

TECTÔNICA E ESTRATIGRAFIA DO GRUPO AÇUNGUI - PR

A.P.Fiori

RESUMO

O presente trabalho mostra os resultados alcançados no estudo do Grupo Açungui na região de Rio Branco do Sul, Estado do Paraná.

Em termos estruturais três sistemas de deformação foram reconhecidos. O mais antigo, denominado de Sistema de Cavalgamento Açungui, engloba diversas estruturas como falhas de cavalgamento, foliações S1 (ou C), S e S2, dobras-falha D1 e lineações dos tipos "a" e "b". O segundo, denominado de Sistema de Dobramento Apiaí, inclui dobras de estilos e escalas variadas, delineadas por estruturas anteriormente formadas, enquanto o terceiro, denominado de Sistema de Transcorrência Lancinha, inclui os principais lineamentos da área estudada.

Em termos estratigráficos, o Grupo Açungui é constituído por diversos conjuntos litológicos, na maioria das vezes, separados uns dos outros por falhas de cavalgamento. Cada conjunto tem uma organização litológica interna própria, que representa parte da coluna estratigráfica original. Como conseqüência, a atual estratigrafia do Grupo Açungui não é original, mas reflete o resultado do empilhamento mais ou menos aleatório de fatias tectônicas, cada uma contendo um ou mais conjuntos litológicos, com ordenação interna regular.

ABSTRACT

This paper brings to light the results obtained through new geological studies of the Açungui Group in the Rio Branco do Sul region, State of Paraná.

Structurally, three deformation systems were recognized. The older one, named Açungui Thrust System, comprises several structures such as thrust faults, foliations S1

(or C), S and S2, drag-folds D1, and lineations of "a" and "b" types. The second one, named Apiai Fold System, comprises folds printed over the earlier structures, at variable style and scale, and the third one, named Lancinha Transcurrent System, is responsible for the main lineaments of the studied area.

Stratigraphically, the Açungui Group is composed of several lithologic assemblages, most of them limited by thrust faults. Each assemblage has its own regular internal lithological organization.

Mainly as a consequence of thrust faulting, the stratigraphy of the Açungui Group has little resemblance with its original stratigraphy. It better reflects aleatory stacking of several tectonic slices, each one with one or more lithologic assemblages.

INTRODUÇÃO

O Grupo Açungui, conforme definição original (BIGARELLA & SALAMUNI, 1958), é composto pelas Formações Setuva, Capiru e Votuverava da base para o topo. Mais tarde, MARINI et al. (1967) individualizaram outro pacote litológico, ao qual atribuíram o nome de Formação Água Clara, posicionando-o estratigraficamente sobre a Formação Votuverava.

Com a evolução dos conhecimentos da geologia paranaense, esse quadro sofreu modificações substanciais. A Formação Setuva foi redefinida e atribuída a um ciclo geotectônico mais antigo (FRITZSONS Jr. et al., 1982); a Formação Água Clara, da mesma forma, foi considerada mais antiga que o Grupo Açungui, tendo em vista seu padrão estrutural mais complicado e grau metamórfico mais elevado (PONTES, 1982), e a porção da Formação Votuverava, situada no Bloco C (Fig. 1), adjacente à Falha de Morro Agudo, passou a constituir a Seqüência Antinha, (PONTES, 1982; DIAS & SALAZAR Jr., 1987), representando depósitos de um ciclo sedimentar mais jovem que o Grupo Açungui (SOARES, 1987).

Considera-se neste trabalho, que o Grupo Açungui é composto pelas Formações Capiru, Votuverava e Antinha. Para a primeira, mantém-se seu significado original, incluindo todos os metassedimentos a sul da Lancinha; para a segunda, restringe-se sua designação de tal forma a englobar somente os metassedimentos ocorrentes no Bloco Tectônico D, entre as Falhas da Lancinha e do Morro Agudo (excluem-se aqueles da Seqüência Perau e Formação Camarinha), enquanto para a terceira, mantém-se o mesmo sentido emprestado à Seqüência Antinha, por DIAS & SALAZAR Jr. (op.cit.).

SISTEMAS DE DEFORMAÇÃO NO GRUPO AÇUNGUI

No Grupo Açungui, distinguem-se basicamente três "sistemas

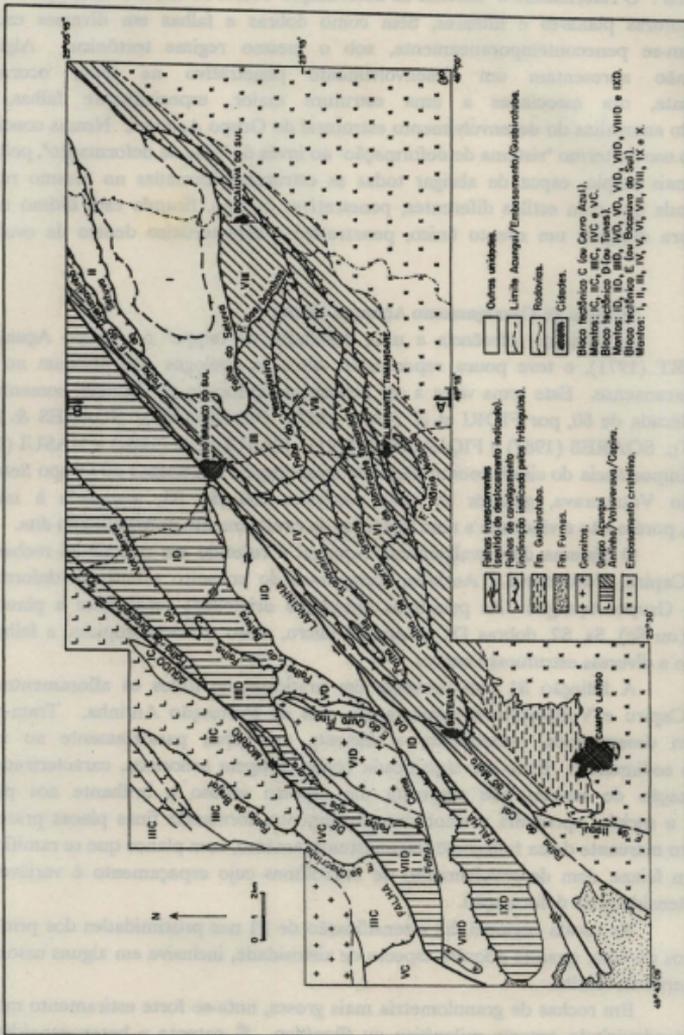


Figura 1 - Compartimentação tectônica da área. Blocos devido a falhas de empurramento e/ou transcorrentes.

deformacionais". O referimento a "sistema de deformação" é feito devido à constatação de que diversas estruturas planares e lineares, bem como dobras e falhas em diversas escalas, desenvolveram-se penecontemporaneamente, sob o mesmo regime tectônico. Algumas estruturas não apresentam um desenvolvimento penetrativo na área, ocorrendo localizadamente, ora associadas a uma estrutura maior, especialmente falhas, ora representando anomalias do desenvolvimento estrutural do Grupo Açungui. Nessas condições é preferível o uso do termo "sistema de deformação" ao invés de "fase de deformação", pelo seu significado mais amplo, capaz de abrigar todas as estruturas formadas no mesmo regime tectônico, ainda que com estilos diferentes, penetrativas ou não, ficando este último termo reservado para designar um evento único, penetrativo e característico dentro da evolução estrutural.

Sistema de Cavalgamento Açungui (SCA)

A primeira referência a uma "tectônica de nappe" no Grupo Açungui é devida EBERT (1971), e teve pouca repercussão entre os geólogos que atuaram no pré-cambriano paranaense. Este tema volta a ser novamente enfocado no Açungui somente em meados da década de 80, por FIORI et al. (1985, 1987); FIORI (1987); SOARES & REIS NETO (1987); SOARES (1987) e FIORI (1989, 1991). HASUI et al. (1984) e HASUI (1986) enfatizam a importância do cisalhamento dúctil de baixo ângulo nas rochas do Grupo Setuva e da Formação Votuverava, gerador de uma pervasiva foliação S1, associada à intensa transposição, porém não a vinculam a uma tectônica de cavalgamento propriamente dita.

O Sistema de Cavalgamento Açungui é referido em relação às rochas das Formações Capiru, Votuverava e Antinha, tratando-se do primeiro evento de deformação sofrido pelo Grupo Açungui. As principais estruturas originadas referem-se a planos de foliação S1 (ou Sc), Ss, S2, dobras D1 às escalas micro, meso e macroscópicas, a falhas de cavalgamento e diversas estruturas lineares.

A foliação S1 está presente em praticamente todos os afloramentos das Formações Capiru e Votuverava e parcialmente, nos da Formação Antinha. Trata-se de foliação bem desenvolvida, penetrativa, e disposta em geral, paralelamente ao antigo acamamento sedimentar. Pode ser classificada como clivagem ardosiária, caracterizada por fina cristalização de sericita que empresta um aspecto sedoso e brilhante aos planos. Localmente, a sericita apresenta melhor desenvolvimento, formando finas placas prateadas. Outro aspecto marcante dessa foliação é seu anastomosamento, com planos que se ramificam e se abrem em faixas, com desenvolvimento de microlitons cujo espaçamento é variável, em função da intensidade da deformação.

Na escala regional, há intensificação de S1 nas proximidades dos principais cavalgamentos da área, quando adquire aspecto de xistosidade, inclusive em alguns casos, com desenvolvimento de biotita.

Em rochas de granulometria mais grossa, nota-se forte estiramento mineral, com a rocha adquirindo aspecto milonítico ou filonítico. É patente a heterogeneidade da

deformação responsável pela S1, desde a escala de lâminas delgadas, até a de afloramento. No caso de intercalações de litologias diferentes como quartzitos e filitos, os primeiros mostram-se em geral, pouco deformados, enquanto os últimos intensamente filonizados.

A foliação S1 é do tipo C (BERTHÉ et al., 1979; BOUCHEZ & LISTER, 1982; LISTER & SNOKE, 1984), tratando-se de planos de movimento, com forte componente de cisalhamento (Ös) paralela aos planos. Ao contrário, a foliação S, origina-se no plano de achamento do elipsóide de deformação onde $\dot{\Omega}_s = 0$, e assim, caracteriza-se por cristalização ou recristalização estática de minerais. A foliação S acha-se confinada dentro de microlitons da S1, disposta a ângulos em torno de 15-20° com a última; seu denso desenvolvimento, aliado à sua homogeneidade, ângulo de inclinação em relação a S1, ausência de anastomosamento, e confinamento dentro de microlitons, permite uma rápida e segura distinção entre ambas. A contemporaneidade de desenvolvimento dessas foliações é atestada pelo desenvolvimento das sericitas, que se apresentam visualmente com o mesmo grau de cristalização. A relação angular entre ambas permite definir o sentido de movimentação ocorrido ao longo dos planos C, geralmente de noroeste para sudeste.

A foliação S2, ao contrário da S1, é de caráter local, não sendo penetrativa por toda a área. Aparece em faixas estreitas, ao longo de algumas falhas de cavalgamento da área, como a de Almirante Tamandaré e Morro Grande. É também uma clivagem ardosiana, com microlitons de espessuras entre 1 e 5 mm, porém, no seu interior, notam-se restos contorcidos da foliação S1, formando estruturas sigmoidais, devido ao efeito de arrasto ao longo dos planos de S2. Em casos mais extremados de deformação, a foliação anterior tende a se paralelizar com esta, dificultando a distinção entre ambas. No geral, a foliação S2 corta transversalmente tanto a S1 como S0, a ângulos extremamente variados, desde aproximadamente 0° até 90° (Fig. 1).

As dobras D1 são de dimensões centimétricas a decimétricas, e mais raramente, de dimensões métricas. Variam em perfil de dobras fechadas a isoclinais, sendo desenhadas pelo acamamento reliquiar. Apresentam a foliação S disposta em posição plano-axial, e como feição diagnóstica, pelo menos um de seus flancos mostra-se rompido ou extremamente adelgado, com o plano de ruptura representado pela foliação S1 (ou C), disposto subparalelamente ao plano axial. Essas dobras representam testemunhos de um intenso processo de transposição de S0, associado à tectônica de cavalgamento que afetou o Grupo Açungui. O movimento indicado por essas dobras, tomado perpendicularmente ao eixo, é de noroeste para sudeste.

As lineações relacionadas a esse sistema são dos tipos "b" relacionadas aos eixos das dobras D1, ou a intersecções da foliação S com S1, ou S0 e do tipo "a", relacionadas ao eixo X do elipsóide. As do tipo "b" mostram direções predominantes NE-SW e as de tipo "a", direções NW-SE.

As falhas de cavalgamento representam zonas de intensa deformação, freqüentemente acompanhadas de filonitos e de milonitos ou catacalasitos. Em fotografias aéreas são facilmente identificadas quando truncam camadas, em zonas de rampa, porém,

geralmente dispõem-se paralelamente aos contatos litológicos, dificultando seu reconhecimento. Preferencialmente instalam-se em camadas menos competentes, como p.ex. filitos, quando então estes são transformados em filonitos. Camadas mais competentes, a exemplo de quartzitos, ainda que próximos a filonitos, costumam apresentar-se pouco deformados, conservando as suas estruturas sedimentares. São abundantes as evidências de transposição nas zonas filoníticas, como por exemplo, presença de dobras isoclinais sem raiz (rootless fold), lenticularização e truncamento de níveis de S0, e total destruição de todas as estruturas sedimentares.

No campo é possível observar a intensificação do processo de transposição nas proximidades de falhas de cavalgamento. As rochas perdem gradualmente suas principais características e estruturas primárias, transformando-se em filonitos. A foliação S1, da mesma forma, vai se desenvolvendo cada vez com mais intensidade, atestada entre outras coisas, pela gradual diminuição na largura dos microlitons, no maior fechamento das dobras e grau de disrupção dos flancos, e na tendência à paralelização da foliação S com a C.

Ao todo foram cartografadas 16 falhas de cavalgamento que receberam denominações locais e causam uma complexa compartimentação do Grupo Açungui (Fig. 1). Seu arranjo espacial, com exceções das Falhas de Morro Grande e Almirante Tamandaré, segue o modelo duplex (BOYER & ELLIOT, 1982; BUTLER, 1982). Cada fatia tectônica ou manto, limitada por uma ou mais falhas de cavalgamento, contém um conjunto sedimentar ordenado, correspondendo a uma porção da coluna estratigráfica original. Raramente foram observadas secções com topos invertidos, implicando na ausência de grandes dobras recumbentes. O Grupo Açungui, é desse modo, o resultado do empilhamento aleatório de um certo número desses mantos, e varia de lugar para lugar. Mantos de rochas, cujo metamorfismo e grau de deformação são mais enérgicos que as do Grupo Açungui, podem aparecer posicionados sobre rochas deste último, como é o caso de um manto da Formação Água Clara (Perau), situado sobre a Formação Votuverava, a oeste do Granito do Cerne.

Em quase todas as falhas de cavalgamento, acha-se bem desenvolvida a foliação S1 ou C. Entretanto, próximo ao limite sul do Grupo Açungui, aparecem as Falhas de Almirante Tamandaré e de Morro Grande, nas quais acha-se desenvolvida a foliação S2. Os restos sigmoidais da foliação S1 dentro de microlitons da S2, evidenciam sentido de movimentação de sudeste para noroeste, contrário ao sentido de movimentação indicado pelas demais falhas de cavalgamento (Fig. 2). Estas formaram-se algo mais tardiamente na evolução do Sistema de Cavalgamento Açungui, tratando-se mais apropriadamente de retrocavalgamentos. A quantidade de deslocamento dessas falhas, tendo-se por base a menor intensidade de deformação, é presumivelmente muito menor que as do evento principal de cavalgamento. Associadas a essas falhas, aparecem dobras de arrasto, como são os casos das Sinformas de Morro Grande e de Colombo, em escala suficientemente grande para serem representadas em mapas geológicos. Tratam-se de dobras isoclinais a fechadas, sendo que a de Morro Grande tem seu flanco sul truncado pela Falha de mesmo nome, enquanto a de Colombo tem seus dois flancos truncados respectivamente pelas Falhas de Morro Grande, a

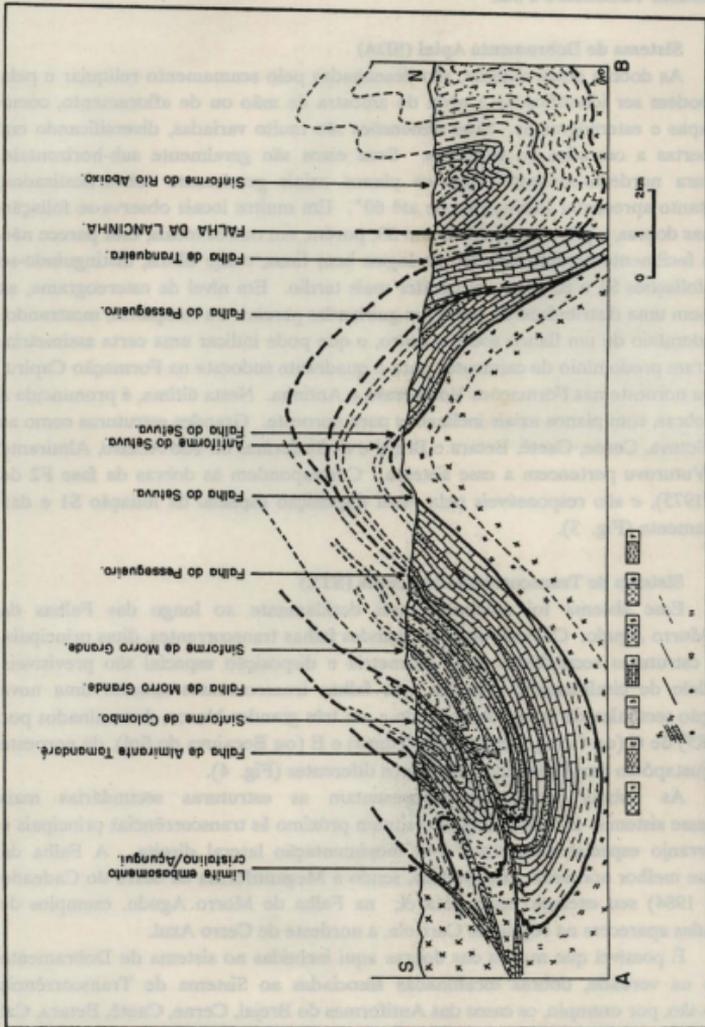


Figura 2 - Seção geológica AB, de direção N-S (escala horizontal = escala vertical)

1. Gnaisses e migmatitos do Embasamento Cristalino; 2. Filitos; 3. Quartzitos; 4. Mármore; 5. Milonitos; 6. Metabasitos; 7. Rítmicos e filitos com quartzitos intercalados; 8. Estruturas sigmoidais; 9. Zonas de falhas de cavalgamento, com filonitos associados, com filonitos associados. Sentidos de movimentos indicados; 10. Contatos litológicos; 11. Contato inferido. Localização da seção na Figura 1.

norte, e de Almirante Tamandaré a Sul.

Sistema de Dobramento Apiá (SDA)

As dobras desse sistema, são desenhadas pelo acamamento reliquiar e pela foliação S1, e podem ser identificadas a nível de amostra de mão ou de afloramento, como também em mapas e estereogramas. Suas dimensões são muito variadas, diversificando em perfil desde abertas a cerradas ou isoclinais. Seus eixos são geralmente sub-horizontais, direcionados para nordeste-sudoeste, com os planos axiais geralmente subverticalizados, podendo no entanto apresentar inclinações de até 60°. Em muitos locais observa-se foliação plano axial nessas dobras, aqui considerada como S3, porém, em outros locais, esta parece não existir. É mais facilmente reconhecida em litologias bem finas, como filitos, distinguindo-se facilmente das foliações S1 e S2 pelo seu caráter mais tardio. Em nível de estereograma, as dobras D1 definem uma distribuição de polos em guirlandas parciais ou completas, mostrando, no entanto, predomínio de um flanco sobre o outro, o que pode indicar uma certa assimetria. Seus eixos mostram predomínio de caimentos para o quadrante sudoeste na Formação Capiru, e caimentos para noroeste nas Formações Votuverava e Antinha. Nesta última, é pronunciada a vergência das dobras, com planos axiais inclinados para noroeste. Grandes estruturas como as Antiformas do Setuva, Cerne, Caetê, Betara e Brejal e as Sinformas do Rio Abaixo, Almirante Tamandaré, e Vuturuvu pertencem a esse sistema. Correspondem às dobras da fase F2 de HASUI et al. (1975), e são responsáveis pela atual disposição espacial da foliação S1 e das falhas de cavalgamento (Fig. 3).

Sistema de Transcorrência Lancinha (STL)

Esse sistema foi analisado mais detidamente ao longo das Falhas da Lancinha e de Morro Agudo. Compõe-se pelas grandes falhas transcorrentes, ditas principais, e por diversas estruturas secundárias, cuja geometria e disposição espacial são previsíveis dentro do modelo de cisalhamento simples. As falhas transcorrentes causam uma nova compartimentação tectônica da área, subdividindo-a em três grandes blocos, denominados por GOIS et al. (1985) de C (ou Cerro Azul), D (ou Tunas) e E (ou Bocaiuva do Sul), de noroeste para sudeste, e justapõem empilhamentos tectônicos diferentes (Fig. 4).

As dobras escalonadas representam as estruturas secundárias mais espetaculares desse sistema. São dobras que se situam próximo às transcorrências principais e mostram um arranjo espacial compatível com movimentação lateral direita. A Falha da Lancinha é a que melhor apresenta esse padrão, sendo a Megantiforma da Serra do Cadeado (HASUI et al., 1984) seu exemplo mais notável; na Falha de Morro Agudo, exemplos de dobras escalonadas aparecem na região de Curriola, a nordeste de Cerro Azul.

É possível que muitas das dobras aqui incluídas no sistema de Dobramento Açungui, sejam na verdade, dobras escalonadas associadas ao Sistema de Transcorrência Lancinha, como são, por exemplo, os casos das Antiformas do Brejal, Cerne, Caetê, Betara, Cal etc., e as Sinformas do Vuturuvu e Rio Abaixo. Entretanto, algumas estruturas não parecem

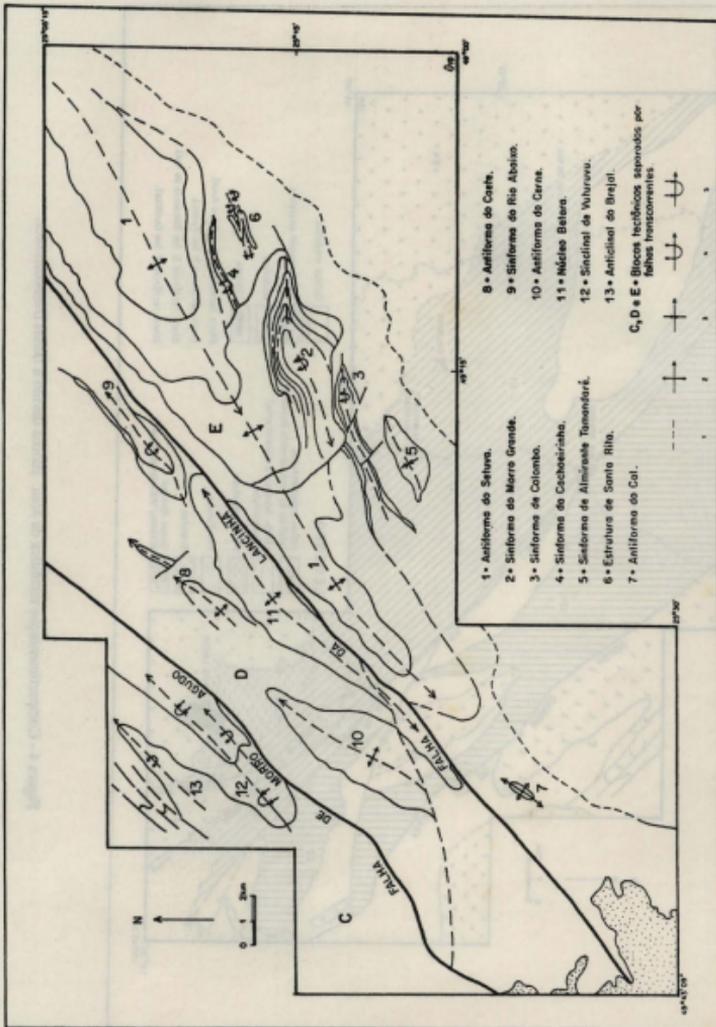


Figura 3 - Principais dobras mapeadas.

1. Traço axial; 2 e 3. Antiforma e Sinforma com sentido de ealimento indicado; 4 e 5. Antiforma e Sinforma com flancos mergulhados para o mesmo quadrante.

relacionar-se a esse sistema, como são os casos, por exemplo, da Antiforma do Setuva, Sinforma de Almirante Tamandaré, e a Estrutura de Santa Rita, cujas disposições espaciais são compatíveis com movimentação lateral-esquerda da Falha da Lancinha.

Falhas sintéticas e antitéticas são outras estruturas secundárias associadas ao STL. Algumas das primeiras foram cartografadas na área de estudo, como por exemplo, as Falhas do Cerne, do Cal e do Mato (Fig. 1), dispostas a ângulos entre 10 e 30° com a principal, e com o mesmo sentido de movimentação. As antitéticas, no campo, são representadas por faixas de deformação cataclástica, evidenciadas pela presença de uma marcante clivagem de fratura, com espaçamento às vezes inferior a 0,5 cm. Cada plano dessa foliação representa uma microfalha, com sentido de movimentação lateral-esquerda, deduzido pelo arrasto causado em estruturas anteriormente formadas. Uma dessas faixas pode ser vista na estrada da pedra Itambé, imediatamente a norte da Lancinha, quando são abundantes os planos de clivagem de fratura, com direções variáveis entre N30-50W e mergulhos superiores a 70°. Em diversos outros locais pode ser encontrada essa foliação, porém não é penetrativa, estando presumivelmente concentrada em faixas, cujas larguras não foi ainda possível estimar.

Dentro do STL ocorrem também falhas de empurrão, porém, as que podem ser atribuídas sem dúvidas a esse sistema são pouco expressivas, localizando-se especialmente dentro do Núcleo Betara. Apresentam traçado curvo, em forma de arco e aparentemente com elevado ângulo de mergulho, tratando-se mais apropriadamente de falhas inversas.

Alguns corpos graníticos estão alojados em dobras escalonadas antiformais, como por exemplo, os Granitos do Cerne, Piedade, Varginha e Morro Grande (ver p.ex. BIONDI, 1989). Ao que tudo indica, o alojamento desses corpos se deu durante a evolução do STL, que ainda aquecidos, deformaram-se ductilmente dentro do campo de esforço, culminando com a forma elíptica atual. FIORI (1985), baseando-se na relação angular entre o eixo da dobra escalonada que abriga o granito e no grau de elipticidade do mesmo, concluiu pela seguinte ordem cronológica de intrusão, do mais antigo para o mais novo: Granito do Cerne - Varginha - Piedade e Morro Grande. Os três primeiros, porém, são praticamente contemporâneos, e podem ser considerados sintectônicos, enquanto o último como tarditectônico, em relação ao STL.

O movimento ao longo das Falhas da Lancinha e de Morro Agudo pode ser deduzido pelas relações espaciais entre as dobras escalonadas e a falha principal. Através da técnica de integração da deformação em perfis ortogonais, FIORI (1985) concluiu por um deslocamento mínimo lateral direito de 114 km para a Lancinha e de 106 km para a de Morro Agudo. Houve entretanto, reativação anti-horária, ao menos ao longo da Lancinha, como pode ser deduzido pela inflexão de dois diques de diabásio na área do Morro dos Três Irmãos, próximo à Bateias, da ordem de 950 m. A uma conclusão semelhante levou o trabalho de MORITZ Jr. & FIORI (1986), que através da deformação de seixos da Formação Camarinha, junto à Lancinha, determinaram um deslocamento anti-horário para essa falha, da ordem de 950 m.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO GRUPO AÇUNGUI

Como consequência do Sistema de Cavalgamento Açungui, as diferentes formações componentes do Grupo Açungui, representam na verdade, o resultado de empilhamento tectônico de pacotes litológicos, de forma mais ou menos aleatória. A estratigrafia atual desse grupo é assim, um resultado tectônico, não mais correspondendo à ordenação estratigráfica original. Partes da seqüência original podem ser recuperadas dentro de cada fatia ou lasca tectônica, sendo bastante difícil a reconstituição da coluna estratigráfica original.

As Formações Capiru, Votuverava e Antinha, ainda que o termo "formação" seja inconveniente para esses casos, podem ser desmembradas em diversas porções, que aqui preferimos chamar de "conjuntos litológicos". As divisões feitas levam em conta tipos e associações de litologias, estruturas sedimentares, caracteres estruturais, aspectos morfológicos, e principalmente, falhas de cavalgamento. Estas últimas desempenham importante papel na subdivisão, pois quase sempre representam limites entre diferentes conjuntos litológicos. Posicionam-se, de preferência, paralelamente às camadas, instalando-se em planos ou níveis que oferecem menor resistência mecânica ao deslocamento. Localmente podem ser vistas truncando os estratos do conjunto litológico superior, constituindo-se este fato, em um bom critério para distinguir entre falha de cavalgamento e discordância angular.

Formação Capiru

Esta formação pode ser subdividida em pelo menos três conjuntos litológicos distintos, que receberam as denominações de Juruqui, Rio Branco e Morro Grande, da base para o topo (FIORI, 1991). Todas são separadas por falhas de cavalgamento.

O conjunto litológico Juruqui é composto basicamente de filitos avermelhados, com intercalações não muito abundantes de quartzitos, predominantemente finos. Suas litologias sempre aparecem bastante deformadas, freqüentemente filonitizadas. Característica interessante é a abundância de veios de quartzo leitoso, intensamente deformados, que podem ser vistos em quase todos os afloramentos.

Os filitos são geralmente homogêneos, monótonos, com raras evidências de acamamento. Entretanto, localmente pode-se perceber um bandamento rítmico, milimétrico, dado pela alternância de níveis avermelhados e cinza. Os quartzitos aparecem sob a forma de lentes, raramente com possança suficiente para serem cartografados. Ocorrem intercalações nos filitos, e mostram-se geralmente boudinados, friáveis e esporadicamente silicificados. São geralmente de cores claras, com pontuações ferruginosas, e predomínio de termos finos. Em certos casos podem gradar para microconglomerados, onde é possível observar-se granodrecrescência. Não são raras intercalações de níveis de hematita, algumas com até 15 cm de espessura.

O conjunto litológico Rio Branco, engloba os mármorees da Formação Capiru, com intercalações de filitos e quartzitos. É o que apresenta maior extensão areal dentre os

conjuntos dessa formação. Separa-se do anterior pela falha da Colônia Venâncio.

Os mármoreos são de composição essencialmente dolomítica, podendo se apresentar como corpos homogêneos ou estratificados. São geralmente de cores claras, acinzentados, sendo raros termos mais escuros. Entre as estruturas sedimentares mais comumente encontradas destacam-se as estratificações plano-paralela e cruzada, presença de brechas intraformacionais, estruturas estromatolíticas, pisolitos e até fendas de ressecamento.

Intercalados nos dolomiticos, ocorrem lentes descontínuas de quartzitos e de filitos, de espessuras muito variáveis, algumas possíveis de serem cartografadas. Os primeiros são geralmente de cores claras, tendendo a tons amarelados, de granulometria fina, bem classificados, na maioria friáveis, e freqüentemente exibindo estratificação plano-paralela. Quartzitos de granulometria média a grossa, mal selecionados são raramente vistos. Ocorrem também termos transicionais entre filitos e quartzitos, como filitos quartzosos ou quartzitos com abundante matriz fina.

Filitos rítmicos e meta-rítmicos são relativamente comuns nesse conjunto litológico, na forma de lentes. Entretanto, a maioria dos metassedimentos muito finos são homogêneos, sendo difícil o reconhecimento do acamamento sedimentar. São geralmente de cor marrom, às vezes com tonalidades cinza-escuro e esverdeada.

O conjunto litológico Morro Grande, caracteriza-se pela alternância de quartzitos e filitos, que formam camadas de espessuras da ordem de centenas de metros. Na base desse conjunto, aparecem dois níveis de mármore dolomítico, com espessuras de cerca 100 m cada um, separados por um banco de quartzito. Separa-se do conjunto anterior, pelas Falhas da Tranqueira - Pessegueiro.

A litologia mais característica desse conjunto é representada por um ritmo onde se alternam regularmente níveis brancos e escuros, de espessuras centimétricas. Os níveis escuros são carbonosos e compostos por argila, enquanto os brancos são mais espessos, e compostos por silte e argila. Nos níveis brancos é possível notar-se granodecrescência, contato erosivo ou brusco em relação ao nível escuro inferior e gradacional em relação ao nível superior, além de estruturas do tipo "hummocki".

Nos quartzitos predominam os tipos finos a médios, mas localmente podem ser observados termos correspondentes a areia grossa e grânulos, chegando a ser observado em um ponto, a presença de seixos. O grau de seleção é moderado em geral, ocorrendo entretanto termos bem e mal selecionados; os grãos mostram-se subangulosos a angulosos. Em alguns pontos ficou evidenciada tanto granodecrescência como granocrescência.

As camadas de mármoreos são dolomíticas, e de cor cinza. Caracterizam-se por apresentar bandamento sedimentar bem desenvolvido e níveis com abundantes estruturas estromatolíticas.

Formação Votuverava

Esta formação foi subdividida em três conjuntos litológicos distintos, designados de Bromado, Coloninha e Saivá. Em termos areais, o segundo é o mais importante

e característico dessa formação.

Litologicamente o conjunto Bromado é composto por filitos, quartzitos, metaconglomerados e filonitos. Os filitos, de um modo geral são de coloração vermelho-tijolo, podendo aparecer cores acinzentadas e esbranquiçadas. Algumas vezes mostram o aspecto de ritmo, quando exibem alternância de níveis milimétricos de silte e argila de cores variadas. Na maioria das vezes, entretanto, são homogêneos ou maciços. Os quartzitos mostram uma granulometria que varia de fina a grossa, sendo comum a presença de grânulos nos termos mais grossos. Seu grau de seleção é baixo, e são representados por corpos lenticulares de possança variável, mas raramente superior a uma dezena de metros. Os cantatos com os filitos são sempre bruscos.

Os conglomerados representam a litologia mais característica desse conjunto. São polimíticos, e aparecem em camadas, relativamente contínuas, que atingem várias centenas de metros. Sua matriz é pelítica a arenosa, mas em alguns casos está praticamente ausente, com o conglomerado sendo representado por uma massa de seixos. Os clastos variam muito em dimensão, indo desde grânulos a verdadeiros matacões, com mais de 0,5 m de diâmetro.

O principal corpo de metaconglomerado apresenta características marcantes de origem glacial. A péssima seleção do material sedimentado, a grande variedade composicional dos seixos, o pouco retrabalhamento dos clastos, a presença de seixos facetados junto a blocos com mais de 50 cm de diâmetro e a imaturidade do sedimento, levam a crer tratar-se de um tilito. Este conjunto litológico correlaciona-se com a Formação Iporanga (LEONARDOS, 1934), estando tectonicamente posicionado sobre o Coloninha.

O conjunto Coloninha é bastante variado, compreendendo metarenitos, metassiltitos, meta-ritmitos e metaconglomerados, intimamente relacionados, freqüentemente um gradando para o outro. Mostram estruturas sedimentares e sucessões estratigráficas compatíveis com aquelas definidas por BOUMA (1962) para descrever turbiditos. Os turbiditos proximais, caracterizados pela abundância de conglomerados monomíticos, que gradam para areia grossa, com abundante estratificação cruzada, localizam-se na base do conjunto, enquanto os intervalos c - d - e são mais freqüentes na parte média do mesmo. Junto ao topo, aparece um banco de metassiltito vermelho, maciço ou homogêneo, onde só localmente é possível individualizar níveis milimétricos de siltitos a arenitos muito finos intercalados, e que, na verdade, não chegam a quebrar a monotonia do pacote. Separa-se do anterior pela Falha do Votuverava.

O conjunto Saivá, inicia-se na base com um filito marrom escuro, com elevado teor de matéria carbonosa. Este é sucedido por um banco de mármore cinza escuro, relativamente homogêneo, porém, pode-se reconhecer localmente bandamento sedimentar e estruturas sedimentares primárias como estratificação cruzada, granodecrescência, níveis oolíticos e brechas sinsedimentares. O corpo apresenta-se em forma grosseiramente lenticular, dobrado, com maior espessura junto ao fechamento da Sinforma do Rio Abaixo. Para leste, adelgaça-se rapidamente, tornando-se mais homogêneo e escuro, passando lateralmente a metamarga ou meta-ritmito carbonático.

Posicionado sobre o mármore, aparece um pacote de filitos vermelhos, homogêneos, na base, que aparentemente gradam para cima a verdadeiros ritmitos. Junto ao ápice da Sinforma do Rio Abaixo, ocorre entre ambos um corpo relativamente espesso de metabasito alterado, de cor vermelho-amarelado. Ao que tudo indica, esse conjunto mantém sua posição original sobre o anterior, pois não foi caracterizada com segurança, a natureza de contato tectônico entre ambos.

Formação Antinha

A denominação "Seqüência Antinha" foi sugerida por PONTES (1981, 1982) para designar um pacote de metassedimentos clásticos, posicionados imediatamente a norte da Falha de Morro Agudo, considerando-a mais jovem que a Formação Votuverava, tendo em vista seu grau metamórfico mais baixo e padrão estrutural mais simples. Não incluiu nessa Seqüência, o pacote de metacalcários calcíficos da Serra do Vuturuvu, preferindo mantê-lo na Formação Votuverava.

Mais tarde, DIAS & SALAZAR Jr. (1987), reestudando essa Seqüência, mostraram que, na verdade, os metacalcários da Serra do Vuturuvu posicionam-se estratigraficamente sobre os metassedimentos clásticos, incluindo-os nessa unidade, que por sua vez pertence ao Grupo Açungui. Para CAMPANHA et al. (1987), a Seqüência Antinha inclui-se no Subgrupo Lajeado (CAMPANHA et al., 1986) correspondendo à parte mais carbonática da Formação Votuverava clássica.

A questão do posicionamento estratigráfico desses metacalcários está ainda aberta à discussão. Existem de fato, afloramentos de metacalcários em que se nota intenso cisalhamento acompanhado de lenticularização tectônica, enquanto em outros o metacalcário mostra-se praticamente indeformado, deixando à mostra, estruturas sedimentares preservadas. No primeiro caso, há evidências positivas no sentido de que essas rochas foram afetadas pelo SCA; no segundo, os metacalcários preservaram-se do, ou formaram-se após o evento de cavalgamento. A nosso ver, trata-se simplesmente de diferentes produtos da deformação heterogênea que atingiu todo o Grupo Açungui.

Nesse trabalho, prefere-se atribuir a denominação de Formação Antinha à Seqüência do mesmo nome, mas na concepção de DIAS & SALAZAR Jr. (op.cit.), e agrupar as unidades A e B desses mesmos autores sob a denominação de Conjunto Tacaniça. Os metacalcários da unidade carbonática ou D, são aqui denominados de conjunto Capivara e os metassedimentos clásticos da Unidade D, de conjunto Vuturuvu. O empilhamento estratigráfico original está preservado, pois não foram reconhecidas falhas nos limites entre os conjuntos. No entanto, a Formação como um todo é alóctone ou parautóctone, pois seu limite inferior é tectônico, representado pela Falha do Brejal.

O conjunto Tacaniça é representado essencialmente por rochas clásticas finas, com predomínio de meta-ritmitos, metarenitos finos e metassiltitos, freqüentemente exibindo micro-estratificação cruzada. Metaconglomerados oligomíticos são relativamente comuns, com seixos de quartzo centimétricos, subarredondados e imersos em matriz arenosa.

O conjunto Capivara é representado essencialmente por metacalcários rítmicos, de cor cinza-claro e escuro. Para o topo são freqüentes intercalações de níveis grafitosos e filíticos de espessuras centimétricas, quando então os carbonatos passam rapidamente a metamargas e metassiltitos carbonatados, localmente ainda com lentes métricas e decamétricas de metacalcário calcítico puro. Reconhecem-se faixas com intercalações métricas de metacalcário dolomítico e níveis de brechas sedimentares.

O conjunto Vuturuvu é constituído por meta-ritmitos arenosos, níveis metaconglomeráticos, metassiltitos, metarenitos e metargilitos. Estruturas sedimentares como laminação plano-paralela e gradacional são comuns. Os estratos em geral iniciam-se por uma parte grossa, bastante imatura, e gradam para metarenitos maduros, metassiltitos e metargilitos.

CONCLUSÕES

O Grupo Açungui apresenta-se polideformado, mas as diversas fases podem ser convenientemente relacionadas a três principais sistemas de deformação, denominados de Sistema de Cavalgamento Açungui, que é o mais antigo, Sistema de Dobramento Açungui e Sistema de Transcorrência Lancinha, com os dois últimos podendo ao menos em parte, estarem geneticamente relacionados.

O Sistema de Cavalgamento Açungui é responsável por grande variedade de estruturas, como falhas de cavalgamento, dobras D1, planos de foliação S1 (ou C), S, S2 e lineações dos tipos "a" e "b". Ao todo, foram identificadas 16 falhas de cavalgamento, relacionadas a dois eventos: a) evento principal, com sentido de deslocamento noroeste-sudeste, e b) de retrocavalgamento, cujo sentido de movimentação é de sudeste para noroeste.

As dobras D1 caracterizam-se por apresentar pelo menos um dos flancos rompidos, estando associadas aos cavalgamentos. A foliação S1 dispõe-se paralela ou subparalelamente ao acamamento sedimentar e aos principais cavalgamentos; a S ocorre associada à S1 (ou C), formando ângulos geralmente entre 15 e 20° e a S2 é de caráter local, relacionando-se aos retrocavalgamentos. A deformação associada a esse sistema é heterogênea e a disposição espacial das falhas de cavalgamento se dá segundo o modelo duplex.

O Sistema de Dobramento Apiaí caracteriza-se por generalizado dobramento de S0, S1, falhas de cavalgamento e demais estruturas originadas no SCA. As dobras têm dimensões variadas e seus eixos são sub-horizontais, com predomínio de caimentos para sudoeste na Formação Capiru e para nordeste nas Formações Votuverava e Antinha; o plano axial é subvertical. Localmente desenvolve-se uma foliação S3 em posição plano-axial. As principais estruturas desse sistema são as Antiformas do Setuva, Cerne, Caetê, Betara e Brejal, e as Sinformas de Almirante Tamandaré, Rio Abaixo, Vuturuvu e a Estrutura de Santa Rita.

Ao Sistema de Transcorrência Lancinha associam-se as Falhas da Lancinha e de Morro Agudo, que subdividem a área estudada em três blocos tectônicos, cada um com uma

organização estrutural e estratigráfica distinta. Falhas sintéticas e antitéticas compõem, sendo as primeiras representadas pelo da Cerne, Cal e Mata, com sentido de movimentação lateral-direita, e as últimas, caracterizadas por faixas de concentração de clivagem de fratura direcionada para noroeste, evidenciam sentido de movimentação lateral-esquerda. Algumas dobras escalonadas apresentam granitogênese associada; a Falha da Lancinha evidencia reativação anti-horária do Mesozóico em diante.

Em termos estratigráficos, o Grupo Açungui compreende as Formações Capiru, Votuverava e Antinha. O atual arranjo interno das duas primeiras é devido ao SCA, que justapôs tectonicamente, diferentes conjuntos litológicos. Na Formação Capiru, distinguem-se os conjuntos Juruqui, Rio Branco e Morro Grande e na Formação Votuverava, os conjuntos Bromado, Coloninha e Saivá. Na Formação Antinha, distinguem-se os conjuntos Tacaniça, Capivara e Vuturuvi, aparentemente mantendo a organização estratigráfica original, mas a formação como um todo é alóctone ou parauctóctone.

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho foi possível devido ao suporte financeiro oferecido pela Mineropar-Minerais do Paraná S/A, através de convênio com o Departamento de Geologia da UFPR, e pela FINEP/PADCT, cont.nº 43.89.00.41.00. Agradecimentos especiais aos professores Paulo Cesar Soares e Elimar Trein, pelas profícuas discussões sobre a geologia do Pré-Cambriano paranaense. Agradecimentos também ao desenhista Oto Laurentino Rosa, pela elaboração das figuras apresentadas no texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTHÉ, D.; CHOUKRONE, P.; GAPAIS, D. (1979) Ortho-gneiss, mylonite and non-coaxial deformation of granites: the example of the South Armonican Shear Zone. *Journal Structural Geology*, 1:31-42.
- BIGARELLA, J.J. & SALAMUNI, R. (1958) Estudos Preliminares da Série Açungui. VIII - A Formação Votuverava. *Boletim do Instituto de História Natural. Geologia* (2):1-6.
- BIONDI, J.C. (1989) *Mapa Geológico do Estado do Paraná*. Escala 1:650.000. Mineropar, Curitiba, PR.
- BOUCHEZ, J.L. & LISTER, G.S. (1982) Fabric Asimmetry and shear sense in movement zones. *Geologische Rundschau*, 72:401-419.

- BOUMA, A.H. (1962) *Sedimentology of some flysch deposits*. Amsterdam, Elsevier, 264 p.
- BOYER, S.E. & ELLIOT, D. (1982) Thrust systems. *A.A.P.G. Bulletin*, 66:1196-1230.
- BUTLER, R.W.H. (1982) The terminology in thrust zones. *Journal Structural Geology*, 4(3):239-245.
- CAMPANHA, G.A.C.; GIMENEZ FILHO, A.; CAETANO, S.L.V.; PIRES, F.A.; DANTAS, A.S.L.; TEIXEIRA, A.L.; DEHIRA, L.F. (1986) Geologia e estratigrafia da região das falhas Iporanga e Gruta do Diabo, Vale do Ribeira, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., Goiânia, 1986. *Anais*. Goiânia, SBG. V.2, p.1058-1073.
- CAMPANHA, G.A.C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. (1987) Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da Faixa de Dobramento Apial. In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1987. *Atas*. Curitiba, SBG. V.2, p.725-742.
- DIAS, M.V.F. & SALAZAR Jr., O. (1987) Geologia da Seqüência Antinha - Grupo Açungui, PR. In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1987. *Atas*. Curitiba, SBG. V.1, p.263-279.
- EBERT, H. (1971) Observações sobre a litologia e subdivisão do "Grupo Setuva" no Estado do Paraná, com sugestões à tectônica geral do "geossinclíneo Açungui". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. *Anais*. São Paulo, SBG. V.1, p.131-146.
- FIORI, A.P.; TREIN, E.; CAMARGO, E.C.; REIS NETO, J.M.; NADALIN, J.R.; MONASTIER, M.S.; LIMA, R.E.; VEIGA, R.A.; FUMAGALLI, C.E.; GOMES, D.L.; SALAMUNI, E.; FASSBINDER, E.; GOIS, J.R. (1985) *Estudos geológicos integrados do pré cambriano paranaense*. Curitiba, UFPR/Mineropar. 203p.
- FIORI, A.P. (1985) Avaliação preliminar do deslocamento ductil das falhas da Lancinha e de Morro Agudo no Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, (36):15-30.
- FIORI, A.P.; SALAMUNI, E.; FASSBINDER, E. (1987) Geologia da região de Bateias-Bocaiuva do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1987. *Atas*. Curitiba, SBG. V.2, p.773-788.
- FIORI, A.P. (1987) *Aspectos estruturais e estratigráficos do Grupo Açungui e da Formação*

- Itaipococa no Estado do Paraná.** Curitiba, Convênio UFPR/Mineropar. 191p.
- FIORI, A.P. (1989) **Geologia do Grupo Açungui na região de Bateias-Bocaiuva do Sul.** Curitiba, Convênio UFPR/Mineropar. 251p.
- FIORI, A.P. (1991) **Tectônica e Estratigrafia do Grupo Açungui a norte de Curitiba.** São Paulo, 261p. (Tese de Livre-Docência - Instituto de Geociências/USP).
- FRITZONS Jr., O.; PERKARZ, G.F.; FALCADE, D. (1982) **Geologia e Potencial Econômico do Grupo Setuva (PR).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, 1982. **Anais.** Salvador, SBG. V.3, p.987-1001.
- GOIS, J.R.; SALAMUNI, E.; FIORI, A.P. (1985) **Lineamentos e compartimentos tectônicos do Pré-Cambriano Paranaense.** In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2., Florianópolis, 1985. **Anais.** Florianópolis, SBG. V.1, p.159-171.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D; COIMBRA, A.M. (1975) **The Ribeira Folded Belt.** **Revista Brasileira Geociências**, 5(4):257-266.
- HASUI, Y.; CREMONINI, O.A.; BORN, H. (1984) **Considerações sobre o Grupo Açungui em São Paulo e porção adjacente do Paraná.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. **Anais.** Rio de Janeiro, SBG. V.7, p.3297-3306.
- HASUI, Y. (1986) **Novo modelo geológico do Vale do Ribeira.** São Paulo, IPT (Relatório 23742).
- LEONARDOS, O.H. (1934) **Nota sobre a geologia do distrito de Iporanga, SP.** **DNPM, Rel.564.**
- LISTER, G.S. & SNOKE, A.W. (1984) **S-C mylonites.** **Journal Structural Geology**, 6:617-638.
- MARINI, O.J.; TREIN, E.; FUCK, R.A. (1967) **O Grupo Açungui no Estado do Paraná.** **Boletim Paranaense de Geociências**, (23-25):43-104.
- MORITZ Jr., A.R. & FIORI, A.P. (1986) **Análise de seixos deformados da Formação Camarinha.** In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1987. **Atas.** Curitiba, SBG. V.1, p.107-121.
- PONTES, J.B. (1981) **Investigações e Potencialidades Econômicas da Formação Água Clara (PR).** Curitiba, **Rel.Interno da Mineropar.**

- PONTES, J.B. (1982) Geologia e Potencialidades Econômicas da Formação Água Clara (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, 1982. *Anais*. Salvador, SBG. V.3, p.1002-1016.
- SOARES, P.C. (1987) Seqüências tecto-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do Escudo Paranaense. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1987. *Atas*. Curitiba, SBG. V.2, p.743-771.

Recebido em 03/08/1992.

Aprovado em 29/09/1992.