área é coberta por sedimentos quaternários (Fig. 1.1). Os ortognaisses afloram em pontais a partir da Ponta do Marisco (afloramento RJ-5) em Búzios até o Pontal do Atibaia (afloramento RJ-13) em Arraial do Cabo. Em São Pedro da Aldeia são explorados em pedreira (afloramento RJ - 12). Já os paragnaisses tem expressão areal mais restrita, a partir da Serra das Emerenças (RJ-2), aflorando no Cabo da Armação çde Búzios. Contatos entre as duas litologias são observados na Serra das Emerenças, Pontas do Marisco e Geribá.

Todo o conjunto de rochas metamórficas cortado por diques de diabásio e intrudido por rochas alcalinas, associados ao condicionamento tectônico que levou abertura do oceano Atlântico Sul, no Meso-Cenozóico (Amaral et al., 1969).

1.1 - ORTOGNAISSES

Os ortognaisses são constituídos por gnaisses e migmatitos de composição predominante tonalítica a granodiorítica, chegando a granítica (Fig. 1.2), com intercalações anfibolíticas e cortados por aplitos róseos. Apresentam regionalmente estruturas (foliação, charneiras e planos axiais de dobras) orientadas segundo SE-NW (Fig. 1.1). Foi observado o desenvolvimento de zonas de cisalhamento, preenchidas por aplitos graníticos de coloração rósea. Estes ortognaisses foram amostrados: nas praias do Forte (RJ-1), Però (RJ-4) e Conchas (RJ-14) em Cabo Frio; na praia da Caravela (RJ-15), Ponta do Marisco (RJ-5) e Ponta do Pai Vitório (RJ-18) em Búzios, na pedreira de São Pedro da Aldeia (RJ-12); e no caminho para o pontal do Atibaia (RJ-13, RJ-18 a 21) em Arraial do Cabo.

No Forte São Mateus, praia do Forte (RJ-1), ocorrem como gnaisses porfiroblásticos, que mostram uma lineação orientada SE-NW, geralmente mal desenvolvida, formada pela orientação dos pórfiros de plagioclásio, da biotita e hornblenda. Intercalações anfibolíticas mostram-se dobradas. Um espesso dique de anfibolito faz contato brusco com os gnaisses, mas apresenta a mesma orientação destes. É observado bandamento composicional representado pela alternância de leitões de granulação fina, ricos em plagioclásio, e mais grossa, localmente

com granada e diopsídio. Na figura 1.3 é mostrado o esquema das estruturas observadas nos arredores do forte.

Os afloramentos das praias do Perú (RJ-4) e das Conchas (RJ-14) são contíguos. Na praia do Perú aflora um gnaiss grosso, que apresenta intercalações anfibolíticas e enclaves máficos ovalados, mostra-se por vezes engolfado por mobilizado de textura mais fina e coloração rósea. Os migmatitos são formados pela presença de "schlieren" de um gnaiss cinza escuro. Na praia da Concha, o bandamento restringe-se à parte inicial do afloramento: à medida que se caminha em direção ao mar, os gnaisses tornam-se mais homogêneos, com enclaves máficos ovalados não orientados e segregações de quartzo, e desenvolvem uma estrutura "schollen". Zonas de cisalhamento formaram-se e foram preenchidas por aplitos róseos.

Na praia da Caravela (RJ-15) afloram gnaisses bandados, com zonas de cisalhamento, em contato com leitos anfibolíticos boudinados.

Na Ponta do Marisco (RJ-5) afloram hornblenda-plagioclásio gnaisses bandados, com variações migmatíticas, intercalados por leitos anfibolíticos de várias espessuras. Na parte superior ocorrem paragnaisses, com estruturas planares paralelas aos ortognaisses.

Na Ponta do Pai Vitório (RJ-18) afloram gnaisses bandados, com intercalações anfibolíticas, fortemente deformados por zonas de cisalhamento.

Na pedreira de São Pedro da Aldeia (RJ-12) os migmatitos mostram-se estromáticos, com paleossoma cinza escuro de composição tonalítica e neossoma granodiorítico, cortados por veios aplíticos róseos.

Nos afloramentos de Arraial do Cabo (RJ-13, RJ-19 a 21) afloram gnaisses bandados, bem homogêneos no geral.

Petrograficamente os ortognaisses são compostos de hornblenda, biotita, plagioclásio, quartzo e K-feldspato, com titanita, allanita, minerais opacos (ilmenita e magnetita), apatita e zircão como acessórios, e carbonato, epidoto, sericita, muscovita e clorita secundários. Nos melanossomas dos corpos migmatíticos, nos corpos anfibolíticos e enclaves máficos são observados os mesmos minerais (Tab. 1.1). As texturas observadas variam de granular hipidiomórfica a xenomórfica, granoblástica, xenoblástica, porfiroblástica de granulação média a grossa.

As estruturas observadas nos ortognaisses (foliação, charneiras e planos axiais de dobras) mostram-se orientadas segundo NW-SE, com pequenas variações que não podem ser regionalizadas, e mergulhos suaves para NE no geral, apenas ingremes na praia da Concha.

Foram observadas dobras mesoscópicas nas praias do Forte, José Gonçalves e Ponta do Pai Vitorio. Os mergulhos das estruturas planares se dispõem como se formassem um megasinforme aberto, de eixo orientado segundo SE-NW.

No Forte São Mateus foram observadas dobras discordantes da direção geral NW-SE. São dobras métricas e decimétricas, geralmente abertas, cujos eixos e planos axiais orientam-se segundo NNE e ENE, com mergulho para NW, e que se formaram posteriormente às dobras orientadas segundo NW e WNW (Fig. 1.3).

Os ortognaisses estariam estruturalmente sobre os paragnaisses em contatos de falhas, em decorrência de cavalgamentos dirigidos de SW para NE, como observado na praia de Geribá e Serra das Emerenças. Entretanto na Ponta do Marisco, os ortognaisses jazem sobre os paragnaisses em contato concordante à foliação desses (Fig. 1.1).

A formação de hornblenda e granada a partir do diopsídio foi observada no espesso pacote de anfibolito associado ao ortognaisse do afloramento RJ-1 (praia do Forte, Cabo Frio). O metamorfismo de grau forte de rochas basáltico-andesíticas ocasiona a formação de anfibolitos a partir de tais modificações (Winkler, 1976). Retrometamorfismo se deu com a sericitização dos feldspatos e cloritização das biotitas e hornblendas.

Foi realizada a análise de 11 amostras por I.C.P. no Laboratório da British Petroleum, num total de 10 elementos maiores (Tab. 1.2). Através do programa Newpet essas análises foram recalculadas na base anidra e vários diagramas binários e ternários foram feitos. Apesar do pequeno número de análises, o objetivo das análises foi tentar relacionar as principais litologias aflorantes na área.

Comparando todos os diagramas de interrelação dos elementos maiores versus SiO_2 (Fig. 1.4a) é nítida a existência de dois trends: um formado pelos ortognaisses e anfibolitos e outro pelos paragnaisses.

Geoquimicamente os ortognaisses correspondem a uma série metaluminosa cálcio-alcalina de alto-K, de composição variando de monzogabro, quartzo-monzodiorito a monzodiorito (Fig. 1.4b), entretanto a petrografia indica ser uma série cálcio-alcalina de baixo-K, sugerindo uma série de granitóides pré-colisionais relacionada à subducção de crosta oceânica. Uma divergência entre a composição obtida pela petrografia e geoquímica deve resultar de problemas na análise dos álcalis.

Com relação aos anfibolitos tratar-se-iam de rochas da suíte cálcio-alcalina, de caráter metaluminoso e composição basáltica a andesito basáltica (Fig. 1.5). A amostra RJ-1A apresenta teores elevados de TiO_2 e Fe_2O_3 indicando ser um basalto continental. Ao

contrário as amostras RJ-4B e RJ-5B têm teores mais baixos TiO_2 e Fe_2O_3 , caracterizando-as como basaltos a andesito-basaltos de arcos insulares.

1.2 - PARAGNAISSES

A unidade designada paragnaisse é uma seqüência de rochas metapelíticas, com intercalações calciossilicáticas, anfíbolíticas e quartzíticas, metamorfisada no grau forte, fácies anfíbolito alto de pressão intermediária, caracterizado pela paragénese granada-sillimanita-cianita.

Os paragnaisse foram amostrados nas praias de Tucuns (RJ-2 e 3, RJ-16), Geribá (RJ-6), Ferradura (RJ-7), Saco do Forno (RJ-8), Brava (RJ-9 e 17), das Focas (RJ-10) e Ponta da Lagoinha (RJ-11) (Fig. 1.1).

Na área da praia de Tucuns (RJ-2) afloram gnaisse pelíticos, com intercalações calciossilicáticas, fortemente dobrados. Apresentam estruturas planares orientadas segundo NW- SE, com mergulhos suaves para SW. Foram observadas estruturas redobradas, com planos axiais íngremes.

Na praia de Geribá (RJ-6) afloram anfíbolitos bandados, com níveis calciossilicáticos, intercalados com granada-sillimanita-cianita gnaisse. A orientação é NW-SE. Uma falha inversa, de direção NW-SE e mergulho SW, põe os anfíbolitos em contato com os ortognaisse, ambos concordantes (Fig. 1.6). O plano de falha é caracterizado por uma zona de brecha, preenchida por quartzo e óxido de ferro.

Na praia da Ferradura (RJ-7) os paragnaisse apresentam estruturas de dobra redobrada, que também são observadas no Saco do Forno (RJ-8) e praia das Focas (RJ-10). Os paragnaisse mostram-se bem homogêneos na forma de ocorrência de campo, variando apenas na presença de intercalações calciossilicáticas e anfíbolíticas. Na Ponta da Lagoinha (RJ-11) os níveis anfíbolíticos e calciossilicáticos são estreitos e mostram-se boudinados e girados. Já na praia Brava (RJ-9 e 17) os níveis calciossilicáticos são espessos (Fig. 1.7).

Os paragnaisse são compostos petrograficamente de biotita, quartzo, plagioclásio, microclina, granada, sillimanita e cianita, e como acessórios apatita, zircão, titanita e minerais opacos, além de epidoto, sericita e carbonato secundários. Nos níveis de rochas calciossilicáticas foram observados biotita, diopsídio, plagioclásio, quartzo, microclina, granada e hornblenda, com titanita, zircão e apatita acessórios, e sericita, carbonato e minerais opacos secundários (Tab. 1.3). A textura observada varia de granular hipidiomórfica, grano a porfiroblástica, de grão fino a grosso.

A orientação das estruturas planares observadas em Búzios tem direção NNE-SSW, com mergulhos variando de WNW a NW. Já na área correspondente às pontas de Geribá, Marisco e Tucuns as estruturas planares orientam-se segundo NW-SE, com mergulhos suaves para SW, acompanhando as direções estruturais dos ortognaisses (Fig. 1.6). Entre as pontas do Marisco e Tucuns-Emerenças os paragnaisses formam uma estrutura sinformal.

Heilbron et al. (1982) descreveram quatro fases de deformação. A fase F_1 foi a responsável pelo desenvolvimento da foliação S_1 , definida por uma orientação planar de micas, cianita e sillimanita, paralela ao bandamento composicional S_0 e aos leitos leucossomáticos de origem anatética. A existência de uma segunda fase de deformação evidenciada pela ocorrência de dobras isoclinais que dobram a foliação S_1 e são dobradas por dobras da terceira fase. As dobras da segunda fase são relativamente raras. As dobras da terceira fase F_3 são de perfil apertado a isoclinal, com traço de plano axial segundo a direção NNE-SSW e mergulho do plano axial em torno de 20° para NW. Os eixos apresentam, em geral, caimento de 0° a 20° para N e NNE e, raramente, para S. De uma maneira geral a fase F_3 não produziu uma foliação plano-axial penetrativa. Ela dobrou a foliação S_1 sendo, portanto, a principal responsável pelas direções gerais de S_1 . Em alguns locais esta foliação S_1 transposta para a direção do plano axial das dobras da terceira fase de deformação. Em outros locais, observou-se o desenvolvimento incipiente quer de uma clivagem de fratura nos níveis quartzíticos e pegmatíticos, quer de uma foliação plano-axial restrita a charneiras de níveis gnáissicos quartzosos ou de uma foliação de crenulação nos leitos gnáissicos ricos em biotita. O padrão de redobramento F_3 - F_2 próximo ao modelo de interferência Tipo 3 de Ramsay (1967), com eixos aproximadamente paralelos. A existência de boudins pode ser atribuída às três fases de deformação já descritas. Localmente a foliação S_1 e dobras da terceira fase, em escala reduzida, são deformadas por dobras abertas, cujo traço do plano-axial orienta-se segundo NNE-SSW, com mergulho do plano-axial ingreme para ESE ou verticalizado, opondo-se assim às disposições das dobras de uma última fase, posterior à terceira fase. Estas dobras são raras e ocorrem apenas em escala local.

A paragênese cianita-sillimanita-granada caracteriza o metamorfismo de grau forte, de pressão intermediária de sedimentos pelíticos. Como já descrito por Heilbron et al. (1982), o auge do metamorfismo foi anterior à principal fase de deformação F_3 . A descrição da lâmina delgada do afloramento RJ-3 (praia de Tucuns, Búzios) corrobora tal fato: as palhetas de sillimanita mostram-se dobradas pela fase F_3 .

Os paragnaisses apresentam no geral uma composição química homogênea (Tab. 1.4), provenientes de sedimentos pelíticos. Nos diagramas de Bhatia (1983) algumas amostras

plotaram no campo de arco de ilha oceânico (Fig. 1.8), enquanto que outras plotaram no arco de ilha continental, mas diferenciando-se das composições típicas de sedimentos de margens continentais passivas ou bacias intra-cratônicas.

2 - EVOLUÇÃO GEOLÓGICA PROPOSTA

Entre Arraial do Cabo e a Ponta do Vitório, Búzios, os ortognaisses afloram em uma grande estrutura sinformal de eixo SE-NW mergulhando para NW (Fig. 1.1). A partir do contato destes na Serra das Emerenças (afloramento RJ-2), os paragnaisses (Figs. 1.6 e 1.7) afloram numa seqüência de estruturas antiformal (Ponta de Tucuns) - sinformal (entre Tucuns à Ferradura) - antiformal (Ferradura à Praia Brava) e têm as direções estruturais passando de NW-SE para NE-SW. Como se vê nas figuras 1.1 e 1.7, as falhas ocorrentes na Praia José Gonçalves e pontas de Geribá e Pai Vitório têm mergulhos subverticais. No sopé sul da Serra das Emerenças Fonseca et al. (1984) assinalaram o preenchimento do plano de falha por rocha vulcânica. Já nas pontas de Geribá e Pai Vitório, Heilbron et al. (1982) caracterizaram o plano de falha como uma zona brechiada, com venulações de quartzo e óxido de ferro. Na Ponta do Marisco é observado o contato entre os ortognaisses e paragnaisses em concordância estrutural NW-SE. Na Ponta do Pai Vitório, Búzios, uma falha de direção NE-SW põe os ortognaisses em contato com os sedimentos do Grupo Barreiras.

Considerando-se tais fatos, possível caracterizar dois tipos de falhas: (i) planos de empurrões com transporte tectônico de SW para NE, com mergulho para SW, relacionados a zonas de cisalhamento de baixo ângulo, mas de pequenos rejeitos horizontais; e (ii) de direção WNW-ESE, com mergulhos sub-verticais, com os planos de falhas preenchidos por material vulcânico ou caracterizados por zonas brechiadas. O primeiro tipo é suposto ser tardi-tectônico principal fase F₃, quando os paragnaisses ainda estavam num estado "dúctil". O segundo tipo já parece indicar um estado "rúptil". Com base nesta inferência e no preenchimento desses planos de falha por material vulcânico básico, a autora relaciona-os ao tectonismo Meso-Cenozóico datado pelo método dos traços de fissão (Fonseca et al., 1992).

Sendo assim, os empurrões tardi-tectônicos podem não ter sido responsáveis pela estruturação atual. Entendemos que o tectonismo vertical Meso-Cenozóico teve muito mais influência na compartimentação atual das seqüências litológicas, como observado na falha da Ponta do Pai Vitório, onde os ortognaisses são posicionados lado a lado com os sedimentos do Grupo Barreiras. O modelo proposto por Machado & Demange (1990) para o "batólito de Araruama", reconhecendo duas prováveis janelas estruturais de unidades supracrustais nas

serras do Palmital e Sapatiba, dá uma estruturação em forma de um antiformal redobrado. Não dispomos de conhecimento geológico detalhado dessa área, porém levando-se em consideração a influência proposta do tectonismo Meso-Cenozóico no "Fragmento Tectônico Cabo Frio", é possível que a estruturação da seção geológica entre Rio Bonito e Búzios seja mais simples que a proposta por esses autores.

Resultados Rb-Sr e Sm-Nd (Fonseca, 1994) comprovam a existência de duas províncias distintas na área. Conforme a figura 1.1, o "Fragmento Tectônico Cabo Frio" faz parte de uma unidade tectônica maior, considerada como embasamento retrabalhado no Ciclo Brasileiro, sendo composto por duas províncias tectônicas distintas: (i) ortognaisses com direções estruturais NW-SE, datados do Ciclo Transamazônico; e (ii) paragnaisses orientados NE-SW, do Ciclo Brasileiro.

Essas duas províncias tectônicas são posicionadas lado a lado por zonas de empurrões de baixo ângulo, mas com pequenos rejeitos horizontais, e planos de falhas sub-verticais, sem necessariamente uma relação de embasamento/ cobertura. Entretanto, com base na proposição de Machado e Demange (op. cit.) de que as quatro fases deformacionais observadas nos paragnaisses são comuns aos ortognaisses e o contato em concordância estrutural entre essas litologias observado na Ponta do Marisco, é possível que tal relação seja verdadeira, isto é, os ortognaisses tenham sido o embasamento dos paragnaisses, como proposto por Heilbron et al. (1982). O posicionamento estratigráfico atual deve decorrer principalmente do tectonismo Meso-Cenozóico, em vez dos empurrões tardi-tectônicos. Observando a movimentação relativa dos "boudins" e pequenas dobras recumbentes (escala centimétrica a métrica) nos paragnaisses, é plausível inferir que os deslocamentos horizontais não foram de grande amplitude. Como não há nenhuma "camada guia estratigráfica", a amplitude desses deslocamentos só poder ser inferida através dos deslocamentos das anomalias gravimétricas.

3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A autora sugere ampliação dos limites do "Fragmento Tectônico Cabo Frio" às cidades de Maricá (a oeste) e Macaé (ao norte), e um esquema geológico simplificado para a região sudeste do Estado do Rio de Janeiro (Fig. 1.1). O "Fragmento Tectônico Cabo Frio" seria composto por duas porções de províncias tectônicas: os ortognaisses das Unidades Região dos Lagos e Tingui-Maricá que representariam uma faixa móvel pré-Brasílica que funcionou como "antepais" na formação da Faixa Ribeira durante o Ciclo Brasileiro, na área representada pelos paragnaisses Unidades Palmital, Casimiro-Quartéis e Sequência Búzios). O limite

externo do Fragmento Tectônico de Cabo Frio a leste seria o próprio limite dos kinzigitos na plataforma continental, enquanto que o limite interno seria o limite dos ortognaisses (uma região de grande heterogeneidade estrutural) que terminaria de encontro com a região de relevo mais acidentado com direções coerentes NE-SW, coincidindo com a base da escarpa sudeste da Serra do Mar.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo CNPq. Agradecimentos à Dr^a. Cristina Maria Wiedemann pelo uso do laboratório de microsonda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, G.; BUSHEE, J.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. and REYNOLDS, J.H. Potassium-argon dates of alkaline rocks from Southern Brazil. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 31: 117-142, 1967.
- BHATIA, M.K. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *J. Geol.*, 91 : 611-627, 1983.
- DEBON, F. and LE FORT, P. A chemical mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *R. Soc. Edimburg, Earth Sciences*, 73: 135-149, 1983.
- DELHAL, J.; LEDENT, D. et CORDANI, U. Ages Pb/U et Rb/Sr et K/Ar de formations metamorphiques et granitiques de Sud-Est du Brsil (Etats de Rio de Janeiro et Minas gerais). *Ann. Soc. Geol. Blg.*, T. 992: 271-283, 1973.
- FOLK, R.L. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill's Book Store, Austin, Texas, 1968.
- FONSECA, A.C.; BIGAZZI, G. e CORDANI, U. A datação pelo método dos traços de fissão de apatita e titanita de algumas rochas metamórficas da região entre Cabo Frio e Búzios. *An. XXXVII Congr. Bras. Geol.*, São Paulo: 190-191, 1992.
- FONSECA, A.C. *Esboço geocronológico da região de Cabo Frio*. Tese de Doutorado, IG/USP: 186p.
- FONSECA, M.J.G.; SILVA, Z.C.G.; CAMPOS, D.A. e TOSATTO, P. Carta Geológica do Brasil ao Milionsimo: Folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. Brasília, DNPM, 1979.
- FONSECA, M.J.G., HEILBRON, M. e CHRISPIM, S.J. Geologia estrutural da área de Cabo Frio e Armação de Búzios. *XXXIII Congr. Bras. Geol.*, Roteiro das Excursões: 5393-5424, 1984.
- FONSECA, M.J.G. O Cinturão Ribeira e o Bloco Cabo Frio. *An. I Simp. Geol. Sud.*, Bol. Res.: 132-133, 1989.
- FRITZER, T. *Das Guaf-Lincaement und die orogene Entwicklung des Zentralen Ribeira-Belts (Espírito santo, Brasilien)*. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften. Ludwig-Maximilians-Universit"at Mnchen, 1990.
- HEILBRON, M.P.C.L.; CHRISPIM, S.J.; ALVES, R.P. e SIMOES, L.S.A. Geologia do Cabo dos Búzios (Estado do Rio de Janeiro). *An. Acad. Bras. Ci.*, 54 (3): 553-562, 1982.
- IAEA. MAPA 1. Precambrian cratonic areas, mobile belts and sedimentary covers. In: International Agency Energy Atomic Ed., *Correlation of Uranium Geology between South America and Africa*, Viena, 1986.

- IRVINE, T.N. and BARAGAR, W.R.A. A Guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. J. Earth Sci.*, 8: 523-548, 1971.
- LE MAITRE, R.W. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Backwell, Oxford: 193 pp, 1989.
- MACHADO, R. e DEMANGE, M. Reinterpretação estrutural e tectônica da região a leste da Baía de Guanabara e a definição do batólito de Araruama (RJ). *An. XXXVI Congr. Bras. Geol.*, Natal, vol. 6: 2744-2753, 1990.
- PETTJOHN, F.S.; POTTER, P.E. and SIEVER, P. Sand and sandstone. Springer-Verlag, New York, 1973.
- RAMSAY, J.G. Folding and fracturing of rocks. New York, Mc Graw- Hill Book Company, 1967.
- ROSIER, G.F. Pesquisas geológicas na parte oriental do Estado do Rio de Janeiro e na parte vizinha do Estado de Minas Gerais, Brasil, DNPm-DGM, bol. 222: 41p, 1965.
- STRECKEISEN, A. and LE MAITRE, R.W. A chemical approximation to the modal QAPF classification of the igneous rocks. *N.Jb. Mineral. Abh.*, 136: 169-206, 1979.
- TORQUATO, J.R. Geotectonic outline of Angola. *Orstom, Ser. Geol.*, vol. IX, n. 1/2: 15-34, 1977.
- TORQUATO, J.R. e CORDANI, U.G. Brazil-Africa geological links. *Earth Sci. Rev.*, 17: 155-176, 1981.
- WINKLER, H.G.F. Petrogênese das rochas metamórficas. Ed. Edgar Blcher Ltda.: 48-68, 1977.
- ZIMBRES, E.; KAWASHITA, K. e VAN SCHUMS, W.R. Evidências de um núcleo transamazônico na região de Cabo Frio, RJ, e sua correlação com o Cráton de Angola, África. *An. XXXVI Congr. Bras. Geol.*: 2735-2743, 1990.

TABELA 1.1 - Análise modal de alguns ortogneisses e anfibolitos da área

ROCHA	ANFIBOLITOS				ORTOGNAISSES								
	RJ-1A	RJ-4B	RJ-5B	RJ-14B	RJ-1B	RJ-4A	RJ-5A	RJ-14A	RJ-15	RJ-18	RJ-19	RJ-20	RJ-21
hornblenda	59,0	36,0	43,2	14,4	9,8	15,6	0,4	13,0	12,8	0,4	-	6,4	2,0
biotita	3,2	15,4	12,0	22,6	15,2	10,0	9,2	10,0	-	16,4	2,2	13,0	0,5
quartzo	13,4	5,8	6,4	40,9	19,8	19,0	25,0	38,4	24,4	20,0	33,0	23,0	17,0
plagioclásio	19,6	40,0	37,0	13,8	47,4	47,0	46,2	25,2	59,0	39,4	28,4	33,0	18,0
K-feldspato	-	-	-	6,0	3,2	-	17,6	9,6	2,4	6,4	20,0	20,2	6,5
titanita	2,8	1,2	0,2	1,0	1,8	0,2	-	0,6	tr	0,8	tr	0,8	tr
opaco	0,8	tr	0,2	tr	1,2	1,8	0,4	1,2	0,8	2,2	2,0	1,6	2,0
allanita	0,2	-	0,2	0,2	0,2	-	0,8	0,4	tr	2,0	tr	0,2	1,7
zircão	0,2	0,2	tr	0,2	tr	tr	-	0,6	tr	0,6	0,4	0,6	tr
apatita	0,8	0,6	0,8	0,6	tr	0,4	0,2	1,0	0,6	tr	0,2	0,2	tr
carbonato	tr	0,8	-	-	-	-	0,2	-	tr	11,8	15,8	0,6	134,7
sericita	-	tr	-	-	tr	-	tr	-	tr	/	/	0,4	/
clorita	tr	tr	tr	0,4	-	-	tr	-	tr	tr	8,0	-	17,2
epidoto	tr	tr	tr	-	tr	tr	-	-	-	tr	tr	tr	-

Condições de microscopia: microscópio Leitz com objetiva de 2.5X
(500 pontos por lâmina)

Legenda: (tr) - mineral com percentual < 0.1%

(-) - mineral que não ocorre

TABELA 1.2 - Análise química de alguns ortogneisses e anfibolitos associados (base anidra)

ROCHA	ORTOGNAISSES			ANFIBOLITOS ASSOCIADOS		
	RJ-1B	RJ-4A	RJ-5A	RJ-1A	RJ-4B	RJ-5B
Amostra	Forte	Peró	Marisco	Forte	Peró	Marisco
Localidade						
Base anid.	1,0413	1,0397	1,0390	1,0235	1,0414	1,01771
SiO ₂	60,07	60,05	68,01	47,69	51,11	56,66
TiO ₂	0,97	0,63	0,42	1,75	1,15	0,80
Al ₂ O ₃	16,21	16,84	15,17	13,40	17,32	15,77
Fe ₂ O _{3t}	5,96	5,61	3,17	15,44	9,58	8,15
MnO	0,10	0,18	0,05	0,28	0,30	0,18
MgO	2,00	2,33	0,81	6,14	4,77	3,94
CaO	4,42	5,00	2,78	9,60	7,54	6,26
Na ₂ O	5,52	5,54	5,29	2,99	4,97	5,06
K ₂ O	4,63	3,13	4,26	2,64	3,13	3,14
P ₂ O ₅	0,11	0,08	0,04	0,08	0,12	0,04
total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
LOI	4,03	3,96	3,78	2,17	3,54	3,61

TABELA 1.3 - Análise modal de alguns paragnaisses da área

MINERAL	RJ-2	RJ-3	RJ-8A	RJ-9	RJ-11	RJ-16	RJ-17
hornblenda	-	-	-	0,2	-	-	-
biotita	38,0	15,3	31,2	9,2	33,9	24,8	35,0
quartzo	35,4	18,4	46,8	14,7	31,8	45,8	17,0
plagioclásio	18,0	12,8	18,4	19,6	19,6	10,4	14,0
k-feldspato	-	-	0,8	16,2	-	15,8	15,6
titanita	-	tr	-	1,8	-	-	0,2
opaco	tr	tr	0,4	0,2	tr	0,6	0,4
zircão	0,4	0,5	0,2	tr	0,2	0,2	tr
apatita	0,6	tr	0,2	tr	0,2	0,2	0,4
carbonato	-	-	-	4,8	\	-	\17,8
sericita	-	-	tr	1,4	2,6	-	/
clorita	-	-	-	-	/	-	-
epidoto	-	tr	tr	-	/	-	-
granada	2,4	2,5	2,0	1,0	11,8	1,8	-
sillimanita	5,6	50,2	tr	-	-	-	-
cianita	/	-	-	-	-	-	-
diopsídio	-	-	-	31,6	-	-	-

Condições de contagem: microscópio Leitz com objetiva de 2.5X
(500 pontos por lâmina)

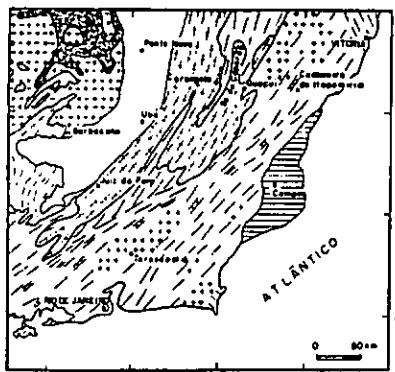
Legenda: (tr) - mineral com percentual < 0,1%

(-) - mineral que não ocorre

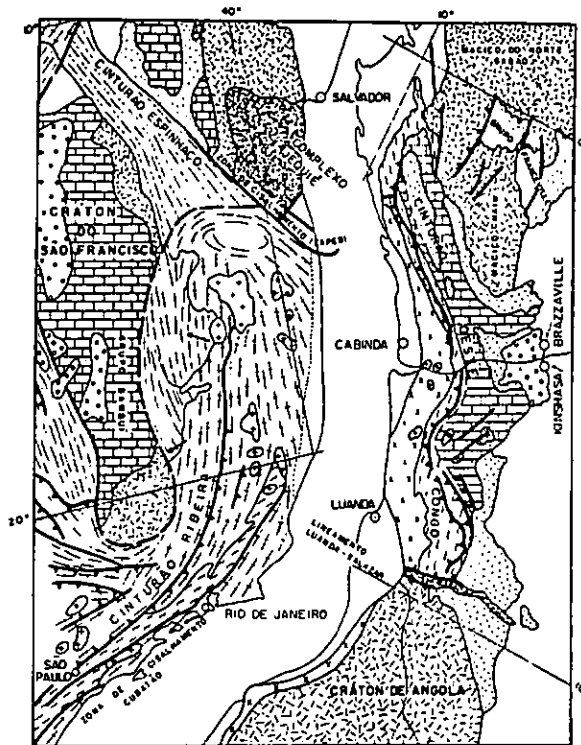
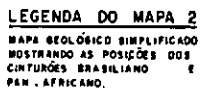
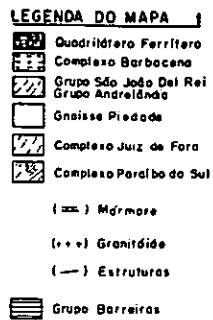
TABELA 1.4 - Análise química de alguns paragnaisses (base anidra)

Amostra	RJ-9	RJ-8B	RJ-2	RJ-3	RJ-8A
Localidade	Brava	Forno	Tucuns	Tucuns	Forno
Base Anid.	1,0177	1,0092	1,0190	1,0216	1,0255
SiO ₂	55,47	58,49	63,71	70,00	71,65
TiO ₂	0,81	0,90	0,84	0,82	0,89
Al ₂ O ₃	13,46	14,70	15,54	12,92	11,05
Fe ₂ O _{3t}	6,92	8,01	7,17	5,58	5,60
MnO	0,16	0,15	0,18	0,11	0,28
MgO	4,43	4,48	3,09	2,26	2,53
CaO	13,05	2,65	2,22	1,36	1,17
Na ₂ O	2,21	1,42	2,87	2,63	3,07
K ₂ O	3,43	9,11	4,29	4,30	3,70
P ₂ O ₅	0,06	0,08	0,08	0,02	0,06
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
LOI	1,6	1,05	2,09	1,91	2,21

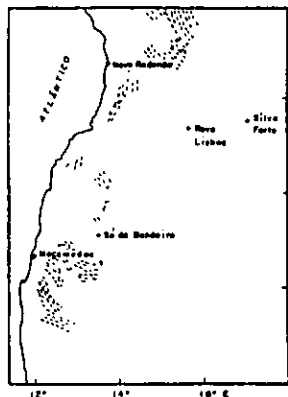
FIGURA I.1 - CORRELAÇÃO DAS UNIDADES BRASILIANAS E PAN - AFRICANAS



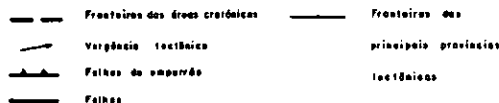
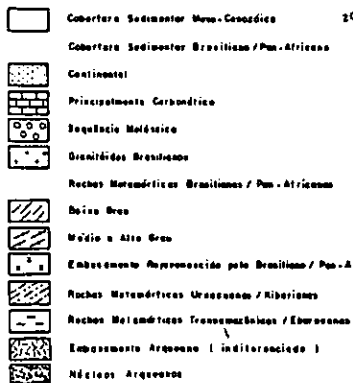
MAPA 1 (adaptado de Fritzer, 1990)



MAPA 2 (modificado de IAEA, 1986)



MAPA 3 (adaptado de Torquato, 1977)



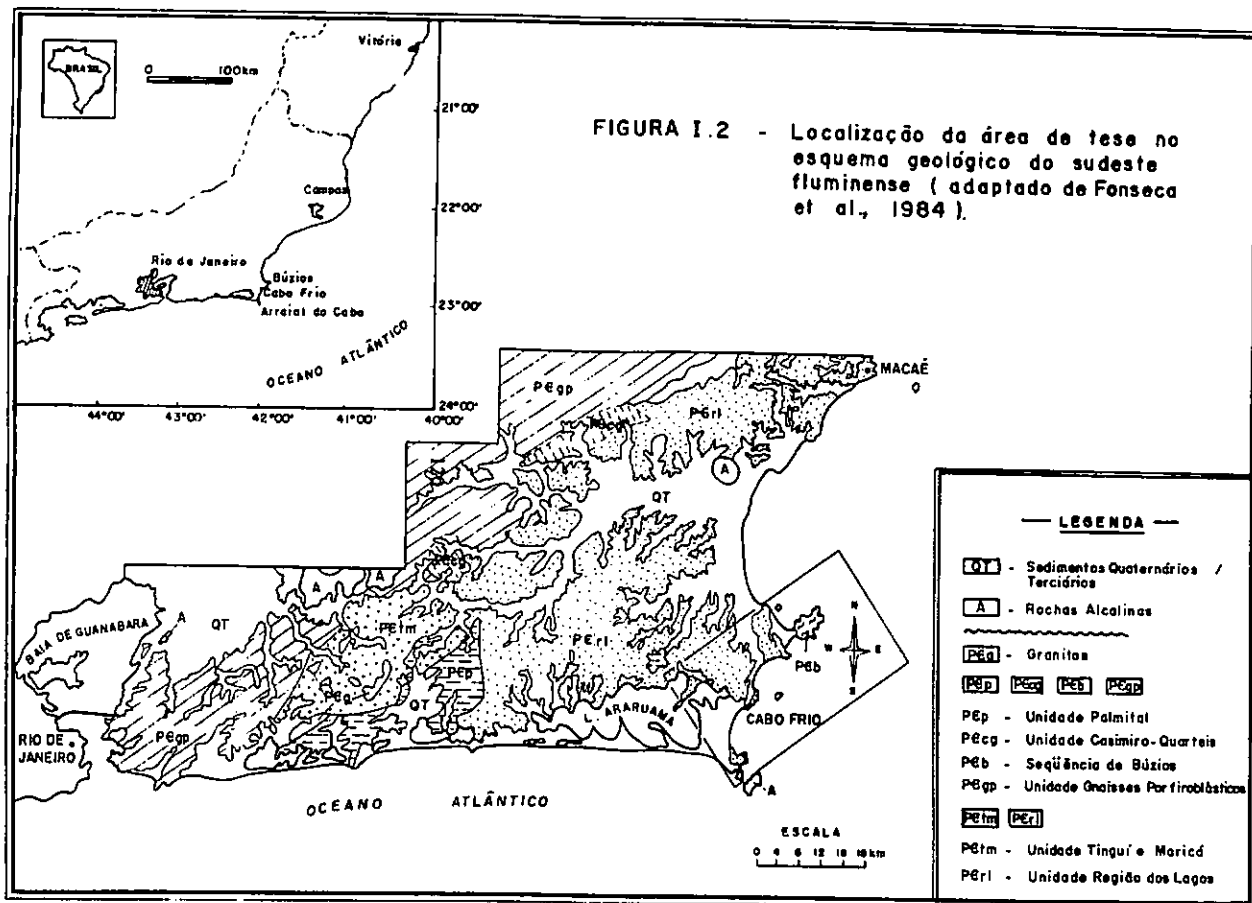


FIGURA 1.1 - Esboço geológico - estrutural da região de Cabo Frio e Armação de Búzios (adaptado de Fonseca et al., 1964).

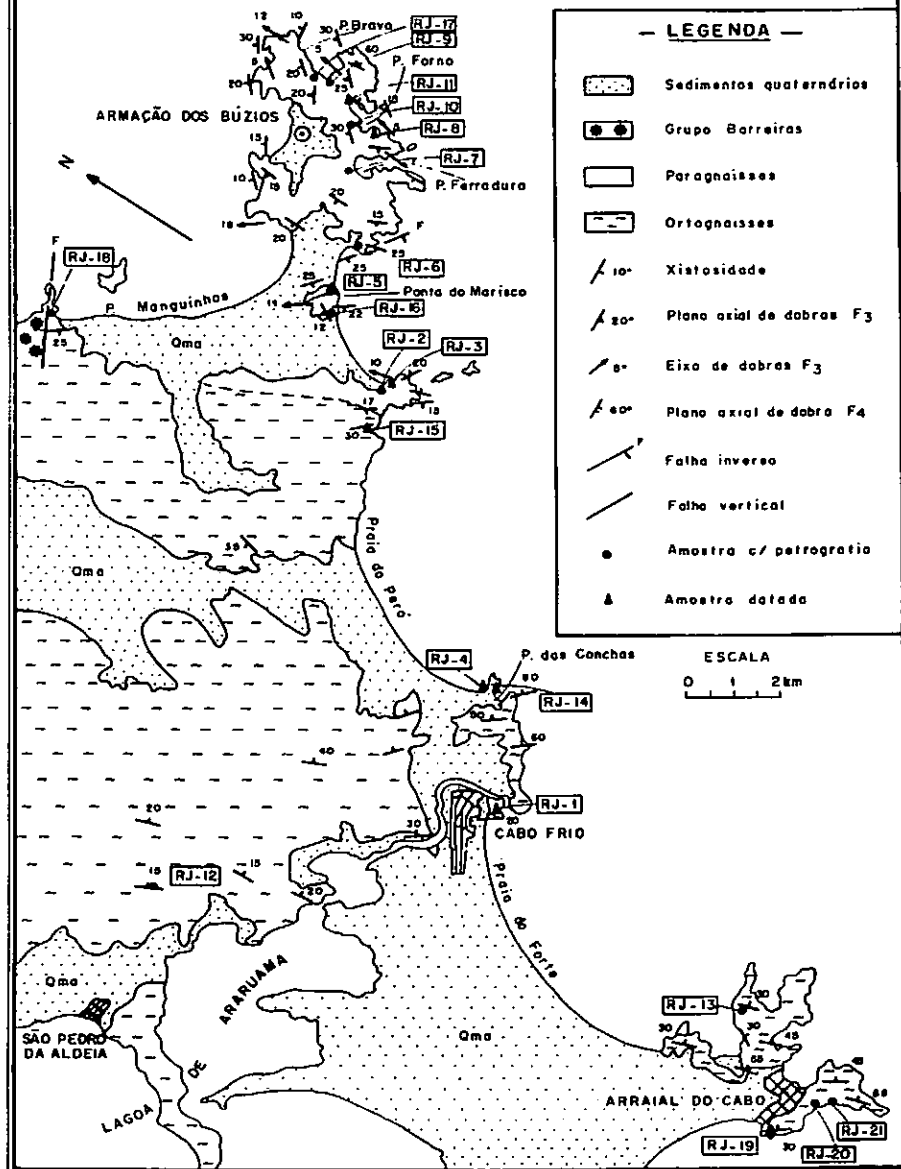
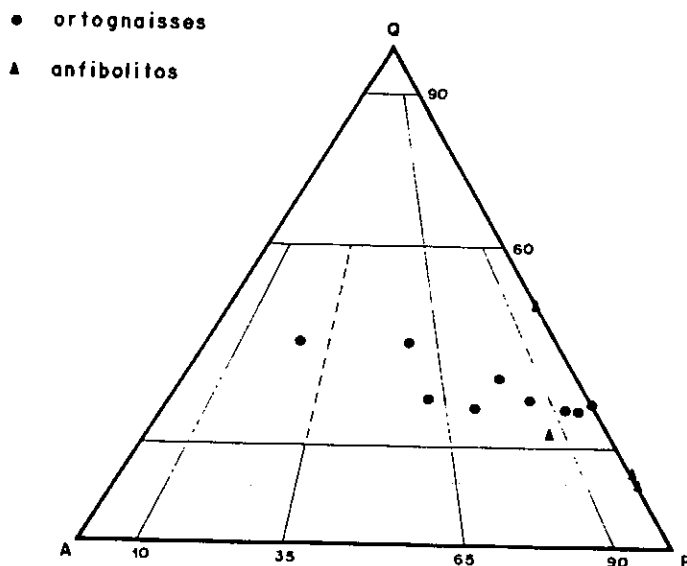


FIGURA 1.2 - Diagrama QAP (Streckeisen, 1978)













Legenda

- 1 - quartzolito
- 2 - granitóides ricos em quartzo
- 3 - álcali - granitos
- 4 - granito
- 5 - granodiorito
- 6 - tonalito
- 7 - álcali - quartzo - sienito
- 8 - quartzo - sienito
- 9 - quartzo - monzonito
- 10 - quartzo - monzodiorito / monzogabro
- 11 - quartzo - diorito / gabro

LEGENDA

0 8 12 16
Escala aproximada "metros"

-  Pegmatito
-  Gneisso porfiroblástico
-  Migmatito estromático
-  Anfibolito
-  Xistidade 20° ao gneisso bandamento nos anfibolitos
-  Lineação mineral 10°
-  Eixo de dobras da Fase F_n 5°
-  Plano axial da fase F_n 60°
-  Eixo de dobras da Fase F_{n+1} 5°
-  Plano axial da Fase F_{n+1} 60°

As fases acima descritas só foram observadas nos arredores do Forte São Mateus, Cabo Frio.

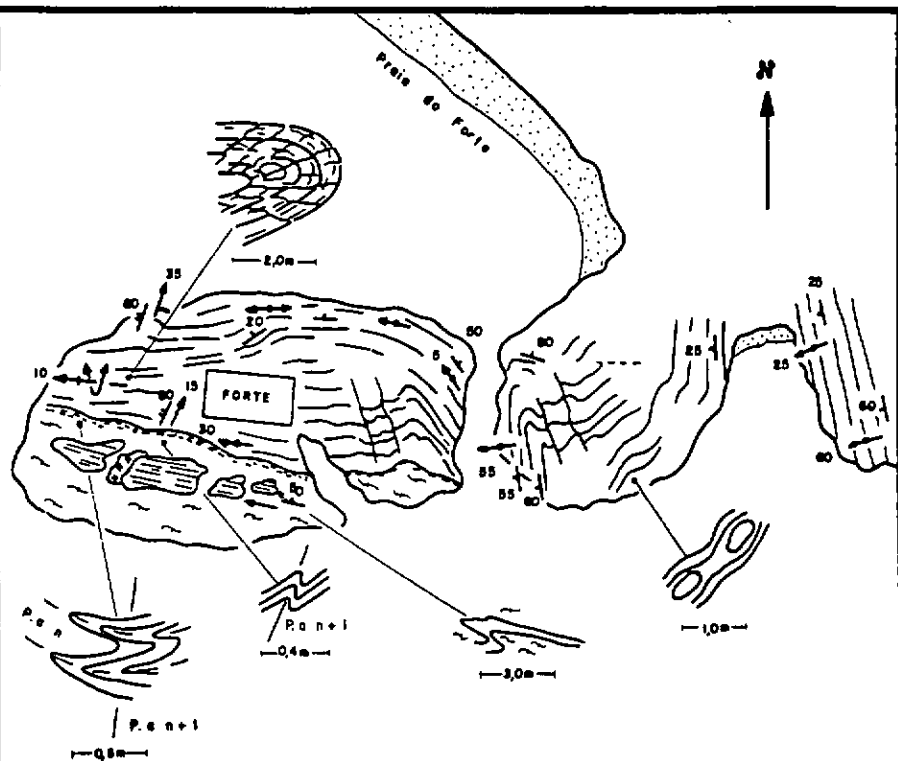
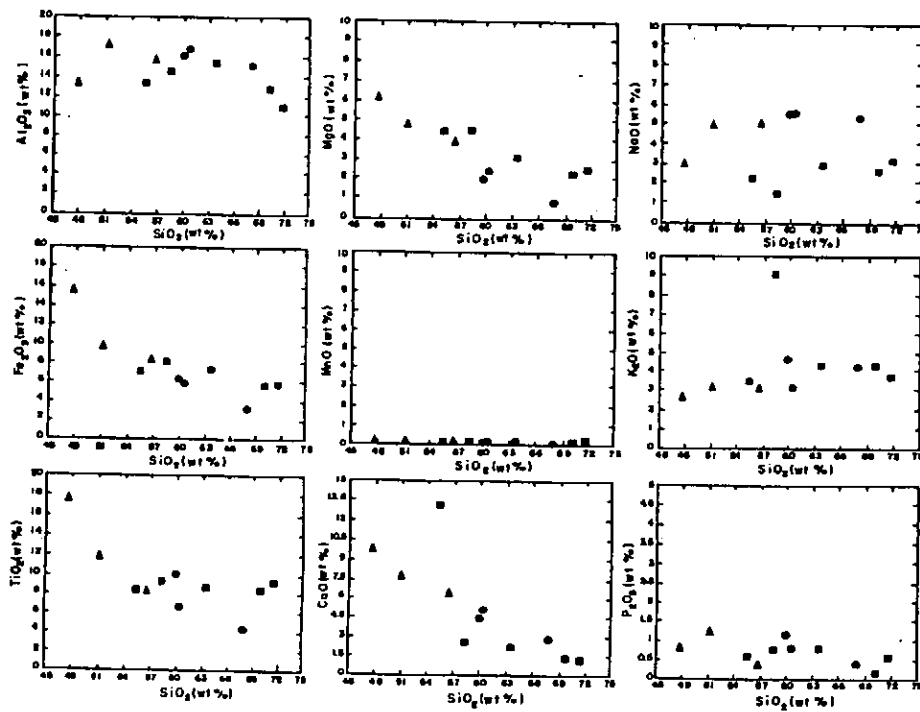


FIGURA 1.3 - Esquema das estruturas nos arredores do Forte São Mateus, Cabo Frio (Fonseca et al., 1984).

FIGURA 1.4 - Diagramas de variação de Harker para os ortogneisses, anfibolitos associados e paragneisses

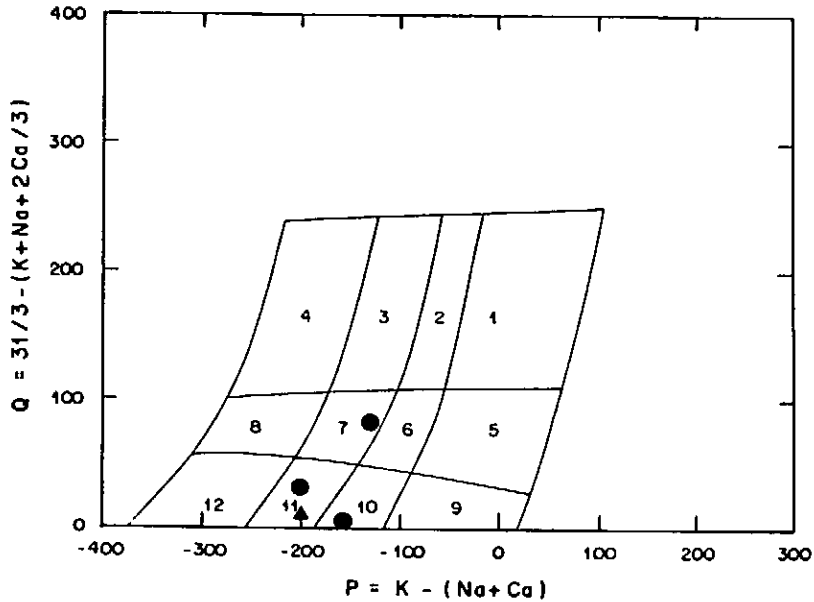
(a) Interrelação dos elementos maiores versus SiO_2



LEGENDA

- Ortogneisses
- ▲ Anfibolitos
- Paragneisses

(b) Q versus P (Debon and Le Fort, 1983)

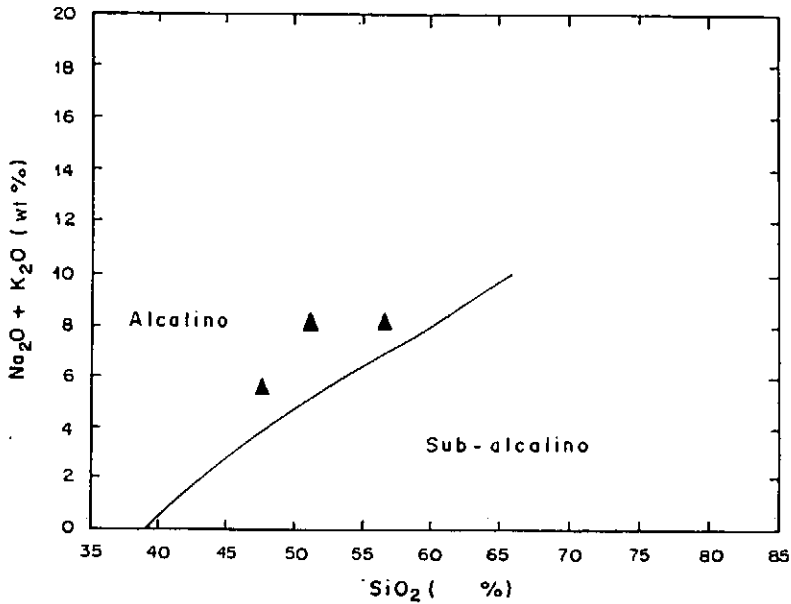


Legenda

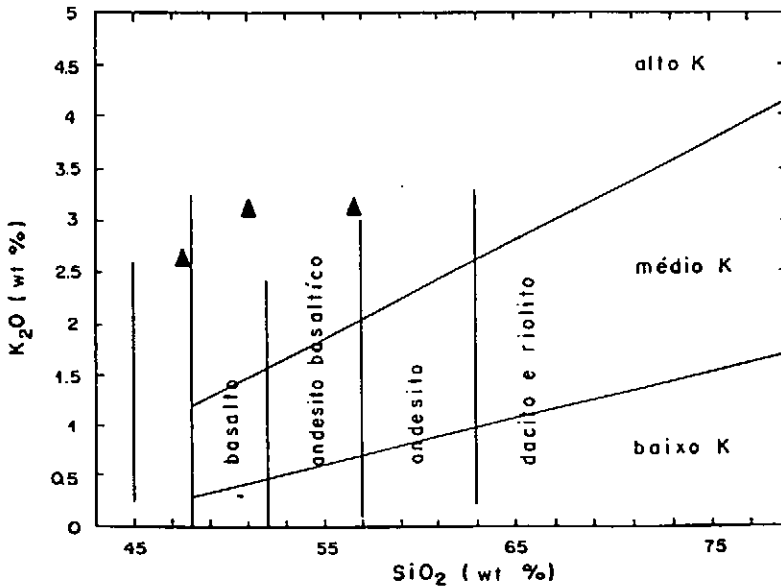
- 1 - granito
- 2 - adamalito
- 3 - granodiorito
- 4 - tonalito
- 5 - quartzo - sienito
- 6 - quartzo - monzonito
- 7 - quartzo - monzodiorito
- 8 - quartzo - diorito
- 9 - sienito
- 10 - monzonito
- 11 - monzo-gabro
- 12 - gabro

Figura 1.5 - Diagramas geoquímicos para os anfibolitos

(a) $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ versus SiO_2 (Irvine and Baragar, 1971)



(b) K_2O versus SiO_2 (Le Maitre, 1989)



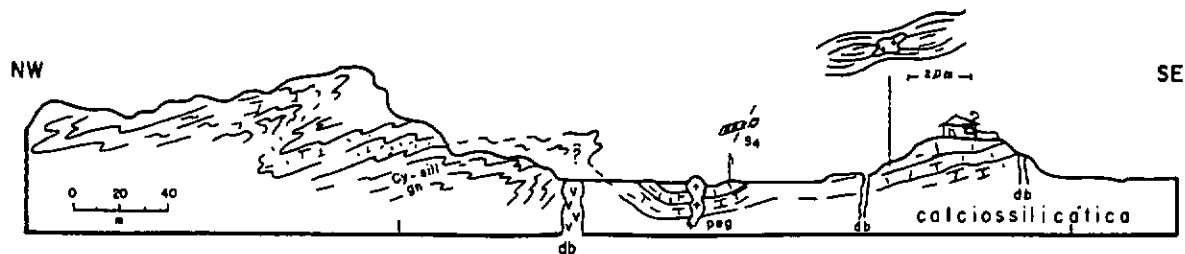


FIGURA 1.6 - Perfil das estruturas observadas na Praia Brava (Fonseca et al, 1984).

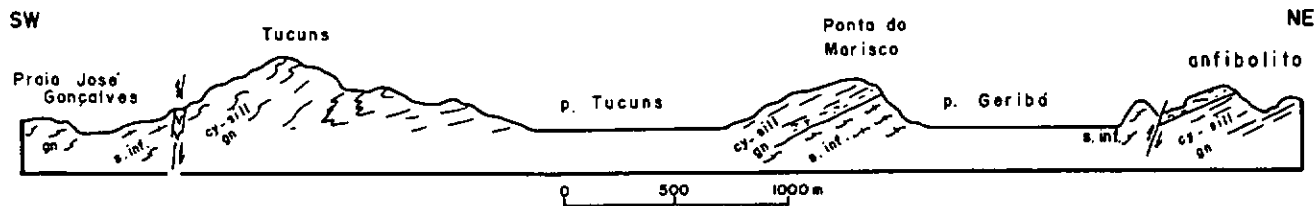
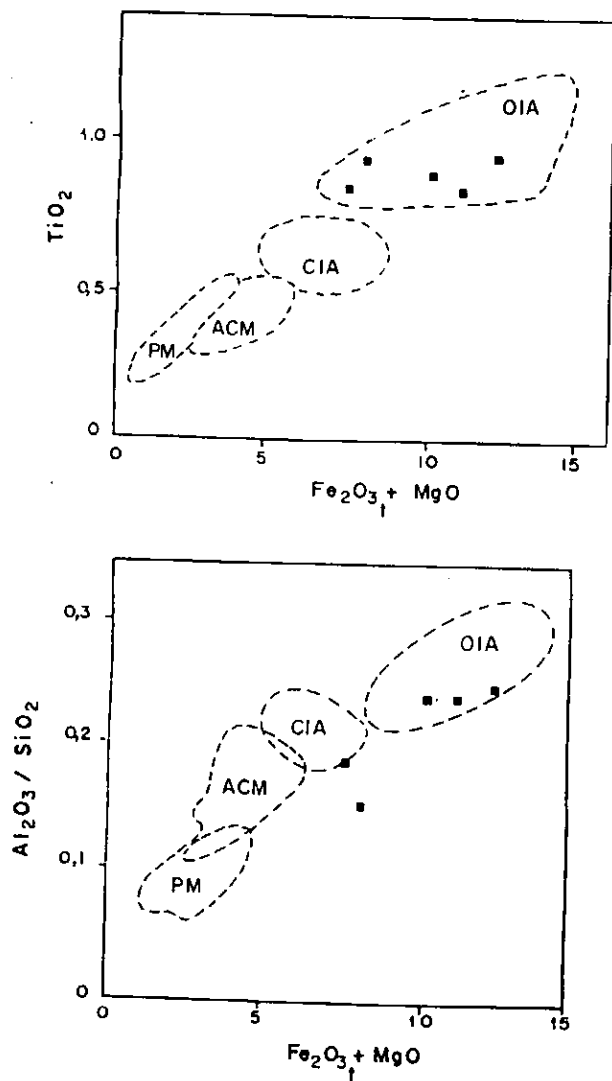


FIGURA 1.7 - Perfil entre a Praia de José Gonçalves e a Ponta de Geribá (Fonseca et al, 1984).

FIGURA 1.8 - Diagramas geoquímicos para os paragneisses (Bhatia, 1983).



PM - margem passiva
 ACM - margem continental
 ativa
 CIA - arco de ilha continental
 OIA - arco de ilha oceânico