

## A MEGAFALHA DE CUBATÃO NO SUDESTE BRASILEIRO

G.R. Sadowski<sup>1</sup>

### RESUMO

O conjunto de falhas, conhecidas como transcorrentes, que bordejia a costa sudeste brasileira envolvendo as falhas denominadas de Cubatão, Além-Paraíba, Lancinha, Itapeúna, etc., constitui parte de um Sistema de Falhamento de mais de 2.000 km de extensão com evolução e estruturação complexa, ao qual designamos de Sistema de Falhamento Cubatão ou Megafalha do Cubatão.

A falha do Cubatão propriamente dita, apresenta divisão longitudinal em segmentos cujas deformações expõem diferentes níveis estruturais. O segmento sudoeste do lineamento é representativo do nível estrutural superior e, conforme avançamos para NE, passa a afetar rochas mais profundas, com o surgimento de estruturas características de deformação própria a níveis inferiores.

A junção da falha com o falhamento de Taxaquara é controvertida no seu desenlace. Os dados existentes indicam que esta última parece ser a feição dominante.

Os indícios texturais e tectogênicos de deformação mostram, para a falha de Cubatão, uma evolução extremamente complexa desde falhamento inverso até transcorrente dextral e sinistral, como normal a oblíquo. Cataclastos com evidências de recristalização posterior com imposição de novas xistosidades bem demonstram tal aspecto.

As idades de rochas ígneas afetadas variam desde o Proterozóico Superior até o Mesozóico. Reativações chegam a afetar sedimentos do Cenozóico. E, há evidências, embora ainda tênues, de movimentação atual ao longo de falhas de direção NW que não pertenceriam ao Sistema.

Em termos de compartimentação tectônica antiga, tem-se a impressão que ocorre um afinamento da crosta na sua porção sudeste. O sistema de falhamentos ter-se-ia originado no mecanismo de colisão e subseqüente tectônica de escape entre os Crátons Angolano e de São Francisco.

<sup>1</sup>Departamento de Geologia Geral, Instituto de Geociências/USP, São Paulo.

## ABSTRACT

The Cubatão Megafault System represents an extensive strike slip system exposed along about 800 km with a minimum breadth of about 150 km and a maximum of 350 km when considered as part of the Socorro-Guaxupé thrust wedges. The main fault zone is represented by the Cubatão-Além Paraíba and Lancinha faults. The extension of this fault zone has been detected beneath the sediments of the Paraná Basin for at least an additional 1,200 km implying a length of more than 2,000 km, which is longer than the San Andreas fault. The fault affects different structural levels of the crust and has exhibited different behaviour throughout its history of activity. It was essentially ductile at depth during the Proterozoic where deep granulites were dragged about 40 km along the Além Paraíba fault segment. The mylonites are folded and show an overprinted schistosity marked by neocrystallized biotites of Proterozoic age. The drags show the effect of right lateral kinematics during this phase; however left lateral activation is suggested by the distribution of a pattern of secondary faults related to later events. The fault system is offset at its intersection with the NW striking Guapiara, Ubatuba and Cabo Frio-Poços de Caldas Lineaments. The Cubatão fault sensu stricto shows a controversial thrust-strike slip pair involving a wedge of low grade metamorphic rocks. Oblique slip and transtensional basin formation evolved the fault system during the Tertiary and originated the Serra do Mar Rift. Plots of earthquake activity show that NW striking faults which cut the system transversally are still being activated. The origin of this enormous escarpment may be related to a collision between Proterozoic cratonic masses and consequent escape tectonics or, oblique subduction effects.

## INTRODUÇÃO

A geologia do sudeste brasileiro vem sendo palco de um número crescente de inovações em termos de modelos tectônicos e dados nestes últimos dez anos. A estruturação do arcabouço tectônico está se mostrando aparentemente bem diversa da pressuposta anteriormente. Os aspectos mais notáveis são, por mais estranho que pareça, aqueles levantados pelos pesquisadores pioneiros. O Grupo São Roque aparentemente seria correlato cronologicamente a rochas da Série Minas e ao Açungui e com idades de deposição pré-brasilianas. Empurrões propostos por EBERT (1968) foram redescobertos com o nome de Sistema de Nappes Socorro-Guaxupé (CAMPOS NETO & VASCONCELLOS, 1985). Por outro lado, nota-se uma tectônica rúptil razoavelmente ativa durante o Fanerozóico pré e pós abertura do Atlântico (ZALAN et al., 1987; SADOWSKI, 1987). No que diz respeito à tectônica rúptil, as seguintes feições merecem destaque estando talvez relacionadas direta ou indiretamente:

- a. O sistema de meganappes Socorro-Guaxupé.
- b. O sistema de falhamentos transcorrentes que designamos Cubatão

(SADOWSKI & MOTIDOME, 1987), ativo desde o Pré-cambriano.

- c. O sistema de falhas da borda da bacia costeira de Santos.
- d. O sistema de rift terciário da Serra do Mar (ALMEIDA, 1975).
- e. O conjunto de lineamentos e enxames de diques de direção NW correspondentes ao arco de Ponta Grossa, Lineamentos Guapiara, Ubatuba e Cabo Frio-Poços de Caldas (SADOWSKI, 1987) ao qual correspondem algumas feições possivelmente ativas durante o Cenozóico até o presente.

## EXTENSÃO

O Sistema Cubatão inclui várias zonas de cisalhamento extensas, subparalelas e com características semelhantes, sendo geralmente miloníticas de alto ângulo e com direções oscilantes entre N30E a N70E. Várias apresentam evidências de cisalhamento direcional. Possuem nomes locais tais como Freires, Agudos Grandes, Ribeira, Itapeúna, Boquira, Taxaquara, Caucaia, Jaguari, Além Paraíba, Lancinha, Cubatão, etc. Este Sistema se estende em largura, desde o Atlântico até a borda Sul-Sudeste do Estado de Minas Gerais, por cerca de 300 km, no caso de envolver as cunhas de empurrão Socorro-Guaxupé, ou então, até aos arredores do falhamento de Jandiuvira na borda da cunha de Socorro, totalizando 150 km de largura. Há dúvidas em se sobrepor estes dois sistemas, transcorrente e de empurrão, podendo eventualmente estar associados num sistema de tectônica de escape ou, então, corresponderem a dois eventos tectônicos distintos, o primeiro de cavalgamento e, o segundo, transcorrente.

O termo "transcorrente" nem sempre parece adequado à primeira vista, pois foi introduzido por ANDERSON (1951) para indicar falhas que cortam ou truncam estruturas ou dobramentos. No caso em questão, o arrasto dúctil das estruturas para dentro e paralelamente à zona de cisalhamento torna difícil a definição deste truncamento no campo.

O Sistema Cubatão apresenta, como zona de falhamentos principal, o alinhamento de três segmentos de falha: Lancinha-Itapeúna, Cubatão e Além Paraíba. O comprimento exposto é de cerca de 800 km. A falha se estende por cerca de mais 1300 km sob a Bacia do Paraná (ZALAN et al., 1987) até o Estado do Rio Grande do Sul, totalizando mais de 2000 km de extensão.

## LOCALIZAÇÃO TECTÔNICA

A zona de falha Lancinha-Cubatão-Além Paraíba ou simplesmente Cubatão, separa o conjunto de rochas de alto grau dominante dos blocos Costeiros e Itatins (ou Joinville) do conjunto de rochas a NW, portador de diferentes associações metamórficas.

O bloco Itatins apresenta estruturas arqueadas ("arcuate") com convexidade

para W, sendo constituído por maciços granulíticos arqueanos entremeados por algumas faixas metassedimentares de baixo grau de idade indefinida e limitados a Nordeste pela falha de Itariri. O bloco Costeiro apresenta rochas de idade Brasileira. O conjunto de blocos a NW da falha é representado por metassedimentos Açungui-São Roque de deposição possivelmente atribuível ao Proterozóico Médio e por maciços antigos pré-brasilianos e, inclusive arqueanos, entremeados por granitóides brasilianos.

A zona de falha de Cubatão apresenta-se segmentada nas seguintes porções na área de embasamento exposto (Fig. 1):

**Segmento Lancinha** - se estende da bacia do Paraná até a planície aluvionar do baixo Ribeira sendo interrompido (?) pelo Lineamento de Guapiara onde, no local de Sete Barras, foi definido um graben com cerca de 350 km de sedimentos Cenozóicos. O segmento Lancinha corta rochas de baixo grau metamórfico o qual passa a ser mais intenso a NE.

**Segmento Cubatão "sensu strictu"** - onde a falha se apresenta associada a uma faixa de metassedimentos de baixo grau. Estende-se desde a baixada do Ribeira até as proximidades de reservatório de Ponte Nova onde é desviado por efeito de um lineamento NW (Ubatuba; RIDEG, 1974). A partir deste trecho ocorre complexidade crescente até o ponto de convergência com a falha de Taxaquara (tal como proposta por HASUI et al., 1978, que designamos como Taxaquara I face à possível controvérsia da extensão da Taxaquara até este local). Neste trecho, a Norte de Paraibuna, fica-se na dúvida sobre qual a falha dominante após o cruzamento destas duas feições. No entanto, observa-se a continuidade do bloco de metassedimentos cavalgado dentro da zona de falha, típico da falha de Cubatão. Neste caso a falha de Cubatão se estende até próximo à borda com o Estado do Rio de Janeiro, onde a falta de dados impede a caracterização da sua continuidade. Todavia, na imagem de Radar observa-se um "off set" aparente, escalonado ascendente, com a falha de Além Paraíba.

**Segmento Além Paraíba** - afeta rochas de alto grau metamórfico, com patente deformação dúctil própria dos níveis estruturais profundos, com arrasto dextral de cerca de 40 a 50 km, visível em imagem de satélite.

A área de "off set" mereceria ser investigada em detalhe, pois os escalonamentos deste tipo podem resultar em zonas de achatamento e empurrões no caso de falhas dextrais e, de grabens rômnicos do tipo transtraccional ou "rombochasmos" no caso de falhamento sinistral.

A falha possui terminação em "splay" (em leque) ou rabo de cavalo, em direção ao Estado do Espírito Santo.

## EXPRESSÃO TOPOGRÁFICA

A Megafalha do Cubatão apresenta notável depressão topográfica linear associada à erosão diferencial da faixa de metassedimentos associada à falha de Cubatão, bem como na área dos milonitos, tanto da falha de Além Paraíba como na Lancinha. Na área da

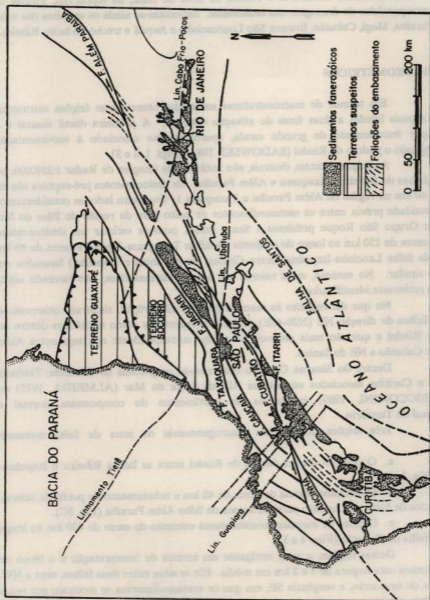


Figura 1 - Sistema de Megafalhas Curitiba.

borda da Bacia do Paraná observa-se o reflexo da zona de falha, na topografia, através de alinhamentos paralelos da drenagem nos sedimentos. Salientam-se ainda os encaixes dos vales dos rios Paraíba, Mogi, Cubatão, Branco, São Lourençinho e Juquiá e trecho do baixo Ribeira.

## ASPECTOS GEOMÉTRICOS

Em termos de macroestruturas associadas observam-se feições estruturais dúcteis e rúpteis ligadas a duas fases de ativação distintas. A primeira dúctil destal e a segunda, por fraturamento de grande escala, aparentemente associado à movimentação sinistral segundo o padrão de Riedel (SADOWSKI, 1984) (Figs. 1, 2 e 3).

As feições dúcteis, destrais, são notáveis em imagem de Radar 1:250.000, ao longo das falhas de Ribeira, Taxaquara e Além Paraíba. Os deslocamentos pré-ruptura são da ordem de 40 km na região de Além Paraíba e Taxaquara I. Por outro lado, se considerarmos uma continuidade prévia entre os metassedimentos de baixo grau da região de Pilar do Sul, com os do Grupo São Roque próximos a Santa Isabel, pode-se estimar um deslocamento destal de cerca de 150 km ao longo do conjunto de falhas Taxaquara-Jaguari e cerca de 80 km ao longo da falha Lancinha-Itapeúna (entre Colônia de Abrantes e Itapeúna) baseados em correlação similar. No entanto, estes valores são apenas especulativos, não havendo ainda níveis-guia realmente identificados.

No que diz respeito às macrofeições de nível rúptil, sinistrais, observam-se fraturas e falhas de direção NE (N20-40E) destrais interpretadas como antitéticas dentro do modelo de Riedel e que são mais notáveis no trecho correspondente aos segmentos Além Paraíba e o Cubatão a NE de Santos.

Dentro do Sistema Cubatão observam-se os grabens de Rezende, Taubaté, São Paulo e Curitiba associados ao sistema Rift da Serra do Mar (ALMEIDA, 1975) ou Sudeste (RICCOMINI, 1989) indicativos de movimentos de componente normal e transtensional do Terciário.

Três feições notáveis na macrogeometria da zona de falha merecem destaque:

- a. O possível duplex destal de Riedel entre as falhas Ribeira e Itapeúna-Lancinha (Fig. 2A).
- b. Os arrastos dúcteis de cerca de 40 km e achatamento de perfis de dobras, acompanhados de forte estiramento paralelo à zona de falha Além Paraíba (Fig. 3C).
- c. O bloco de metassedimentos numa extensão de cerca de 400 km ao longo da zona de falha de Cubatão (Figs. 4 e 5).

Destas feições, a mais intrigante em termos de interpretação é o bloco de metassedimentos com largura de 1 a 3 km em média. Ele se situa entre duas falhas, uma a NW, com indícios de empurrão, e vergência SE, em que os metassedimentos se mostram por vezes cavaleados por gnaiesses e granitos e, outra, que limita o bloco a SE, subvertical de caráter

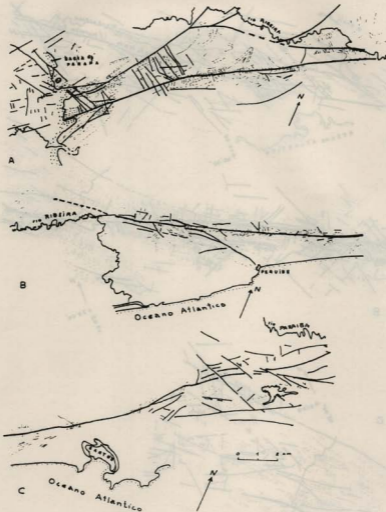


Figura 2 - Interpretação de imagens a distância dos padrões estruturais do Sistema de Falhamento de Cubatão com ênfase na Zona de Falha e feições associadas. Fraturas maiores em traço contínuo espesso e foliações em traço interrompido mais fino. De A para C no sentido SW para NE: A: Duplex de Ricôel e reflexos na cobertura sedimentar; B: zona de interrupção na área do baixo Ribeira e entroncamento com a falha de Itariri; C: complicação e possível desvio cumulativo destal na área da Barragem Ponte Nova. Fonte: Interpretação de imagens de Radar e Landsat.



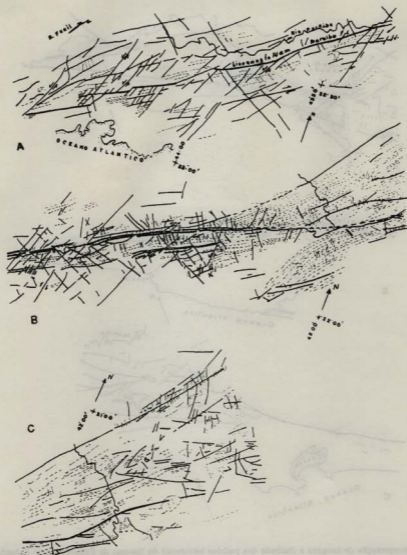


Figura 3 - Idem Figura 2; sucessivas imagens de SW para NE. A: Offset escalonado ascendente na região de encontro com a Falha Além Paraíba; B: Arrasto dúctil de caráter dextra; C: Tendência à dissipação em "splay". Escala indicada, igual para todas as figuras. Traçado fino: foliações; traço cheio: falhas.



lateral (?). Os indícios de cavalgamento são aparentes inclusive na microestrutura com estiramentos de mergulho na zona de falha, contradizendo uma mecânica transtracional e favorecendo mecanismos de transpressão.

As feições geométricas, observadas até agora na microestrutura, mostram uma fase de forte estiramento horizontal na zona das falhas de Lancinha (Formação Camarinha) e Além Paraíba, porém menos intenso em trechos da falha de Cubatão.

Os dados de análise cinemática pelos métodos de análise de estrias e falhas são escassos, e se restringem à fase rúptil-friável, não sendo suficientes principalmente face a alguns resultados contraditórios, provavelmente associados à intersecção de estruturas originárias de diferentes reativações. Algumas estruturas menores notáveis são:

- Dobras em bainha de seção circular em quartzitos no falhamento Taxaquara I, com indicações de estiramento horizontal tipo prolato. Tais dobras afloram em cortes da Rodovia dos Tamoios no Estado de São Paulo.

- Lineação de estiramento segundo o mergulho no trecho de cavalgamento do embasamento granito gnáissico sobre os filitos e xistos da faixa metassedimentar associada ao falhamento de Cubatão, nas proximidades de Paraibuna.

- Transposição no mínimo de 3ª fase de deformação nos xistos e filitos cavalgados próximo a Paranapiacaba.

- Dobramento dos milonitos da zona de falha de Cubatão no trecho transcorrente, com xistosidade plano axial superimposta e salientada por biotitas recristalizadas (Vales dos rios Cubatão e São Lourençinho).

- Estruturação oblata nos grãos de quartzo em milonitos, em trechos da faixa milonítica na região de Cubatão.

- Estiramento subhorizontal linear intenso em conglomerados polimícticos da formação Camarinha no Paraná (FASSBINDER, 1990).

- Deslocamento sinistral de 900 m na horizontal afetando diques de diabásio ao Norte de Curitiba na luz da falha de Lancinha (FIORI, 1985; in: FASSBINDER, 1990) e métrico em diques menores.

- Falta de deslocamento expressivo em enxames de diques mesozóicos que cortam a falha de Lancinha na área do arco de Ponta Grossa (região de Pombas e arredores a NE de Curitiba) (FASSBINDER, 1990).

- Milonitização do granito de Paranapiacaba, datado em  $480 \pm 60$  Ma (K/Ar) (SADOWSKI, 1974) e de pegmatito brasileiro na região de Três Rios (CAMPANHA, 1981).

## CINEMÁTICA PROVÁVEL

Os dados existentes demonstram que a fase de deformação destal, com componente dúctil, foi a mais expressiva envolvendo deslocamentos de dezenas de quilômetros no mínimo e, eventualmente, da ordem de 80 km. A distribuição da intensidade de rejeito

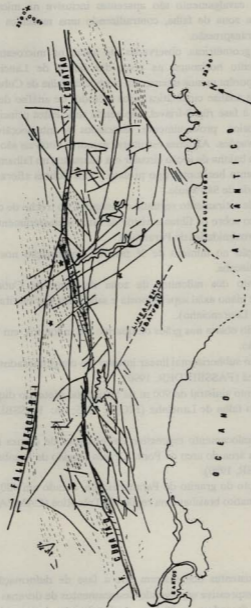


Figura 4 - Interpretação da imagem de Radar da Zona e Complexidade Estrutural na região entre as barragens de Paraulibuna (a E) e Ponte Nova (a W).  
 Notar arrasto na direção da Falha Taxaquara I e desvio da zona de falha ao longo de falhas NW. As estrelas indicam epicentros de sismos (induzidos ou não) monitorados. Padrão cinza é igual a metassedimentos.

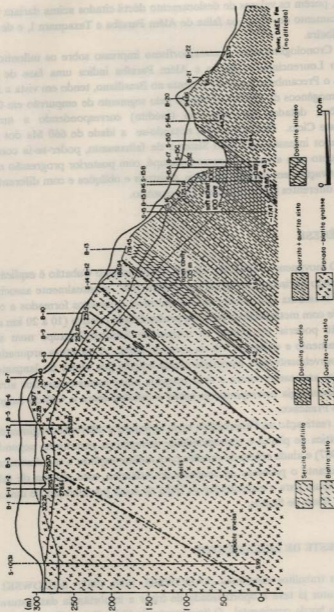


Figura 5 - Seção geológica na área da componente de encailhamento da zona de falha de Cubatão na Serra do mesmo nome, próximo às adutoras da Usina Henry Borden. Baseada em relatório inédito do DAEF, reinterpretado.

pode ser variável, porém os valores de deslocamento dúctil citados acima dariam um patamar inferior de deslocamento de 40 km na falha de Além Paraíba e Taxaquara I, e de cerca de 20 km na falha de Ribeira.

Cronologicamente, o metamorfismo impresso sobre os milonitos nas áreas dos vales de São Lourençinho, Cubatão e Além Paraíba indica uma fase de geração de milonitos durante o Precambriano, provavelmente no Brasiliano, tendo em vista a idade Rb-Sr de migmatitos homogêneos de 550 Ma, afetados pelo segmento de empurrão em Cubatão, no vale do rio Pilões, datados por Sadowski (inédito) correspondendo a uma fase de metamorfismo deste Ciclo. Por outro lado, notando-se a idade de 660 Ma dos gnaisses de Santa Isabel afetados intensamente pelo Sistema de falhamento, poder-se-ia considerar sua atividade em conjunto com a nappe Socorro-Guaxupé, com posterior progressão no Cambro-Ordoviciano e reativações em regimes diversos, sinistrais e oblíquos e com diferentes taxas de deslocamento, em diferentes locais durante o Fanerozóico.

## MODELOS DE GÊNESE

O movimento dextral do sistema de falhamento Cubatão é explicável por um sistema de compressão horizontal no quadrante N60 a 100°, eventualmente associado a uma colisão continental brasileira que colocou ao mesmo nível, granulitos formados a cerca de 40 km de profundidade com metamórficas de baixa profundidade relativa (10 a 20 km ao menos). Esta mesma colisão poderia ter gerado as nappes de Socorro-Guaxupé num sistema de tectônica de cavalgamento e escape a NW da zona de falha. A estrutura arqueada no bloco Curitiba-Itatins provavelmente está associada a esta colisão por efeito do lançamento deste maciço com terrenos arqueanos contra a área ocupada pelos metassedimentos atribuídos ao Açungui. Tal fenomenologia corresponderia então a colisões entre o Cráton Angolano e os Crátons Paraná-São Francisco.

A reativação no Fanerozóico seria atribuível a diferentes regimes de esforços associados à cinemática de placas e correspondente ativação da plataforma segundo exposto em SADOWSKI (1987) e ainda objeto de estudos para melhor explicar a sua dinâmica.

Durante o processo de abertura do Atlântico, este sistema de falhamentos provavelmente contribuiu para a estruturação da linha de costa por ativação de uma das falhas paralelas à borda da Bacia de Santos.

## O SISTEMA NOROESTE DE LINEAMENTOS

Em trabalhos anteriores (SADOWSKI, 1976, 1987; SADOWSKI & DIAS NETO, 1981) este autor já teve a oportunidade de frisar a importância das fraturas NW na evolução tectônica da borda continental. O lineamento de Cabo Frio e Guapiara são os mais

representativos deste sistema. RICCOMINI et al. (1989) comprovou a atividade de uma falha desta direção cortando o maciço alcalino de Itatiaia. Na presente análise, lançamos os epicentros de sismos medidos por equipamentos na região de Angra dos Reis e de Paraibuna, tendo observado sua localização sobre lineamentos de direção aproximada N60W (Fig. 4), em resposta a uma componente de compressão ainda a ser definida. Tal sismicidade, bem como a do Rio Grande do Norte, sugerem os efeitos de uma tectônica compressiva atuante na plataforma Sulamericana.

#### AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao CNPq o auxílio concedido para execução das pesquisas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. (1975) The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Suplemento, 48:15-26.
- ANDERSON, E.M. (1951) *The dynamics of faulting*. London. Oliver & Boyd. 206p.
- CAMPANHA, G.A.C. (1981) *O lineamento de Além Paraíba na área de Três Rios (RJ)*. São Paulo. 109p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências/USP).
- CAMPOS NETO, M. & VASCONCELLOS, A.C. (1985) *Relatório FAPESP* (inédito).
- EBERT, H. (1968) Ocorrências de fácies granulíticas do sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes em dependência da estrutura orogênica: hipótese sobre sua origem. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Suplemento, 40:216-229.
- FASSBINDER, E. (1990) *Análise estrutural da falha de Lancinha, Estado do Paraná*. São Paulo, 165p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências/USP).
- FIORI, A.P. (1985) Avaliação preliminar do deslocamento dúctil das falhas da Lancinha e Morro Agudo no Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, 36:15-29.
- HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P.; GALVÃO, C.A.C.F.; GIMENEZ, A.F.; ALMEIDA, M.A.; PIRES NETO, A.G.; MELO, M.S.; SANTOS, M.C.S.R. (1978) *Geologia da região administrativa 3, Vale do Paraíba e parte da região administrativa 2 do Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT. 78p. (Monografia IPT, 1).

- RICCOMINI, C. (1989) **O rift continental do Sudeste do Brasil**. São Paulo. 256p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP).
- RICCOMINI, C.; NEUMANN, R.; MATOS, S.L.F. (1989) Convergent strike-slip faulting in a passive continental margin, southeastern Brazil. In: **INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 28.**, Washington, 1989. **Abstracts**. Washington, International Union of Geological Sciences.
- RIDEG, P. (1974) **Geology of the Serra do Mar ridge**. New York. 189p. (Thesis PhD, University of New York).
- SADOWSKI, G.R. (1974) **Tectônica da Serra de Cubatão, SP**. São Paulo. 158p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP).
- SADOWSKI, G.R. (1976) Ativação de plataforma na América do Sul e as zonas de fratura do Atlântico Sul. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29.**, Ouro Preto, 1976. **Anais**. Ouro Preto, SBG. V.4, p.13-23.
- SADOWSKI, G.R. (1984) Estado da Arte do Tema: **Geologia Estrutural de Grandes Falhamentos**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33.**, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro, SBG. V.4, p.1767-1793.
- SADOWSKI, G.R. (1987) A possible relation between pulses of platform activation and plate kinematics. **Tectonophysics, 143**(1-3):43-57.
- SADOWSKI, G.R. & DIAS NETO, C.M. (1981) O lineamento sismotectônico de Cabo Frio. **Revista Brasileira de Geociências, 11**:209-212.
- SADOWSKI, G.R. & MOTIDOME, M.J. (1987) Brazilian megafaults. **Revista Geológica do Chile, 31**:61-75.
- ZALAN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANOTTO, O.A. (1987) Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: **SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3.**, Curitiba, 1987. **Atas**. Curitiba, SBG. V.1, p.441.477.

Recebido em 23/08/1990.  
Aprovado em 04/03/1991.