

# ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA REGIÃO DE MARÍLIA, SP: SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS EROSIVOS FRENTE AO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DA ÁREA

Maria Ângela BEZERRA <sup>1</sup>, Mario Lincoln de Carlos ETCHEBEHERE <sup>2</sup>,  
Antonio Roberto SAAD <sup>2; 4</sup>, Fabio da Costa CASADO <sup>2; 3</sup>

- (1) Secretaria de Estado da Educação de São Paulo, SEESP. Praça da República, 53 – Centro.  
CEP 01045-903. São Paulo, SP. Endereço eletrônico: angela-2004@uol.com.br
- (2) Centro de Pós-graduação e Pesquisa, CEPPE, Universidade Guarulhos / UnG. Praça Tereza Cristina, 1 – Centro.  
CEP 07023-070. Guarulhos, SP. Endereços eletrônicos: metchebehere@ung.br; assad@prof.ung.br
- (3) Laboratório de Geociências, LabGeo, Universidade Guarulhos / UnG. Praça Tereza Cristina, 1 – Centro.  
CEP 07023-070. Guarulhos, SP. Endereço eletrônico: fcasado@ung.br
- (4) Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP/Campus de Rio Claro.  
Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP.

Introdução  
Área de Estudo  
Características Geoambientais da Área de Estudo  
Contextos Geológico, Geomorfológico e Geotécnico  
Resultados  
Unidades de Maior Suscetibilidade à Erosão  
Quadro Atual da Dinâmica Externa  
Evolução da Paisagem no Último Século  
Considerações Finais  
Referências Bibliográficas

**RESUMO** – A região de Marília situa-se no Planalto Ocidental Paulista, e compreende um substrato formado por rochas do Grupo Bauru (Cretáceo Superior), recobertas, localmente, por sedimentos neocenozóicos que incluem terraços aluviais pleitocênicos, aluviões atuais, colúvios e regolitos arenosos espessos, fruto de alteração pedogenética. Em termos geomorfológicos destacam-se duas grandes superfícies planálticas: a de cimeira (P1), representada pelo Planalto de Marília, e a rebaixada (P2), ambas em processo de dissecação. Esta região foi ocupada de forma intensa a partir de 1920, com desmatamento acelerado, seguido da implantação de lavouras de café, algodão, amendoim e milho. O desmatamento executado, aliado à suscetibilidade natural do substrato à erosão, e o desrespeito à capacidade de suporte do solo, conduziram à degradação da área por processos acelerados de dinâmica superficial. A análise geoambiental executada permitiu identificar que os materiais mais suscetíveis a sofrerem processos erosivos são, nas encostas, os solos residuais do substrato arenoso, os mantos coluvionares e os depósitos de terraço, e, nos fundos de vale, os aluviões atuais ou subatuais, nos trechos onde tenha ocorrido incisão recente do talvegue. O quadro mais crítico está no contexto do sopé da escarpa do Planalto de Marília, onde há concentração de águas superficiais. A substituição das lavouras pela pecuária bovina e as medidas de contenção dos processos erosivos adotadas (terraçamentos, plantio em curvas de nível, construção de bacias de contenção de enxurradas, revegetação de encostas desnudas) contribuíram, sobremaneira, para a estabilização dos processos erosivos e, por consequência, para a diminuição gradual do entulhamento das calhas fluviais. A permanência de alguns focos de erosão demonstra, por outro lado, a necessidade de monitoramento contínuo dos processos de dinâmica superficial, com pronta intervenção (medidas reparadoras), sob risco da recidiva desses processos de erosão e assoreamento.

**Palavras-chave:** dinâmica externa; erosão; análise geoambiental; Planalto Ocidental Paulista; regolito; suscetibilidade à erosão.

**ABSTRACT** – *M.A. Bezerra, M.L. de C. Etchebehere, A.R. Saad, F. da C. Casado - Geoenvironmental analysis of the Marília region, São Paulo state, Brazil: erosive processes susceptibility face to the occupation area history.* The study area comprises the western portion of the Marília Plateau, State of São Paulo, southeastern Brazil. The geological substrate encompasses Cretaceous sedimentary rocks of the Bauru Group and local Neocenoic units like colluvium aprons, fluvial terrace deposits, *in situ* regoliths, and modern alluvial deposits. In a geomorphologic sense, the study area might be characterized as showing two main pediplanes, *viz.* P1 Surface (upper) and P2 Surface (lower), both surfaces are presently under dissection processes. After the 1920's the expansion of the railroad system fostered the removal of the natural vegetation, which in turn was followed by the introduction of coffee, peanut, corn and cotton crops. This intense exploitation was conducted without respect to the soil carrying capacity and its natural susceptibility to erosional processes, including an aggressive form known as "voçoroca". As a result, the study shows that the most susceptible material includes colluvium aprons, *in situ* regoliths, and colluvium-alluvium or alluvium deposits. The most critical situation is in the P2 Surface context, near the bottom of the Marília Plateau scarpment, where surface runoff can be very strong. Another point of active erosion is represented by the exposed walls of gullies and "voçorocas", mainly in fluvial reaches subjected to talweg lowering. In a general sense, this study shows current evidence of erosional stability due to the introduction of pastures as a predominant type of land occupation and to a series of erosion control procedures. Among these actions are terrace implantation, construction of small pits for runoff control, natural or induced reforestation

by land owners. Despite these efforts, some erosion points remain chiefly in steeper country roads and trail stretches, in areas of concentration of cattle tracks (*e.g.*, near cattle ponds), gullies or “voçorocas” exposed walls, and badly planned urbanization. The permanence of these erosion points demonstrates the necessity of a continuous monitoring of surface dynamics as well as a rapid and effective intervening measures of erosion and/or silting control.

**Keywords:** surface dynamics; erosion; geoenvironmental analysis; Western São Paulo State Plateau; regolith; erosion susceptibility.

## INTRODUÇÃO

O Planalto Ocidental Paulista foi palco de uma rápida e fremente ocupação a partir da década de 1920. Esta ocupação eliminou grande parte da cobertura florestal primitiva, seguindo-se a implantação de culturas de café, algodão, amendoim e milho, que não respeitou a capacidade de suporte do solo, empobrecendo-o e resultando no declínio da atividade agrícola. Tal degradação redundou em um dos mais graves quadros de impacto ambiental do Estado de São Paulo, com eliminação dos horizontes superficiais do solo, erosão linear acelerada (com formação de incontáveis sulcos, ravinas e voçorocas) e, por decorrência, de um assoreamento generalizado das drenagens. A atividade agrícola foi substituída pela pecuária extensiva, a qual, por um lado, possibilitou a estabilização dos processos erosivos pelo novo revestimento vegetal (gramíneas) e pela adoção de técnicas de contenção desses processos (terraceamentos, revegetação etc.), mas, por outro, gerou um movimento migratório da população rural para os núcleos urbanos, cujas periferias, ocupadas de forma descuidada, passaram a ser palco de novos focos de erosão acelerada.

O presente trabalho busca contribuir para o entendimento da evolução dos processos erosivos incidentes no flanco ocidental do Planalto de Marília após a fremente intervenção humana na primeira metade do século XX. Objetiva-se tipificar e contextualizar as unidades pedológicas ou estratigráficas mais afetadas pelos processos erosivos, e avaliar a resultante da suscetibilidade natural dessas diferentes unidades frente às formas de uso e ocupação dos terrenos. A avaliação desses impactos ambientais foi feita com base na análise de fotografias aéreas e imagens de satélite de diferentes coberturas – que abrangem um período superior a 45 anos, desde 1962 –, e apoio de verificações de campo.

Entende-se que a banda ocidental do Planalto de Marília seja representativa da situação fisiográfica, do tipo de ocupação e uso do solo, e da incidência de processos erosivos, funcionando como um adequado objeto de estudo geoambiental nos termos ora propostos, com ênfase na suscetibilidade natural dos mantos regolíticos e das coberturas sedimentares neokuaternárias características de grande parte do Planalto Ocidental Paulista.

## ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada entre os municípios de Marília e Oriente, abrangendo cerca de 400 km<sup>2</sup>, compreendidos entre as coordenadas geográficas 22°08'04" e 22°18'50", de latitude sul, e 49°58'55" e 50°09'38", de longitude oeste (Figura 1). O acesso à área pode ser feito pelas rodovias SP-333 (Rodovia Miguel Jubran), SP-294 (Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros) e BR-153 (Rodovia Transbrasiliana).

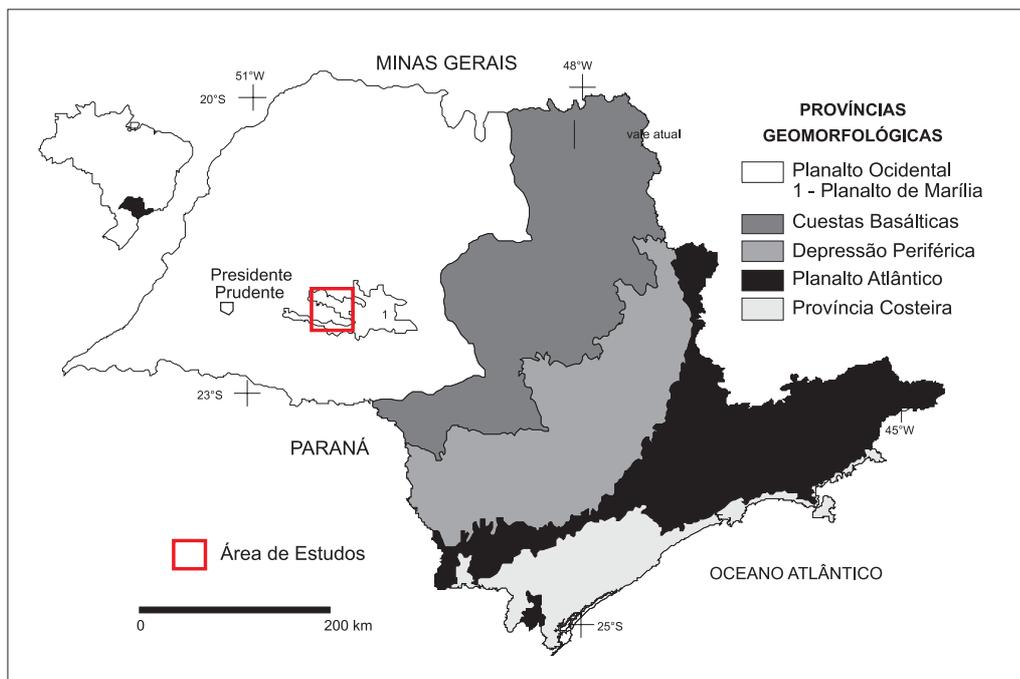
O clima da região é do tipo tropical, quente a sub-quente, úmido, com pluviosidade anual da ordem de 1.200 mm, concentrada no período novembro-março, e período seco entre os meses de maio e agosto. As temperaturas médias oscilam entre 20 e 22°C, sendo janeiro o mês mais quente (máximas absolutas da ordem de 40°C) e junho-julho a época mais fria, com mínimas absolutas de até -4°C e ocorrência de até cinco geadas.

## CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

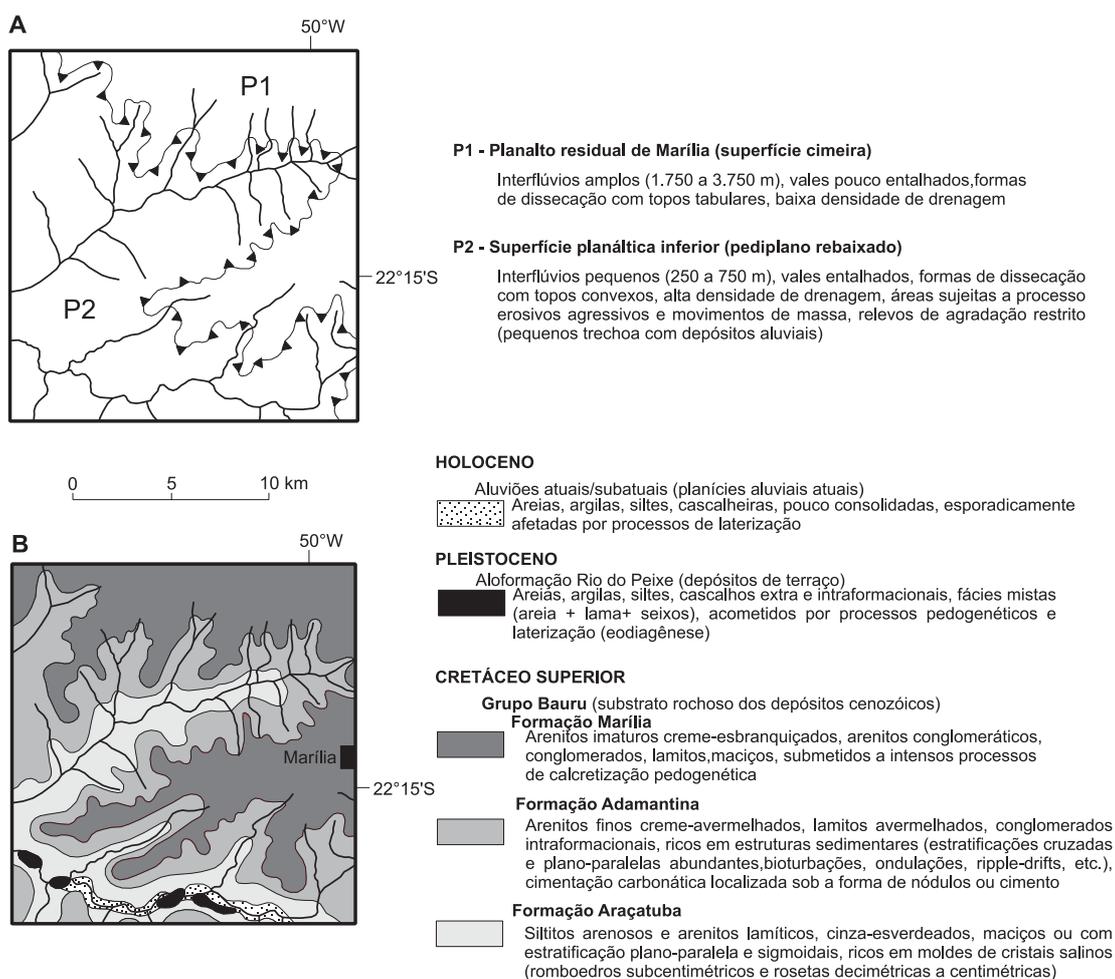
### CONTEXTOS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E GEOTÉCNICO

A área de estudo abrange o flanco ocidental do Planalto de Marília, o qual representa a superfície cimeira da região, limitado por uma escarpa abrupta e festonada, esculpida em arenitos carbonáticos da Formação Marília (Grupo Bauru, Cretáceo Superior) – Figura 2. Nesse planalto embute-se uma segunda superfície planáltica, entalhada, em grande parte, em

rochas da Formação Adamantina (Grupo Bauru, *idem*). Ambas as superfícies exibem relevos de colinas amplas e baixas, com declividades médias entre 2 e 10% e caracterizam-se pela presença de solos residuais espessos (regolitos), friáveis, permeáveis, maciços, altamente suscetíveis a processos erosivos. Nos fundos de vale, podem aflorar lamitos da Formação Araçatuba (Grupo Bauru, *idem*), nos trechos onde os cursos d'água fluem sobre substrato rochoso ou depósitos aluviais, reco-



**FIGURA 1.** Localização da área de estudo no contexto geomorfológico do Estado de São Paulo (adaptado de Sallun & Suguio, 2006).



**FIGURA 2.** Esboços geomorfológico (A), baseado em Ross & Moroz (1997), e estratigráfico (B), segundo Etchebere (2000), da área de estudo.

bertos, localmente por mantos arenosos decorrentes de fluxos de enxurradas, neste caso já sob influência da ocupação humana recente desta área. Da mesma forma, essas superfícies planálticas encontram-se em processo de dissecação, com o rebaixamento generalizado dos talvegues, incisões estas que possibilitam a evolução das vertentes, marcada pela presença de mantos coluvionares e esporádicos depósitos aluviais de terraço, enfeixados na chamada Aloformação Rio do Peixe (Etchebehere, 2000). Depósitos de tálus podem ser encontrados no sopé das escarpas do Planalto de Marília, gradando para capeamentos coluvionares.

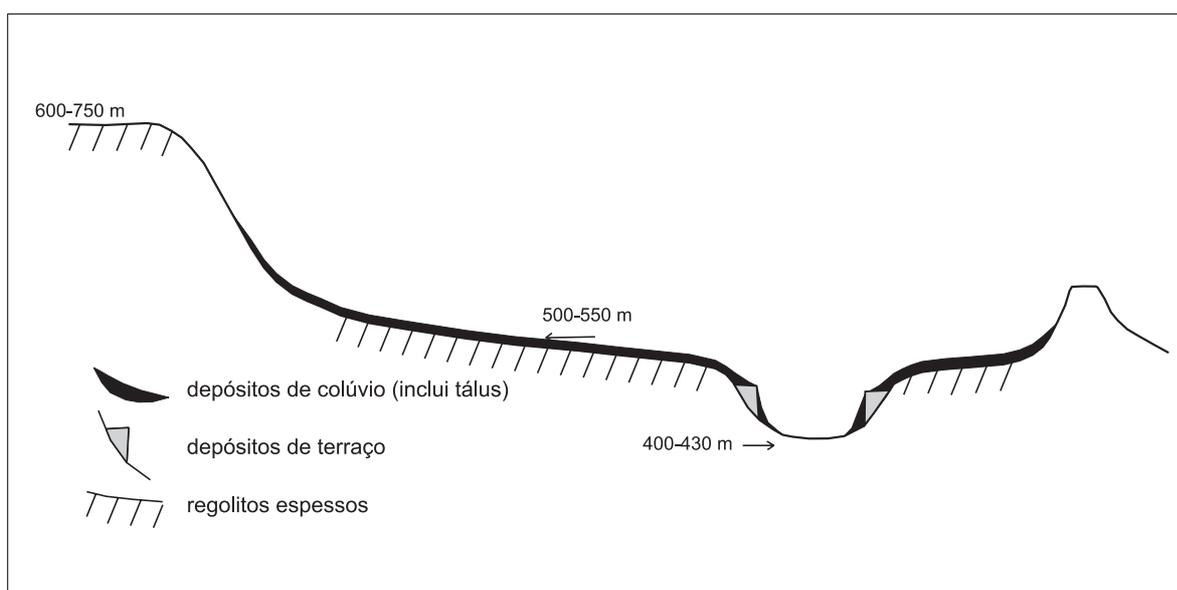
A espessura do Grupo Bauru na região é da ordem de 210 m, conforme dados de sondagens para exploração de água subterrânea (Silva et al., 1990); o topo dos derrames basálticos da Formação Serra Geral (132 Ma, segundo Renne et al., 1992) está na cota 432 m no poço 2-AA-1-SP, perfurado na localidade de Amadeu Amaral, a poucos quilômetros ao sul da área aqui estudada. Nessa mesma sondagem, constatou-se uma espessura de basaltos da ordem de 800 m; o embasamento cristalino ocorre por volta das cotas – 2.850 e – 3.000 m.

Os depósitos cenozóicos, por sua vez, mostram uma razoável conexão com a conformação maior do relevo, conforme pode ser observado na Figura 3. Esses depósitos incluem:

- *Coberturas pedogênicas* (Regolitos espessos da Figura 3) – Predominam no contexto das super-

fícies planálticas bem desenvolvidas (pedimentos), aonde chegam a atingir mais de uma dezena de metros de espessura. Na região de estudo, são formadas por material arenoso ou areno-argiloso, maciço, marrom-avermelhado, friável, com alta permeabilidade. Datações obtidas por Sallun & Suguio (2006), com base em termoluminescência (TL) e luminescência oticamente estimulada (LOE) apontaram idades entre 400 ka. e 1.000 ka. A.P., para essas coberturas no topo do Planalto de Marília. Para a superfície planáltica rebaixada (P2), as idades variaram de 400 ka. a 120 ka. A.P. para as respectivas coberturas. Esta faixa de idade aponta, assim, para um longo tempo de evolução pedogenética desses regolitos;

- *Depósitos colúvio-eluviais* – Apresentam características sedimentológicas semelhantes às das coberturas pedogênicas (de caráter eluvial) e não chegam a caracterizar verdadeiros colúvios, implicando transporte encosta abaixo de pequena monta. Por vezes incluem fragmentos de laterita e de carvão vegetal (charcoal), espalhados por sua massa, ou capeiam bandas de ferricretes interpostas entre esses depósitos e as rochas subjacentes;
- *Colúvios stricto sensu* – Manteiam as encostas e recobrem, com frequência, linhas de seixo, que certificam seu caráter alóctone. Em termos texturais, mostram semelhanças com os depósitos colúvio-eluviais, com os quais, inclusive, se transicionam no âmbito dos altos interflúvios. No sentido



**FIGURA 3.** Seção geológica-geomorfológica esquemática da área de estudo (Etchebehere, 2000).

oposto, i.e., rumo aos fundos de vale, recobrem depósitos de terraço e até mesmo trechos das planícies aluviais recentes. Em algumas situações, os colúvios confundem-se com os depósitos de entulhamento de vale, principalmente quando se misturam a aluviões, podendo, nesses casos, ser melhor designados, “depósitos colúvio-aluviais”;

- *Depósitos de terraço* – Correspondem, como já informado, à Aloformação Rio do Peixe e incluem três principais níveis engastados nas vertentes. Apresentam um diversificado conjunto de fácies sedimentares que incluem depósitos arenosos e conglomeráticos de canal, maciços ou com estratificações acanaladas; bancos ou camadas de pelitos acinzentados de espessuras decimétricas, por vezes com marcas de bioturbação; e depósitos argilosos espessos (espessuras métricas), maciços ou com laminação plano-paralela, ricos em remanescentes vegetais carbonificados; e
- *Leques aluviais tecnogênicos* – Formados em decorrência da ocupação recente do solo, apresentam formatos típicos, que se espalham sobre patamares de terraços ou planícies aluviais, configurando-se como depósitos arenosos de enxurrada. Contêm, não-raro, fragmentos de origem tecnogênica, tais como: madeiras aparelhadas, cacos de vidro, sacos plásticos etc.

Em termos de cartografia geológica na área de estudo, dispõe-se de um razoável conhecimento graças aos trabalhos de mapeamento encetados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, no final dos anos 1970, e pelo Consórcio CESP/IPT/ Paulipetro, no início da década seguinte. Podem ser destacadas, também, as contribuições de Suguio et al. (1977), Stein et al. (1979), Soares et al. (1980), Silva & Couto (1980), Saad et al. (1988), Silva et al. (1990) e Etchebehere et al. (1993). Mapas de maior escala sobre a área aqui estudada podem ser encontrados nas contribuições de Queiroz Neto & Journaux (1978 a,b), Manzini (1999), Batezelli et al. (1999), Etchebehere (2000), Sallun (2003) e Sallun & Suguio (2006).

No que concerne a aspectos estruturais maiores, a área aqui estudada é marcada pela presença de lineamentos NW-SE (orientação do lineamento Guapiara) e NE-SW (sutura de Marília), na nomenclatura de Etchebehere et al. (2007). Tais lineamentos são

discerníveis em imagens de satélite e também em dados geofísicos de subsuperfície (sondagens elétricas e magneto-telúricas), bem como em dados de subsuperfície (espessuras diferenciadas de sequências sedimentares da Bacia do Paraná). Tais descontinuidades correspondem a feições rúpteis herdadas do embasamento cristalino e que vêm sendo reativadas ao longo do tempo geológico. Em termos de deformação neotectônica, sabe-se da ocorrência de sismos de pequena magnitude nas proximidades dessa área, bem como de marcas de terremotos mais expressivos (com magnitudes estimadas superiores a 6) impressas sob a forma de estruturas de liquefação em sedimentos aluviais neoquaternários (q.v. Etchebehere, 2000; Etchebehere & Saad, 2002; Guedes, 2008).

Com relação ao contexto geotécnico, de acordo com IPT (1994), no Município de Marília podem ser identificados dois tipos principais de comportamento geotécnico dos terrenos ante o seu uso: *terrenos de alta suscetibilidade a movimentos de massa* (naturais e induzidos) e *terrenos de muito alta suscetibilidade a erosão por sulcos, ravinas e voçorocas*.

Na área de estudo, os terrenos do primeiro tipo encaixam-se naqueles constituídos por relevo de escarpas sustentadas por rochas sedimentares, pertencentes à Formação Marília. Os terrenos dessa unidade têm declividade muito alta, em que os escorregamentos de solos, de rocha e queda de blocos são os principais tipos de movimento de massa responsáveis pela sua dinâmica natural. Nesses terrenos, verificam-se também rastejos e instabilizações de depósitos de tálus, quase sempre induzidos por intervenções antrópicas. O segundo tipo principal abrange as formações Adamantina e Araçatuba, bem como os solos podzólicos, de textura arenosa média, a elas associados. Nessa classe, podem ser encaixados os depósitos neoquaternários (terraços de acumulação e aluviões atuais, depósitos de colúvio e suas variantes), os quais são altamente suscetíveis à erosão.

Os problemas decorrentes do desenvolvimento desses processos erosivos afetam tanto as atividades rurais quanto as urbanas. Formam-se ravinas e voçorocas desencadeadas a partir de simples desmatamento, de manejos incorretos dos solos agrícolas, ou de lançamentos concentrados de águas superficiais (pluviais ou servidas), sem medidas de obras de controle adequadas.

## RESULTADOS

### UNIDADES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO

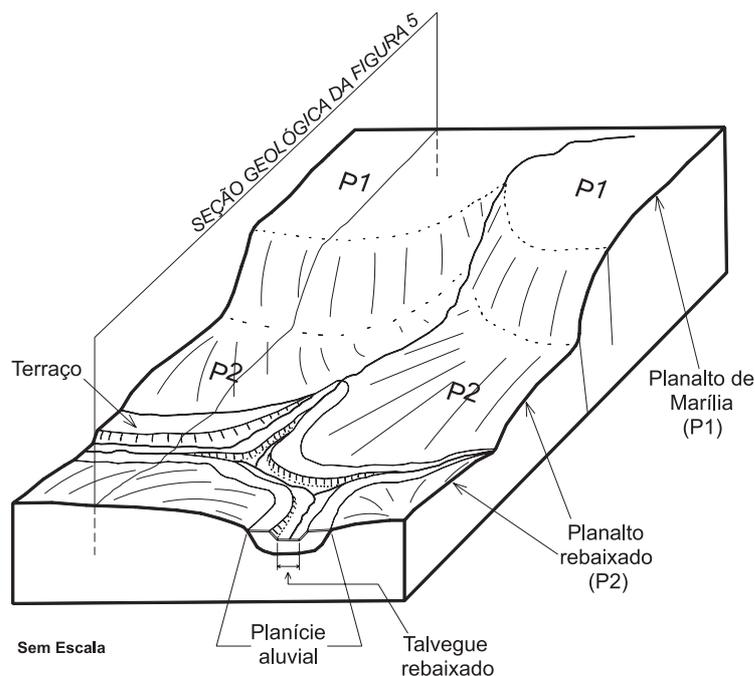
O bloco-diagrama da Figura 4, complementado pela seção geológica da Figura 5, ilustra, de modo

sintético, o panorama geológico-geomorfológico das microbacias da área de estudo, com destaque para as feições geomórficas básicas (superfícies planálticas [ou pedimentos], escarpa de planalto, faixa de terraços e

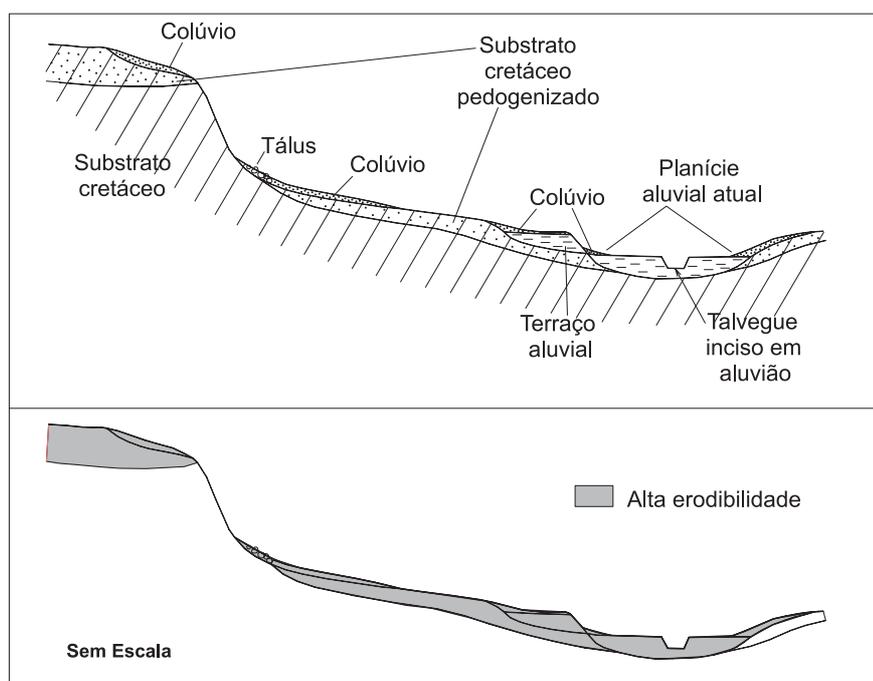
planícies aluviais recentes) e para o tipo e espessura relativa dos solos e dos depósitos sedimentares cenozóicos. As Fotos 1 a 4 ilustram os diversos aspectos aqui tratados e serviram de base para a elaboração das referidas figuras.

A Figura 6 ilustra um perfil geológico típico da área de estudo, com destaque para as unidades de maior

erodibilidade, que compreendem depósitos sedimentares incoesos ou de baixa coesão, como os alúvios e os colúvios, e os regolitos arenosos maciços, espessos, de alta permeabilidade, que caracterizam os solos residuais desenvolvidos nas superfícies planálticas, tanto no alto do Planalto de Marília (P1) quanto na superfície pedimentar nele engastada (P2).



**FIGURA 4.** Bloco-diagrama delineando as principais feições geomorfológicas da área de estudo.



**FIGURA 5.** Seção geológica mostrando os principais tipos de depósitos sedimentares e mantos regolíticos e os setores de maior erodibilidade na área de estudo.

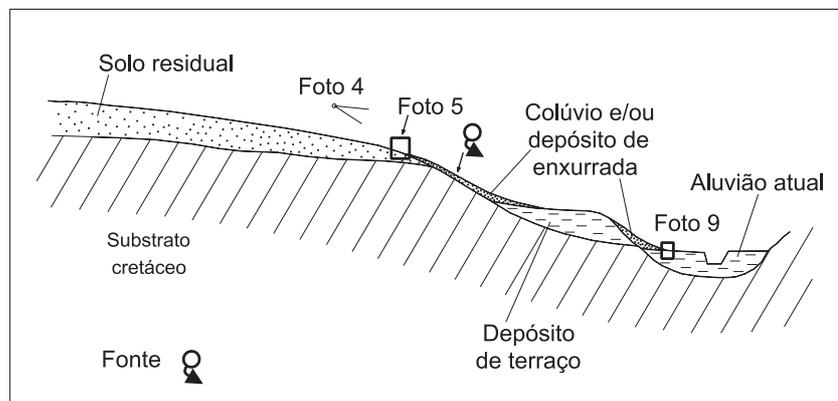


**FOTO 1.** Panorama representativo do contexto geomorfológico da área de estudo, mostrando, ao fundo, as escarpas do Planalto de Marília (P1) e, em primeiro plano, o relevo colinoso característico da superfície planáltica rebaixada, incluindo fundos de vale chatos. Vista rumo norte a partir do ponto de coordenadas UTM 594.739 – 7.537.564.

**FOTO 2.** Fundo de vale suave, próximo à zona de cabeceira de microbacia, no sopé da escarpa do Planalto de Marília. Notar, na meia-encosta, cicatrizes de erosão, estabilizadas pelo revestimento de gramíneas. Ponto de coordenadas UTM 596.476 – 7.535.996.

**FOTO 3.** Paredes de “boçoroca de drenagem” (senso Cruz, 2001) desnudas, caracterizando zona de erosão ativa, com recuo, rumo montante, da feição erosiva. Ainda é possível notar a antiga superfície de fundo de vale chatto. Ponto de coordenadas UTM 597.590 – 7.535.996.

**FOTO 4.** Visão “longitudinal” de encosta destacando-se o patamar de terraço (T) da Aloformação Rio do Peixe e, em primeiro plano, a surgência de água no contato entre o manto regolítico arenoso residual e arenitos menos alterados da Formação Adamantina. Ponto de coordenadas UTM 593.210 – 7.535.598.



**FIGURA 6.** Típico perfil geológico no âmbito da superfície P2.

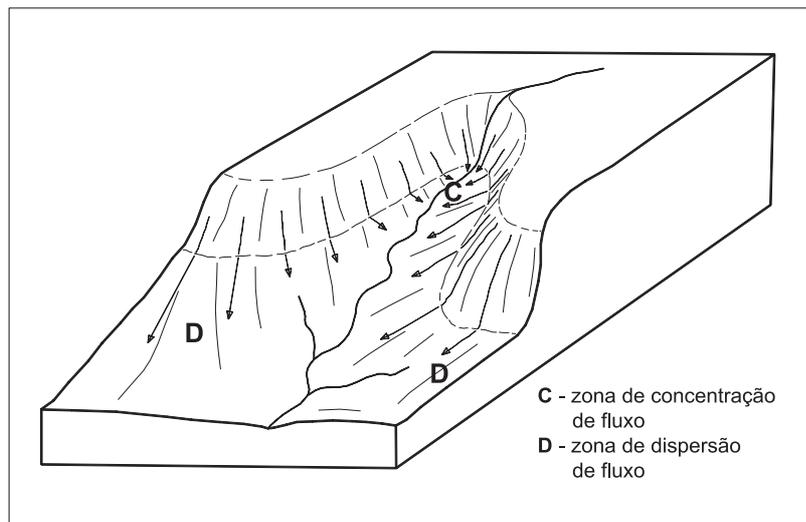
Os materiais mais suscetíveis à erosão são os seguintes:

- *solos residuais* arenosos, maciços, marrom-avermelhados, porosos, colapsíveis, com espessuras métricas, oriundos do intemperismo das formações Marília ou Adamantina e que ocupam, em geral os remanescentes de superfícies planálticas, particularmente nos grandes espigões e na área de domínio das colinas amplas. Texturalmente, refletem a granulometria e o grau de seleção aproximado das unidades geológicas que lhes dão origem, i.e., má seleção textural e mineralógica, quando a Formação Marília é a rocha-mãe, e regular, quando os solos se originam da Formação Adamantina;
- *colúvios* arenosos, maciços, mal selecionados texturalmente, marrom-avermelhados, porosos, com espessuras decimétricas a métricas, por vezes capeando delgada linha de seixos (quartzo e quartzito centimétricos, polidos e bem arredondados, e fragmentos de laterita, mal arredondados). Os mantos coluvionares são mais comuns no sopé das escarpas do Planalto de Marília e de vertentes

mais acentuadas esculpidas nas superfícies planálticas dissecadas;

- *aluviões e materiais colúvio-aluvionares* em depósitos de terraço fluvial engastados nas vertentes e ocupando as planícies aluviais recentes, com espessuras métricas a decamétricas. Constituem sedimentos arenosos, argilosos ou cascalhentos, por vezes orgânicos, com eventuais misturas, por vezes exibindo estruturas de fluxo direcional e gradações; feições de liquefação foram também identificadas em paredes de voçorocas ativas.

Conquanto os solos residuais (“coberturas pedogênicas”) se façam presentes tanto na superfície P1 (Planalto de Marília) quanto na superfície P2 (pedimento engastado) e sejam similares em termos texturais e em espessura, percebe-se que os processos erosivos tendem a ser mais frequentes na superfície planáltica rebaixada, em especial nas faldas do Planalto de Marília. Este fato decorre da concentração do fluxo pluvial e do aumento da velocidade das enxurradas e correntes, com o conseqüente incremento no poder erosivo desses agentes (Figura 7).



**FIGURA 7.** Bloco-diagrama mostrando as zonas de concentração e de dispersão de águas de superfície no sopé da escarpa do Planalto de Marília.

Ao afetar as áreas de solos residuais mais espessos, a concentração de águas pluviais provoca incisões expressivas, que se aprofundam até que seja alcançada a rocha menos alterada. No caso dos sedimentos de terraço ou de aluviões de fundo de vale, as incisões evoluem até que seja alcançado o topo do lençol freático. Neste caso, o talvegue é raso, e as encostas laterais evoluem por desbarrancamentos contínuos, seja por solapamento do próprio curso d’água seja por reflexo

de erosão subterrânea tubular (*piping*). Este estágio é conhecido como “boçoroca de drenagem” (senso Cruz, 2001) e envolve alargamento da voçoroca, ramificação, e erosão remontante, com recuo acelerado do novo talvegue (Foto 4).

O lençol freático controla o nível de base nos talvegues, de tal modo que oscilações podem provocar assoreamento do fundo do vale ou incisão de sedimentos recém-depositados, respectivamente quando ocorre

elevação ou abaixamento da superfície piezométrica. No caso das microbacias da região estudada, os depósitos recentes de fundo de vale podem ser reputados como de natureza tecnogênica (*sensu* Oliveira, 1994), pois incluem resíduos diversos tais como cacos de vidro, sacos plásticos, fragmentos de madeira aparelhada, cerâmica etc.

Nas porções mais afastadas dos sopés da escarpas do Planalto de Marília, o quadro erosivo diagnosticado pode ser sintetizado na Figura 6, a qual esquematiza os aspectos básicos que controlam a suscetibilidade dos solos e sedimentos. As Fotos 4, 5 e 9 auxiliam no entendimento desses aspectos e têm seus ângulos e/ou coberturas demarcadas *grosso modo* na referida figura.

As unidades mais suscetíveis à ação de processos erosivos continuam sendo os solos residuais arenosos marrom-avermelhados, friáveis, de alta permeabilidade, com espessuras métricas, oriundos de arenitos da Formação Adamantina. A erosão acelerada ocorre quando há concentração de águas de rolamento, nas margens de estradas e em trilhas de gado, ou, ainda, em pontos onde a cobertura vegetal foi removida (Fotos 6 e 7). As incisões se aprofundam até o contato com rocha-mãe menos alterada, passando então a se alargarem, com eventuais ramificações e, se não forem contidas, persistente recuo rumo montante. Caso haja interceptação do lençol freático, as ravinas se tornam autênticas voçorocas e as encostas passam também a sofrer a ação de desmoronamentos, solapamentos, escorregamentos de fatias e de erosão tubular (*piping*). As rupturas de declive são pontos mais sensíveis à implantação de processos erosivos lineares, que podem dar origem, até mesmo, às chamadas “voçorocas de encosta” (*sensu* Cruz, 2001).

Secundariamente, os depósitos de terraço da Aloformação Rio do Peixe, que ocorrem de modo descontínuo nas baixas vertentes dos vales, podem ser alvo de erosão. Os sulcos, ravinas e voçorocas tendem a incidir em quebras de relevo, ou rupturas de declividade, tendo por “gatilho” para sua implantação, geralmente, as estradas e as trilhas de pisoteio de gado, conforme pode ser visto nas Fotos 8 e 9.

Um fator adicional de preocupação no que concerne ao favorecimento de processos erosivos acelerados é o uso do solo para lavoura. Na região aqui estudada, predomina a pecuária bovina, mas em alguns pontos ainda podem ser observadas plantações de café e amendoim. Embora atualmente existam técnicas preservacionistas mais bem desenvolvidas, ainda podem ser constatados pontos nevrálgicos a processos de erosão, em especial no caso de plantações que demandam carregadores limpos, onde o solo fica exposto às intempéries.

As faixas de exposição de solo, em especial aquelas em declives sem medidas de contenção a enxurradas, são as mais propensas a concentrar as águas pluviais, atuando como germes de novos processos erosivos. Além disso, mesmo que não ocorram processos erosivos lineares, há perda considerável dos horizontes superficiais do solo, empobrecendo-o em intervalo de poucos anos.

Finalizando este item, entende-se que os focos remanescentes de erosão aqui sintetizados correspondam aos supridores de carga para o assoreamento continuado da rede de drenagem ao lado do lançamento de resíduos urbanos. Tal quadro pode ser constatado no levantamento dos produtos de sensores remotos produzido na presente dissertação, que, através de coberturas fotográficas de diversas épocas, mostram uma diminuição dos processos erosivos, como será mostrado no tópico subsequente.

As observações relativas ao assoreamento dos cursos d'água mostram que também houve diminuição de incidência desse processo de dinâmica superficial, o que deve ser decorrência imediata da menor disponibilidade de carga sedimentar de fundo, que era propiciada pelos focos de erosão linear acelerada. Debelados estes, passou a haver tão somente os processos de transferência de carga ao longo das drenagens. Em algumas situações, observa-se a estabilização de depósitos de assoreamento que se apresentam revestidos de cobertura vegetal consistente (gramíneas e até mesmo vegetação arbustiva e/ou arbórea). Em outros casos, o canal fluvial mostra-se inciso e relativamente profundo, diferenciando-se dos canais assoreados, que são rasos e mais largos.

#### QUADRO ATUAL DA DINÂMICA EXTERNA

A análise dos sucessivos registros fotográficos da área estudada ao longo de quase meio século de cobertura indica que os processos de dinâmica superficial, sejam erosivos, sejam de assoreamento da rede de drenagem, arrefeceram nos últimos tempos. Pretende-se, neste tópico, caracterizar este quadro e analisar os seus condicionantes.

No conjunto de fotografias aéreas relativas ao sobrevôo de 1962, notam-se intensos processos de erosão linear acelerada e, igualmente, largos tratos de planícies aluviais assoreadas, com ampliação anormal da largura dos canais em contraponto à diminuição de suas profundidades, resultando em faixas extensas de areiões expostas ao longo dos talwegues. Ainda assim, alguns trechos, apesar de assoreados, mostravam-se recobertos por vegetação fixa, denotando uma estabilização dos depósitos fluviais.

Entende-se que os processos de dinâmica superficial decorriam do tipo de uso e ocupação do



**FOTO 5.** Solo residual marrom-avermelhado da Formação Adamantina recoberto por delgado lençol de areias esbranquiçadas (depósito de enxurrada). Ponto de coordenadas UTM 591.777 – 7.543.586.

**FOTO 6.** Sulcos de erosão em área de pastagem condicionados por trilhas de gado. O material esbranquiçado refere-se a sedimentos arenosos transportados por enxurradas. Ponto de coordenadas UTM 591.777 – 7.543.586.

**FOTO 7.** Sulcos de erosão em área de solo exposto em ruptura de declive, condicionados pela concentração de trilhas de gado. Ponto de coordenadas UTM 591.594 – 7.545.560.

**FOTO 8.** Intenso ravinamento em lateral de estrada rural. A cerca suspensa indica a antiga linha de superfície do terreno original. O material erodido corresponde a solo residual arenoso da Formação Adamantina. Proximidades da estação de captação de água da Prefeitura Municipal de Marília no Rio do Peixe.

**FOTO 9.** Depósito aluvial próximo a cabeceira de drenagem, com topo marcado por argila acinzentada, recoberta por depósito arenoso de enxurrada, interpretado como fruto da colonização acelerada da área, a partir de 1920. Ponto de coordenadas UTM 600.165 – 7.545.790.

solo, do ritmo intenso de utilização, e do desconhecimento das fragilidades do substrato do Planalto Ocidental Paulista, cujo modelo de intervenção seguiu os moldes adotados anteriormente na Depressão Periférica Paulista (Stein, 1999), podendo ser destacados os seguintes fatores:

- Desmatamento extensivo, suprimindo a proteção natural dos solos e substratos, já de compleição frágil (arenosos, friáveis, espessos, colapsíveis etc.);
- Subseqüente plantio de café (nas porções mais elevadas do Planalto de Marília), amendoim e algodão (nas áreas do planalto rebaixado), adotando-se procedimentos que não levavam em conta a capacidade de suporte do solo;
- Em decorrência da forma usual de plantação, onde se destacava a manutenção de carregadores sem cobertura vegetal, com freqüentes carpidas, potencializando a vulnerabilidade dos horizontes superficiais do solo ante a erosão laminar, que resultou em rápido empobrecimento e abandono conseqüente das lavouras. Como resultado final, restaram grandes tratos de terreno expostos à ação erosiva de chuvas e enxurradas;
- Como um fator adicional para a degradação do solo, ocorreu a introdução do trator, na década de 1950, ampliando o impacto erosivo (Stein, 1999);
- As oscilações econômicas tiveram reflexos na intensidade de plantio, em especial do café, com alternância da implementação de cafezais e abandono de lavouras, deixando os solos ainda mais expostos à erosão pluvial;
- Os terrenos cultivados no âmbito da superfície planáltica rebaixada (P2) sofreram mais intensamente os processos erosivos devido à concentração das águas de rolamento e o aumento de sua velocidade e conseqüente poder erosivo, em especial nas faldas do Planalto de Marília; os solos na superfície cimeira, nesse sentido, foram um pouco menos atacados pela erosão acelerada;
- A concentração de águas pluviais, condicionada por ação humana, seja nas plantações, seja em caminhos ou estradas ou até mesmo em núcleos urbanos, e a suscetibilidade natural do substrato culminou com o surgimento e contínua ampliação de feições erosivas lineares, incluindo sulcos, ravinas e, em estágio mais avançado de deterioração, voçorocas;
- A enorme carga sedimentar gerada entulhou as calhas fluviais, alterando, de modo brusco e intenso, a dinâmica hídrica da região. Canais foram assoreados e tiveram sua capacidade volumétrica reduzidas substancialmente, tornaram-se rasos e

largos, as enchentes passaram a se formar e a vazarem de modo igualmente rápido, incrementando o poder erosivo à jusante. O impacto dessa mudança intensa e rápida na dinâmica fluvial e nos ecossistemas de várzea, dos antigos canais fluviais e das orlas ripárias ainda não pode ser considerado como devidamente caracterizado;

- Os níveis de base locais estavam freqüentemente associados ao topo da superfície freática, como pode ser verificado nos fundos das voçorocas, que se tornam planos quando o lençol freático aflora. Oscilações na posição do lençol freático passam a controlar os processos de incisão e de assoreamento nos talwegues;
- Uma conseqüência imediata, ao longo dos fundos de vale, que tinham, originalmente, perfis de conformação suave, foi a freqüente ocorrência de voçorocamentos, com persistente erosão remontante, cortando os depósitos aluviais e, em alguns casos, alcançando o substrato arenoso do Grupo Bauru, limite do aprofundamento erosivo. A presença de voçorocas de drenagem leva a uma drenagem imediata dos antigos fundos de vale, facilitando os processos erosivos superficiais;
- A implementação de técnicas de manejo de solo mais bem elaboradas e a substituição, em larga escala, da agricultura pela pecuária bovina, possibilitaram a contenção dos processos erosivos, e a estabilização das paredes expostas nas ravinas e voçorocas, com arrefecimento dos problemas erosivos. O quadro relativo ao assoreamento também se tornou mais estável, com revegetação das superfícies dos depósitos recentes e diminuição da carga sedimentar em trânsito, conquanto algumas drenagens ainda se mostrem francamente assoreadas, em especial aquelas que recebem quantidade significativa de detritos urbano.

Em linhas gerais, as Fotos 10 e 11 ilustram áreas que foram focos de erosão e/ou assoreamento e que hoje se encontram estabilizadas, em grande parte por processos de revegetação (substituição de lavouras por pastagens) e por medidas de trato adequado do solo. Por outro lado, a Foto 12 mostra que ainda remanescem processos de erosão e assoreamento, mostrando que a suscetibilidade natural do manto regolítico não deve ser subestimada. Mesmo em áreas estabilizadas de alguns anos deve haver monitoramento contínuo dos processos de dinâmica superficial e ação corretiva imediata onde se constate a retomada de erosão. Entende-se que essas medidas devam ser objeto de interesse tanto dos donos das terras ou seus arrendatários quanto de instituições públicas de gerenciamento do uso do solo.



**FOTO 10.** Antiga ravina, ora estabilizada, com fundo e paredes revestidas por grama (área de pastagem). Ponto de coordenadas UTM 591.578 – 7.541.105.

**FOTO 11.** Marcas de erosão em fundo de vale e em encostas, praticamente estabilizadas pelo revestimento de grama e por terraceamentos. Notar o antigo perfil do vale, em época pré-erosão. As trilhas de gado são as únicas superfícies de exposição direta do solo. Ponto de coordenadas UTM 591.777 – 7.543.586.

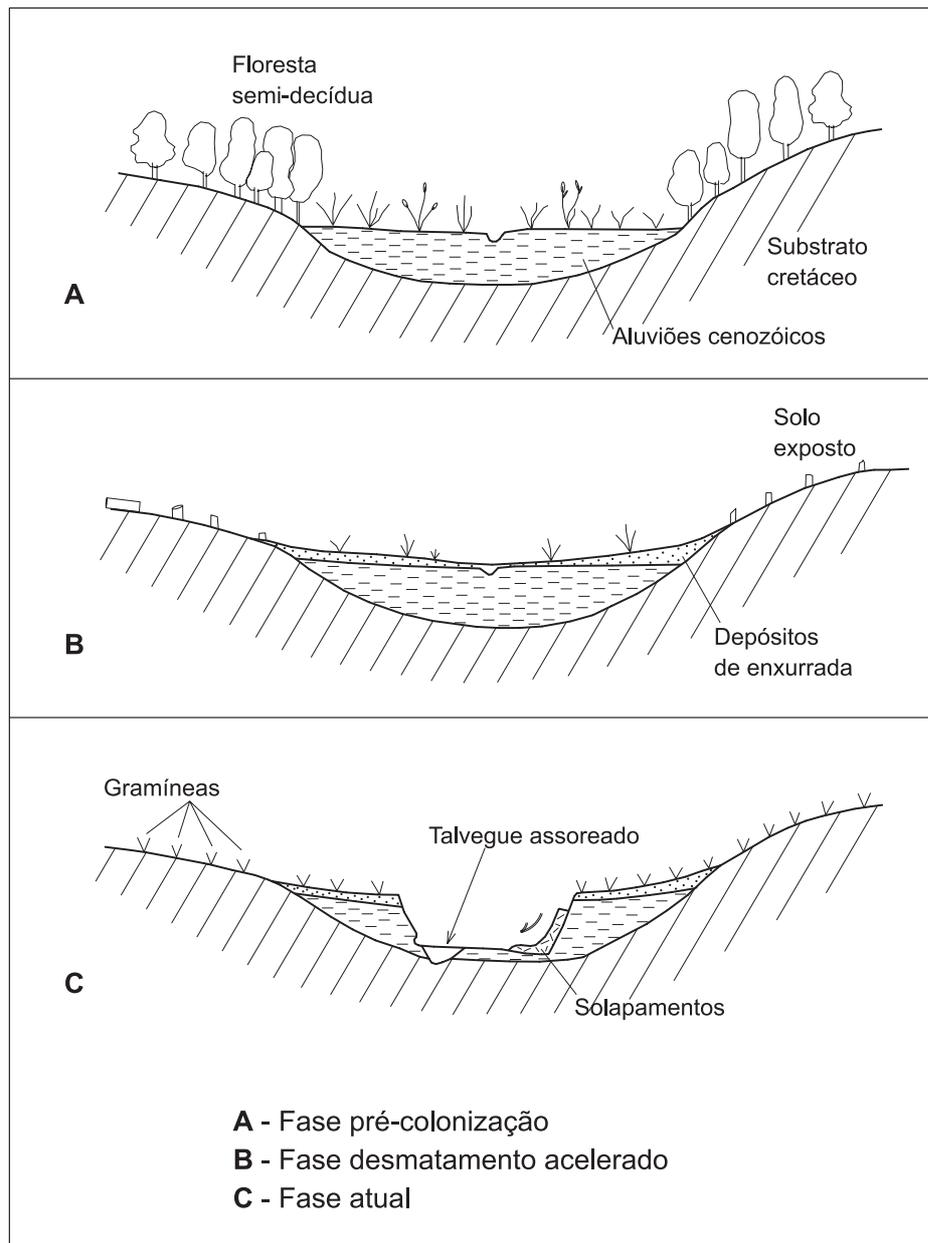
**FOTO 12.** Remanescentes de processos erosivos e de assoreamento de talvegue em área de pastagem. Ponto de coordenadas UTM 591.777 – 7.543.586.

## EVOLUÇÃO DA PAISAGEM NO ÚLTIMO SÉCULO

A evolução da paisagem da área aqui estudada na última centena de anos encontra-se sintetizada na Figura 8, destacando-se três cenários subseqüentes, quais sejam:

- *Cenário pré-entrada do colonizador de origem européia (pré-1920)* – A região era coberta por floresta semi-decidual e os fundos de vale eram amplos, de conformação suave e compreendiam depósitos aluviais (Cenário “A” da Figura 8). O impacto antropogênico deveria ser restrito, uma vez que a área era habitada de forma esparsa por índios caiapós;
- *Colonização acelerada (1920 – década de 1950)* – A entrada do colonizador de origem

européia foi rápida e intensa, facilitada pela infraestrutura proporcionada pelos ramais ferroviários construídos nos principais espigões do Planalto Ocidental Paulista. A cobertura florestal foi praticamente varrida da superfície, restando alguns remanescentes apenas em áreas íngremes como as escarpas do Planalto de Marília. Seguiu-se, ao deflorestamento, a introdução das lavouras de café, milho, amendoim e algodão, sem que se respeitasse o limite de suporte do solo, cujo empobrecimento rápido levou ao abandono precoce dos cultivos, piorando a estabilidade já precária dos mantos regolíticos e dos depósitos sedimentares incoesos. Um fator adicional de grande impacto foi a introdução do trator, já na década de 1950. Desprovidos da proteção da cobertura vegetal



**FIGURA 8.** Esquema de evolução da paisagem de fundo de vale na área de estudo durante o último século.

primária, os terrenos expostos foram objetivo de intensa erosão, com formação de incontáveis sulcos, ravinas e voçorocas, cujas cicatrizes remanesçam, ainda hoje, na paisagem. A imensa carga sedimentar gerada entulhou a rede de drenagem, assoreando os canais e mantendo as planícies aluviais (depósitos de enxurrada, que incluem detritos de natureza antropogênica, tais como madeira aparelhada, cacos de vidro, fragmentos de cerâmica etc.), sob a forma de depósitos que podem ser rotulados de “tecnogênicos” no sentido apregoado por Oliveira (1994). Este cenário corresponde à situação “B” mostrada na Figura 8; e

- *Situação pós-1960* – Após o esgotamento dos solos, a lavoura foi substituída pela atividade pecuária, com os terrenos se transformando em pastagens, o que propiciou a formação de uma nova cobertura vegetal (gramíneas), que ajudou na proteção do solo. A adoção de técnicas mais adequadas de controle das erosões, como a revegetação das encostas mais expostas, a implantação de terraceamentos e a construção de pequenas bacias de contenção também foram importantes para estabilização dos processos erosivos. Os pontos onde remanesçam erosões são, principalmente, os vales onde os talvegues sofreram abaixamento de alguns metros, com a progressiva

incisão remontante, gerando as chamadas “voçorocas de drenagem”, cujas paredes encontram-se, em boa parte, expostas à erosão pluvial, às enxurradas, à erosão tubular (*piping*) e aos

solapamentos e desbarrancamentos. Boa parte dos talvegues continua assoreada, inclusive por detritos de origem urbana. O cenário atual é simplificado na situação “C” da Figura 8.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As microbacias de drenagem da área de estudo foram impactadas de maneira intensa por processos desequilibrados de erosão, que resultaram em numerosas ocorrências de sulcos, ravinas e voçorocas, além da perda dos horizontes superficiais dos solos por erosão laminar, e intenso assoreamento das calhas dos cursos d’água, condicionado pela excessiva carga sedimentar gerada. Esse desequilíbrio decorreu, inegavelmente, da ocupação fremente desta parte do território paulista a partir da década de 1920, que envolveu a retirada da cobertura florestal original e o plantio subsequente de culturas de café, algodão, milho e amendoim, ignorando-se a suscetibilidade natural dos solos a processos erosivos e sem que se dispusesse de técnicas agrícolas adequadas de controle dos referidos processos, fator agravado pela introdução do trator, já nos anos 1950.

Os materiais mais suscetíveis à erosão são os seguintes:

- **solos residuais** arenosos, com espessuras métricas, oriundos do intemperismo das formações Marília ou Adamantina e que ocupam, em geral os remanescentes de superfícies planálticas, particularmente nos grandes espigões e na área de domínio das colinas amplas;
- **colúvios** arenosos, com espessuras decimétricas a métricas, por vezes capeando delgada linha de seixos. Os mantos coluvionares são mais comuns no sopé das escarpas do Planalto de Marília e de vertentes mais acentuadas, esculpidas nas superfícies planálticas dissecadas;
- **aluviões e materiais colúvio-aluvionares** em depósitos de terraço fluvial engastados nas vertentes e ocupando as planícies aluviais recentes, com espessuras métricas a decamétricas.

À parte a suscetibilidade natural dos solos e sedimentos acima especificados e o extensivo deflorestamento, existem fatores adicionais que deflagram a ocorrência de feições de erosão linear, dentre eles: estradas sem medidas de dispersão adequada de águas de rolamento, trilhas de gado e aceiros. Na periferia de zonas urbanas, também há também o risco de deflagração de processos de erosão acelerada por concentração de águas superficiais e mesmo de águas servidas em loteamentos mal

planejados e arruamento e sistemas de drenagem e saneamento precários.

O empobrecimento rápido dos solos e mesmo a sua perda ante a erosão acelerada incorreram no definhamento das culturas agrícolas e na ocupação dos terrenos pela criação de gado. Esse novo tipo de ocupação do solo contribuiu para a diminuição dos processos erosivos, com a revegetação da superfície do terreno por gramíneas, deixando-o menos exposto à erosão pluvial. Contribuíram também para esta estabilização as medidas de contenção dos processos erosivos, tais como a implantação de curvas de nível, a construção de diques de contenção ao longo das drenagens, a introdução de canaletas dispersoras de enxurradas ao longo das laterais das estradas e caminhos, plantio de eucalipto e bambu em paredes de ravinas e voçorocas, entre outras.

No presente estudo, constatou-se que em algumas áreas houve recuperação, inclusive, da cobertura vegetal arbórea, ampliando a área de floresta, de forma semelhante ao que se verificou também nas regiões da Serra do Mar, Vale do Ribeira, Alto Paranapanema e Litoral Sul (Ehlers, 2003; Bezerra, 2008). O impacto no quadro de assoreamento da rede de drenagem é menos evidente, inclusive por que os talvegues, em sua grande maioria, continuam entulhados. A presença de revestimento de gramíneas em parte da planície aluvial e dos baixos terraços indica que houve diminuição do aporte de material arenoso resultante de processos erosivos acelerados. Da mesma forma, as drenagens aparentam estar dissecando seus próprios depósitos recentes – que podem ser reputados como tecnogênicos – e transferindo tal carga sedimentar para jusante. Nos cursos d’água que têm cabeceira na zona urbana observa-se, em contrapartida, um aporte notável de, por assim dizer, “detritos urbanos”, em especial de lixo, que contribuem para manter os talvegues assoreados e sujeitos aos problemas de poluição e de enchentes periódicas.

A retomada, mesmo que em pequena escala, dos focos erosivos demonstra, sobejamente, a necessidade de contínuo monitoramento dos processos de dinâmica superficial da região, com a pronta intervenção reparadora nesses pontos. Acredita-se que esta preocupação deva fazer parte do dia-a-dia dos proprietários rurais, de seus eventuais arrendatários e das organizações de

gerenciamento do uso do solo, como as secretarias municipais de agricultura, meio ambiente e planejamento territorial, e as escolas técnicas rurais. Não é demasiado salientar que a cobertura pedológica

constitui um patrimônio natural, que deve ser preservado e valorizado, sob pena de comprometer o uso potencial do solo, os recursos hídricos e a sanidade, diversidade e resiliência dos ecossistemas dessa região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATEZELLI, A.; PERINOTTO, J.A.J.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; FULFARO, V.J.; SAAD, A.R. Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na bacia Bauru, estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, 1999, Serra Negra (SP). **Boletim...** Serra Negra: Editora UNESP, 1999, p. 195-200.
- BEZERRA, M.A. **Influência do uso da terra na incidência de processos de dinâmica superficial na região de Marília (SP)**. Guarulhos, 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação e Pesquisa – CEPPE, Universidade Guarulhos.
- CRUZ, C. **Análise comparativa da evolução das boçorocas nos anos de 1962 e 1999 nos municípios de Pompéia e Oriente SP**. Rio Claro, 2001. 98 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- EHLERS, E.M. **Determinantes da recuperação da Mata Atlântica no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2003. 354 f. Dissertação (Doutorado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental–Procam, Universidade de São Paulo.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços neoquaternários no vale do rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas**. Rio Claro, 2000. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. & SAAD, A.R. Feições de liquefação em sedimentos quaternários de terraço na bacia do Rio do Peixe, região ocidental paulista: implicações paleossísmicas. **Geociências**, v. 21, n. 1-2, p. 43-56, 2002.
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; SILVA, R.B.; SAAD, A.R.; RESENDE, A.C. Reavaliação do potencial do Grupo Bauru para evaporitos e salmouras continentais. **Geociências**, v. 12, p. 333-352, 1993.
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; FULFARO, V.J. Análise da bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no Planalto Ocidental Paulista, SP. **Geociências**, v. 26, p. 229-247, 2007 (on line).
- GUEDES, I.C. **Aplicação de análise flúvio-morfométrica na bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio – SP para detecção de deformações neotectônicas**. Guarulhos, 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação Pesquisa e Extensão, Universidade de Guarulhos.
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Carta geotécnica do Estado de São Paulo, escala 1:500.000**. 2v. São Paulo: IPT (Publicação IPT 2089), 1994.
- MANZINI, F.F. **Redefinição da formação Marília em seu local-tipo: estratigrafia, ambiente de sedimentação e paleogeografia**. Rio Claro, 1999. 125 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- MONBEIG, P. Algumas observações sobre Marília, cidade pioneira. São Paulo: Departamento de Cultura, Separata da **Revista do Arquivo Municipal**, n. 78, p. 222-226, 1941.
- OLIVEIRA, A.M.S. **Depósito tecnogenico e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. São Paulo, 1994. 205 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
- QUEIROZ NETO, J.P. & JORNAUX, A. (Coords.). Carta geomorfológica do vale do Rio do Peixe em Marília, SP. **Sedimentologia e Pedologia**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, v. 10, p. 1-20, 1978 (a).
- QUEIROZ NETO, J.P. & JORNAUX, A. (Coords.). Carta de formações superficiais do vale do Rio do Peixe em Marília, SP. **Sedimentologia e Pedologia**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, v. 11, p. 1-18, 1978 (b).
- RENNE, P.R.; ERNESTO, M.; PACCA, I.G.; COE, R.S.; GLEN, J.M.; PRÉVOT, M.; PERRIN, M. The age of the Paraná flood volcanism, rifting of Gondwanaland, and the Jurassic-Cretaceous boundary. **Science**, v. 258, p. 975-979, 1992.
- ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo: Departamento de Geografia, USP, 2 v., 1997.
- SAAD, A.R.; CAMPANHA, V.A.; CABRAL JR., M.C.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; PULEGHINI FILHO, P.; MOTTA, J.F.M.; SILVA, F.P. Cenários do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988, v. 2, p. 894-904.
- SALLUN, A.E.M. **Depósitos cenozóicos da região entre Marília e Presidente Prudente (SP)**. São Paulo, 2003. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- SALLUN, A.E.M. & SUGUIO, K. Depósitos quaternários da região entre Marília e Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 3, p. 385-395, 2006.
- SILVA, R.B. & COUTO, E.A. **Geologia do Bloco 45, balizado pelas cidades de Bauru, Marília, Ourinhos e Águas de Santa Bárbara**. São Paulo. 2 v. Consórcio IPT-CESP (Paulipetro, Relatório BP-011/80), 1980.
- SILVA, R.B.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; ZAIN, J.E.; RAMOS, R.G.N. O alto estrutural de Vera Cruz - Garça, Estado de São Paulo. **Revista de Geociências**, n. especial, p. 279-298, 1990.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FULFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo do Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.
- STEIN, D.P. **Avaliação da degradação do meio físico: Bacia do Rio Santo Anastácio, Oeste Paulista**. Rio Claro, 1999. 197 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista.

25. STEIN, D.P.; FULFARO, V.J.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A.; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; ALMEIDA, F.F.M. Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. *Atas...* Rio Claro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1979, v. 2, p. 291-306.
26. SUGUIO, K.; FULFARO, V.J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L.A. Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, 1977, São Paulo. *Atas...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1977, p. 231-247.

*Manuscrito Recebido em: 6 de abril de 2009*  
*Revisado e Aceito em: 7 de janeiro de 2010*