

TECTONISMO EM PERFÍS DE ALTERAÇÃO DA SERRA DE ITAQUERI (SP): ANÁLISE ATRAVÉS DE INDICADORES CINEMÁTICOS DE FALHAS

Marcilene dos SANTOS ¹ & Francisco Sergio Bernardes LADEIRA ²

(1) Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São José do Rio Pardo, Faculdade Euclides da Cunha, Avenida Deputado Eduardo Vicente Nasser, 1020. CEP 13720-000. São José do Rio Pardo, SP. Faculdades Integradas de Jaú. Rua Tenente Navarro, 642. Jaú, SP. Endereço eletrônico: vicediretora@feucriopardo.edu.br. (2) Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas (UNICAMP). Rua João Pandiá Calógeras, 51. CEP 13083 970. Campinas, SP. Endereço eletrônico: fsbladeira@ige.unicamp.br.

Introdução
Procedimentos
Contexto Geológico e Tectônico dos Depósitos
Litoestratigrafia
Estrutura
Perfis Lateríticos
Resultados Obtidos
Compartimentação Morfoestrutural
Análise Geométrica e Cinemática das Falhas e Zonas de Falhas
Evolução Tectônica
Considerações Finais
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – A Formação Itaqueri, terciária, está localizada na serra homônima no Sudeste do Brasil, sendo constituída por sedimentos depositados em ambientes de leques aluviais sob condições semi-áridas. Este estudo envolveu reconhecimento e análise de paleossolos e de feições tectônicas presentes, bem como suas inter-relações. As feições morfotectônicas e paleopedológicas caracterizam uma evolução cenozóica complexa, envolvendo mudanças climáticas significativas, diferentes pulsos de movimentação tectônica e eventos deposicionais distintos. Movimentações tectônicas cenozóicas soergueram e abateram a área sucessivamente, implicando inversão de relevo, destruição parcial dos sedimentos e dos paleossolos e desnivelamento de blocos. Tais movimentações são responsáveis pelo fato de que os perfis lateríticos apresentam-se completos em alguns locais e em outros, profundamente erodidos ou mesmo ausentes. A análise das falhas e de seus respectivos indicadores cinemáticos nos perfis lateríticos indicam dois pulsos distintos de movimentação tectônica distensiva: um pulso com σ_1 NE subvertical, σ_3 NW subhorizontal e σ_2 NE subhorizontal, e outro pulso com σ_1 NW subvertical, σ_3 NE subhorizontal e σ_2 NW subhorizontal. Tal movimentação pode estar relacionada à atividade neotectônica regional de caráter transcorrente, gerando, na área, zonas de falhas distensivas predominantemente NE e NW ao longo de lineamentos preexistentes.

Palavras-chaves: Neotectônica, Formação Itaqueri, paleossolo, Terciário, paleotensão.

ABSTRACT – *M. dos Santos & F.S.B. Ladeira – Tectonism in paleosols of Itaqueri Hill (SP): analysis by fault cinematic criteria.* The Itaqueri Formation, Tertiary, is located in Itaqueri Hill, Southeast of Brazil. It is composed of sediments deposited in an alluvial-fan environment under semi-arid conditions. The study involved recognition and analysis of paleosols, and tectonic features that affect them, as well as, their relationship. Cenozoic tectonic motions uplifted and lowered the area successively and led to relief inversion, partial destruction of the sediments and paleosols, and exposures in different altitudes along the area. The NW and NE normal fault zones form horsts and grabens along the Itaqueri Hill. Such displacements are responsible by the completeness of lateritic profile in some places and deep erosion or even absence in others. The analysis of the faults indicates two distinct episodes of extensional tectonic motion in the hill, both affecting the lateritic profile: an episode with σ_1 NE/subvertical, σ_3 NW/sub-horizontal and σ_2 NE/sub-horizontal, followed by other with σ_1 NW/sub-vertical, σ_3 NE/sub-horizontal and σ_2 NW/sub-horizontal. These extensional motions are related to the neotectonic activity of strike-slip regional regime, which occurred preferentially along NE and NW normal faults by reactivation of the pre-existing structures.

Keywords: Neotectonics, Itaqueri Formation, paleosol, Tertiary, paleostress.

INTRODUÇÃO

Os depósitos cenozóicos da Serra de Itaqueri, na porção central do Estado de São Paulo, próximos às cidades de Itirapina e São Pedro, foram alvos de estudos desde a década de 50, quando Almeida & Barbosa (1953) descreveram sedimentos areno-conglomeráticos existentes nas serras de Itaqueri, Santana, São Carlos e do Cuzuzinho, denominando-

os de Formação Itaqueri. Trabalhos recentes em escala de detalhe e regional têm adicionado novos e importantes dados para a elucidação da evolução cenozóica da região, especialmente quanto à atividade neotectônica (Ladeira & Santos, 1996; Riccomini, 1995, 1997; Hasui et al., 1998; Facincani, 2000; Ladeira, 2001) e estratigráfica (Riccomini, 1997; Ladeira, 2001).

Além da questão estratigráfica, ainda não completamente elucidada na área, tem-se também a questão da evolução geomorfológica de longa duração a ser melhor reconstituída. A área da Serra de Itaqueri foi interpretada como um exemplo clássico de superfície de erosão, cujo topo, associado a espessos ferricretes, corresponderia à Superfície Sul Americana (Penteado, 1969; Barreto, 1970; Ranzani et al., 1972; Oka-Fiori, 1987). A esta interpretação somam-se as de outros autores (Soares & Landim, 1976; Melo & Ponçano, 1983) que indicaram a presença de um depósito mais recente recobrendo as partes mais elevadas das serras de Itaqueri e São Pedro.

A dificuldade de interpretação da evolução desta área está associada aos diversos processos atuando sincronicamente ou sucessivamente ao longo da história cenozóica, justificando, em parte, a não elucidação

completa de sua evolução paleogeográfica até o momento e a diversidade interpretativa da evolução da área apresentada pela literatura. De outro lado, o entendimento de algumas características evolutivas da área assume grande importância, podendo contribuir para a interpretação de outras áreas, tendo em vista que os sedimentos da Formação Itaqueri e correlatos estão posicionados no reverso imediato das cuestas, em todo o Estado de São Paulo, conforme o mapeamento geológico efetuado pelo IPT (1981).

Este trabalho pretende acrescentar novas informações a respeito do tectonismo que afetou tais depósitos cenozóicos existentes na Serra de Itaqueri (Figura 1), obtidas a partir do reconhecimento e análise de falhas encontradas em perfis de alteração desenvolvidos em tais depósitos, e assim contribuir para a elaboração de seu quadro evolutivo cenozóico.

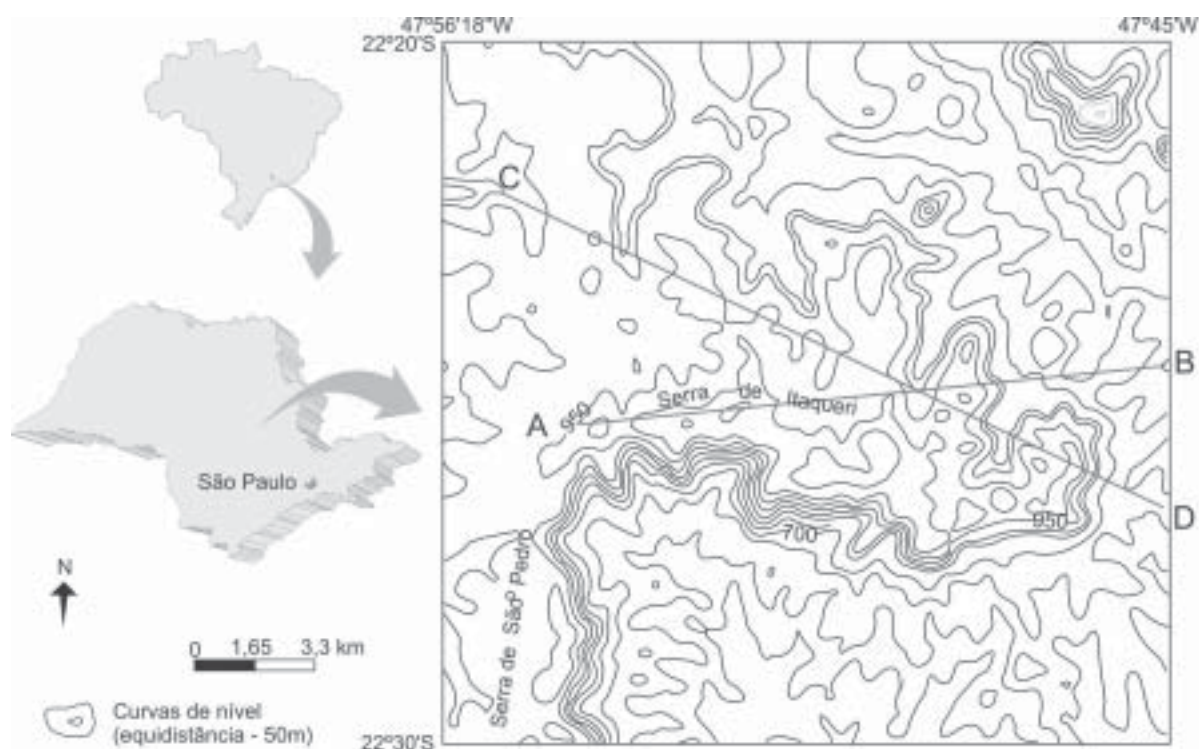


FIGURA 1. Localização da área e das seções geológicas esquemáticas A-B e C-D.

PROCEDIMENTOS

Este trabalho envolveu reconhecimento e análise de feições tectônicas nos sedimentos e paleossolos e suas inter-relações.

Com o objetivo de relacionar o quadro estrutural regional às zonas de falha da área enfocada, elaborou-se o mapa de lineamentos estruturais através da análise conjunta de lineamentos e anomalias de drenagem e relevo, a partir da carta topográfica de Campinas e da

porção extremo-oriental da carta topográfica de Bauru, ambas de escala 1:250.000.

A experiência adquirida com os trabalhos de campo na área mostrou que os horizontes caulíníficos dos perfis de alteração lateríticos favorecem a preservação dos indicadores cinemáticos das falhas, essenciais para a análise de paleotensões, provavelmente devido à textura argilo-arenosa e argilosa do material. Desta

forma, buscou-se o reconhecimento e mapeamento em escala 1:10.000 dos afloramentos contendo tais horizontes, com auxílio de cartas topográficas de mesma escala.

O perfil de alteração laterítico foi identificado através da presença de todos os horizontes característicos consagrados na literatura internacional (Nahon, 1976; Tardy, 1993; Séa et al., 1994; Zeese et al. 1994). Este perfil apresenta a seguinte seqüência da base para o topo (adaptado de Tardy, 1993):

1. horizonte saprolítico (caulinítico) – fácies basal do perfil de alteração, com ou sem estrutura parental preservada, estrutura maciça e textura tanto fina quanto grossa, dependendo do material parental;
2. horizonte mosqueado pouco endurecido – parte do perfil onde as estruturas da rocha matriz não são mais evidentes e as cores apresentam-se variegadas, com áreas de concentração e outras de perda de ferro;
3. horizonte mosqueado endurecido (carapaça) – acumulação ferruginosa com caulinita, goethita e hematita, apresentando eventualmente fortes concentrações de quartzo. É uma formação endurecida;
4. ferricrete (couraça) – acumulação endurecida de ferro sob a forma de hematita e goethita, mostrando ainda importantes concentrações de caulinita e também de quartzo; a gibbsita pode estar presente. Pode apresentar diferentes estruturas, como nodulares, pisolíticas, maciças ou vermiformes;
5. horizonte cascalhento ferruginoso friável de

superfície – corresponde ao solo ou os cascalhos que eventualmente recobrem as formações ferruginosas.

As falhas analisadas foram levantadas em campo em escala 1:10.000, através de observações de afloramentos inéditos e outros anteriormente descritos na literatura, em cortes de estradas, ao longo de escarpas (tanto associadas ao *front* de cuesta, como escarpas secundárias no reverso da cuesta) e de drenagens.

As falhas e suas respectivas estrias foram analisadas sob o ponto de vista geométrico e cinemático, seguindo os conceitos de Angelier & Mechler (1977), Angelier (1989, 1994) e Hasui (1990), com o auxílio dos programas computacionais Stereonet e TRADE (Carneiro, 1996). Os estereogramas resultantes foram organizados através do programa CorelDraw 12.0 para melhor qualidade de apresentação.

Os diagramas estruturais apresentados correspondem à rede de Schmidt-Lambert, tendo a semi-esfera inferior como referência.

A observação e a análise das falhas envolveram a determinação de suas direções, reconhecimento e determinação de seu movimento relativo e sentido de movimentação através de estrias e degraus ressaltados na superfície das falhas. As atitudes e sentido de movimentação de cerca de 160 falhas foram usadas na determinação de eixos de paleotensão através das técnicas dos diedros retos (Angelier & Mechler, 1977; Angelier, 1989, 1994).

CONTEXTO GEOLÓGICO E TECTÔNICO DOS DEPÓSITOS

LITOESTRATIGRAFIA

A área da Serra de Itaqueri é tradicionalmente reconhecida pelos sedimentos da Formação Itaqueri que a recobrem (Almeida & Barbosa, 1953; IPT, 1981; Melo & Ponçano, 1983; Ladeira, 2001, entre outros). Esta formação ocorre, na área, ora sobreposta aos basaltos da Formação Serra Geral ora aos arenitos eólicos da Formação Botucatu, pertencentes ao Grupo São Bento de idade juró-cretácica (Figura 2).

A Formação Itaqueri foi definida por Almeida & Barbosa (1953), descrevendo-a como uma seqüência com espessura de até 125 m, caracterizada pela alternância de arenitos com matriz argilosa, folhelhos, conglomerados e arenitos intensamente silicificados, destacando a predominância dos primeiros.

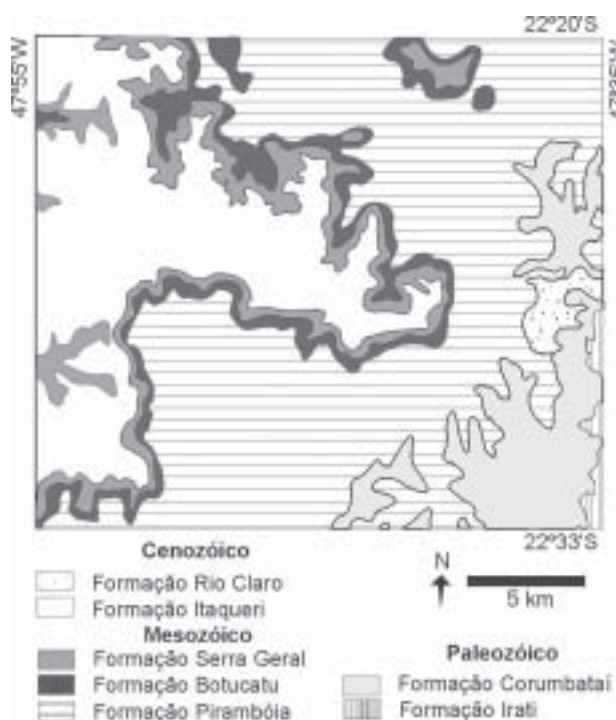


FIGURA 2. Geologia da área de estudo. Adaptado de IPT (1981).

Inicialmente, tais sedimentos foram interpretados como decorrentes de canais fluviais (Almeida & Barbosa, 1953). No entanto, estudos posteriores demonstraram tratar-se de sedimentos atribuídos a leques aluviais com presença de canais anastomosados, associados a depósitos de corrida de lama e depósitos grosseiros de fluxo de detritos, sob um regime de clima árido a semi-árido (Pires, 1982; Fúlfaro et al. 1983; Barcelos et al. 1983; Riccomini, 1995).

Riccomini (1995) detalhou as condições de tal sedimentação, indicando que na Serra de Itaqueri e São Pedro os sedimentos foram depositados sob condições de média e alta energia, diminuindo esta energia no sentido oeste e noroeste. Assim, segundo este autor, os leques aluviais rudáceos, bem desenvolvidos na Serra de Itaqueri e no flanco leste da Serra de São Pedro, passam a ter contribuição mais arenosa a oeste e noroeste, chegando a incorporar intercalações pelíticas nos arredores de Torrinha, indicando o sentido de transporte da sedimentação de leste-sudeste para oeste-noroeste.

Tão variável quanto seu conteúdo litológico é a interpretação de seu posicionamento estratigráfico. As primeiras interpretações a este respeito posicionam tais depósitos como formação basal da “Série Bauru” (Almeida & Barbosa, 1953), enquanto trabalhos mais recentes (Barcelos et al., 1983; Fúlfaro et al., 1983; Barcelos, 1984) atribuem tais materiais à deposição final do Grupo Bauru, não a identificando como “litofácies” da Formação Marília (como fizeram Soares et al., 1980, e Suguio, 1981), mas como formação independente dentro do Grupo Bauru. A dificuldade na determinação de seu posicionamento estratigráfico deve-se à ausência de continuidade espacial destes materiais com os demais do Grupo Bauru.

Entretanto, a filiação desta formação ao Grupo Bauru não é consensual. Para alguns autores a Formação Itaqueri seria correlata à elaboração da Superfície do Japi (Melo & Ponçano, 1983; Riccomini, 1995, 1997), sendo, portanto, atribuída ao Terciário Inferior (Riccomini, 1995; Fúlfaro & Perinotto, 1996). Datações recentes atribuem idade Neomaastrichtiana à Formação Marília (Dias-Brito et al. 2001) e fortalecem a hipótese de a Formação Itaqueri não pertencer ao Grupo Bauru, já que haveria um hiato significativo. Nestes sedimentos, mais para oeste, na região de Torrinha, Riccomini (1997) encontrou fósseis de gramíneas que evidenciaria, mais uma vez, o Cenozóico como o período de deposição destes materiais. Além desta evidência, Riccomini (1995, 1997) propôs que a porção silicificada da Formação Itaqueri teria resultado de processos hidrotermais associados à colocação da alcalina de Jaboticabal ao longo do Alinhamento do Rio Moji-Guaçu, datada em 54 Ma. (Ulbrich & Gomes,

1981), o que atestaria uma idade paleogênica para a Formação Itaqueri.

Para Ladeira (2001), o quadro da Formação Itaqueri sobre a serra homônima é mais complexo do que aquele apresentado pelos autores dos trabalhos anteriores. Este autor identificou na Formação Itaqueri, uma discordância significativa entre os materiais que a compõem indicativa da existência de dois eventos deposicionais distintos.

Ladeira (2001) descreveu uma formação basal com cerca de 60 m de espessura, formada em ambiente de leque aluvial, apresentando um conglomerado basal polimítico de 5 m de espessura, silicificado apenas no contato com a Formação Botucatu subjacente. Este conglomerado basal é composto por seixos de rochas da Formação Corumbataí, de quartzito, gnaiss, pegmatito, basalto e sílex, estando sobreposto por diamictito arenoso com seixos derivados da Formação Corumbataí, de feldspato, basalto e sílex esparsos na matriz, tendo estrutura maciça predominante e plana paralela rara.

Este material apresenta-se afetado pelo desenvolvimento de perfis de paleossolos de até 8 m de espessura truncados em seu topo. Uma silicificação afetou todo o pacote, sendo menos intensa em direção à base.

Sobreposta discordantemente a este pacote, ocorre uma seqüência de camadas lenticulares conglomeráticas irregulares de 1 a 5 m de espessura. Tais conglomerados são inconsolidados ou cimentados por ferro e compostos sobretudo por seixos de sílex e quartzito, além de gnaiss, basalto e granito. Existem camadas alternadas de material arenoso e argilo-arenoso, friáveis, mostrando estrutura maciça e muito raramente plano-paralelas e cruzadas. Estes materiais compõem cerca de 65 m de espessura, tendo um perfil laterítico típico com mais de 40 m de espessura, constituído, da base para o topo, por horizonte caulínico, horizonte mosqueado e ferricrete maciço.

Estas seqüências deposicionais afetadas por perfis de alteração distintos indicam dois processos de formação de solos desenvolvidos em diferentes ambientes, associados a superfícies geomorfológicas regionais. O primeiro afeta a porção superior da Formação Itaqueri silicificada e o outro os materiais da Formação Itaqueri não silicificada.

ESTRUTURA

Segundo Riccomini (1995, 1997), a Serra de Itaqueri está inserida numa região afetada por alinhamentos estruturais de grande expressão regional, com direção NW (Alinhamento Rio Tietê), NNW (Alinhamento Rio Moji-Guaçu) e WNW (Alinhamento São Carlos-Leme), configurando, conjuntamente, um

padrão romboidal. Este autor reconheceu movimentação transcorrente ao longo de tais estruturas, destacando seu caráter recorrente durante o Cretáceo Superior-Terciário Inferior, exibindo forte controle na distribuição das unidades sedimentares, de intrusões alcalinas e de altos estruturais (tectonismo gerador da Formação Itaqueri), e durante o Quaternário (tectonismo deformador da Formação Itaqueri, com desenvolvimento de falhas transcorrentes de direção preferencialmente ENE e WNW e subordinadamente NNW, NE e NNE, e juntas). Esta última atividade neotectônica apresentaria eixo de tensão principal máxima (σ_1) NW/horizontal, eixo de tensão intermediário (σ_2) vertical e eixo de tensão mínima (σ_3) NE/horizontal, associado a um binário transcorrente dextral de direção geral WNW a E-W.

Estudando uma extensa área do Sudeste do Brasil, Hasui et al. (1998) propuseram uma evolução morfotectônica mesozóico-cenozóica para a região, incluindo a Serra de Itaqueri, caracterizada por processos de degradação e agradação responsáveis pela configuração atual da paisagem desmembrada em planaltos, depressões e cuestas. Esta configuração teria sido desencadeada no Mesozóico-Paleogeno através do soerguimento regional associado à Reativação Sul-Atlantiana relacionada aos processos de abertura do Atlântico, gerando altos topográficos, enxames de diques de diabásio, corpos de rochas alcalinas e desnivelamentos através de falhas NE-SW.

Tal configuração recém-formada seria sucedida por uma ampla degradação da paisagem causando a erosão dos sedimentos pré-Bauru e vulcânicas basálticas da Bacia do Paraná e o recuo de sua borda para oeste, além da deposição de seqüências na Bacia Bauru. Ainda durante esta etapa evolutiva, segundo esses autores, formaram-se falhas normais NE-SW inclinadas para SE, impondo importantes desnivelamentos de blocos, gerando grábens terciários e delineando as serras da Mantiqueira e do Mar as quais passaram a sofrer forte erosão, sendo seus produtos

transportados por fluxos gravitacionais para as bacias do Rifte da Serra do Mar e outras, formando sistemas de leques aluviais passando para lacustres, dentre o responsável pela deposição da Formação Itaqueri.

No Neogeno-Quaternário, segundo os referidos autores, a atividade neotectônica implicaria novo rearranjo da paisagem, definindo vários compartimentos morfológicos com dominância de estruturas transpressivas, transtensivas e direcionais resultantes de forte partição de deformação. Nesta época, segundo os referidos autores, a atividade neotectônica na região da Serra de Itaqueri é dominada por transtensão, caracterizando lineamentos preferencialmente N-S e subordinadamente NW-SE e E-W, estando os primeiros associados a falhas normais N-S/subverticais que controlam bacias e desnivelamentos de restos de depósitos sedimentares, além de falhas normais NW-SE, resultando na forte dissecação do relevo. Esta atividade neotectônica estaria associada ao regime tectônico intraplaca, com movimentação transcorrente, corroborando a proposta de Riccomini (1995; 1997), porém divergindo quanto às orientações preferenciais de tais movimentações.

Os resultados obtidos por Borges et al. (1998) vão ao encontro daqueles de Hasui et al. (1998), indicando que os principais lineamentos que controlam a Serra de Itaqueri, são preferencialmente aqueles de direção N-S e não ENE e WNW destacados por Riccomini (1995, 1997). A região da Serra de Itaqueri, segundo Borges et al. (1998), apresenta-se inserida num feixe regional de lineamentos de drenagem de direção N-S caracterizado por lineamentos interiores N-S e subordinadamente NW-SE e E-W, drenagem N-S com padrões retangulares e paralelo, falhas normais N-S subverticais controlando bacias e desnivelamentos de restos de depósitos sedimentares, falhas normais NW-SE e outras N-S. Tal configuração seria o resultado de atividade neotectônica que afetou a região, já indicada por Riccomini (1995, 1997) e Ladeira & Santos (1996), entre outros.

PERFIS LATERÍTICOS DA SERRA DE ITAQUERI

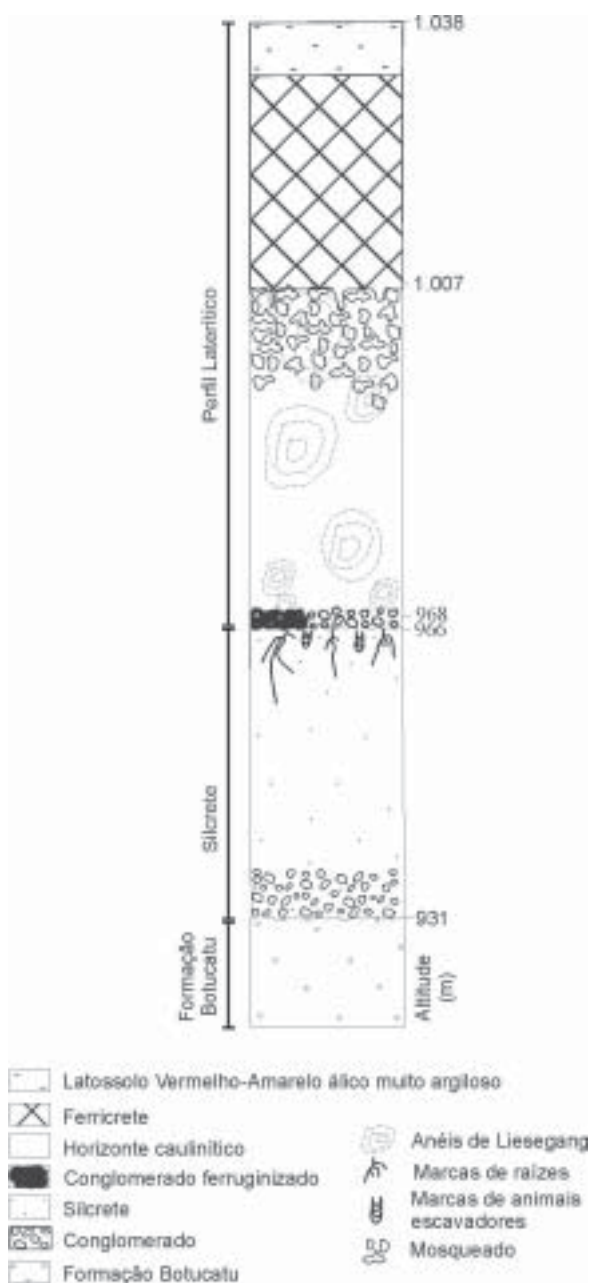
Vários trabalhos destacaram a morfologia de perfis lateríticos que apresentam ferricretes, sendo a morfologia destes comum a quase todos os trabalhos (Vann, 1963; Sthephens, 1971; Mann & Ollier, 1985; Ambrosi & Nahon, 1986; Bowden, 1987; Muller, 1987; Narayanaswamy & Gosh, 1987; Nahon, 1991; Tardy, 1993; Séa et al., 1994; Zeese et al., 1994; Trolard et al., 1995; Achyuthan, 1996; Ouangrawa et al., 1996), apesar da grande divergência sobre sua gênese. Neste artigo, a questão genética não é considerada; entretanto, a

caracterização dos perfis lateríticos é fundamental, pois são eles que, na área, melhor preservam os indicadores cinemáticos das falhas.

Na Serra de Itaqueri, os perfis lateríticos são idênticos àqueles propostos pela literatura, estando, na área, sobrepostos, através de uma discordância erosiva, ao silcrete correspondente a Formação Itaqueri silicificada ou, na porção mais oriental da serra, diretamente aos basaltos da Formação Serra Geral (Ladeira, 2001). Os perfis lateríticos da área, segundo o autor, apresen-

tam as seguintes características, da base para o topo do perfil: (a) conglomerados com seixos de quartzo, quartzito, gnaiss, granito e eventualmente basalto, de centimétrico a decimétrico, ora sem cimentação, envoltos em matriz esbranquiçada areno-argilosa, ora cimentados por ferro (correspondendo a anéis de Liesegang), formando um ferricrete conglomerático; (b) horizonte argilo-arenoso, caulínítico, geralmente esbranquiçado, mas podendo ser amarelado nas porções superiores quando afetado pela pedogênese atual, e apresentando localmente anéis de Liesegang com dimensões métricas e decamétricas; (c) horizonte mosqueado, com manchas centimétricas de cores amareladas e avermelhadas envoltas por matriz branca, mais friável nas porções inferiores deste horizonte, e muito dura (glêbulas ferruginosas) quando próxima do ferricrete sobreposto; (d) ferricrete de estrutura maciça e eventualmente uma estrutura de tipo *slaby*. Este perfil completo chega a ultrapassar os 40 m de espessura e é apresentado na Figura 3 (Ladeira, 2001). No topo aparece um perfil de Latossolo Vermelho Amarelo muito argiloso, aparentemente sem relação com o perfil laterítico subjacente.

FIGURA 3. Perfis de alteração cenozóicos típicos na Serra de Itaqueri.



RESULTADOS OBTIDOS

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOESTRUTURAL

Quando se analisa conjuntamente as anomalias de drenagem e de relevo, nota-se um forte controle de lineamentos de direção NE, NW, E-W e N-S na configuração atual do relevo e da drenagem da região (Figura 4), grosso modo, correspondentes às direções já destacadas por Riccomini (1995, 1997). Nota-se também que a Serra de Itaqueri apresenta-se nitidamente controlada e segmentada por um importante feixe de lineamentos NE, provavelmente relacionado à reativação de antigas estruturas distensivas do embasamento pré-cenozóico (destacadas por Hasui et al., 1998), e por lineamentos NW e N-S individualizados, além de um feixe de lineamentos E-W na

sua porção sul. Tais lineamentos exercem forte controle na rede de drenagem atual, e conseqüentemente na dissecação atual do relevo, promovendo os festonamentos das escarpas das serras de São Pedro e de Itaqueri, e, em escala mais detalhada, escarpas facetadas e vales suspensos.

ANÁLISE GEOMÉTRICA E CINEMÁTICA DAS FALHAS E ZONAS DE FALHAS

Os lineamentos que controlam a Serra de Itaqueri, apresentados na Figura 4, refletem-se em afloramentos através de zonas de falha ou de fraturamento intenso (Figura 5), afetando principalmente os materiais da Formação Itaqueri não silicificada (conglomerados



FIGURA 4. Lineamentos associados a anomalias de drenagem e de relevo, os quais afetam os materiais da área de estudo através de zonas de falha e de fratura.

ferruginizados ou não, horizonte caulínítico e ferricretos) (Prancha 1a-i), raramente os arenitos da Formação Itaqueri silicificada, e por vezes seu embasamento (Formação Serra Geral ou Formação Botucatu).

Estas estruturas apresentam preferencialmente direção NW e/ou NE com movimentação normal pura ou oblíqua, observada, sobretudo, em degraus bem desenvolvidos em planos estriados no horizonte caulínítico do perfil laterítico, devido à sua composição areno-argilosa/argilo-arenosa favorável à preservação de tais feições (Prancha 1g). Muitas vezes, tais falhas apresentam-se preenchidas por material mais argiloso (Prancha 1a). Além das falhas normais NE e NW, ocorrem também falhas normais NNE, NNW, WNW, ENE, e algumas falhas transcorrentes dextrais e sinistrais segundo estas mesmas direções, e raramente falhas inversas.

É evidente o controle estrutural por tais descontinuidades, sobretudo de falhas normais NW e NE, na ocorrência e distribuição dos materiais existentes na área estudada e no grau de preservação de seu empilhamento, os quais, em parte, também estão controlados pelas falhas de direção WNW, ENE e aproximadamente N-S.

Nos horizontes caulíníticos ocorrem zonas de falha decimétricas, métricas ou decamétricas, caracterizadas por planos estriados paralelos a subparalelos, ou delineando um padrão romboédrico (Prancha 1f), com ou sem preenchimento. Localmente, a intensidade desta deformação rúptil aliada à textura favorável do horizonte caulínítico gera cataclasitos conforme mostra a Prancha 1e.

Destaca-se que foram observadas falhas em outros materiais do perfil laterítico, como nos conglomerados e no ferricrete maciço; entretanto, raramente mostram estrias, já que a textura do material não favorece sua preservação.

Nos ferricretos do perfil laterítico, especialmente os conglomeráticos, o controle estrutural é nítido, pois vários afloramentos ocorrem ressaltados na paisagem e alinhados ao longo de zonas de falhas (Prancha 1b). Estas zonas de falha, nos afloramentos, são caracterizadas por feixes métricos a decamétricos (Prancha 1d), constituídos por vários planos de falhas aproximadamente paralelos ou por planos entrecruzados, formando geometrias rombóides, ou ainda por seixos verticalizados (Prancha 1c, h, i) ao longo destas zonas, e mais raramente por dobras de arrasto associadas a

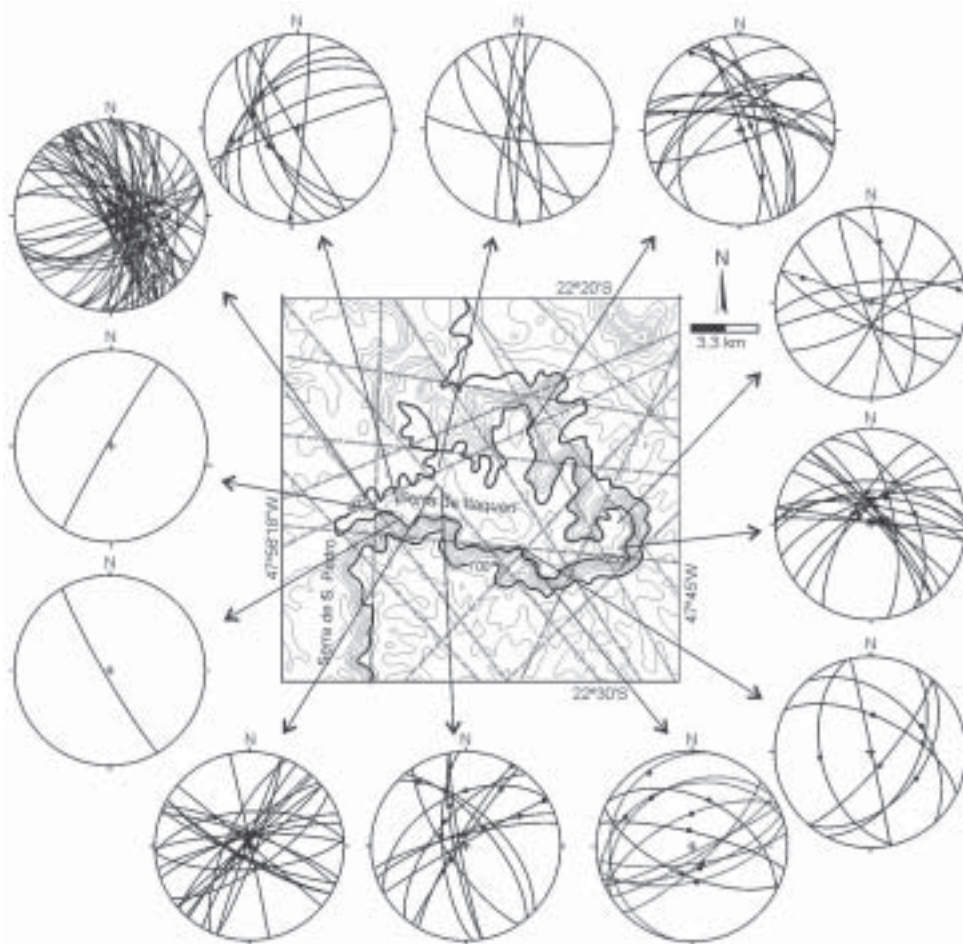


FIGURA 5. Falhas levantadas que afetam os materiais da Formação Itaqueri na área. Diagramas Schmidt-Lambert, projeção no hemisfério inferior.

falhas. Ao contrário do horizonte caulínítico, os indicadores cinemáticos (estrias de atrito) das falhas que afetam os ferricretes são muito raros devido à textura desfavorável de tais materiais, embora possam ser observados como em afloramentos de ferricrete do extremo leste da área (Foto 1).

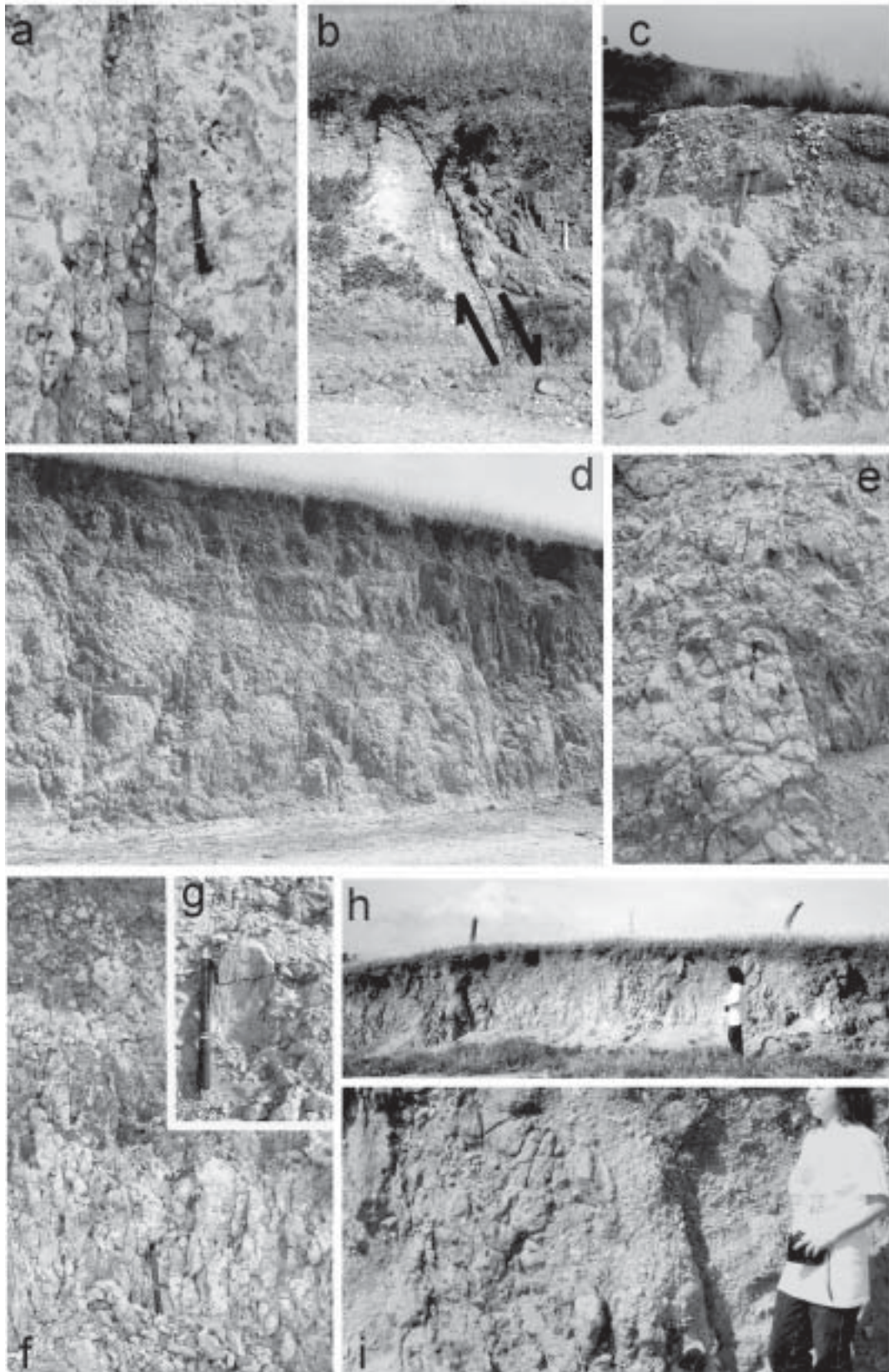
Estas zonas de falhas normais NW e NE configuram horstes e grábens ao longo da Serra de Itaqueri. Tal movimentação é responsável pelo fato do perfil laterítico apresentar-se completo em alguns locais e em outros ocorrer decapitado ou até ausente devido à erosão associada a soerguimento.

Na Serra de São Pedro é comum os ferricretes associados ao conglomerado da base do perfil laterítico sustentarem, alternadamente com os arenitos silicificados, os topos dos morrotes, sendo mais raro os primeiros aparecerem em posições de meia encosta, as quais estão mais associadas às ocorrências dos arenitos silicificados. Isto é uma evidência de que, na Serra de São Pedro, a maior parte do horizonte caulínítico e dos ferricretes maciços do topo da Formação Itaqueri não silicificada foram erodidos. É

evidência também comprovada pelo fato de que em alguns locais, a Serra de São Pedro é recoberta por materiais quaternários correspondentes, em parte, ao retrabalhamento do horizonte caulínítico e dos ferricretes do topo do perfil laterítico, pois apresentam fragmentos destes materiais em sua constituição, ocorrendo *stone lines* de blocos de ferricrete, o que não acontece sobre a Serra de Itaqueri.

Situação distinta é encontrada sobre a Serra de Itaqueri, onde os topos proeminentes são sustentados ora pelo horizonte mosqueado, ora pelos ferricretes maciços, ambos do topo do perfil laterítico, estando os topos mais elevados, superiores a 1.030 m de altitude (divisores das bacias do Passa Cinco e Araquá), sustentados pelos Latossolos Vermelho Amarelos e Latossolos Amarelos que recobrem o topo do perfil laterítico, apresentando, portanto, um empilhamento mais completo da Formação Itaqueri.

Falhas importantes também ocorrem na porção extremo leste da Serra de Itaqueri, ao longo da nascente do Córrego da Lapa, dispendo lado a lado a formações Serra Geral e Botucatu, segundo uma direção aparen-



PRANCHA 1. Falhas e zonas de falha da Serra de Itaqueri. **a:** Zona de falha no horizonte caulínítico, com preenchimento de material argiloso. **b:** Falha normal NW dispondo, lado a lado, horizonte caulínítico (esquerda) e ferricrete (direita). **c:** Zona de falha subvertical afetando horizonte caulínítico e conglomerado. **d:** Zonas de falha decamétricas normais NW e secundariamente NE, afetando o horizonte caulínítico e ferricrete do topo. **e:** Horizonte caulínítico intensamente cataclasado por zona de falha dextral NE. **f:** Detalhe do padrão romboédrico da zona de falha normal NW da foto **d**. **g:** Estrias de atrito em plano de falha NW. **h:** Zonas de fraturamento intenso subverticais NW afetando o horizonte caulínítico e o ferricrete conglomerático. **i:** Detalhe do ferricrete conglomerático verticalizado.

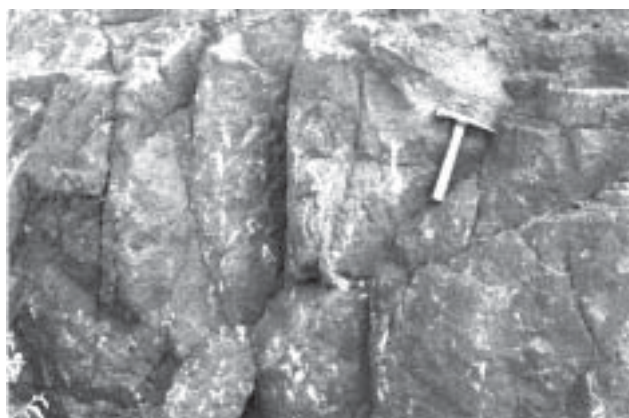


FOTO 1. Zona de falha normal NE a ENE afetando o ferricrete maciço em afloramento no extremo leste da Serra de Itaqueri. Em um corte lateral deste afloramento, apesar da textura do ferricrete, as estrias de atrito estão bem marcadas.

temente NW a WNW, porém o difícil acesso impossibilitou a observação segura das atitudes e sentido de movimentação. É possível que tal falhamento esteja relacionado à atividade tectônica pré-deposição dos sedimentos da Formação Itaqueri não silicificada, pois limitam a porção a leste onde a Formação Itaqueri silicificada está ausente e a Formação Itaqueri não silicificada repousa diretamente sobre o embasamento mesozóico (Ladeira, 2001).

A análise das falhas levantadas (Figura 6) mostra o domínio de falhas normais, predominantemente NW e NE, embora também sejam freqüentes falhas normais NNW, NNE, WNW e ENE. Falhas transcorrentes dextrais e sinistras NE e NW se desenvolveram com menor freqüência, sendo raras as falhas inversas, de direção NW. A análise de paleotensão pelas falhas observadas na área indica dois pulsos distintos de movimentação tectônica distensiva, ambos afetando o perfil laterítico da Formação Itaqueri não silicificada, portanto posteriores ao desenvolvimento de tal perfil. Um pulso com σ_1 NE/subvertical, σ_3 NW/subhorizontal e σ_2 NE/subhorizontal, e outro pulso com σ_1 NW/subvertical, σ_3 NE/subhorizontal e σ_2 NW/subhorizontal (Figura 7).

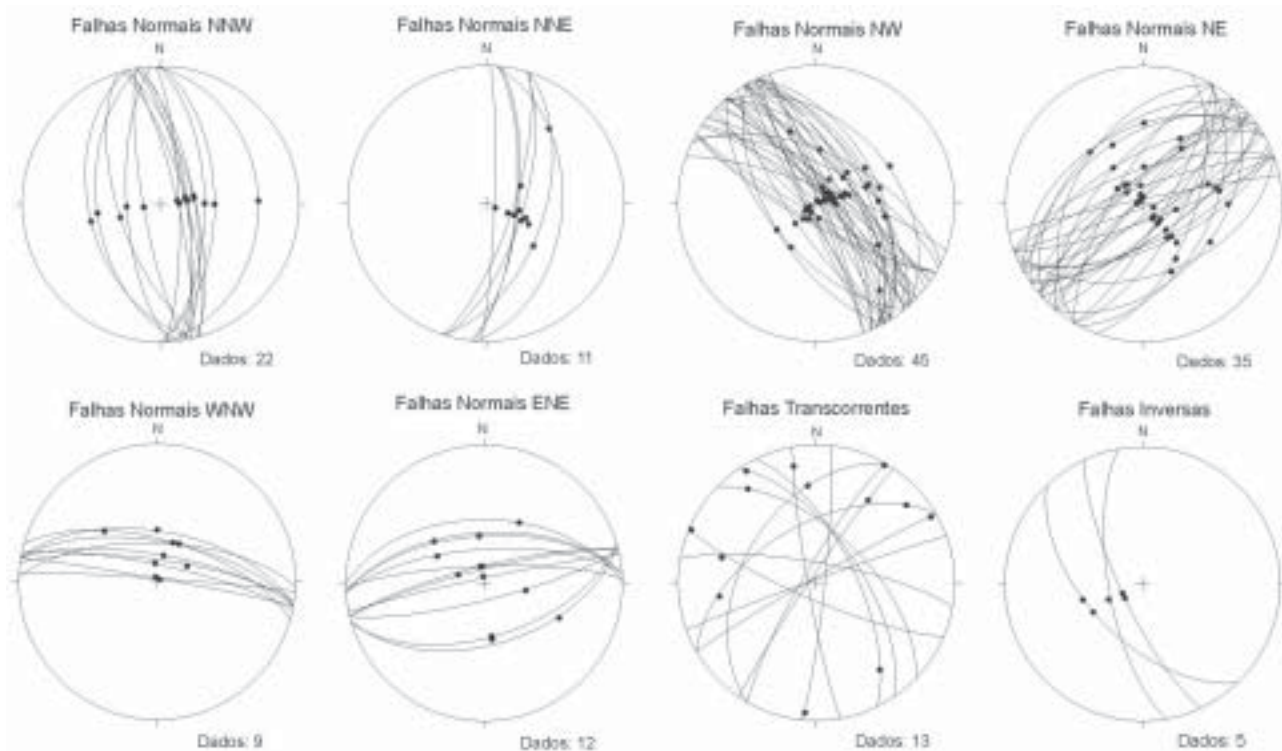


FIGURA 6. Geometria das falhas e zonas de falha da área e suas respectivas estrias. Diagramas de Schmidt-Lambert, projeção no hemisfério inferior.

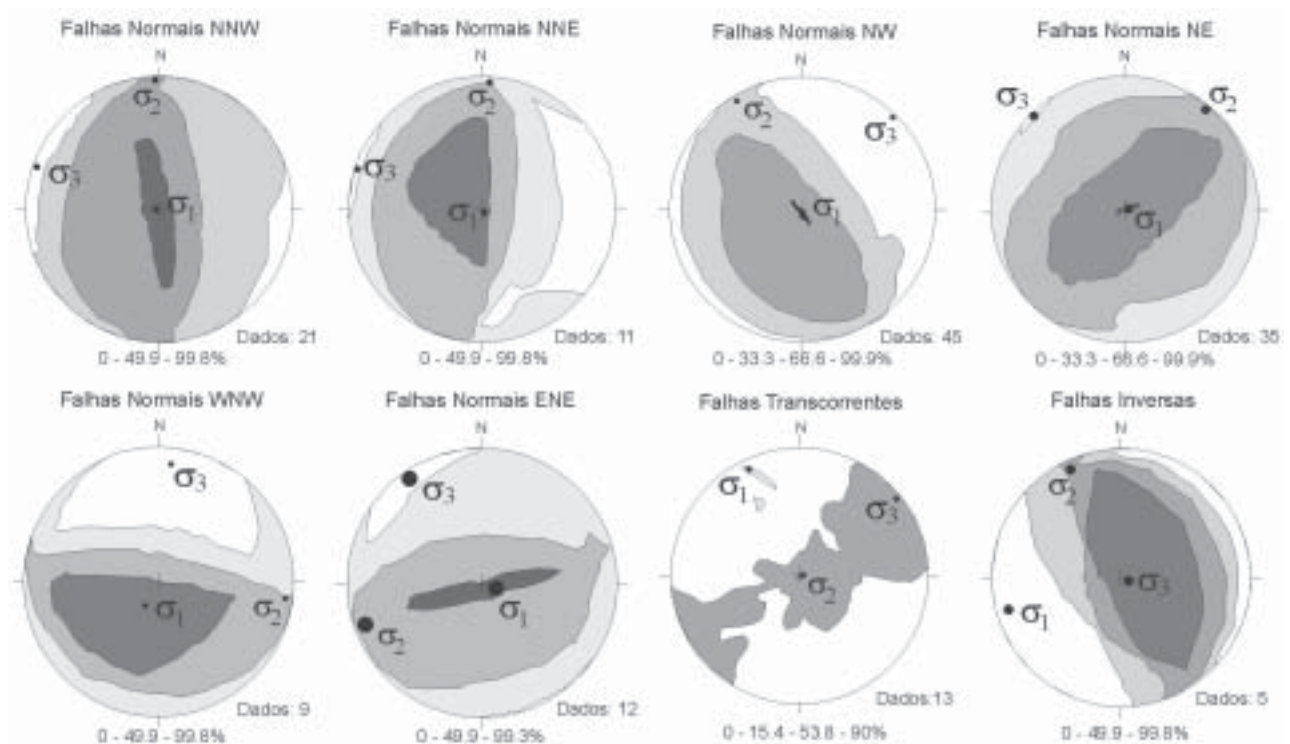


FIGURA 7. Paleotensões determinadas a partir das falhas reconhecidas na Serra de Itaqueri e seus respectivos indicadores cinemáticos.

EVOLUÇÃO TECTÔNICA

Na Serra de Itaqueri, as feições relacionadas ao quadro estrutural cenozóico mais antigo, pré- a sindeposição dos sedimentos da Formação Itaqueri, são de difícil reconhecimento, em função, principalmente, da significativa atividade neotectônica, desencadeada no final do Terciário-Quaternário ou no Quaternário, mediante reativação das estruturas preexistentes.

A atividade mais antiga é reconhecida através da análise do empilhamento estratigráfico nos afloramentos, quando se observa o contato entre a Formação Itaqueri e o embasamento mesozóico delineando antigos blocos altos e baixos. Tais blocos apresentavam orientação provavelmente segundo NE-SW a NNE-SSW, pois o sentido de transporte da sedimentação de leste-sudeste para oeste-noroeste indicado por Riccomini (1997) implica um escarpamento principal (Serra da Mantiqueira) orientado segundo NE-SW a NNE-SSW ao longo do qual se implantou o sistema de leques aluviais responsável pela deposição dos sedimentos da Formação Itaqueri.

As seções esquemáticas da Figuras 8 e 9 mostram que tanto as falhas normais NE quanto as NW definem horstes e grábens, configurando a porção central da serra, onde ocorrem as maiores altitudes, como um alto estrutural bem marcado. O fato do empilhamento dos materiais estar mais completo e preservado neste setor indica uma forte inversão do relevo provavel-

mente no Quaternário ou no final do Terciário, pois as características da serra hoje são erosivas, indicando o processo atual de dismantelamento de tal empilhamento, em função de sua condição topograficamente e tectonicamente elevada nos dias atuais.

Os trabalhos de campo realizados também mostraram uma nítida diferença na ocorrência dos depósitos cenozóicos entre a Serra de São Pedro e a Serra de Itaqueri, pois materiais quaternários constituídos por fragmentos retrabalhados de crosta laterítica, observados na primeira, estão ausentes na segunda. Além disso, na Serra de São Pedro, os perfis lateríticos são raros, e, quando ocorrem, apresentam-se profundamente erodidos, sendo muito comuns exposições da Formação Itaqueri silicificada sustentando as porções mais elevadas.

Tais observações sugerem comportamentos tectônicos distintos entre as duas serras, permitindo a elaboração das seguintes hipóteses: (a) soerguimento da Serra de São Pedro, posterior ao desenvolvimento do perfil laterítico, teria possibilitado a erosão deste e fornecido material para a deposição dos depósitos quaternários a pouca distância, enquanto os perfis lateríticos da Serra de Itaqueri teriam permanecido preservados e recobertos pela deposição quaternária. Um soerguimento da Serra de Itaqueri teria ocorrido posteriormente à deposição dos materiais quaternários, permitindo a erosão destes; (b) soerguimento da Serra

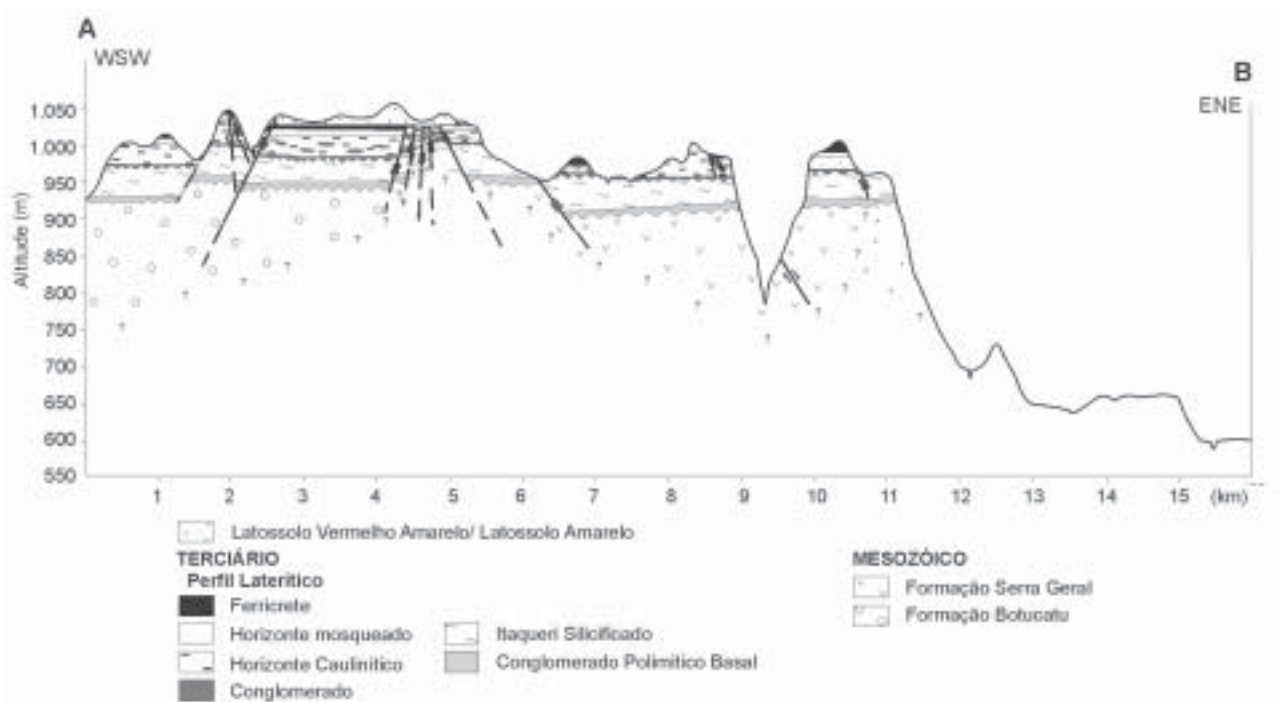


FIGURA 8. Seção esquemática A-B, mostrando os horstes e grábens afetando os materiais da área. As altitudes dos contatos entre as diferentes formações e horizontes foram medidos em campo com altímetro de Paulin.

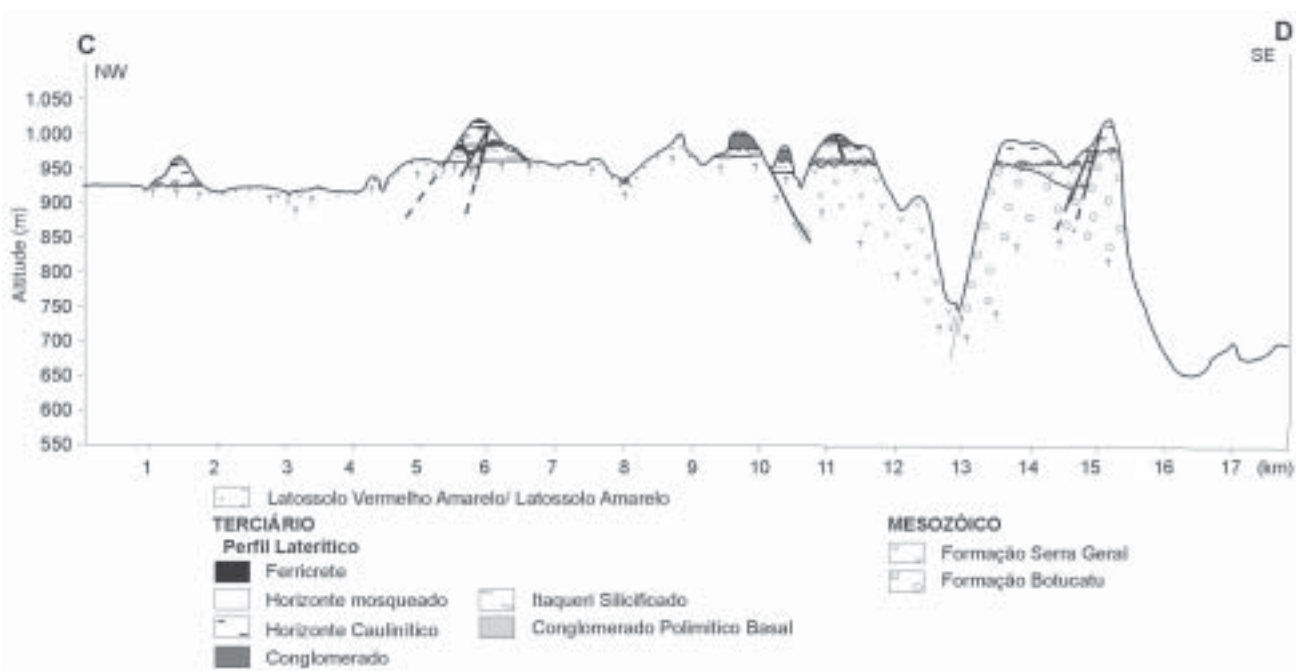


FIGURA 9. Seção esquemática C-D, mostrando os horstes e grábens afetando os materiais da área. As altitudes dos contatos entre as diferentes formações e horizontes foram medidos em campo com altímetro de Paulin.

de São Pedro posterior ao desenvolvimento do perfil laterítico teria permitido a erosão deste e fornecido material para a deposição dos depósitos quaternários a pouca distância, enquanto os perfis lateríticos da Serra de Itaqueri teriam permanecido preservados,

porém com ausência de deposição dos materiais quaternários nesta serra.

Estas movimentações distensivas devem estar relacionadas à atividade neotectônica de caráter regional transcorrente descrita por Ladeira & Santos

(1996), Riccomini (1995, 1997), Hasui et al. (1998) e Borges et al. (1998). No entanto, destaca-se que, na Serra de Itaqueri, tal movimentação deu-se preferencialmente mediante falhas normais NE, provavelmente pela reativação das estruturas NE desenvolvidas durante o processo de abertura do Oceano Atlântico (Hasui et al., 1998) e responsáveis pela deposição da Formação Itaqueri no Paleogeno, e, em outro momento, mediante falhas normais NW, também prefe-

rencialmente ao longo de estruturas preexistentes (Alinhamento Rio Tietê).

A observação de seções aflorantes no extremo leste da Serra de Itaqueri apresentando a Formação Itaqueri não silicificada recobrimo diretamente, por discordância erosiva, o embasamento mesozóico evidencia uma outra atividade tectônica sin- a pós-sedimentação da Formação Itaqueri silicificada e pré-Formação Itaqueri não silicificada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As feições estruturais observadas demonstram um arranjo estrutural complexo da área da Serra de Itaqueri resultante de uma evolução tectônica complicada pela recorrência de movimentação ao longo de estruturas preexistentes, preferencialmente NE e NW, embora estejam presentes estruturas de direção aproximadamente E-W e N-S.

Uma questão a ser levantada é quais seriam os fatores responsáveis pelo desenvolvimento da atividade neotectônica na área ter se dado ao longo de zonas de falha normais de direções opostas (NE e NW), relacionadas a eixos de tensão distensivos contrários. Regionalmente, a atividade neotectônica associada a estruturas NE e NW também é reconhecida por Sousa e Morales (2003), resultando, segundo os autores, em anomalias de drenagem e de relevo, formação de horstes e grábens, controlando a configuração e distribuição de sedimentos terciários e quaternários.

Aparentemente, não se trata de partição de deformação, pois não se reconhece na Serra de Itaqueri compartimentos com movimentação distinta que pudessem indicar domínios de transpressão e trans-

tensão, pois a movimentação é distensiva, porém ao longo de direções opostas. Imaginar mudança rápida na orientação dos eixos de tensão em função de estruturas preexistentes de direção contrária, ora ativando uma determinada direção e ora em direção contrária também parece pouco viável.

De qualquer forma, os resultados indicam:

1. avanço no entendimento da relação dos lineamentos regionais com a atividade neotectônica na área, mostrando que estes refletem nesta mediante falhas e zonas de falhas normais preferencialmente NE e NW;
2. a importância da análise conjunta de paleossolos, sedimentos terciários e quaternários, estruturas tectônicas e seus indicadores cinemáticos e de feições morfotectônicas para o entendimento da evolução geológica e geomorfológica cenozóica da área;
3. a importância da análise neotectônica para o entendimento da distribuição e grau de preservação do empilhamento da Formação Itaqueri na área.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Selma Simões de Castro pela orientação e valiosa contribuição a esta pesquisa. Ao Prof. Dr. Norberto Morales pelas importantes discussões e contribuições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHYUTHAN, H. Geomorphic evolution and genesis of laterites around the east coast of Madras, Tamil Nadu, India. **Geomorphology**, v. 16, p. 71-76, 1996.
2. ALMEIDA, F.F.M. & BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, **Boletim**, n. 143, p. 1-96, 1953.
3. AMBROSI, J.P. & NAHON, D. Petrological and geochemical differentiation of lateritic iron crust profiles. **Chemical Geology**, v. 57, p. 371-393, 1986.
4. ANGELIER, J. Tectonique cassante et Néotectonique. **Bulletin de la Société Géologique de Belgique**, v. 31, p. 111-160, 1989.
5. ANGELIER, J. Fault analysis and paleostress reconstruction. In: P.L. HANCOCK (Ed.) **Continental Deformation**. Pergamon Press, p. 53-100, 1994.
6. ANGELIER, J. & MECHLER, P. Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en seismologie: la méthode des diedres droits. **Bulletin de la Société Géologique de France**, v. 7, p. 1309-1318, 1977.
7. BARCELOS, J.H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo**. Rio Claro, 1984.

- 190 p. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
8. BARCELOS, J.H.; SOUZA FILHO, E.E.; FULFARO, V.J.; LANDIM, P.M.B.; COTTAS, L.R.; WU, F.T.; GODOY, A.M. A Formação Itaqueri: um exemplo de tectofácies. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, 1983, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de São Paulo, 1983, p. 245-252.
 9. BARRETO, M.M.R. Geomorfologia da área de São Pedro (SP). **Notícia Geomorfológica**, v. 10, n. 19, p. 47-61, 1970.
 10. BORGES, M.S.; COSTA, J.B.S.; HASUI, Y.; PIRES NETO, A.G.; MORALES, N.; JIMENEZ RUEDA, J.R. Compartimentação neotectônica do Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1998, p. 74.
 11. BOWDEN, D.J. On the composition and fabric of the footslope laterites (duricrust) of Sierra Leon, West Africa, and their geomorphological significance. **Zeitschrift für Geomorphologie NF**, Supplement Band 64, p. 39-53, 1987.
 12. CARNEIRO, C.D.R. (Coord.). **Projeção estereográfica para análise de estruturas**. Programas Stereonet e Trade. Fundamentos teóricos, exercícios e aplicações em microcomputador, laboratório e campo. São Paulo: Universidade de Campinas/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (UNICAMP/CPRM/IPT), 1996.
 13. DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E.A.; CASTRO, J.C.; MARANHÃO, M.S.A.S.; SUÁREZ, J.M.; RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental cretácea no Brasil - concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. **Revista de Paleobiologia**, v. 20, p. 254-304, 2001.
 14. FACINCANI, E.M. **Morfotectônica da Depressão Periférica paulista e Cuesta Basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba**. Rio Claro, 2000. 222 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
 15. FULFARO, V.J. & PERINOTO, J.A.J. A Bacia Bauru: estado da arte. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO NO BRASIL, 4, 1996, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1996, p. 297-303.
 16. FÚLFARO, V.J.; ANGELI, N.; BARCELOS, J.H. Os depósitos de cascalhos na bacia hidrográfica do alto Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, 1983, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de São Paulo, 1983, p. 267-273.
 17. HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, **Boletim**, n. 11, 1990, p. 1-31. (Workshop sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro, 1990, Belo Horizonte).
 18. HASUI, Y.; COSTA, J.B.S.; BORGES, M.S.; MORALES, N.; JIMENEZ RUEDA, J.R. Evolução morfotectônica do Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de Minas Gerais, 1998, p. 78.
 19. IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 126 p., 1981.
 20. LADEIRA, F.S.B. **Paleossolos silicificados na Serra de Itaqueri-Itirapina/SP: subsídios para a reconstrução paleoambiental**. São Paulo, 2001. 362 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Fisiologia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
 21. LADEIRA, F.S.B. & SANTOS, M. Ferricrete terciária falhada na Serra de São Pedro (SP): indicação de movimentação neotectônica. **Geociências**, v. 15, n. 2, p. 445-453, 1996.
 22. MANN, A.W. & OLLIER, C.D. Chemical diffusion and ferricrete formation. In: JUNGERIUS, P.D. (Ed.). **Soils and Geomorphology**. Braunschweig (Deutschland): Catena, Supplement 6, p. 151-157, 1985.
 23. MELO, M.S. & PONÇANO, W.L. **Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 74 p., 1983.
 24. MULLER, J.P. **Analyse de la différenciation d'une couverture lateritique de l'est du Cameroun. Seminaire régional sur les latérites: sols, matériaux, minerais**. Paris: Éditions de L'ORSTOM, 1987, p.33-45.
 25. NAHON, D. **Cuirasses ferrugineuses et encroutements calcaires au Sénégal Occidental et en Mauritanie. Systèmes évolutifs: géochimie, structures, relais et coexistence**. Marseille, 1976. 221 p. Thèse (Doutorat) – Université Aix-Marseille III.
 26. NAHON, D.B. Self-organization in chemical lateritic weathering. **Geoderma**, v. 51, p. 5-13, 1991.
 27. NARAYANASWAMY, S. & GOSH, S.K. Lateritisation of gabbro-gramophyre rock units of the Ezhimada Complex of North Kerala, India. **Chemical Geology**, v. 60, p. 251-257, 1987.
 28. OKA-FIORI, C. Mapeamento das formações superficiais entre Piracicaba e São Carlos (SP). **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 37, p. 53-64, 1987.
 29. OUANGRAWA, M.; TRESCASES, J.J.; AMBROSI, J.P. Évolution des oxydes de fer au cours de l'altération supergène de roche ultrabasique de Nouvelle Calédonie. **Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris**, t. 323, série IIa, p. 243-249, 1996.
 30. PENTEADO, M.M. A bacia de sedimentação de Rio Claro. Lisboa: Sociedade de Geografia de, **Geographica**, Ano V, n. 17, p. 38-61, 1969.
 31. PIRES, F.R.M. Formação Bauru: controvérsias. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 54, n. 2, p. 369-393, 1982.
 32. RANZANI, G.; PENTEADO, M.M.; SILVEIRA J.D. Concreções ferruginosas, paleossolo e a superfície de cimeira no Planalto Ocidental Paulista. **Geomorfologia**, n. 31, 28 p., 1972.
 33. RICCOMINI, C. **Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas**. São Paulo, 1995. 100 p. Tese (Livre-Docência) – Universidade de São Paulo.
 34. RICCOMINI, C. Considerações sobre a posição estratigráfica e tectonismo deformador da Formação Itaqueri na porção centro-leste do Estado de São Paulo. **Revista IG**, v. 18, n. 1/2, p. 41-48, 1997.
 35. SÉA, F.; TRUDEL, P.; TANGUA, M.G. Géochimie des horizons d'oxydes ferro-manganésifères noirs enrichis en or dans la latérite de Misséni, au Mali. **Canadian Journal of Earth Sciences**, v. 31, p. 1791-1805, 1994.
 36. SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. Depósitos cenozóicos na região centro sul do Brasil. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, n. 31, p. 17-39, 1976.
 37. SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; SOBREIRONETO, A.F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 10, p. 177-185, 1980.
 38. SOUSA, M.O.L. & MORALES, N. Feições neotectônicas presentes na região dos altos estruturais de Pitanga, Ártemis, Pau D'alho e Jibóia – centro do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 8, 2003, São

- Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira de Geologia/ Núcleo de São Paulo, 2003, p. 90.
39. STEPHENS, C.G. Laterite and silcrete in Australia: a study of the genetic relationships of laterite and their companion materials and their collective significance in the formation of the weathered mantle, soils, relief and drainage of the Australian Continent. **Geoderma**, v. 5, p. 5-52, 1971.
40. SUGUIO, K. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, 1981, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de São Paulo, 1981, p. 15-26.
41. TARDY, Y. **Petrologie des laterites et des sols tropicaux**. Paris: Masson, 461 p., 1993.
42. TROLARD, F.; BOURRIE, G.; JEANROY, E.; HERBILLON, A.J.; MARTIN, H. Trace metal in natural iron oxides from laterites: a study using selective kinetic extraction. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 59, n.7, p. 1285-1297, 1995.
43. ULBRICH, H.H.G.J. & GOMES, C.B. Alkaline rocks from continental Brazil: a review. **Earth-Science Reviews**, v. 17, p. 135-154, 1981.
44. VANN, J.H. Development processes in laterite terrain in Amapá. **The Geographical Review**, v. 53, p. 406-417, 1963.
45. ZEESE, R.; SCHWERTMANN, U.; TIETZ, G.F.; JUX, U. Mineralogy and stratigraphy of three deep lateritic profiles of the Jos Plateau (Central Nigeria). **Catena**, v. 21, p. 195-214, 1994.

*Manuscrito Recebido em: 12 de abril de 2006
Revisado e Aceito em: 7 de julho de 2006*

