

CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA E ESTRUTURAL DAS ROCHAS METASSEDIMENTARES DO CONJUNTO INSULAR CARDOSO, SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO

IVO KARMANN *, CORIOLANO DE MARINS E DIAS NETO* & WERNER WEBER**

ABSTRACT LITHOLOGIC AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE METASEDIMENTARY ROCKS OF THE CARDOSO ISLAND, SOUTHERN STATE OF SAO PAULO The general geology of the Cardoso group of islands in Southern São Paulo State is presented, with emphasis on the lithology and structure of the Proterozoic metasediments of the northern coast of the Cardoso island. The metasediments are composed of pelitic and psammitic layers, characterized by general EW trend of the bedding plane directions and local tectonic repetition due to tight folding and transposition. The most important structure of these rocks is the reliquiar bedding, parallel to a fine schistosity which grades to a crenulation cleavage in the main fold hinges. The metasediments are intruded by a Neoproterozoic pluton, composed of quartz alkali syenite to quartz syenite, which caused strong contact metamorphism of the host metasediments. AU other islands of the group belong to the intrusion, with exception of the Figueira island, which is composed of oligomictic metaconglomerates with quartz-hematitic matrix.

Keywords: Cardoso Island, general geology, metasedimentary rocks, structure and lithology

RESUMO A geologia do conjunto insular Cardoso (sul do Estado de São Paulo) é apresentada com ênfase na litologia e estrutura das rochas metassedimentares da borda norte da Ilha- do Cardoso. Trata-se de uma faixa de metapelitos e metapsamitos, com alternância rítmica imposta por dobramento fechado e transposição de acamamento, resultante da deformação principal desta sequência, cuja estratificação reliquiar possui orientação predominante em torno de EW. A estrutura principal corresponde a uma foliação plano axial tipo xistosidade fina, paralela ao acamamento reliquiar, que passa a clivagem de crenulação, em zonas de charneira das dobras principais. A rocha intrusiva da ilha é um quartzo álcali-sienito a quartzo sienito, intrusivo nas rochas metassedimentares de baixo grau metamórfico, nos quais gerou metamorfismo de contato. As demais ilhas do conjunto são uma extensão dos sienitos, exceto a Ilha da Figueira, constituída por metaconglomerados oligomíticos com matriz quartzo hematítica.

Palavras-chave: Ilha do Cardoso, rochas metassedimentares, geologia estrutural, caracterização litológica.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E OBJETIVOS As ilhas investigadas localizam-se no extremo sul do Estado de São Paulo, junto à divisa com o Estado do Paraná. A área abrange parte da região lagunar entre os municípios de Cananéia e Ariri, estendendo-se ao mar aberto até a Ilha da Figueira, já no Estado do Paraná (Fig 1). O conjunto insular, denominado aqui de Cardoso, é definido pelas ilhas do Cardoso, Bom Abrigo, Castilhos, Figueira, Casca e Cambriú (Fig 2). As ilhas do Cardoso, da Casca e Cambriú, pertencem ao Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), importante unidade de conservação dos ecossistemas costeiros e da Mata Atlântica, administrada pelo Instituto Florestal da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SP).

Neste trabalho apresenta-se um quadro geral da fisiografia e geologia das ilhas, enfatizando a distribuição, natureza e geologia estrutural das rochas metassedimentares de baixo grau metamórfico.

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA A Ilha do Cardoso insere-se em um contexto de morfologia serrana, contornada por sedimentos pleistocênicos retrabalhados pela dinâmica costeira de ambiente lagunar (flúvio-marinho) e marinho. Por se tratar de uma ilha costeira, não oceânica, separada do continente por um sistema de canais entre a vegetação de mangue, a ilha deve ser entendida como uma extensão natural da Serra do Mar, no ambiente lagunar.

Do ponto de vista geomorfológico, a parte central da ilha é ocupada por um domínio de morros (IPT 1981), desenvolvido sobre sienitos, com topos angulosos, vertentes convexas, localmente com anfiteatros associados aos principais cursos d'água, declividades altas e desníveis locais de até 890m. No setor exposto ao mar aberto, ocorrem costões rochosos com amplos terraços de abrasão marinha e grandes matacões com esfoliação esferoidal. As ilhas do Bom Abrigo, Castilhos e do Cambriú, situadas a oeste da Ilha do Cardoso (Fig 1), se inserem neste domínio morfológico. A Ilha do Bom Abrigo, a 3,2km mar adentro na direção E-SE, a partir da Ponta de Itacuruçá, é uma crista de orientação geral NW, atingindo a cota de 130m, com encostas de declividade moderada a forte. A Ilha dos Castilhos situa-se a 11 km a leste, da Praia de Arapirã e tem 500m na direção EW, e largura de 250m. É coberta por blocos e matacões de sienito com esfoliação esferoidal.

O domínio de morros, na Ilha do Cardoso, é circundado por planícies costeiras, caracterizadas por terrenos baixos, planos a suavemente ondulados, próximos ao nível do mar, com baixa densidade de drenagem.

Uma zona de transição entre as planícies costeiras e os morros é colinosa, de topos arredondados e declividades médias, com cotas máximas de 340m. Esta zona tem maior expressão em área que circunda o setor norte da ilha, adentrando a região do canal, a oeste, e da planície costeira, a norte, onde aflora nos sedimentos recentes na forma de morrotes (Fig. 2). A Ilha da Casca, localizada no extremo norte do canal principal que separa a Ilha do Cardoso do continente (Canal de Arapirã), é um destes morrotes, emersos na área do canal. A Ilha da Figueira, localizada no oceano a 10,7km da restinga de Arapirã, na altura da Vila de Marujá, também pertence a este domínio

* Instituto de Geociências USP caixa postal 11348 Cep 05422-970 São Paulo

** Pós-Graduação - Instituto de Geociências USP

e se destaca, quando observada da costa, pois apresenta seção piramidal de encostas com acentuado declive. Sua cota máxima é de aproximadamente 60m, e sua largura máxima, na direção NE, cerca de 200m. A carta marítima Barra de Paranaguá (n° 1820, DHN) permite visualizar que esta ilha é uma anomalia do relevo da plataforma continental, pois emerge abruptamente a partir de uma superfície plana situada a uma profundidade de 14 a 18m.

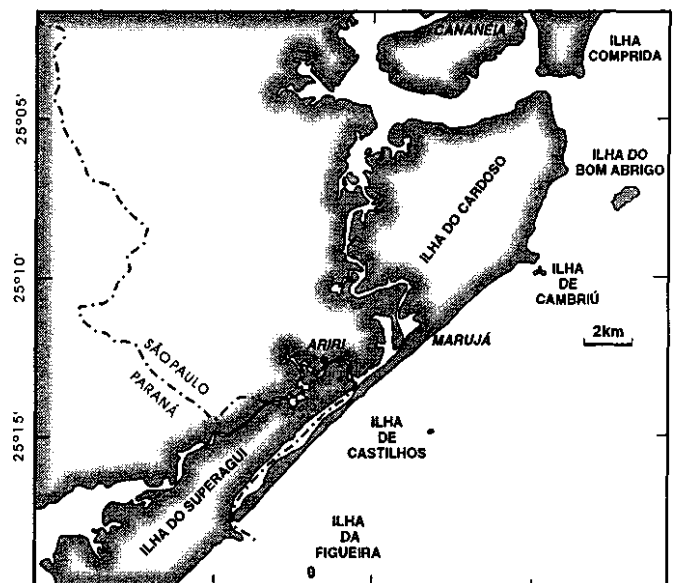


Figura 1 - Localização do conjunto insular Cardoso. •SP

As rochas metassedimentares que compõem a *zona de transição* são de granulometria silteica a arenosa, localmente conglomerática, com estratificação rítmica e predominância de grãos finos.

O domínio das *planícies costeiras*, na parte norte e nordeste da ilha, consiste de cordões arenosos, localmente retrabalhados pelo vento, em pequenas dunas. Na parte sul há uma restinga arenosa com cerca de 500m de largura, 7km de comprimento e cota entre 2 e 3m, orientada segundo NE-SW, resultante de correntes marinhas paralelas à costa. No lado continental, estes sedimentos arenosos são retrabalhados pelos canais de mangue e, subordinadamente, pelo vento, com formação de dunas nas proximidades do sienito. Esta unidade, contém ainda, praias, barras de areia e manguezais, associadas a uma rede de drenagem de baixa energia, com canais meandantes, localmente entrelaçados e com influência da maré.

No setor oceânico da Ilha do Cardoso desenvolvem-se várias praias, separadas por costões sieníticos. Na passagem do domínio de morros para os sedimentos de praia, comumente ocorrem manchas de mangue, condicionadas pelo efeito das marés sobre os principais cursos de água provenientes dos morros.

No setor continental da Ilha do Cardoso predominam manguezais intercalados com cordões de areia e estreitos canais de circulação flúvio-marinha, separando a ilha do continente.

As três unidades fisiográficas estão diretamente relacionadas aos três domínios litológicos do conjunto insular do Cardoso. A *unidade de morros* é sustentada por intrusões sieníticas do Neoproterozóico, enquanto a *zona de transição*, com morros, colinas e morrotes, é mantida por metapelitos e metapsamitos de baixo grau metamórfico, de idade proterozóica indivisa. A *planície costeira* é caracterizada por sedimentos areno-siltosos a argilosos, do Quaternário.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL E TRABALHOS ANTERIORES As rochas metassedimentares expostas na Ilha do Cardoso foram descritas por Petri e Fulfaro (1970) como metarritmicos, com alternância de camadas arenosas e siltosas. A origem destes depósitos, cuja espessura poderia alcançar 5.000m, estaria relacionada à uma sedimentação de águas rasas, correlacionados por Petri e Fulfaro (1970) às sequências descritas por Petri e Suguio (1969), na região de Apiaí-Iporanga (SP).

O corpo intrusivo nestas rochas foi classificado por Morgental *et al.* (1975) como plauenitos e sienitos alcalinos, posicionados no interior e nas bordas do maciço, respectivamente. A datação deste corpo, realizada por Cordani e Bittencourt (1967), pelo método K/Ar em anfibólios, forneceu uma idade de 610± 20 Ma.

A região é cortada por um sistema de falhas NE e EW, verticais, as quais, provavelmente, originaram a Bacia Tectônica do Ribeira (Felicissimo Jr. 1968, *apud* Morgental *et al.* 1915). Sondagens realizadas pelo IGG, em Ilha Comprida, atravessaram 147 metros de sedimentos, sem atingir as rochas do embasamento. As falhas normais, segundo este autor, condicionaram blocos rebaixados, que constituem as fossas do Rio Vermelho, Barranco Alto e de Ararapira, e blocos elevados, representados pela Serra do Gigante, Itapanhapima e, provavelmente, Ilha do Cardoso.

Silva *et al.* (1981) correlacionam as rochas metassedimentares da Ilha do Cardoso à sequência metamórfica Turvo-Cajati, de natureza vulcano-sedimentar, com predominância clástico-química e lhe estimam uma época de formação pré-brasiliana, provavelmente transamazônica. Estas rochas estão orientadas, preferencialmente, próximas de EW, com mergulhos variáveis, com estilo de dobras holomórficas, com eixos de caimento geral para leste.

O metamorfismo regional que afetou as rochas Turvo-Cajati atingiu desde o fácies anfibolito alto a granulito em gnaisses, gnaisses-graníticos e migmatitos, até o fácies xisto-verde a anfibolito nas rochas metapelíticas.

O Complexo Insular Cardoso se localiza no prolongamento norte do Domínio Paranaguá, definido por Siga Jr. (1995), no Estado do Paraná, entre a linha de costa, a leste, e as rochas gnáissicas-granulíticas do Domínio Luis Alves, a oeste.

No Domínio Paranaguá predomina uma grande variedade de rochas graníticas (Cinturão Granitóide Costeiro de Basei *et al.* 1992) cujas encaixantes são representadas por gnaisses, normalmente com granadas, micaxistos, quartzitos e anfibolitos. A ocorrência destas rochas metassedimentares na Serra da Prata (PR) foi estudada por Lopes (1987), que a denominou de Formação Rio das Cobras e a posicionou, juntamente com os granitóides, no Arqueano. Siga Jr. (1995) estendeu estas rochas a sul e a norte da Serra da Prata, assim como, determinou que as intrusões dos granitóides ocorreram no intervalo de 620-570 Ma.

Suguio e Petri (1973) discutem a história geológica dos eventos quaternários na planície litorânea do sul do Estado de São Paulo. Na região lagunar Iguape-Cananéia os autores caracterizam a importância das areias regressivas, tipo *blanket sands* ou *sheet sands* na referida planície, tanto com relação às grandes extensões superficiais destes depósitos, como também por se constituírem em importante fonte de detritos para os subambientes atuais.

GEOLOGIA DO CONJUNTO INSULAR CARDOSO Três unidades geológicas principais podem ser identificadas, no conjunto insular Cardoso, que compreendem rochas sieníticas, metassedimentares de baixo grau metamórfico e sedimentos elásticos.

As rochas sieníticas ocupam cerca de 45% da Ilha do Cardoso e a totalidade das ilhas do Bom Abrigo, Castilhos e Cambriu (Fig 2). Estas rochas, de modo geral, apresentam textura fanerítica grossa a porfirítica, com zonas de fenocristais de hornblenda, de até 3cm de comprimento. Na Ilha do Cardoso predominam quartzo álcali sienitos e quartzo sienitos (Streckeisen 1973), levemente róseos a cinza. A análise modal de 10 seções delgadas mostrou que estas rochas contêm de 30 a 40%, por vezes 60%, de hornblenda, 20 a 25% de feldspato potássico (microclínio), 10 a 15% de plagioclásio, cerca de 5% de quartzo, piroxênio tipo augita, às vezes epidotizado, titanita, apatita, zircão e magnetita. A titanita pode atingir até 5% desta rocha. São frequentes intercrescimentos mimequíticos de quartzo e microclínio. Empregando o método de Rittman o plagioclásio é, principalmente, oligoclásio (An₂₋₄). A magnetita é, localmente, um importante mineral acessório, conferindo um leve magnetismo à rocha.

Os sienitos, frequentemente, apresentam xenólitos das rochas metassedimentares. São muito visíveis nos costões entre as praias de Ipanema e Cambriu, e na Ilha de Cambriu, onde ocorre um xenólito de material quartzítico, estratificado, com cerca de 2,0m de comprimento, comprovando a relação intrusiva do quartzo sienito.

Estes sienitos são maciços e localmente foliados. A foliação é marcada pela orientação preferencial de fenocristais de hornblenda e/ou feldspato potássico, e resulta de fluxo magmático. Sistemas de fraturas com orientação geral NNW-SSE e NNE-SSW, com fortes mergulhos, cortam os sienitos e condicionam os vales encaixados e retilíneos das principais drenagens. Ocorre ainda o sistema de fraturas com orientação EW, menos expressivo no condicionamento de relevo, entretanto, fortemente penetrativo, favorecendo vales secundários.

A unidade das rochas metassedimentares ocupa cerca de 22,5% da Ilha do Cardoso e a totalidade das ilhas da Casca e Figueira. Na Ilha do Cardoso, distribuem-se ao longo da borda norte, em contato direto com os sienitos, ou emergindo nos sedimentos recentes (Fig 3). Representa, originalmente, uma sequência pelítica com intercalações psamíticas e outra, predominantemente psamítica, tectonicamente transpostas e afetadas por baixo grau metamórfico. Sua caracterização litológico-estrutural é o objetivo principal deste trabalho.

A unidade dos sedimentos elásticos quaternários representa cerca de 32,5% da área total da Ilha do Cardoso. É composta, essencialmente, por areias puras e impuras, com variadas contribuições silteico-argilosas. Forma os extensos depósitos de origem flúvio-marinha que ocupam as restingas do norte e do sul da ilha.

CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA DAS ROCHAS METASSEDIMENTARES Estas rochas ocorrem, na parte norte da Ilha do Cardoso, ao longo de uma faixa de orientação EW, de forma descontínua, estendendo-se através do Canal de Ararapira (Ilha da Casca), adentrando o continente. Esta faixa forma um anel que contorna o corpo sienítico, no norte da ilha, juntamente com morros que emergem dos sedimentos cenozóicos da planície de restinga (Fig 3). A Ponta de Itacuruçá, no extremo leste da ilha, é um dos afloramentos mais notáveis das rochas metassedimentares. Ao longo de 500m de exposição contínua, ocorrem metapelitos, cujos protólitos eram intercalações siltosas e arenosas, com bandamento regular e paralelo, em tons amarelados e avermelhados. As frações mais finas consistem de lâminas rítmicas, milimétricas a centimétricas, de filito e metasiltito. Camadas psamíticas de até 30m de espessura sustentam uma crista de quartzito, com orientação EW, que é a feição topográfica de destaque da Ponta de Itacuruçá e indicam um aumento da contribuição arenosa em sentido sul. Localmente, ocorrem estratos de metarenitos conglomeráticos e metaconglomerados com até 30 a 40cm de espessura, compostos por grãos líticos e de quartzo com 0,5mm a 0,8cm de diâmetro. Camadas com estratificação gradacional, com até 2cm de espessura, indicam, localmente, camadas em posição normal. Apesar da composição essencialmente quartzosa, são encontrados delgados estratos micáceos, ricos em muscovita e biotita. Os quartzitos são bem selecionados, finos a médios, com cristais de biotita disseminados. Em

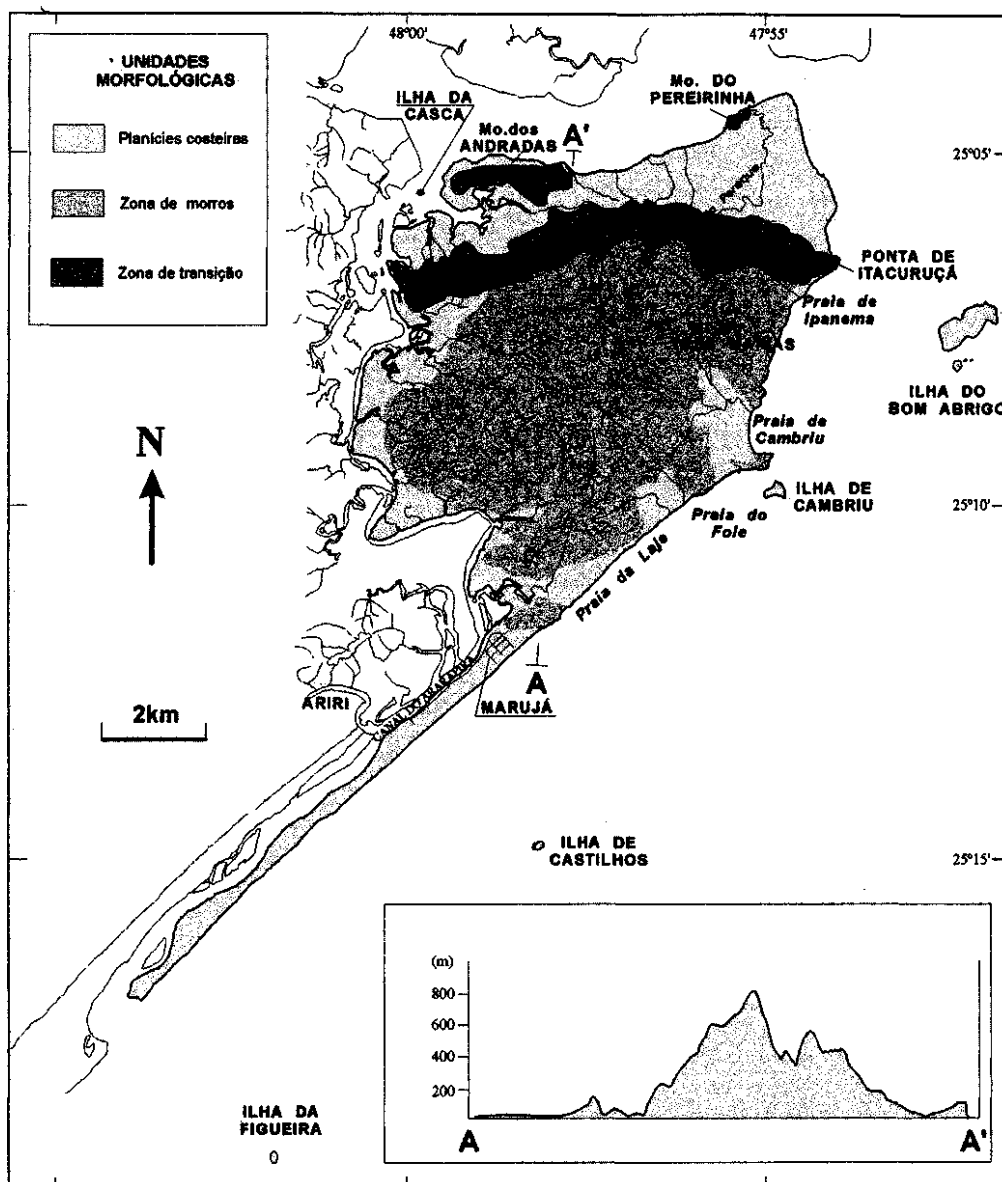


Figura 2 - Distribuição de unidades morfológicas na Ilha do Cardoso. As planícies costeiras, domínio de sedimentos quaternários, ocupam 49 km, e as zonas de morros, domínio dos sienitos e a de transição, domínio das rochas metassedimentares, ocupam 68 e 34 km, respectivamente.

seção delgada, os grãos exibem bordas serrilhadas e achatamento, indicando início de recristalização. As rochas psamíticas formam lentes, com intenso achatamento e estiramento tectônico (Fig 4). Biotitas bem formadas e orientadas, marcam a foliação principal.

Cristais submilimétricos de magnetita e ilmenita ocorrem em abundância nas rochas metassedimentares, tanto de forma dispersa, quanto acompanhando a foliação principal, ou preenchendo fraturas, indicando controle estrutural. Camadas de metarenito micáceo fino concentram, preferencialmente, esses cristais, sugerindo um controle também litológico.

No interior da faixa metassedimentar, que contorna os sienitos a norte, os afloramentos são escassos devido à densa cobertura vegetal e ao espesso manto intempérico. Contudo nas cabeceiras do Rio Perequê, principal curso d' água da porção nordeste da Ilha do Cardoso, afloram quartzitos micáceos bandados, médios a grossos, cinza escuros. Em seção delgada contém cerca de 60% de quartzo, 30% de micas (muscovita e biotita) e 10% de opacos (magnetita e ilmenita). Cristais idiomórficos maiores de biotita, sem orientação preferencial, são atribuídos ao metamorfismo de contato causado pela intrusão do sienito. Estes quartzitos são interpretados como um estrato psamítico na sequência pelítica, semelhante à Ponta de Itacuruçá, sendo que as rochas metapelíticas não afloram devido à cobertura pedológica.

Na região oeste da Ilha do Cardoso, ao longo do trecho norte do Canal de Ararapira, ocorrem vários afloramentos de rochas metassedimentares, acessíveis somente durante a maré baixa. Entre estes, resalta-se a Ilha da Casca, localizada na entrada deste canal (Fig 3). É formada por metassiltitos, filitos e, subordinadamente, metarenitos finos, bandados. Os filitos e metassiltitos são finamente bandados, cinza claros e bege, com lâminas amareladas, relacionadas à alteração intempérica, que realça o bandamento composicional. Na borda NE da ilha predomina metarenito fino com estratos centimétricos de filito cinza escuro. Nos metassiltitos laminados, com intercalações argilosas, ocorre quartzo, entre 0,025 a 0,065mm, perfazendo cerca de 40% da rocha. Há lâminas micáceas, compostas por muscovita e sericita. Nas lâminas quartzosas e nos metarenitos finos ocorrem grãos de feldspato, às vezes intercrescidos com quartzo, chegando a compor até 10% da composição da rocha. Grãos de magnetita e ilmenita estão sempre presentes, às vezes, bem cristalizados.

O Morro das Almas, localizado no interior da planície de restinga do norte da Ilha do Cardoso (Fig 3), é constituído por metassiltitos, filitos e metarenitos finos, repetindo o padrão observado na Ponta de Itacuruçá e Ilha da Casca.

Os morros da costa norte da Ilha do Cardoso são compostos predominantemente por metarenitos e, subordinadamente, por metassiltitos e filitos, bem expostos na face voltada para a Baía de Trapandé.

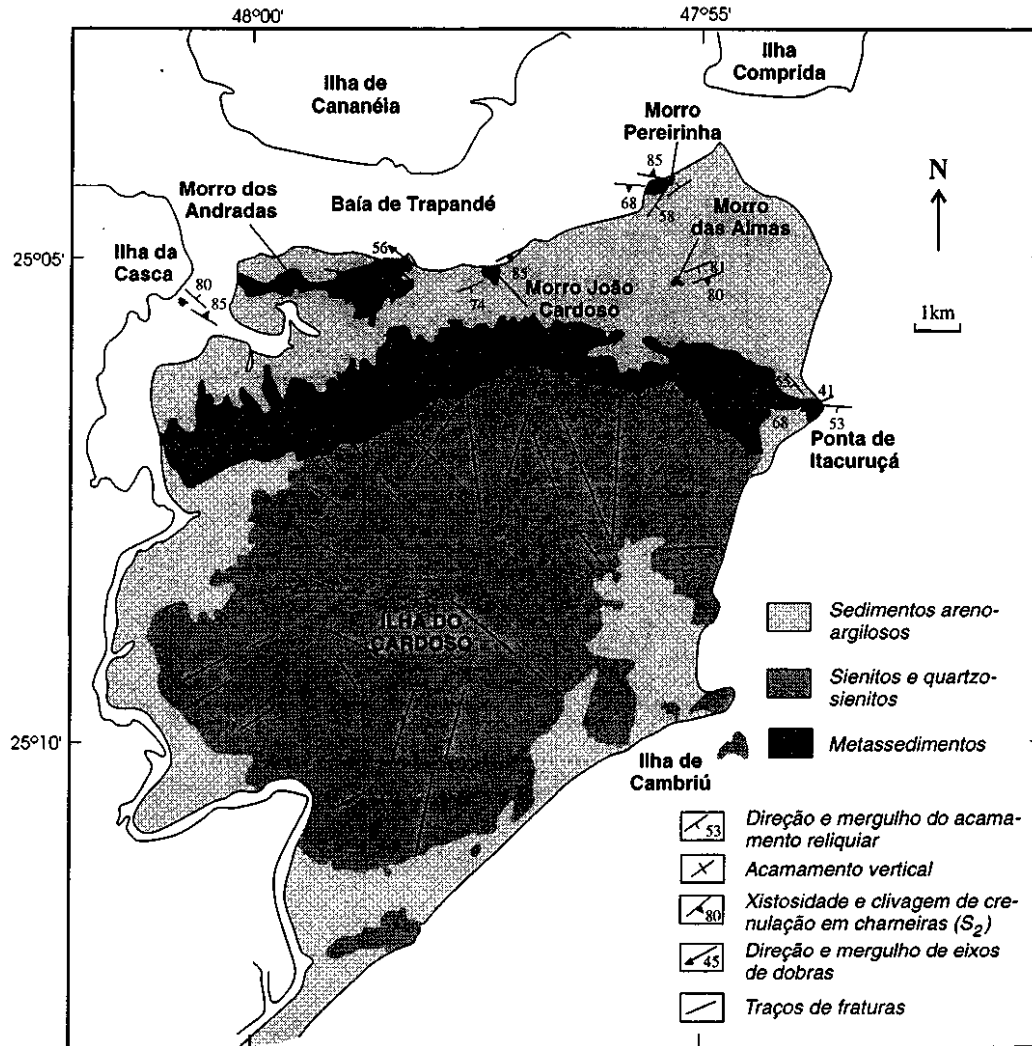


Figura 3 - Mapa geológico da área centro-norte da Ilha do Cardoso.

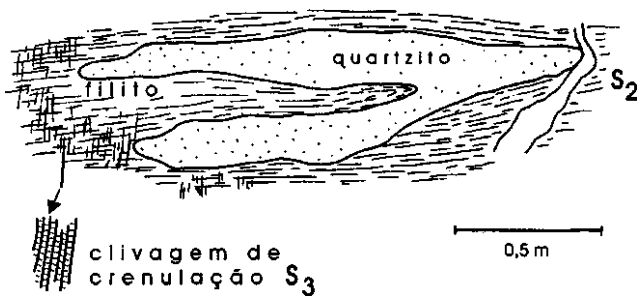


Figura 4 - Charneira de dobra isoclinal em quartzito micáceo nos metapelitos da Ponta de Itacuruçá.

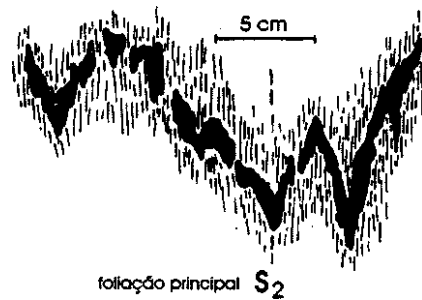


Figura 5 - Lâmina arenosa dobrada com flancos rompidos em filitos e metassiltitos laminados da Ponta de Itacuruçá. S_2 é uma xistosidade fina que grada para clivagem de crenulação nas charneiras.

No Morro do Pereirinha, próximo ao extremo norte da ilha (Fig 3), ocorrem metarenitos finos micáceos bandados, com intercalações centimétricas (0,5 a 10cm) de metarenito micáceo (principalmente biotita), alternados com estratos siltico-arenosos, ricos em biotita e muscovita. Nos leitos siltico-arenosos nota-se uma laminação, marcada por níveis milimétricos ricos em biotita e magnetita e, nos estratos arenosos, por lâminas micáceas. O contato entre os leitos é, em geral, brusco, podendo ser gradacional com um incremento de micas. Em seção delgada, as camadas arenosas e pouco micáceas apresentam grãos de quartzo achatados e com bordas serrilhadas, com dimensões entre 0,04 e 0,07mm. As bandas micáceas, são compostas por biotita, muscovita e clorita, que perfazem 60% da composição mineralógica.

Nos morros do João Cardoso e Andradas (Fig 3) também predominam psamitos como no Morro do Pereirinha. No primeiro, observou-se a presença de estratos de metassiltitos e filitos bandados, e metarenitos.

No segundo ocorrem metarenitos finos micáceos, intercalados em metassiltitos.

A sequência pelítica-psamítica, configurada pelo conjunto de observações, com intercalações psefiticas locais e estratificação gradacional milimétrica, indica deposição em águas relativamente rasas, sob condições tectônicas estáveis, semelhante a um ambiente de plataforma.

Neste contexto de pelitos e psamitos finos, a Ilha da Figueira representa o membro psefítico. A ilha é constituída por uma crista, quase monolítica, composta por metaconglomerado oligomítico ferrífero, com seixos de quartzito e matriz arenosa rica em micas, magnetita e hematita. Os clastos apresentam dimensões de seixos a blocos de até 40cm, normalmente com forte achatamento tectônico.

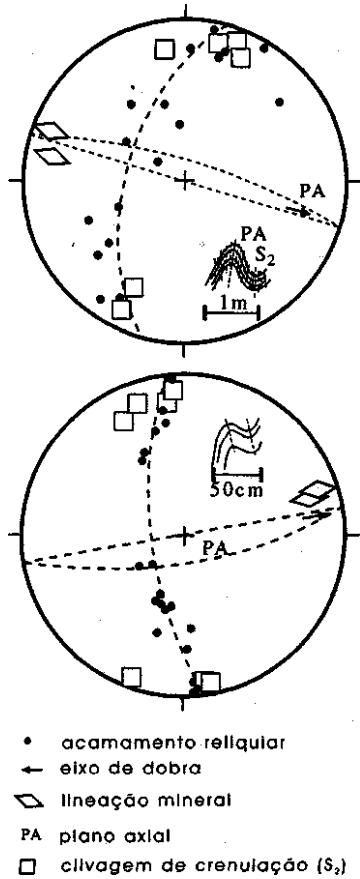


Figura 6 - Representação estereográfica de dobras abertas em metarenitos micáceos do Morro do Pereirinha, apresentando clivagem de crenulação em leque.

GEOLOGIA ESTRUTURAL DAS ROCHAS METASSEDIMENTARES No domínio das rochas metassedimentares da região norte da Ilha do Cardoso e setor continental (Fig 3), a foliação principal possui direção ao redor de EW, com mergulhos moderados a fortes, geralmente para sul. Representa um acamamento relictuar, paralelo ou sub-paralelo a uma foliação plano axial. Ao microscópio, a foliação é uma xistosidade nos flancos das dobras principais, passando para uma clivagem de crenulação (S₂), em zonas de charneira de dobras. Nos metapelitos esta foliação é plano axial às dobras fechadas a isoclinais, com espessamento de charneira, rompimento de flancos e transposição

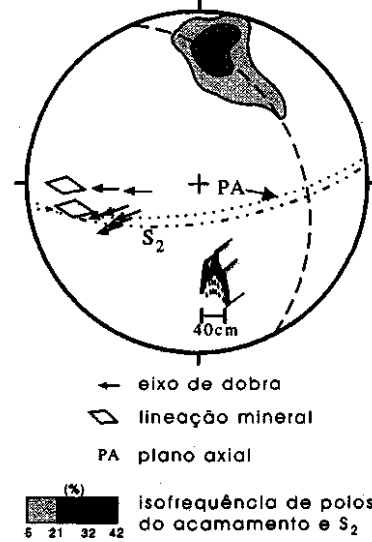


Figura 7 - Representação estereográfica de dobras fechadas em lâminas arenosas intercaladas nos metapelitos da Ponta de Itacuruçá. Notar a concordância entre a lineação de agregados minerais e os eixos das dobras. 25 polos de acamamento relictuar paralelo a foliação

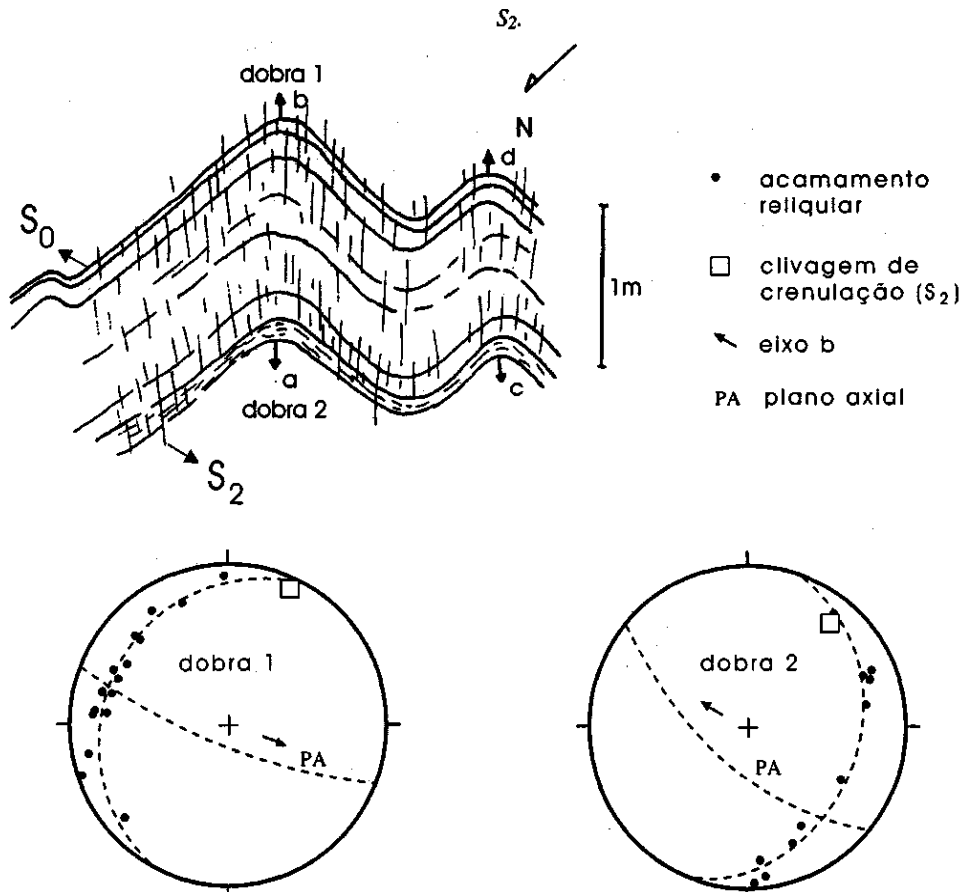


Figura 8 - Dobras em metarenitos micáceos do Morro dos Andradás, cujos eixos (a, b, c, d) apresentam caimento em sentidos opostos, como pode ser observado nos estereogramas correspondentes às dobras 1 e 2

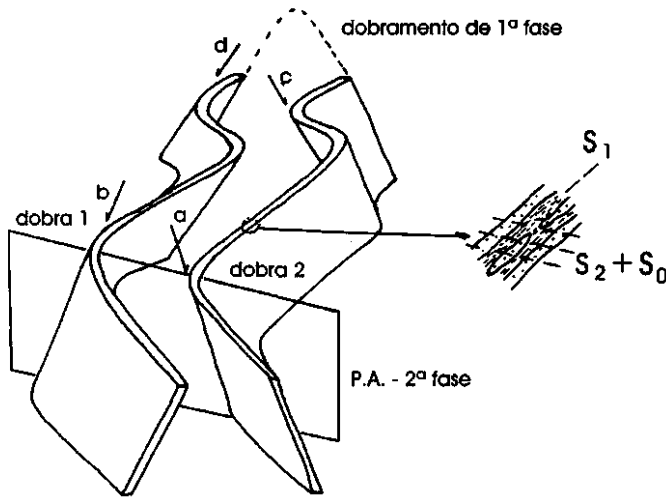


Figura 9 - Esquema interpretativo da geometria das dobras da figura

(Fig 4 e 5), como bem exposto na Ponta de Itacurucá. Nas zonas com predominância de metapsamitos, a xistosidade se dispõem em leque e se associa a dobras normais abertas (Fig 6), como no Morro do Pereirinha.

A foliação principal 82, que localmente é uma clivagem de crenulação, frequentemente reorienta os minerais micáceos da S_1 , paralela ao bandamento composicional, obliterando-a. Em níveis de metarenitos mais puros, esta foliação é representada por uma clivagem de fratura, a qual se refrata em relação à crenulação dos níveis micáceos.

Os eixos das dobras principais orientam-se, com certa dispersão, em torno de EW, com caimentos para E e W, o que é atribuído à interferência entre os eventos de deformação, às refrações devido a comportamentos reológicos distintos e, também, à distribuição da clivagem em leque. As lineações de agregados minerais que ocorrem, preferencialmente, em níveis de metarenitos micáceos, representam uma das principais estruturas presentes. São elipsoidais e compostos por quartzo, biotita e muscovita. Estão contidos nos planos da foliação principal, concordantes, na maioria das vezes, com os eixos das dobras (Fig 7).

A xistosidade S_1 normalmente é concordante ao bandamento composicional. Localmente, assume posição plano axial às dobras centimétricas intrafoliais isoclinais, com charneira espessada, como observado em vários pontos nas camadas de metarenitos. Os eixos da fase principal de dobramento, com mergulhos contrários na mesma direção, como observado no Morro dos Andradas e representado na (Fig 8), são interpretados, como sendo consequência da presença de dobras anteriores às principais, conforme esquematizado na figura 9.

Deformações posteriores à geração da foliação principal e menos expressivas que as anteriores, são observadas em dobras abertas e ondulações, que admitem em posição plano axial, uma clivagem de fratura e de crenulação (83 - Fig 4). Sua direção oscila em torno de NS, com fortes mergulhos para W. Os eixos destas ondulações apresentam forte caimento para N. Esta deformação é local, não sendo penetrativa nas rochas metassedimentares.

Na Ilha da Figueira, a sul da Ilha do Cardoso, a xistosidade 82 dos meta-conglomerados, tem orientação a N50E 50SE. Os seixos, em sua maioria de quartzito, estão intensamente achatados, são oblatos e alinham-se nos planos da foliação. Localmente, os seixos estão estirados, tornando-os prolatos, e seu eixo de estiramento máximo tem direção próxima de NS e caimento médio de 40° S, sugerindo um acidente tectônico local com relação à deformação observada na Ilha do Cardoso.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS A sequência pelítica-psamítica, com intercalações psefiticas locais e estratificação gradacional em camadas milimétricas, que está presente na Ilha do Cardoso, é interpretada como produto de deposição sub-aquática em águas relativamente rasas, sob condições tectônicas estáveis. O caráter rítmico de lâminas pelíticas e psamíticas pode ser indicativa de uma fácies de depósitos elásticos influenciados pela maré, representativos de ambientes costeiros de plataforma, próximos à linha de costa, conforme o modelo de Nio & Yang (1991).

As rochas metassedimentares, presentes na região do conjunto insular Cardoso, provavelmente se relacionam à sequência Turvo-Cajati de Silva *et al* (1981), assim como com às rochas da Formação Rio das Cobras (Lopes 1987), no interior do Domínio Paranaguá de Siga Jr. (1995).

A configuração tectônica regional da Faixa Ribeira em blocos separados por extensas zonas de cisalhamento não favorece a correlação destas rochas meta-sedimentares com a sequência de baixo grau metamórfico do Subgrupo Lajeado (Campanha, 1991; perfil Apiaí-Iporanga), como proposto por Petri e Fúlfaro (1970).

A deformação das rochas metassedimentares é caracterizada por um dobramento principal, com dobras abertas nas faixas metapsamíticas e dobras fechadas a isoclinais, com transposição, nas zonas metapelíticas. A estrutura principal destas rochas é uma foliação plano-axial, tipo clivagem de crenulação ou xistosidade fina, sub-paralela a paralela ao bandamento composicional. Esta deformação foi precedida pela geração de uma clivagem ardosiana ou xistosidade fina, plano axial às dobras intrafoliais fechadas e, posteriormente, crenulada nas charneiras das dobras da deformação principal. A orientação dos eixos de dobras e da foliação plano axial principal indica esforços compressivos na direção NS, concordante com as estruturas presentes nas rochas Turvo-Cajati (Silva *et al*. 1981).

O metamorfismo regional das rochas metassedimentares é da fácies xisto-verde, grau fraco (muscovita, clorita e biotita), superposto pelo metamorfismo de contato com crescimento de biotita.

Com relação ao posicionamento temporal destas rochas, nada está estabelecido com segurança, a não ser a idade mínima pela implantação dos corpos graníticos, no intervalo de 620 a 570 Ma, estabelecido por Siga Jr. (1995), no interior do qual se localiza a idade K-Ar em anfibólios de 610 ± 20 Ma (Cordani e Bittencourt 1967) do corpo sienítico da Ilha do Cardoso.

Agradecimentos O mapeamento geológico da Ilha do Cardoso contou com auxílio à pesquisa da FAPESP (processo nº 83/0571-0). Os trabalhos de campo tiveram o valioso apoio logístico do CEPARNIC (Centro de Pesquisas Aplicadas aos Recursos Naturais da Ilha do Cardoso), órgão da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, responsável pela administração do Parque da Ilha do Cardoso, na época da realização desta pesquisa. Agradecemos ao colega Ginaldo Campanha pelas sugestões ao texto, assim como, aos relatores.

Referências

- Basci, M.A.S.; Siga Jr., O.; Machiavelli, A. & Mancini, F. 1992. Evolução tectônica dos terrenos entre os Cinturões Ribeira e Dom Feliciano (Pr-Sc). *Rev. Brás. Geociências*, 22(2): 216-221.
- Campanha, G.A. 1991. *Tectônica proterozóica no Alto Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 296 p.
- Cordani, U.G. & Bittencourt, I. 1967. Determinações de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui. *Anais. XXI Cong. Brás. Geol.*, 218-223, Curitiba.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT. 1981. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1.000.000*. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo e IPT (Publicação técnica, IPT no 1183).
- Lopes, O.F. 1987. Zoneamento metamórfico da Formação Rio das Cobras do pré-Cambriano do Estado do Paraná. In: *Atas, 3º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia*, Curitiba, SBG, v. 1, p. 303-312.
- Morgental, A.; Batolla Jr., F.; Pinto, G.G.; Paiva, I.P. & Drummond, B.V. - 1975 - *PROJETO SUDELPA - Relatório Final*, Geologia, volume I, CPRM.
- Nio, S.D. & Yang, C.S. 1991. Diagnostic attributes of elastic lidai deposits: a review. In: Smith, D.G.; Reinson, G.E.; Zaitlin, B.A. & Rahmani, R.A. (eds). *Clastic tidal sedimentology*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 16, p. 3-28.
- Petri, S. & Suguio, K. 1969. *Sobre os metassedimentos do Açungui do extremo sul do Estado de São Paulo*. Convênio DAEE-USP, Secretar. c Obras Públicas -Universidade de São Paulo, 81 p., 8 fotos, São Paulo.
- Petri, S. & Fúlfaro, V.J. 1970. Nota sobre a geologia e terraços marinhos da Ilha do Cardoso. *Notícias Geomorfológicas*, Campinas, 10 (20): 21-31.
- Siga Jr., O. 1995. *Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 212p.
- Silva, A.T.S. da; Francisoni, O.; Godoi, A.M. de & Batolla Jr., F. 1981. *Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira*. Rei. Final - Integração Geológica - vol. I. DNPM - CPRM.
- Strecksien, A. 1973. Plutonic Rocks. Classification and nomenclature recommended by the IUGS Subcommission on the systematics of igneous Rocks. *Geotimes*, 18(10): 26-30.
- Suguio, K. & Petri, S. 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo state, Brazil. Part I: Field observations and grain size analysis. *Boletim IG - USP*, 4: 1-20.

Manuscrito A-1001
 Recebido em 26 de junho de 1998
 Revisão dos autores em 10 de fevereiro de 1999
 Revisão aceita em 15 de fevereiro de 1999