

TIPOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO ÁGUA DA CACHOEIRA, EM PARAGUAÇU PAULISTA, SP⁽¹⁾

E. N. DOMINGUES⁽²⁾, M. ROSSI⁽³⁾, I. F. A. MATTOS⁽⁴⁾,
K. ABE⁽⁵⁾ & M. KITADA⁽⁵⁾

RESUMO

Realizaram-se o levantamento, a caracterização e o mapeamento da erosão, com o objetivo de definir a tipologia e a distribuição dos processos erosivos predominantes na microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, com aproximadamente 3.700 ha, localizada no Planalto Ocidental Paulista. Através da fotointerpretação e de trabalhos de campo, delimitaram-se áreas com erosão laminar, erosão laminar e sulco raso, erosão em sulco profundo e ravina, e erosão em ravina profunda e voçoroca. Foram mapeadas quatro grandes voçorocas conectadas à rede de drenagem, oito extensas ravinas parcialmente vegetadas e diversas ravinas médias obliteradas, porém instáveis pela retomada da erosão. Há predominância de sulcos profundos e ravinas nas baixas vertentes em contato com a baixada fluvial e no talvegue das principais bacias de captação da drenagem pluvial. A origem de parte das ocorrências de sulcos rasos e de sulcos extensos, nas altas vertentes, é atribuída ao pisoteio do gado e, nas baixas vertentes, às áreas de bebedouros. As interpretações finais indicaram quatro grupos de áreas, distintas pelas diferenças de tipos de processos erosivos e pela sua localização.

Termos de indexação: microbacia hidrográfica; áreas degradadas; tipologia de erosão; erosão laminar; sulcos; ravinas; voçorocas; mapeamento.

SUMMARY: *TPOLOGY AND DISTRIBUTION OF EROSION PROCESSES IN A MICROWATERSHED OF THE RIBEIRÃO ÁGUA DA CACHOEIRA FROM PARAGUAÇU PAULISTA, SÃO PAULO STATE, BRAZIL*

With the objective of defining the typology and distribution of the predominant erosion processes in a "Água da Cachoeira" microwatershed, with 3.700 ha, located in the "Planalto

⁽¹⁾ Trabalho realizado sob o Convênio SMA-IFJICA e apresentado no 1º Simpósio Nacional de Geomorfologia, Uberlândia (MG), 25 a 28 de novembro de 1996. Recebido para publicação em fevereiro de 1997 e aprovado em janeiro de 1998.

⁽²⁾ Pesquisadora Científica do Instituto Florestal. Caixa Postal 1322, CEP 01051-970 São Paulo (SP). Bolsista do CNPq.

⁽³⁾ Pesquisador Científico do Instituto Agrônomo de Campinas. Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas (SP).

⁽⁴⁾ Geógrafo, Instituto Florestal. Caixa Postal 1322, CEP 01051-970 São Paulo (SP).

⁽⁵⁾ Pesquisador, Forestry and Forest Products Research Institute. PO Box 16, Norin Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

Ocidental Paulista”, a survey, characterization and mapping of erosion was conducted. Areas with sheet erosion, sheet and rill erosion, deep rill and gully erosion, and badlands were delimited through photointerpretation and field work. Four large badlands connected to the drainage net, eight wide gullies with partial vegetation cover and several average gullies which were obliterated, but showed signs of retroerosion, were mapped. There is a predominance of deep rills and gullies in the low slopes in contact with the fluvial plan and in the main basin slope of the pluvial drainage impounding. The origin of the part of the occurrence of shallow rills and of the wide rills, in the high slope, is due to cattle trampling and, in the low slope, can be attributed to the place of cattle-watering. The final interpretation showed four distinct classes, differing from another by the type and areas of occurrence of the erosion processes.

Index terms: degraded microwatershed; erosion typology; sheet erosion; rill erosion; gullies; badlands; mapping.

INTRODUÇÃO

A ocupação e a colonização do oeste paulista provocaram o desmatamento quase total de sua vegetação natural, provocando maior suscetibilidade das vertentes, que atingiram alto grau de fragilidade, em decorrência de práticas agrícolas empíricas e ultrapassadas, isto é, de exploração indevida dos recursos, sem planejamento e conhecimento de suas reais possibilidades, fazendo da erosão um fenômeno comum nesta região, ocasionando a perda de toneladas de solo por ano, a alteração da qualidade e quantidade de água e a sedimentação dos cursos d'água. Atualmente, nessa região, a chuva concentrada de média intensidade provoca inundações, assoreamento de reservatórios, destruição de pontes e plantações, com altos prejuízos naturais e sócio-econômicos.

Tais problemas, antes vistos como locais e de responsabilidade individual de proprietários, passam a ter uma visão mais regional, quando os recursos hídricos mostram sinais de deterioração, trechos de áreas urbanas começam a ser destruídos com o avanço de grandes voçorocas, partes de rodovias passam a apresentar problemas mais sérios de erosão, e diversas barragens e reservatórios começam a ser assoreados, alguns até destruídos, confirmando-se a necessidade urgente, não só de conter a degradação, mas também de entender e avaliar localmente os mecanismos desses processos. No que se refere à evolução da erosão, Tricart (1966) ressaltou que ocorrem descontinuidades temporais e espaciais dos processos de evolução do relevo, razão por que um mesmo local pode estar, por algum tempo, sob maior ação dos processos erosivos, alternados por períodos de predominância de processos de acumulação.

Ab'Saber (1968) salientou que a friabilidade e as condições de alteração superficial e subsuperficial dos arenitos paleozóicos ou mesozóicos são fatores de fragilidade, sendo as voçorocas neles desenvolvidas mais agressivas, isto é, de evolução muito rápida.

A perda de resistência ou estabilidade e o desarranjo da estrutura do solo são causados pela força de percolação da água em seu interior, conhecida como processo de rupturas hidráulicas. Esse processo

promove a retroerosão, ou erosão regressiva, que tem início em um ponto de emergência d'água e progride para montante, carreando os sedimentos das camadas internas do solo pela ação do escoamento subsuperficial e formando espaços vazios interligados, denominados tubos de erosão ou processo de “piping” (Vargas, 1977). Salomão (1994) e Coelho Netto (1995) ressaltaram a importância das características do solo, como a porosidade, no desenvolvimento desse processo, que tem origem, muitas vezes, em zonas de descontinuidades litológicas e no uso incorreto do solo.

Buraczynski (1983) afirmou que as atividades econômicas e a propriedade de resistência do solo são fatores fundamentais sobre a erosão e que também as variáveis estrutura geológica, precipitação e cobertura vegetal diferenciam as características de dimensão das formas ou cicatrizes erosivas.

As alterações introduzidas nos ambientes naturais resultam do esforço ou tensão ao qual o sistema é submetido e de seu grau de suscetibilidade às mudanças impostas, promovendo um processo de reajuste em torno do equilíbrio dinâmico oscilante (Drew, 1989). Queiroz Neto et al. (1977) indicaram uma fase recente de instabilização na região de Marília, iniciada com o desmatamento, e constataram, em 1973, que as erosões em sulcos profundos e voçorocas persistiam na paisagem, mas os sulcos menores foram obturados por sedimentos.

Os processos erosivos, segundo Bertoni & Lombardi Neto (1990), são decorrentes de fatores, tais como: pluviosidade, declividade, comprimento do declive, capacidade de absorção da água pelo solo, resistência do solo à erosão e densidade da cobertura vegetal. A água é o mais importante agente erosivo, e o escoamento concentrado ocasiona entalhamentos profundos, bem como o movimento de grandes massas de solo. Guerra (1995) acrescentou que a circulação da água de infiltração agrava os problemas de sulcos e voçorocas, e São Paulo (1990) ressaltou que o substrato rochoso é um dos elementos que favorecem a erosão acelerada.

São Paulo (1990) classificou as “voçorocas”, quanto à origem, em dois grupos: as produzidas por distúrbios hidrológicos, de maior porte e ramificadas (escoamento

subsuperficial), e as produzidas pelo escoamento superficial concentrado urbano (águas pluviais e servidas) e rural (drenagem de rodovias e manejo do solo), motivadas pelo fator uso do solo.

Já Oliveira (1995) sistematizou-as em: (a) conectadas à rede de drenagem com processos de filetes subverticais hierarquizados, liquidação espontânea, descolamento de fendas de tração, erosão por infiltração ou afloramento do lençol freático, "piping", erosão pluvial-salpico, escoamento difuso e concentrado no interior e nas bordas da voçoroca e movimentos de massa localizados; (b) desconectadas, enfatizando processos de movimentos de massa e escoamento superficial; (c) a integração dos diversos mecanismos citados.

Segundo Guerra (1995), o escoamento superficial difuso produz a erosão laminar, muitas vezes mais drástica do que as outras formas de erosão, como as ravinas e voçorocas: as ravinas, incisões obliteráveis por máquinas agrícolas, e as voçorocas, incisões que impedem o trabalho de máquinas. Quanto à origem, as voçorocas podem surgir por retrabalhamento do escoamento superficial concentrado, em antigas cicatrizes de deslizamentos de terra, ou de escorregamentos.

Este estudo faz parte do "Programa de Pesquisa em Conservação de Floresta e do Meio Ambiente", em desenvolvimento pelo Instituto Florestal e pela "Japan International Cooperation Agency", que visa a uma política eficaz de preservação e de recuperação de áreas degradadas, fundamentado em bases técnico-científicas.

Como objetivos, buscou-se reconhecer e classificar as diversas formas de erosão existentes na microbacia, suas principais características e áreas de ocorrência, em relação aos diferentes micro e macrocompartimentos do relevo e da rede de drenagem pluvial e fluvial. Analisaram-se os resultados através de uma proposta de interpretação conjunta entre tipologia e distribuição das erosões: lineares e laminares, como subsídio ao planejamento de microbacias hidrográficas.

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do ribeirão Água da Cachoeira com, aproximadamente, 3.700 ha, localiza-se no 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., em altitudes de 420 a 610 m (Figura 1).

O relevo do Planalto Ocidental Paulista, regionalmente é constituído por colinas médias e colinas amplas, compreendendo rochas areníticas do Grupo Bauru, caracterizado pelas Formações Marília e Adamantina (Almeida, 1974; IPT, 1981a,b).

A vegetação original era constituída pela Floresta Estacional Semidecidual e por Cerrados, em solos do tipo Latossolo Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo. Caracteriza-se por clima do tipo Cwa (Köppen), quente com inverno seco, temperatura máxima em torno de 30°C e mínima de 10°C, podendo ocorrer geadas, apresentando chuvas concentradas nos meses de dezembro a março, com cerca de 1.480 mm ano⁻¹.

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas, na escala aproximada de 1:20.000, executadas pela Base Aerofotogrametria e Projetos S/A, na região de Paraguaçu Paulista, Convênio SMA-IF/JICA, 1993, e a carta topográfica do IBGE, de 1973, Folha de Paraguaçu Paulista na escala de 1:50.000, SF-22-Z-A-I-4.

Do ponto de vista metodológico, reconheceu-se a microbacia hidrográfica como uma unidade de paisagem representativa para os estudos do meio físico, relacionados com sua caracterização e avaliação da presença de processos de evolução acelerada das vertentes.

Realizaram-se a classificação e a distribuição das cicatrizes ou marcas erosivas, baseadas nos princípios conceituais de Jahn (1968), enfatizando a análise do ponto de vista da predominância dos processos lineares, relacionados com o aprofundamento das

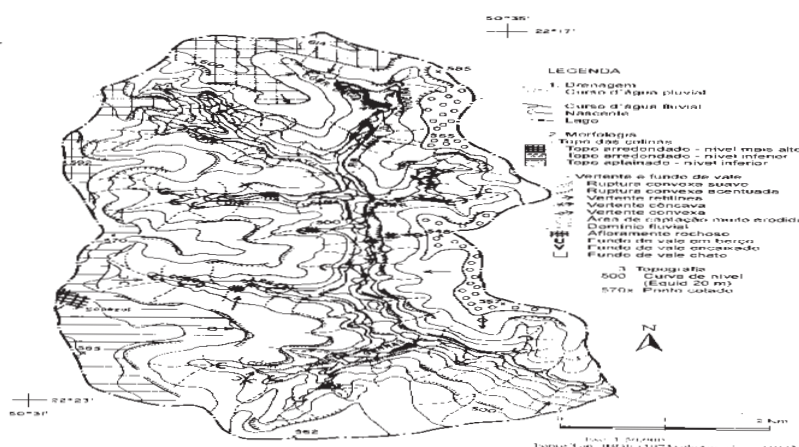


Figura 1. Localização da microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, Planalto Ocidental Paulista.

superfícies erodidas e com os indícios da erosão laminar, ou seja, sem incisões significativas na superfície do solo.

Os critérios adotados foram definidos com base na fotointerpretação (parâmetros visuais e morfométricos) e apoiaram-se nas características das cicatrizes ou feições erosivas existentes, através de seus contornos, largura, ramificações, extensão, direção, disposição, localização e conexão, com referência à drenagem e ao relevo.

Elaborou-se o mapa da rede de drenagem e dos elementos morfológicos principais, através da fotointerpretação e trabalhos de campo (período 1993 a 1995), com dados referentes aos canais de escoamento fluvial ou permanente e canais pluviais ou temporários e esporádicos (Strahler, 1957). Consideraram-se, também, os pontos ou áreas de nascentes, como dados fundamentais para as análises das cabeceiras das voçorocas e das ravinas. Definiram-se as características morfológicas dos topos, vertentes e fundos de vales, ressaltando as principais descontinuidades do relevo, relacionadas com as interferências ou com os processos erosivos (Tricart, 1977; Queiroz Neto et al., 1977), apresentados na escala de 1:50.000.

Assim, com a fotointerpretação, os dados de campo e os subsídios bibliográficos, foi possível identificar os locais com erosão de entalhe e distinguir as áreas com cicatrizes, ou seja, feições erosivas lineares das áreas sem entalhamentos ou com indicações de existência de filetes e erosão laminar, segundo procedimentos adaptados de Tricart (1977), Buraczynski (1983), Bertoni & Lombardi Neto (1990) e Salomão (1994). Representaram-se os principais processos lineares individualmente em um mapa, e a distribuição dos aglomerados (lineares) e áreas com erosão laminar, em outro. Neste, as áreas com erosão laminar localizadas nos compartimentos das altas vertentes e nos topos largos, quase planos, foram delimitadas por exclusão quanto às incisões erosivas. Ambos os processos foram efetuados na escala de 1:50.000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2, é apresentado o mapa da drenagem e da morfologia do ribeirão Água da Cachoeira, que compõe drenagem de 4ª ordem com cinco subbacias principais: a do córrego das Três Barras, do Sapezal, da Usina, da Bacia "A" e da Represa.

Considerando o vale principal, as vertentes fazem parte do conjunto de relevo de degradação em planaltos dissecados, envolvendo modelado local predominantemente erosivo e poucos setores de vales com processos de acumulação, em altitudes superiores a 450 m.

Observou-se estreita associação entre as condições hidrográficas e as topomorfológicas da microbacia. Na porção oeste, os canais são mais desenvolvidos e ramificados, com divisores d'água secundários amplos e bem definidos, topos largos e chatos e rupturas de

declives, predominantemente convexas suaves. Nas cabeceiras de drenagem dessas áreas, ocorrem as voçorocas e as maiores ravinas.

Na porção leste, os canais são mais curtos, pouco ramificados, com muitas rupturas de declive convexas acentuadas, topos mais arredondados, interflúvios secundários pouco pronunciados, imprimindo maior declividade das baixas vertentes, apresentando-se o canal principal mais encaixado. Essas vertentes possuem direção predominante para a calha do ribeirão Água da Cachoeira, percebendo-se, no médio curso, vertentes retilíneas de menor comprimento de rampas, com canais pluviais retos e sem ramificações (Figura 2).

Existe, portanto, um aspecto morfoestrutural associado à drenagem e às feições erosivas lineares, constatado nessas rupturas e caracterizando, também, encaixe do fundo de vale e afloramentos rochosos, conforme observou Salomão (1994). Os diferentes tipos de feições erosivas, bem como a distribuição das áreas mais significativas com erosão linear (Figuras 3 e 4), estão, em parte, na dependência desses fatores do relevo e do escoamento superficial, concordando com Tricart (1966).

A erosão laminar, com a remoção em lençol das camadas superficiais do solo, é processada de forma bastante intensa em toda a microbacia, como consequência da degradação generalizada. No entanto, as áreas de domínio da erosão laminar ocorrem nas altas vertentes e topos (Figuras 3 e 4). Tal fato, apesar de pouco perceptível nos locais de erosão, conforme ressaltaram Bertoni & Lombardi Neto (1990) e Guerra (1995), com o rebaixamento quase homogêneo das superfícies, é notado nas áreas planas das baixadas, onde, freqüentemente, após chuvas torrenciais, há o acúmulo repentino de espessos lençóis de areias, conforme também registraram em outras áreas do Planalto Ocidental Paulista Queiroz Neto et al. (1973 e 1977). Na microbacia, durante esses episódios freqüentes no verão, há o assoreamento das planícies mais largas e trechos dos canais fluviais.

A erosão em sulco raso (Figuras 3 e 4) predomina nas médias e altas vertentes em áreas de cultivo, principalmente de cana, nas baixas vertentes e perto de canais fluviais, em áreas de pastagens e nos locais de bebedouros. Há, ainda, degradação da cobertura do solo e grande densidade de sulcos, ravinas e voçorocas. Na subbacia do córrego Três Barras, os sulcos rasos longos e estreitos são bem distribuídos estendendo-se, em muitos locais, desde os topos até a baixada fluvial e relacionam-se com o caminhamento do gado.

Nas médias e altas vertentes das bacias de recepção e nas margens de estradas, registrou-se maior freqüência da erosão em sulco profundo e ravina (Figuras 3 e 4), enquanto Salomão (1994) encontrou maior densidade nas cabeceiras de drenagem. Comprovou-se a reinstalação dos processos erosivos em ravinas obliteradas, localizadas perto das cabeceiras de voçorocas. Em áreas com trabalho recente de máquinas e plantio de no máximo três anos, a silhueta de ravinas ao longo dos eixos de drenagem foi visível nas fotos, porém, no campo, observaram-se

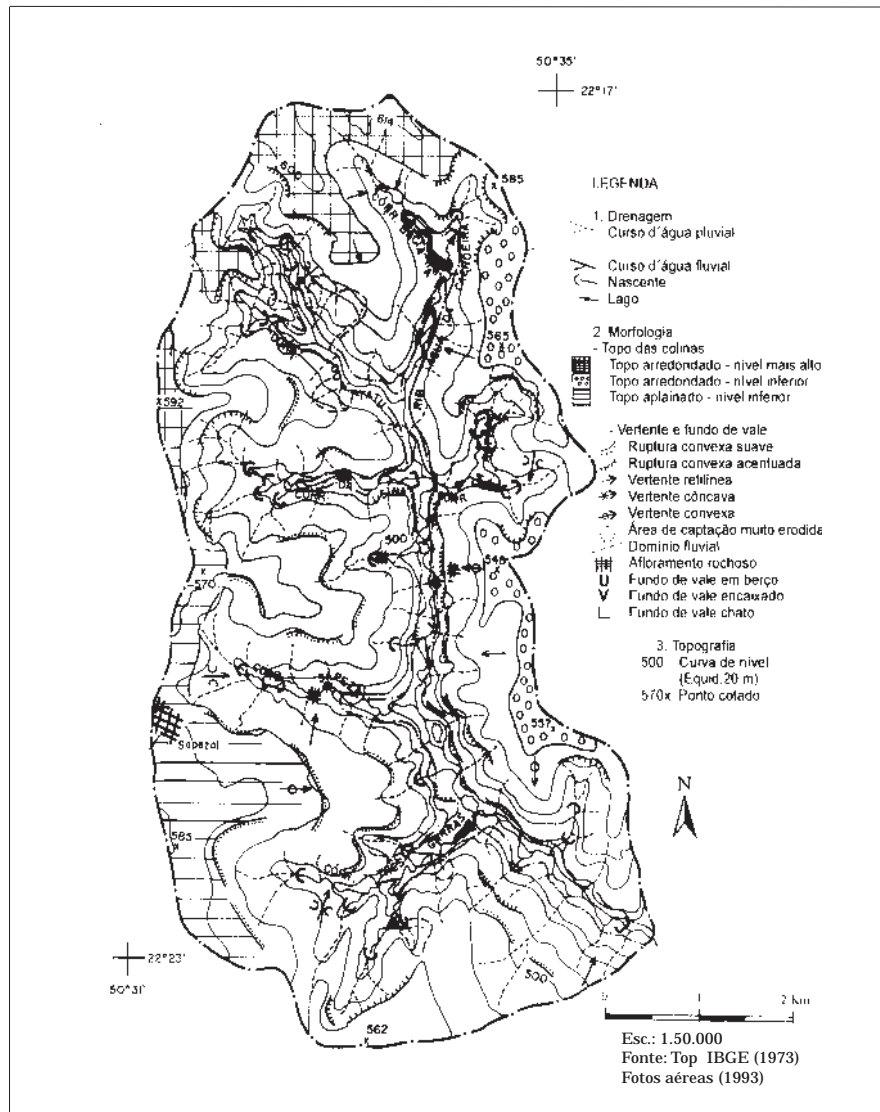


Figura 2. Topografia, drenagem e morfologia da microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, em Paraguaçu Paulista (SP).

apenas pequenos terracetes e patamares de afundamentos descontínuos, associados ao escoamento superficial pluvial concentrado.

As voçorocas e as ravinas apresentaram diferenças que são comandadas não só pela drenagem e relevo, mas também pelas características dos solos, da dinâmica das precipitações, do uso atual e pretérito do solo e dos demais fatores que comandam a dinâmica ambiental dessa área, o que concorda com São Paulo (1990), Oliveira (1995) e Coelho Netto (1995), quando ressaltaram a importância dessas características na evolução dos processos erosivos.

Quanto às incisões em processo de voçorocamento, verifica-se que, mesmo sendo longitudinal ao canal, nem sempre ocorre a remoção do solo, tomando por base um talvegue ou vários talvegues convergentes para um principal. Há locais com predominância de

processos erosivos superficiais, isto é, grande remoção de solo, mas ausência de incisões profundas. Reconhece-se, portanto, que a voçoroca é resultante de processos incluídos na categoria de linear, mas há fases em que predomina o retrabalhamento marginal paralelo com maior remoção das camadas superficiais do solo, contra o aprofundamento e alargamento do canal principal que, nesses casos, evolui mais lentamente. Percebe-se, também, que as grandes voçorocas ocorrem, principalmente, nas cabeceiras dos afluentes da margem direita do ribeirão Água da Cachoeira e que, ao longo do canal fluvial principal, ocorrem as voçorocas não ramificadas.

Muitas voçorocas, mesmo não sendo ramificadas em várias cabeceiras de retroerosão, apresentaram níveis de desbarrancamentos e rebaixamento da superfície marginal, em degraus diferentemente

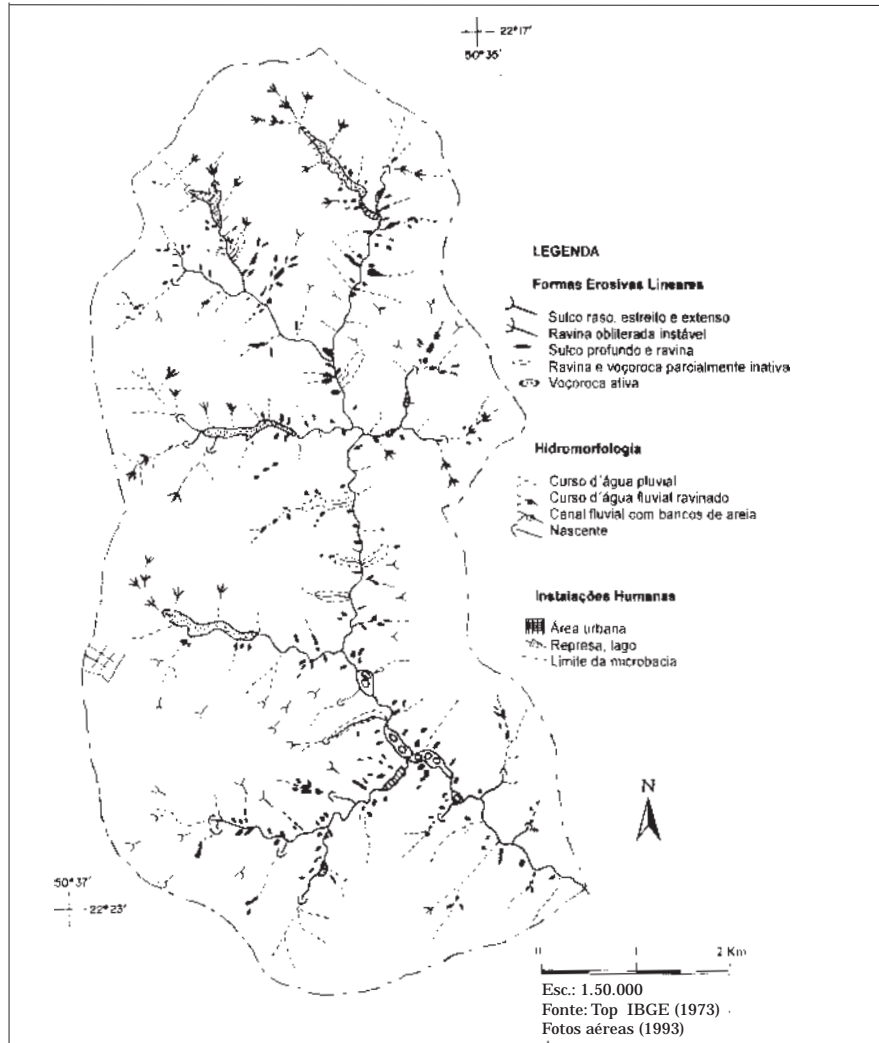


Figura 3. Levantamento da erosão linear na microbacia do ribeirão Água da Cachoeira (SP).

erodidos. Nessas áreas, há níveis de patamares formados por perda de solo, afundamentos e subsidências, onde persistem árvores de até 20 m de altura, arvoredos e arbustos. Assim também, em torno de um canal principal estreito e profundamente entalhado, em algumas áreas próximas às margens, ocorre maior ação da erosão laminar com processos de erosão superficial acentuados, concordando com Bertoni & Lombardi Neto (1990).

Quanto ao tipo e distribuição das voçorocas, nota-se uma seqüência evolutiva alternada dos processos lineares e laminares em diferentes fases de sua formação, não havendo limites nítidos que os separam, predominando ora um, ora outro, como mencionou Tricart (1966, 1977), ao ressaltar as discontinuidades temporais e espaciais dos processos erosivos. Nessa área, grande parte das ravinas pode ser considerada como uma fase inicial de voçorocas, em virtude da predominância de ravinas próximas aos canais fluviais.

Considerando as ravinas como entalhamento resultante da ação restrita ligada aos processos de escoamento superficial, podendo ser obliteradas por máquinas agrícolas (Guerra, 1995) e que, nesta microbacia, as obliteradas compreendem cabeceiras de voçorocas, verifica-se que os processos estão intimamente interligados, havendo, assim, ravinas conectadas à rede de drenagem fluvial e ravinas desconectadas, associadas à rede de drenagem pluvial. Estas originaram-se de processos antrópicos e pisoteio do gado e desenvolveram-se pela ação da erosão pluvial, isto é, através do impacto da chuva e do escoamento superficial concentrado.

Nas ravinas próximas aos canais fluviais, o termo desconectada da rede fluvial refere-se à ausência do escoamento perene ou conexão com lençol d'água subsuperficial e nelas não há o desenvolvimento dos processos de "piping", que caracterizam as voçorocas. Sugere-se, portanto, considerá-las como desconectadas apenas superficialmente, admitindo que a erosão

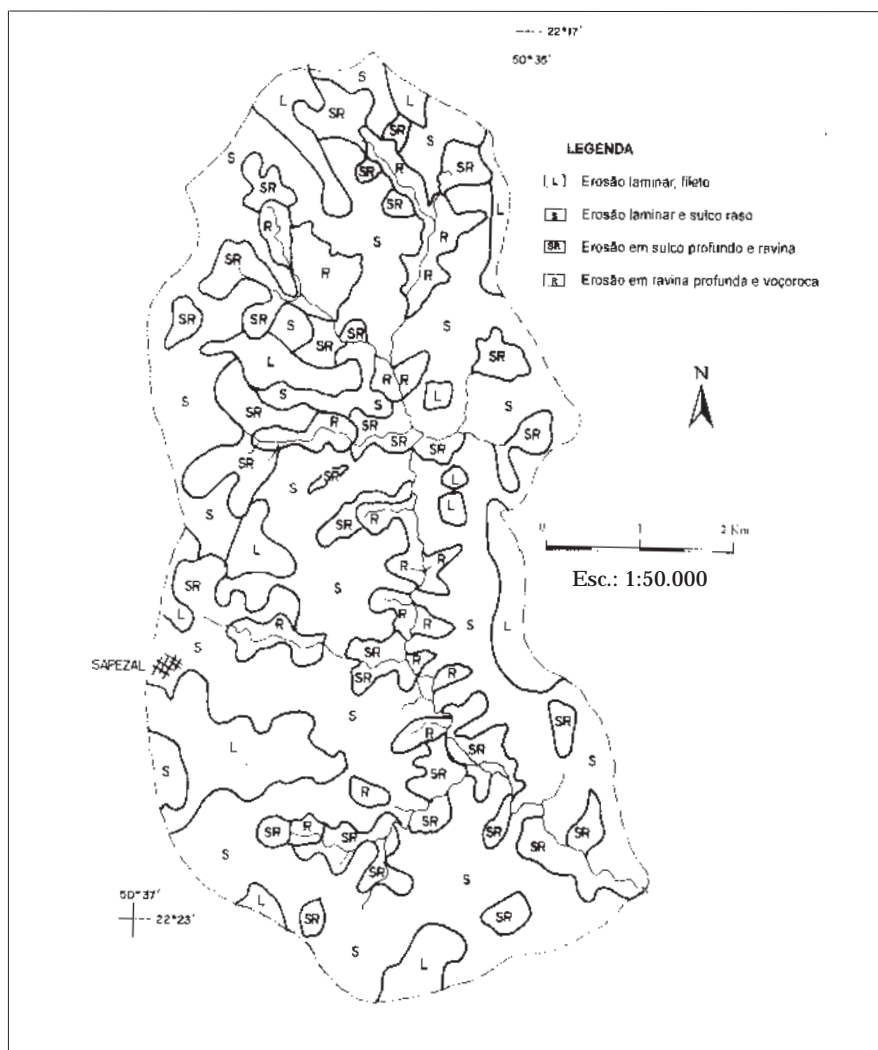


Figura 4. Classes de distribuição espacial das erosões lineares e laminares na microbacia do ribeirão Água da Cachoeira (SP).

laminar retalhe a superfície, enquanto o “piping” escava a subsuperfície. Posteriormente, sua evolução poderá unir os mecanismos de superfície e de subsuperfície, conduzindo-as à categoria de voçoroca. Assim, as voçorocas têm origem no aprofundamento de uma ou várias ravinas, o que concorda com afirmações de Ab'Saber (1968). As interpretações dos resultados indicam que tal fato ocorre na maioria das voçorocas dessa microbacia.

Registros de incisões erosivas e de demais processos erosivos são importantes para a caracterização das condições atuais e representam um momento da evolução histórica de degradação da área, embora não possam ser interpretados quanto aos aspectos quantitativos associados à dinâmica erosiva, corroborando as proposições de Buraczynski (1983).

Contudo, os resultados apontaram a ocorrência de duas voçorocas grandes, com, aproximadamente, 3 ha

cada e uma média com 1 ha, num total de 7 ha de incisões lineares de grandes dimensões no alto curso. No trecho médio da microbacia, registraram-se duas voçorocas grandes e cinco médias, num total estimado de 11 ha, enquanto, no trecho final, foram encontradas duas voçorocas médias, ocupando 2 ha. Quanto aos sulcos profundos e ravinas, estimou-se em cento e noventa e nove (199) cicatrizes, com área total de 47 ha ou 1,27% da microbacia. Dos 3.700 ha da área, 66 ha são erosões lineares, isto é, superfícies fortemente erodidas, abrangendo 1,72% da microbacia.

É importante ressaltar, ainda, que o manejo atual do solo é intenso na microbacia, e o seu freqüente preparo para o cultivo, principalmente de cana, desviou pequenas canaletas, entulhou sulcos, obliterou ravinas e até cabeceiras de grandes voçorocas, criando condições para que se instalasse a erosão, conforme destacaram Bertoni & Lombardi Neto (1990) e Coelho

Netto (1995), acentuando as características de instabilidade, principalmente nas cabeceiras das grandes voçorocas, concordando com Vargas (1971, 1977).

A análise dos resultados através da proposta de interpretação conjunta entre tipologia e distribuição das erosões evidenciou zonas extremamente críticas quanto à ocorrência e predominância dos diferentes processos erosivos (lineares e areolar) localizadas nas baixas vertentes e ao longo dos canais fluviais principais (Figuras 3 e 4). As erosões lineares concentram-se nos solos tipo podzólicos com gradiente textural entre horizontes, sob pastagem e cultivo de cana-de-açúcar, e a laminar ocorre de maneira generalizada em toda a área. Esse método de estudos mostrou-se adequado, pois possibilitou indicar uma sistemática quanto à ocorrência da erosão acelerada da área permitindo ao planejador tomar medidas preventivas ou de recuperação da área.

CONCLUSÕES

1. A microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, quanto à tipologia e distribuição dos processos erosivos, apresenta: áreas com erosão laminar, erosão laminar e sulco raso, erosão em sulco profundo e ravina, e erosão em ravina profunda e voçoroca.

2. As ravinas profundas e voçorocas associam-se às baixas vertentes retilíneas côncavas, próximas aos canais de drenagem fluvial, evidenciando zonas extremamente críticas quanto à predominância desses processos de formação.

3. Os sulcos profundos e ravinas distribuem-se em diferentes declividades ou segmentos de vertentes, tanto perto dos topos quanto perto das baixas vertentes no contato com a baixada fluvial e no talvegue das principais bacias de captação da drenagem pluvial. As ravinas analisadas apresentam características visuais diferenciadas, atribuídas às diferentes fases de evolução e, possivelmente, às influências da intensidade e características do manejo do solo.

4. A erosão laminar e o sulco raso ocorrem indiferenciadamente em toda a microbacia, sendo mais visíveis nas médias e altas vertentes e topos estreitos. Os sulcos rasos aparecem com pequeno aumento de declividade e concentração do escoamento superficial. A origem de uma parte das ocorrências de sulcos rasos e de sulcos extensos, nas altas vertentes, é atribuída ao pisoteio do gado e, nas baixas vertentes, às áreas de bebedouros.

5. A erosão laminar apresenta-se distribuída de maneira generalizada em toda a microbacia e, principalmente, nos topos em áreas de cultivo, sendo de difícil distinção nas fotografias aéreas.

6. As características das feições erosivas indicam ser maior a remoção do solo nas áreas marginais aos canais fluviais, enquanto o canal evolui mais lentamente. Atualmente, em algumas voçorocas,

dependendo de sua fase de evolução, há indícios de predominância de processos lineares e, em outras, de processo laminar.

7. Os sulcos erosivos ocorrem em diversos segmentos de vertentes, independentemente da morfologia, indicando que outras variáveis, exercem maior influência nos tipos e áreas preferenciais da formação dos sulcos profundos, como o uso atual do solo, as chuvas torrenciais e o escoamento concentrado. As rupturas de declives são mais acentuadas nas baixas vertentes e perto dos vales principais e influenciam a mudança de tipos de erosão.

8. Quanto às incisões mais significativas, dos 3.700 ha da microbacia, 66 ha compreendem áreas destruídas, com presença de erosões lineares de ravinamentos e voçorocamentos, representando 1,72% da área estudada.

LITERATURA CITADA

- AB'SABER, A. N. As boçorocas de Franca. São Paulo, Fac. Filos. Ciênc. Letr. de Franca, 1968. 27p. (Separata da Revista da F.F.F.)
- ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. São Paulo, IGEOG/USP, 1974. (Série Teses e Monografias, 14)
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo, Ícone Coleção Brasil Agrícola, 1990. 355 p.
- BURACZYNSKI, J. Les revins en tant qu'indice d'intensité de l'érosion par la fait de l'homme. In: COLÓQUIO ESTUDO E CARTOGRAFIA DE FORMAÇÕES SUPERFICIAIS E SUAS APLICAÇÕES EM REGIÕES TROPICAIS. São Paulo, 1983. Anais. São Paulo, FFLCH-USP, Dep. de Geografia, 1983. v.1. p.383-392.
- COELHO NETTO, A.L. Mudanças ambientais recentes, mecanismos e variáveis - controle do voçorocamento atual na bacia do rio Bananal, SP-RJ: bases metodológicas para previsão e controle de erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSAO, 5., 1995, Bauru. Anais. Bauru, ABGE-UNESP, 1995. p.377-379.
- DREW, D. Processos interativos homem-meio ambiente. 2 ed. Trad. João A. Santos. Bertrand Brasil, 1989. 206p.
- GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T. Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. 2ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1995. p.149-209.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT/SP. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Div. de Minas e Geol. Aplic., 1981a. v.1. (Monografias, 5)
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT/SP. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Div. de Minas e Geol. Aplic., 1981b. v.1. 94p. (Monografias, 6)
- JAHN, A. Denudational balance of slopes. Bull. Geographic Polonic, Geogr. Inst University of Wroclaw, 13:9-29, 1968.

- OLIVEIRA, M.A.T. Observação de marcas de erosão e cadastramento de voçorocas em meio rural. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5., Bauru, 1995. Anais. Bauru, ABGE-UNESP, 1995. p.253-255.
- QUEIROZ NETO, J.P.; CARVALHO, A.; PELLERIN, J. & JOURNAUX, A. Cronologia da alteração dos solos da região de Marília. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1973. 55p.(Sedimentologia e Pedologia, 5)
- QUEIROZ NETO, J.P.; JOURNAUX, A.; PELLERIN, J. & CARVALHO, A. Formações superficiais da região de Marília (SP). São Paulo, Universidade de São Paulo, 1977. 39p. (Sedimentologia e Pedologia, 8)
- SALOMÃO, F.X.T. Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. São Paulo, Universidade de São Paulo/FFLCH, 1994. 200p. v.1 (Tese de Doutorado)
- SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Controle de Erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientação para o controle de voçorocas urbanas. 2.ed. São Paulo, DAEE/IPT, 1990. 92p.
- STRAHLER, A.N. Quantitative analyses of watershed geomorphology transaction. Am. Geoph. Union, New Haven, 38:913-920, 1957.
- TRICART, J. As discontinuidades nos fenômenos da erosão. Not. Geomorf., Campinas, 6:3-14, 1966.
- TRICART, J. Ecodinâmica. Recursos naturais e meio ambiente, Rio de Janeiro, IBGE, FIBGE/SUPREN, 1977. 97p.
- VARGAS, M. Introdução à mecânica dos solos. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil/EDUSP, 1977. 509p.