

## CARACTERIZAÇÃO DO MEIO HIDROBIOFÍSICO EM SEÇÕES TRANSVERSAIS NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO ÁGUA DA CACHOEIRA, EM PARAGUAÇU PAULISTA, SP. (1)

*Elvira Neves Domingues*

Pesquisadora-Instituto Florestal, São Paulo-SP

*Dr. Marcio Rossi*

Pesquisador do Instituto Agronômico de Campinas

*Isabel Fernandes de Aguiar Mattos*

Geógrafa-Instituto Florestal-SP, São Paulo

*Sidnei P. Rodrigues*

Estagiário de Geografia-Instituto Florestal, São Paulo-SP

**RESUMO:** *Estudou-se uma microbacia degradada através da drenagem, geologia, clinometria, morfopedologia, uso atual da terra e processos erosivos, em perfis topomorfológicos transversais ao canal fluvial principal. Concluiu-se que as rupturas de declives em arenitos frágeis, o domínio dos Podzolicos, o cultivo da cana e as pastagens são os fatores que exercem grande influência nos processos erosivos. Em declividades inferiores a 6 %, ocorrem erosão superficial e sulcos rasos e, nas baixas vertentes, ravinas e voçorocas. A erosão é maior em declives superiores a 12 %, apesar dos redutos de capoeira arbórea e de herbáceas. Em vales encaixados, declives acima de 25 %, dominam Litossolos e ravinas, e no baixo curso, maior assoreamento em fundos de vales largos.*

**Palavras-Chave:** meio hidrobiológico, processos erosivos, análise ambiental.

**ABSTRACT:** *The hydrobiophysical environment in the degraded microwatershed was studied through of the drainage, morphopedology, geology, declivity, present land use and process of erosion by topomorphological transect perpendicular crossing to principal fluvial channel. It was concluded that the rupture of slope in friable sandstone, the Podzolics soils, the sugar cane crop and degraded pasture have greater influence in the environment degradation. In the slope with less than 6 % with surface erosion been predominant and occurring gully and badlands in the valley bottom. Besides some natural vegetation cover, the erosion is higher in the downslope with more than 12 % of declivity. In the narrow valley with more than 25 % of declivity, occur the Litosolics soil, with gully erosion and alluvial plan with large sedimentation.*

**Key Words:** hydrobiophysical environment, process of erosion, environmental analysis

---

1. Trabalho apresentado no "XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos", de 16 a 20/nov/1997, em Vitória-ES; revisado e ampliado.

## 1. INTRODUÇÃO

A erosão acelerada das colinas e chapadões do oeste paulista, iniciada com o desmatamento e acentuada com a ocupação e colonização, retrata as condições de grande desequilíbrio do ambiente natural, que o homem construiu em nome do desenvolvimento econômico regional.

Esta situação de grande suscetibilidade das vertentes e erosão profunda, que provavelmente o homem não computava no período em que o grande ideal era o avanço das fronteiras do desenvolvimento e do progresso, continua sendo motivo de preocupações, pois vem propiciando, em muitos locais, a degradação catastrófica do meio ambiente, por meio do avanço acelerado de grandes voçorocas urbanas e rurais.

Assim, esta fragilidade vem aumentando com o uso inadequado do solo e com as chuvas torrenciais provocando assoreamentos, inundações, destruição de parte de rodovias, áreas urbanas, pontes e plantações, além de outros danos advindos deste forte impacto ambiental.

Mais recentemente, no entanto, a partir de 1972, a "1ª. Conferência Mundial do Meio Ambiente", despertou a consciência da necessidade de recuperação das áreas degradadas e da conservação da natureza, posteriormente fortalecida pela "2ª. Conferência Internacional do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável", em 1992. Como conseqüência, ocorreu o início da maior valorização das pesquisas científicas e práticas, ao encontro do maior entendimento dos processos de transformações aceleradas nessas paisagens e conseqüentemente, do planejamento integrado.

Este estudo compõe o "Programa de Pesquisa em Conservação de Floresta e do Meio Ambiente", desenvolvido pelo Instituto Florestal em conjunto com a "Japan International Cooperation Agency", que visou adquirir conhecimentos, no contexto de uma abordagem ampla, do meio hidrobiológico e dos mecanismos de erosão da microbacia do ribeirão Água da Cachoeira. Esta área é fonte de captação para abastecimento hídrico urbano do município de Paraguaçu Paulista e apresenta acelerados processos de erosão e assoreamento dos cursos d'água.

A caracterização do meio hidrobiológico desenvolvida neste estudo teve como objetivo interrelacionar parte dos dados já obtidos, como os morfológicos, geológicos, pedológicos, clinométricos, hidrológicos, de drenagem, de uso da terra e dos processos erosivos, visando resultados analíticos e interpretativos, com ênfase na dinâmica morfohidrológica desta microbacia.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os aspectos de inter-relações dos componentes ambientais na evolução dos sistemas naturais preservados ou alterados, destacam os conceitos de unidade da paisagem e de interdependência dos componentes naturais e introduzidos, no funcionamento e nos mecanismos dos processos evolutivos, principalmente dos espaços naturalmente delimitados como as bacias hidrográficas.

Quanto a este enfoque, TRICART (1966) destacou que os mecanismos de vertentes e dos cursos d'água são indissociáveis e que há descontinuidades temporais e espaciais dos processos, devido as variações dos fatores hidrológicos, morfológicos, vegetativos, geológicos, antrópicos e ao caráter descontínuo

(sazonal, periódico e esporádico) da dinâmica plúvio-fluvial, bem como da ação química, mecânica e biológica, da alimentação freática e subsuperficial, dos processos de estocagem e da ação do homem.

Considerando esta complexidade da dinâmica hidromorfológica, HONDA & OCHIAI (1997) apresentaram resultados preliminares de estudos de transporte de sedimentos em suspensão no alto curso da microbacia do ribeirão Água da Cachoeira e apontaram que, entre agosto de 1995 e julho de 1996 ocorreram 56 eventos hídricos com totais entre 10,2 e 31,7 mm e que, precipitação pluviométrica com totais superiores a 14 mm/10 minutos já é suficiente para provocar o escoamento superficial. No período citado o escoamento direto máximo no canal fluvial foi de 239,23 l/s, com precipitação de 14,1 mm/10 minutos e 6,30 g/l de concentração de sedimentos em suspensão. DOMINGUES et al. (1998) mapearam grandes voçorocas nestas cabeceiras de drenagem principais, no terço superior desta microbacia, em domínio de declividades inferiores a 12%, topos largos e chatos e vertentes longas, intensamente cultivadas por cana-de-açúcar.

Um dos estudos geomorfológicos pioneiros voltados diretamente para o planejamento local-regional foi desenvolvido por AB'SABER (1968) que assinalou a voçoroca como um agressivo e acelerado processo de ravinamento forçado pela concentração dos lençóis d'água superficiais, sendo mais drásticas as desenvolvidas em "arenitos paleozóicos ou mesozóicos dos estados de São Paulo e Paraná". Segundo o autor, a friabilidade e as condições de alteração superficial e subsuperficial do arenito supra basáltico são fatores de fragilidade, que anteriormente eram controlados pela cobertura vegetal natural, tendo sido o desmatamento o fator

mais importante para o desenvolvimento da erosão, fato que é reconhecido pela unanimidade dos pesquisadores que estudaram os problemas ambientais do planalto Ocidental Paulista.

As alterações humanas nos ambientes naturais provocam diversos tipos de reações, devido ao caráter de interrelações dos fenômenos naturais dentro da composição e funcionamento sistêmico. Assim, DREW (1989) considerou os sistemas naturais, cadeias com elos de forças variadas apontando a existência de vários fatores "desencadeantes" que podem alterar profundamente ou até destruir um sistema, dependendo da resistência do mesmo ao impacto submetido. Neste aspecto, DYLIK (1968) ressaltou que as vertentes compreendem um todo dentro do conjunto dos processos fluviais e que o entendimento da dinâmica ambiental exige uma delimitação precisa de cada setor, indicando o início e o término da predominância dos diferentes processos, que apesar de distintos são indissociáveis.

Entre diversos processos erosivos que aceleram a degradação do meio ambiente, tanto local quanto regional, o desenvolvimento de voçorocas pela erosão regressiva subterrânea é marcante. Tendo início num ponto de emergência d'água, esta erosão elabora em sub-superfície na projeção do filete d'água na direção mais curta da linha do fluxo, uma seqüência de espaços vazios interligados, denominados de tubos de erosão ou erosão de "piping". Neste sentido, VARGAS (1971) demonstrou que em solos frágeis, próximo às saídas de água, é necessário criar condições para que haja circulação da água sem a circulação de sedimentos. COELHO NETTO (1995) afirmou que estes fluxos subterrâneos, muitas vezes têm origem em zonas de descontinuidades litológicas e GERRARD (1992) salientou as relações de evolução dos

solos com a evolução do relevo, indicando que as características dos solos como a porosidade, assumem grande importância no desenvolvimento dos processos geomorfológicos e consequentemente, do relevo.

SÃO PAULO (1990) atribuiu à ação da água, aos distúrbios hidrológicos, ao tipo de solo, de relevo e de substrato rochoso e ao desmatamento, à ocorrência dos processos erosivos mapeados na bacia do Peixe-Paranapanema, no sudoeste do Estado de São Paulo. Classificou as erosões motivadas por fator uso de solo em dois tipos: urbano, derivadas de águas pluviais e águas servidas e, rural, que é causada pela drenagem das rodovias e por manejo incorreto do solo para cultivos e pastagens.

Nesta região do planalto Ocidental Paulista, OLIVEIRA (1994) indicou, em uma área próxima à microbacia em estudo, que em 1962 as matas naturais tinham sido restringidas a 4,9 % da cobertura do solo e a 0,3 %, em 1992. MATTOS et al. (1997 a, b), apontaram que na microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, o uso do solo é predominantemente agropastoril, com 45,7 % de cana-de-açúcar e 33,7 % de pastagens, restando apenas 9,3 % de vegetação natural e que, os processos erosivos não tiveram origem no uso atual do solo, mas que o manejo atual inadequado intensifica as erosões.

Investigando os solos desta microbacia, ROSSI et al. (1997) ressaltaram a importância da cobertura pedológica no surgimento das erosões lineares, apontando que estas se destacaram na transição de Latossolo e Podzólico, em rupturas de declives convexas, mais acentuadas e originadas pela descontinuidade textural em subsuperfície, fatos também observados por QUEIROZ NETO et al.

(1973), SALOMÃO (1994) e MANFREDINI et al. (1995), em áreas próximas, no planalto Ocidental Paulista.

BACCARO et al. (1996, 1998) indicaram que o manejo incorreto do solo através da construção de curvas de nível inadequadas pode provocar o acúmulo de águas pluviais e de enxurradas que dinamizam as voçorocas, como as caracterizadas na região do Triângulo Mineiro, sob "forma festonada". Verificaram que vertentes longas e suaves de topos de chapadas são indicadas para culturas anuais e permanentes e, relevos fortemente dissecados, são indicados para atividades pastoris.

### 3. MATERIALE MÉTODOS

#### 3.1 A Área: Localização e Aspectos Hidrobiológicos Gerais.

A área de estudo abrange, aproximadamente 3.700 ha, ao norte do município de Paraguaçu Paulista, no sudoeste do Estado de São Paulo, entre 22° 17' e 22° 23' de latitude sul e 50° 35' e 50° 37' de longitude oeste de Grws. (Figura 1). Compõe parte das nascentes do ribeirão do Alegre, afluente do rio Capivara, na média bacia do rio Paranapanema, entre as altitudes de 420 a 610 m.

O relevo regional é caracterizado por colinas médias e amplas do planalto Ocidental Paulista, composto por arenitos do Grupo Bauru, constituindo as Formações Marília e Adamantina. A Formação Marília é composta de arenitos de granulação variada, em bancos maciços, incluindo intercalações de siltitos, argilitos e arenitos muito finos. A Formação Adamantina é registrada em compartimentos inferiores do relevo, em arenito mais fino, com cimento e nódulos carbonáticos (IPT, 1981a).

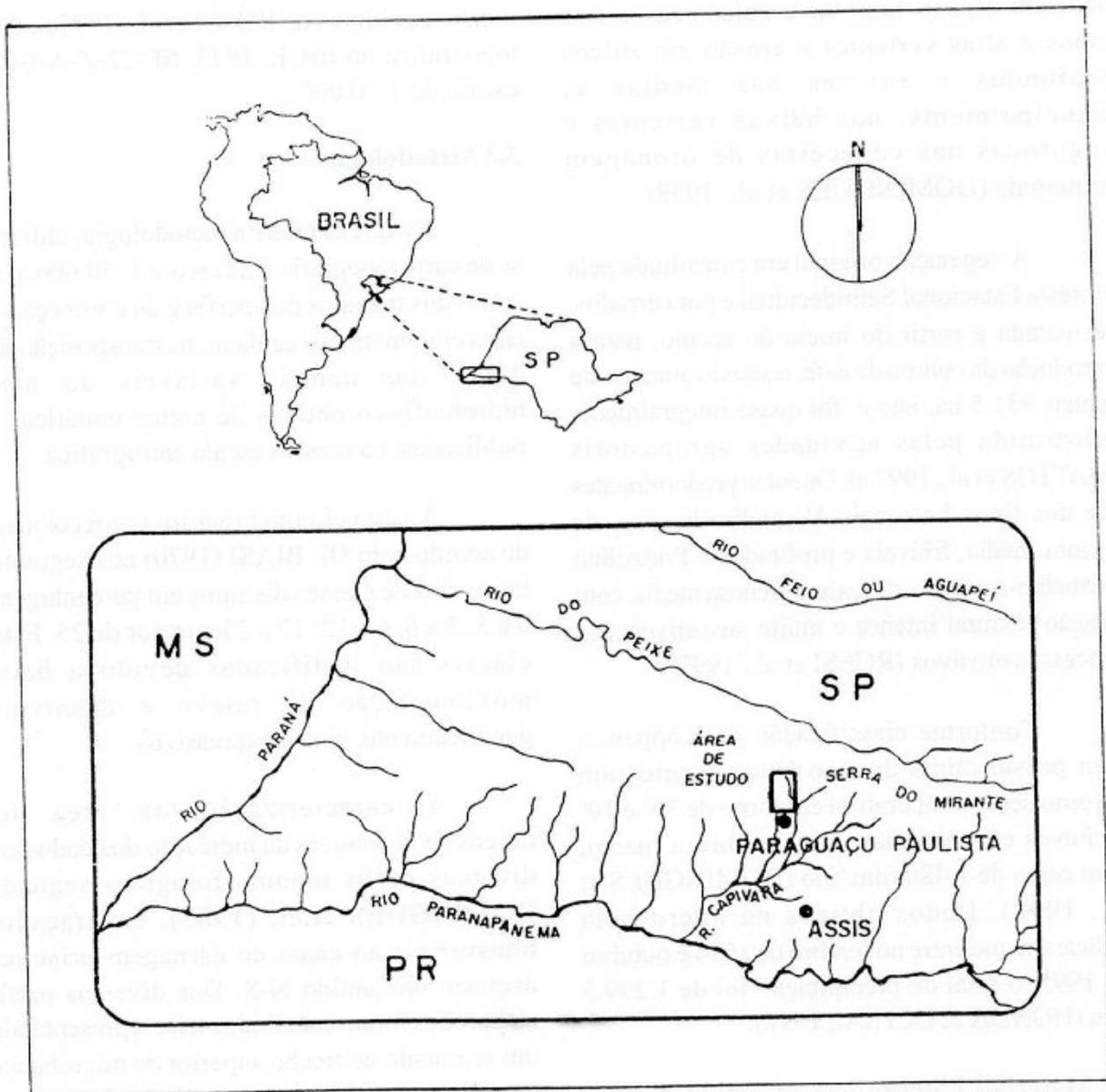


Figura 1 – Localização da microbacia do ribeirão Água da Cachoeira em Paraguaçu Paulista, SP.

A morfologia local destaca interflúvios de topos aplainados e vertentes suaves e longas na porção oeste da área e arredondados com vertentes menores e declividades maiores na porção leste. Quanto a tipologia e distribuição dos processos erosivos, na microbacia ocorrem erosão laminar e sulcos rasos nos topos e altas vertentes e erosão em sulcos profundos e ravinas nas médias e, principalmente, nas baixas vertentes e voçorocas nas cabeceiras de drenagem principais (DOMINGUES et al., 1998).

A vegetação original era constituída pela Floresta Estacional Semidecidual e por cerrados, desmatada a partir do início do século, para a introdução da cultura do café, restando atualmente apenas 331,5 ha, isto é, foi quase integralmente substituída pelas atividades agropastoris (MATTOS et al., 1997 a). Os solos predominantes são dos tipos Latossolo Vermelho-Escuro, de textura média, friáveis e profundos e Podzólico Vermelho-Amarelo, de textura arenosa média, com relação textural intensa e muito suscetíveis aos processos erosivos (ROSSI et al., 1997).

Conforme classificação de Köppen, a área possui clima do tipo Cwa, quente com inverno seco, temperatura em torno de 30° e 10° e chuvas concentradas de dezembro a março, com cerca de 1.480 mm/ano (DOMINGUES et al., 1998). Dados obtidos na microbacia indicaram que entre novembro de 1994 e outubro de 1995, o total de precipitação foi de 1.299,5 mm (HONDA & OCHIAI, 1997).

### 3.2 Materiais Fotográficos e Cartográficos

Quanto aos materiais fotográficos, foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas, executadas pela Base Aerofotogrametria e Projetos S./A., na escala aproximada de 1:20.000, de Paraguaçu Paulista, obtidas em 1993.

Utilizou-se também, os mapas geológico e geomorfológico regionais de IPT (1981a, b) e os seguintes mapas da microbacia em estudo: mapa geomorfológico, de erosão e de classes erosivas de DOMINGUES et al. (1998), de uso da terra de MATTOS et al. (1997 a, b), morfopedológico de ROSSI et al. (1997) e carta topográfica do IBGE, 1973, SF-22-Z-A-I-4 na escala de 1:50.000.

### 3.3 Metodologia

No que se refere a metodologia, utilizou-se de carta topográfica, na escala 1: 50.000, para apoio dos traçados dos perfis e da confecção da carta clinométrica e também, na transposição dos dados das demais variáveis do meio hidrobiológico obtidos de cartas temáticas já publicadas, na mesma escala cartográfica.

A carta clinométrica foi confeccionada de acordo com DE BIASI (1970) nos seguintes intervalos de classes distintos em percentagens: 0 a 3; 3 a 6; 6 a 12; 12 a 25 e maior de 25. Estas classes são justificadas devido a baixa movimentação do relevo e desníveis, genericamente, pouco expressivos.

A caracterização da área foi desenvolvida através da indicação dos dados em diversos perfis topomorfológicos segundo DOMINGUES et al. (1987), em traçados transversais ao canal de drenagem principal disposto no sentido N-S. Dos diversos perfis elaborados foram escolhidos três, representando um segmento no trecho superior da microbacia, um no setor médio e um na porção final. Estes foram selecionados pela abrangência de conteúdo referente às particularidades diretamente ligadas aos componentes do meio e, principalmente, da dinâmica dos processos erosivos.

Restituiu-se os dados geomorfológicos, de erosão e de classes erosivas de DOMINGUES et al. (1998), de uso da terra de MATTOS et al. (1997 a, b) e morfopedológico de ROSSI et al. (1997).

Através da checagem de campo e das cartas temáticas selecionadas, superpostas em papel transparente e mesa de luz, os dados foram analisados e restituídos, segundo critérios pré estabelecidos referentes as variáveis em estudo. Considerou-se também, informações de áreas adjacentes nos limites de até 250 m a jusante e a montante da linha traçada e verificou-se as condições dos limites das manchas cartográficas, o sentido do escoamento superficial pluvial e da drenagem perene local. A plotagem dos resultados foi feita em papel milimetrado e lançada no computador, para elaboração final dos dados em gráficos, considerando o ajustamento das informações obtidas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia estudada é caracterizada pela forte influência litoestrutural, demonstrada na drenagem, declividades e morfopedologia, com muitas rupturas de declives convexas acentuadas, nas vertentes das margens esquerda, enquanto nas margens direita, as rupturas de declives são, na maioria, convexas suaves em interflúvios secundários amplos com setores de topos largos e chatos (Figura 2). Rupturas de declives mais acentuadas nas margens direita ocorrem somente no contato das baixas vertentes com o fundo de vale nos médio e baixo cursos.

Os topos dos interflúvios principais são aplainados e largos, prevalecendo topos mais estreitos e vertentes retilíneas na porção leste da área, com canal fluvial principal mais encaixado, imprimindo maiores declividades das baixas vertentes.

No extremo noroeste da área, em um pequeno setor, estas características de encaixamento dos vales, imprimem maior declividade das baixas vertentes com concentração de erosão linear em sulcos profundos e ravinas, e voçoroca no fundo de vales, apesar dos topos aplainados (Figuras 2 e 3). Há também diversos pontos de nascentes, na base de vertentes com declividades acentuadas, justificando condições propícias ao maior aprofundamento e alargamento das erosões lineares em setores de vertentes próximos aos canais de drenagem. Tais processos foram evidenciados nesta microbacia por DOMINGUES et al. (1998) e também, na região do Triângulo Mineiro, por BACCARO et al. (1996, 1998).

Na porção leste da microbacia os interflúvios secundários são pouco pronunciados com vertentes retilíneas-côncavas menos extensas para o ribeirão principal, enquanto os divisores d'água secundários da porção oeste são amplos, proporcionando sub-bacias de drenagem mais desenvolvidas.

Na porção oeste da microbacia, nos cursos médio e alto, ocorrem todas as voçorocas e as maiores ravinas, embora a Figura 3 indique a localização das fortes declividades ao longo do canal principal dos setores médio e inferior e na porção leste da microbacia. Nesta área, a falta de correspondência do maior número de voçorocas com as maiores declividades sugere que a declividade acentuada não é o fator principal no desenvolvimento dos processos erosivos acentuados e que o desmatamento de áreas a jusante das nascentes é um dos fatores que acarreta o desenvolvimento acentuado de voçorocas, aliado ao domínio de longas rampas de vertentes.

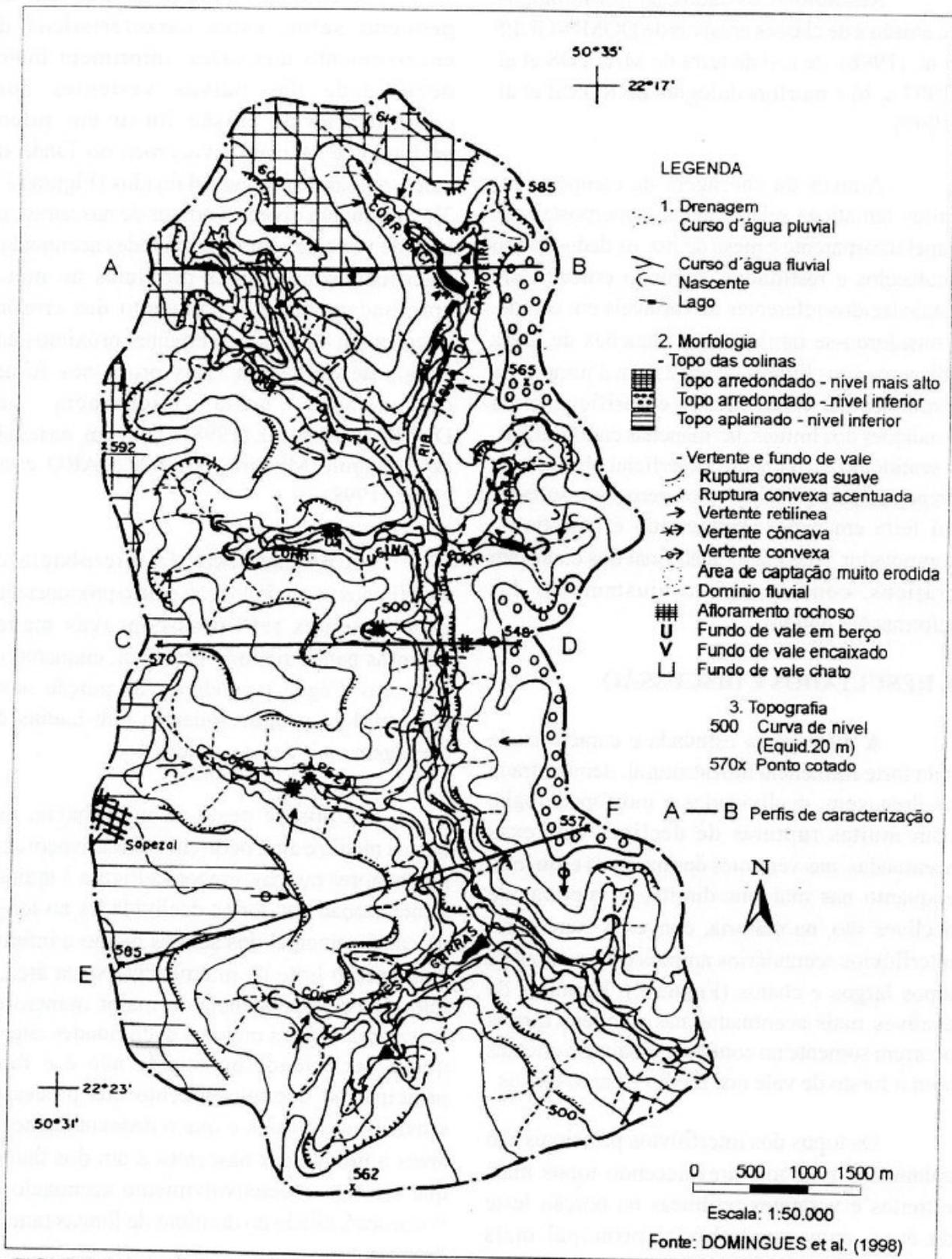


FIGURA 2: Localização dos perfis de caracterização da topografia, drenagem e morfologia da microbacia do Ribeirão Água da Cachoeira, Paraguaçu Paulista, SP.

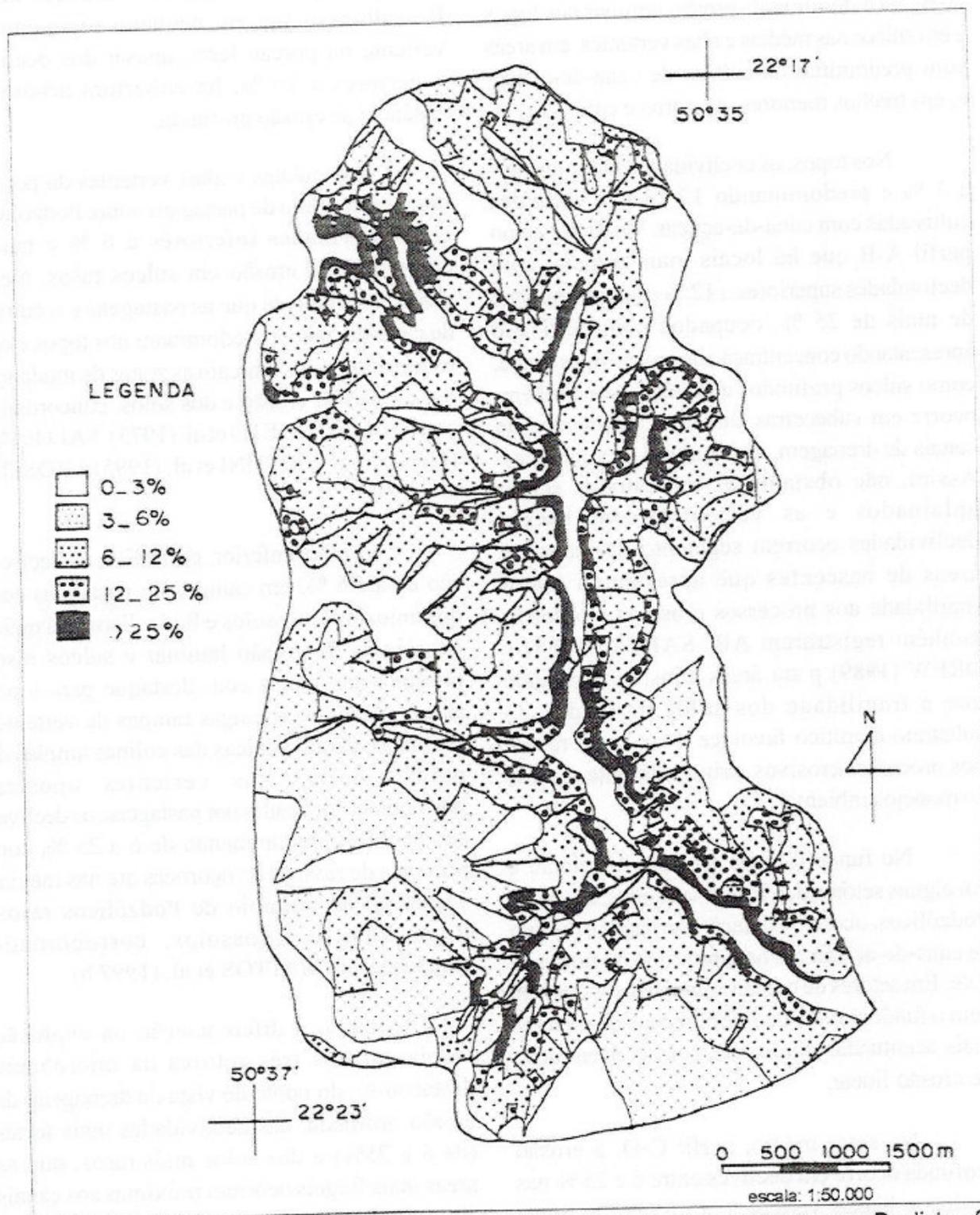


FIGURA 3: Clinometria da microbacia do Ribeirão Água da Cachoeira, Paraguaçu Paulista - SP.

Os dados obtidos dos estudos de interrelações de variáveis através dos perfis (Figura 4) indicaram que no setor superior, perfil A-B, há o domínio da erosão laminar nos topos e em sulcos nas médias e altas vertentes, em áreas com predomínio de cultivo de cana-de-açúcar e, em trechos menores, de citros e café.

Nos topos, as declividades são inferiores a 3 % e predominando 12 % nas vertentes cultivadas com cana-de-açúcar. Verificou-se no perfil A-B que há locais mais frágeis, com declividades superiores a 12 % e, alguns trechos de mais de 25 %, ocupados com cultivo e apresentando concentração de erosão mais grave, como sulcos profundos e ravinas. Isto também, ocorre em cabeceiras fluviais e segmentos de canais de drenagem, em domínio de voçorocas. Assim, não obstante os interflúvios serem aplainados e as vertentes com baixas declividades ocorrem segmentos de canais e áreas de nascentes que apresentam maior fragilidade aos processos erosivos, conforme também registraram AB' SABER (1968) e DREW (1989) para áreas afins, confirmando que a fragilidade dos solos derivados do substrato arenítico favorece a evolução rápida dos processos erosivos, principalmente, devido ao manejo ambiental.

No fundo do vale em solo Aluvionar e em alguns setores das baixas vertentes, em solos Podzólicos, ocorre vegetação herbácea e cultivo de cana-de-açúcar até bem próximo ao fundo de vale. Em setores de contatos das baixas vertentes com o fundo de vale ocorrem trechos de rupturas mais acentuadas de declive com concentração da erosão linear.

No setor médio, perfil C-D, a erosão profunda ocorre em declives entre 6 e 25 % nas médias e baixas vertentes, a jusante de fortes rupturas de declive. Nestes compartimentos,

mesmo em áreas com capoeira arbórea e herbáceas, há ravinas e voçorocas em domínio de Regossolos, Litossolos e Podzólicos rasos. Ressaltou-se que em pequeno segmento de vertente na porção leste, apesar dos declives superiores a 25 %, há cobertura arbórea e ausência de erosão profunda.

Nas médias e altas vertentes da porção oeste há domínio de pastagens sobre Podzólicos em declividades inferiores a 6 % e maior ocorrência de erosão em sulcos rasos. Neste perfil, verificou-se que as pastagens e o cultivo de cana-de-açúcar predominam nos topos e que as fortes rupturas marcam as zonas de mudanças das classes de erosão e dos solos, concordando com QUEIROZ NETO et al. (1973), SALOMÃO (1994), MANFREDINI et al. (1995) e ROSSI et al. (1997).

No setor inferior, perfil E-F, os declives são de até 6 %, em campos de pastagens com domínio dos Latossolos e Podzólicos. Há maior ocorrência de erosão laminar e sulcos rasos próximo aos topos, com destaque para topos arredondados com longas rampas de vertentes retilíneas, características das colinas amplas da porção oeste. Nas vertentes opostas, grandemente ocupadas por pastagens, os declives são maiores, predominando de 6 a 25 %, com presença de ravinas e voçorocas até nas médias vertentes, no domínio de Podzólicos rasos, Regossolos e Litossolos, corroborando conclusões de MATTOS et al. (1997 b).

Quanto à diferenciação da evolução ambiental nos três setores da microbacia destacou-se, do ponto de vista da drenagem, da erosão profunda, das declividades mais fortes (de 6 a 25%) e dos solos mais rasos, que as áreas mais frágeis ocorrem próximas aos canais fluviais principais e nas baixas vertentes retilíneas-côncavas, com ocorrência de

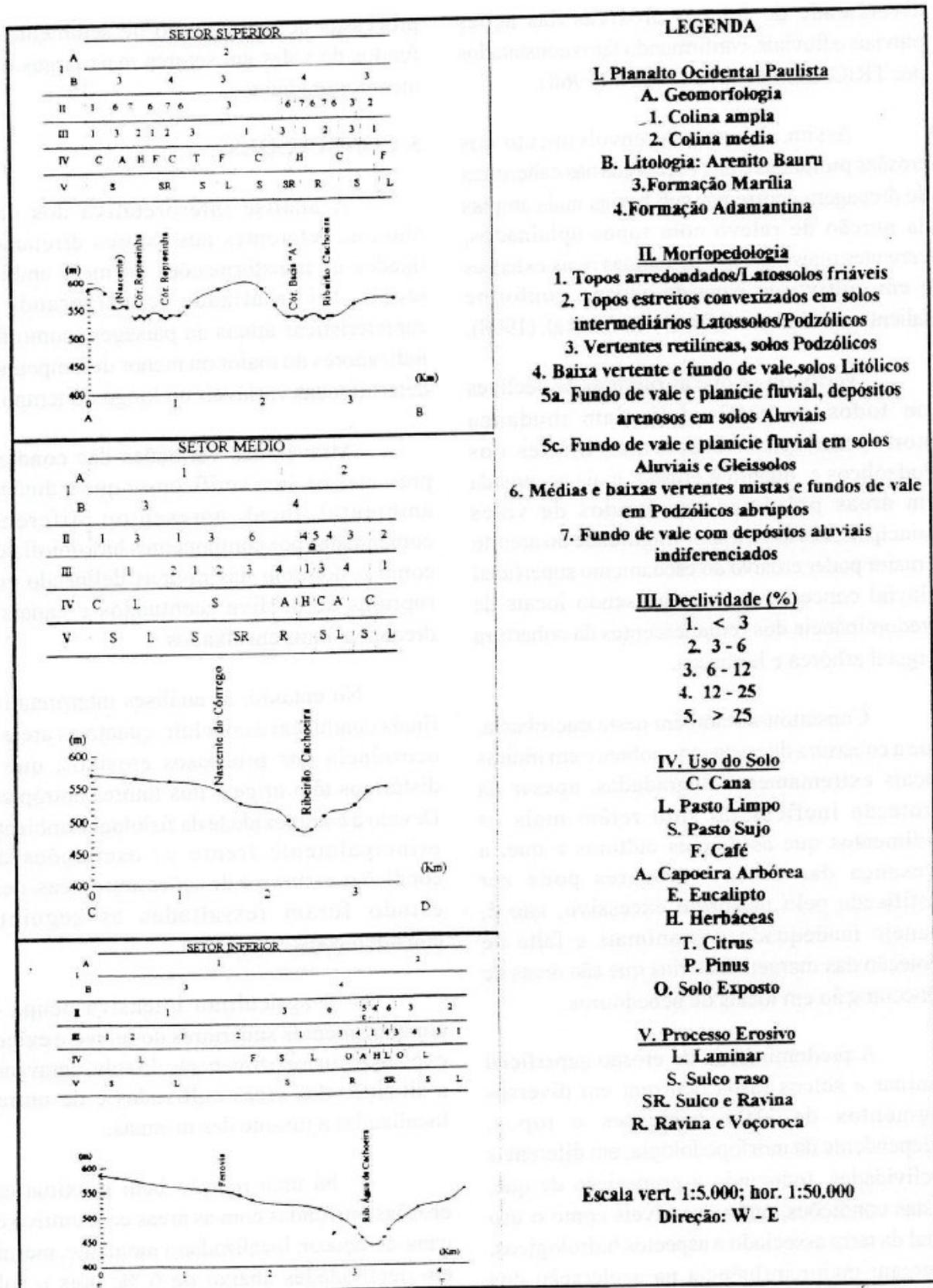


Figura 4 - Caracterização biofísica em seções transversais na microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, em Paraguaçu Paulista - SP.

diversidade de feições erosivas das ações pluviais e fluviais, confirmando fatos constatados por TRICART (1966) e DYLIK (1968).

Assim, o maior desenvolvimento das erosões profundas e das voçorocas nas cabeceiras de drenagem ocorre nas sub bacias mais amplas da porção de relevo com topos aplainados, vertentes mais suaves e de rampas mais extensas e em cultivo de cana-de-açúcar, conforme salientaram também DOMINGUES et al. (1998).

Verificou-se que as rupturas de declives em todos os perfis delineiam mudança morfopedológica abrupta nos limites dos Podzólicos e, quanto a erosão, mais acentuada em áreas próximas aos fundos de vales principais, devido a maior fragilidade do arenito e maior poder erosivo do escoamento superficial pluvial concentrado, mesmo sendo locais de predominância dos remanescentes da cobertura vegetal arbórea e herbácea.

Constatou-se também nesta microbacia, que a cobertura de pastagens pobres e em muitos locais extremamente degradadas, apesar da proteção ineficaz do solo retêm mais os sedimentos que as demais culturas e que, a presença das erosões lineares pode ser justificada pelo pastoreio excessivo, isto é, manejo inadequado dos animais e falta de proteção das margens dos rios que são áreas de concentração em locais de bebedouros.

A predominância de erosão superficial laminar e sulcos rasos ocorrem em diversos segmentos de altas vertentes e topos, independente da morfopedologia, em diferentes declividades, induzindo a proposição de que, nestas condições, outras variáveis como o uso atual da terra associado a aspectos hidrológicos, exerçam maior influência na aceleração dos processos erosivos nestas vertentes e dos

processos de acumulação de sedimentos nos fundos de vales em setores mais largos e com menores gradientes.

## 5. CONCLUSÕES.

A análise interpretativa dos dados obtidos, referentes aos fatores diretamente ligados as transformações do meio ambiente local, foi realizada considerando as características atuais da paisagem como fatos indicadores do maior ou menor desempenho de determinadas variáveis ao longo do tempo.

Através das variações das condições presentes na área verificou-se que a dinâmica ambiental local apresentou diferenças comandadas por componentes hidrobiológicos, como o domínio das ravinas delineado entre rupturas de declive acentuados e canais de drenagem mais encaixados.

No entanto, as análises interpretativas finais conduzem a concluir, quanto as áreas de ocorrência dos processos erosivos, que os distúrbios têm origem nos fatores antrópicos. Devido a complexidade da fisiologia ambiental, principalmente frente as oscilações das condições naturais e de ações antrópicas, neste estudo foram ressaltadas as seguintes considerações:

- a agricultura intensiva ocupa os compartimentos superiores do relevo e exige a exposição quase permanente do solo, agravando a situação das áreas cultivadas e de outras, localizadas a jusante das mesmas.
- há uma relação bem próxima das erosões profundas com as áreas com cultivo de cana-de-açúcar, localizadas a montante, mesmo em declividades abaixo de 6 %, pois o solo desprotegido favorece maior escoamento

superficial pluvial e concentração das enxurradas que entalham fortemente as baixas vertentes e os fundos de vales. Nos cursos médio e baixo, em trechos de fundo de vale mais entalhado e declives entre 6 a 25 %, os remanescentes de vegetação arbustiva não impedem a ocorrência de erosão profunda.

- em Latossolo friável, as declividades não ultrapassam a 6% e o uso do solo, nos setores médio e inferior da microbacia, é caracterizado pelo domínio dos pastos limpo e sujo, enquanto na alta bacia domina a cultura da cana-de-açúcar e ocorre os tipos de erosão superficial, como a laminar e os sulcos rasos.

- os distúrbios hidrológicos como chuvas torrenciais provocam erosões profundas nos setores inferiores do relevo, independente da cobertura atual do solo, pois esta situação de fragilidade hidrobiológica é agravada pela maior extensão das rampas de vertentes da porção oeste desta microbacia, do encaixamento do canal em grande parte de seu percurso, pela friabilidade do arenito e fragilidade dos solos que dominam a área.

- nas altas e médias vertentes, as características morfopedológicas e de uso atual da terra e, nas baixas vertentes e fundo de vales, as maiores declividades e concentração de escoamento superficial torrencial são condicionantes da dinâmica que, associadas aos processos erosivos, continuam a comprometer os recursos hidrobiológicos constatados em fundo de vales totalmente assoreados.

- o declive acentuado não é fator principal no desenvolvimento dos processos erosivos que caracterizam as voçorocas desta microbacia.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB' SABER, A. N. As boçorocas de Franca. *Separata da Revista da F.F.F.*, Franca, SP, 2, 1, 27 p, dez. 1968.
- BACCARO, C.A.D.; PEREIRA, K.G.O.; CAIXETA, S.M. & SOUZA, M.R. Os indicadores geomorfológicos e o desenvolvimento sustentável nas áreas de cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, I, Uberlândia. Ed. Esp. Revista Sociedade & Natureza, ano 3, n. 15, p. 367-370, jan./dez. 1996.
- BACCARO, C.A.D.; SILVA, E.P. & CARVALHO, Q.A. Os processos de voçorocamentos na bacia do ribeirão Douradinho-TM. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2, Ed. Esp. Revista GEOSUL, Florianópolis, ano 14, n. 27, p. 387-390, 1998.
- COELHO NETTO, A.L. Mudanças ambientais recentes, mecanismos e variáveis no controle do voçorocamento atual na bacia do rio Bananal, SP.-RJ.: Bases metodológicas para previsão e controle de erosão. In: SIMPOSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO 5, Bauru-SP, ABGE-UNESP, Bol. de Campo, p. 377-379, 1995.
- DE BIASI, M. Cartas de declividades: confecção e utilização. *Geomorfologia*, São Paulo, 21, p. 8-13, 1970.
- DOMINGUES, E.N.; SILVA, D.A. da & VELLARDI, A.C.V. Correlações topomorfológicas, geológicas e de declividades do Parque Estadual de Carlos Botelho-SP. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, São Paulo, nov. v.41 (único), p. 71-105, 1987.

- DOMINGUES, E.N.; ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; ABE, K. & KITADA, M. Tipologia e distribuição dos processos erosivos na microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, em Paraguaçu Paulista-SP. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, Jan. a Mar. 1998, ano 22 n. 1, p. 141-149
- DREW, D. Processos interativos homem-meio ambiente. São Paulo, 2 ed. Bertrand Brasil, 1989, 206 p.
- DYLIK, J. The significance of the slope in geomorphology. *Bull.Soc. Sci. Let. Lódz*, Poland, vol XIX (3), p. 1-19, 1968.
- GERRARD, J. Soil geomorphology. An integration of pedology and geomorphology. Ed. Chapman & Hall, London, 1992, 269 p.
- HONDA, E. A. & OCHIAI, H. O transporte de sedimentos em suspensão na cabeceira do rio Água da Cachoeira, Paraguaçu Paulista - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XII, Vitória-ES., anais Nov. 1997, vol. 4: p. 105-112.
- IPT-INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Div. de Minas e Geol. Aplic., *Monografias*, 6, v.1, 1981a, 94 p.
- Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Div. de Minas e Geol. Aplic., *Monografias*, 5, vol. 1, 94 p, 1981 b.
- MANFREDINI, S.; QUEIROZ NETO, J.P. de; PELLERIN, J.; SANTANA, M.A. & FERNANDES BARROS, O.N. Comportamento hídrico dos solos e erosão em Marília. In. SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO E DE PROGRAMAÇÃO DA COOPERAÇÃO FRANCO-BRASILEIRA SOBRE ANÁLISE ESTRUTURAL DA COBERTURA PEDOLÓGICA. São Paulo: *Resumos*. F.F.L.C.H.-USP. Dpto. Geogr., 1995, 5-19, 37-39.
- MATTOS, I. F de A.; DOMINGUES, E.N.; ROSSI, M. & RODRIGUES, S.P. A evolução do uso da terra e seus impactos em microbacia degradada no município da Paraguaçu Paulista-SP. In: ENCONTRO ANUAL DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL, VI, São Paulo, Out./1997 a, *Resumos Expandidos*, p. 4-7.
- MATTOS, I. F de A.; DOMINGUES, E.N.; ROSSI, M. & RODRIGUES, S.P. Microbacia do ribeirão Água da Cachoeira em Paraguaçu Paulista, SP. - O uso da terra e sua influência na dinâmica da área. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XII, Vitória, anais Nov. 1997 b, vol. 3: 615-622 (CD-Rom).
- OLIVEIRA, A.M.S. Depósitos tectogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. 1994, 211 p. Tese, Doutorado em Geografia Física. FFLCU-USP São Paulo.
- QUEIROZ NETO, J.P. de; CARVALHO, A.; PELLERIN, J. & JOURNEAUX, A. Cronologia da alteração dos solos da região de Marília. *Sedimentologia e Pedologia*, São Paulo, p. 5: 55, 1973.
- ROSSI, M.; MATTOS, I.F. de A.; DOMINGUES, E.N. & RODRIGUES, S.P. A morfopedologia da microbacia do ribeirão Água da Cachoeira em Paraguaçu Paulista-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS,

XII, anais. Vitória, Nov. 1997, vol. 3, p. 639-646 (CD-Rom).

SALOMÃO, F. X. de T. Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. 1994, 200 p. (Tese, Doutorado em Geografia Física).

SÃO PAULO, Secretaria de Energia e Saneamento *Controle de Erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o*

*planejamento urbano e regional; orientação para o controle de voçorocas urbanas.* São Paulo, DAEE/IPT, 1990, 92 p.

TRICART, J. As discontinuidades nos fenômenos da erosão. *Notícia Geomorfológica*, ano 6 Campinas, V. 12, p. 3-14, 1966.

VARGAS, M. Effect of rainfall and ground water levels. In: *Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 4º, San Juan, 1971.