

Unidades geomorfológicas e processos erosivos na bacia do rio Keller-PR

Myriam da Silveira Reis Nakashima^{1*} e Jurandyr Luciano Sanches Ross²

¹Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil.

²Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo-São Paulo, Brazil. *Author for correspondence.

RESUMO. O trabalho em pauta baseia-se na análise da Carta Geomorfológica e dos Processos Erosivos da Bacia do Rio Keller-PR Escala: 1:50.000 (Reis Nakashima, 1999). A metodologia utilizada está centrada na análise integrada da paisagem, baseada na inter-relação entre os diversos componentes constatados nas fotografias aéreas, 1: 25.000, imagens de satélite, 1: 100.000, cartas topográfica e temáticas e nos trabalhos de campo. Desta forma, obteve-se a legenda integrada da carta geomorfológica da área pesquisada (Tabela 1). O tratamento metodológico utilizado possibilitou a subdivisão da Bacia do Rio Keller em quatro unidades geomorfológicas, caracterizadas pela correlação entre as referidas unidades e as formas de relevo com os dados morfométricos, litológicos, pedológicos, de uso da terra/vegetação. Paralelamente, elaborou-se a Carta das Formas Associadas aos Processos Erosivos Atuais (Reis Nakashima, *op. cit.*), para correlacioná-la com os resultados obtidos na Carta Geomorfológica. Esta linha de abordagem possibilita subsidiar as pesquisas pedológico-geomorfológicas, voltadas para estudos do meio ambiente e da fragilidade ambiental.

Palavras-chave: processo erosivo, análise integrada da paisagem, unidades geomorfológicas, fragilidade ambiental.

ABSTRACT. Geomorphologic units and erosive processes in the river Keller basin PR Brazil. Research work is based on the preparation of a geomorphologic map and the erosive processes in the river Keller basin - PR Brazil. Scale: 1:50.000 (Reis Nakashima, *op. cit.*). The methodology used is centered on the landscape's integrated analysis, based on the interrelationship of its many components, as revealed by air photographs, 1:25.000, satellite pictures, 1:100.000, topographic and thematic maps and field work. The integrated caption of the geomorphologic map of the researched was obtained (Table 1). The basin of the river Keller was subdivided into four geomorphologic units, characterized by the correlation between the units and the land patterns and morphometric, lithological, pedological and the use of land/vegetation data. A map on land patterns associated with current erosive processes (Reis Nakashima, 1999) was drawn. This approach is a good support to pedological and geomorphologic research directed towards the studies of the environment and its fragility.

Key words: erosive process, landscape integrated analysis, geomorphologic units, fragility of the environment.

A Bacia do Rio Keller, situada à margem direita do Rio Ivaí, localiza-se no Norte do Paraná, Sul do Brasil, entre as coordenadas geográficas de 52°04'W, -51°38'W, 23°45'S-23°30'S.

Ocupa um setor do reverso da cuesta do Terceiro Planalto Paranaense, conforme a divisão do relevo elaborada por Maack em 1968. A bacia engloba uma área de aproximadamente 492 km², estando subdividida em quatro unidades geomorfológicas (Figura 1).

A Bacia do Rio Keller-PR tem sofrido neste século e em particular nas últimas décadas, mudanças ambientais intensificados pela retirada da Mata Tropical dos Planaltos do interior e do Vale do Ivaí (ITCF, 1987). No Norte Novo, microrregião econômica na qual se insere esta pesquisa, houve desmatamento no decorrer do período 1930-1950 para ceder lugar à agricultura perene do café, que dominou a paisagem até 1970-1975. O desmatamento contribuiu para alterar de modo

decisivo a regularidade na distribuição das chuvas. Este fato repercute desfavoravelmente no setor agrícola da bacia em questão, desencadeando processos erosivos, com perda de solos e provocando a instabilidade das vertentes.

Nos intervalos dos períodos supracitados uma sucessão de geadas e o ataque de doenças, tais como a ferrugem, comprometeram a saúde e produtividade dos cafezais que foram substituídos por outros cultivos.

No decorrer da década de 1970, a política mundial, bem como a política interna do país, voltaram-se para a erradicação do café, substituindo-o por soja, trigo, milho, algodão, cana-de-açúcar, dentre outros.

Nas porções mais dissecadas do relevo esculpido no basalto, observou-se, sobretudo entre 1980-1985, a ampliação das pastagens, conforme constatações de Moro (1991), Nakashima *et al.* (1992) e Alves *et al.* (1994).

O manejo inadequado do solo pelo uso de maquinarias pesadas tem provocado a sua compactação e dificultado a penetração das raízes das plantas e a infiltração das águas das chuvas, que escoam carregadas de partículas para os talvegues, causando danos erosivos e assoreamento, interferindo na qualidade da água dos cursos fluviais.

Os dados pluviométricos das áreas de reverso de cuesta basáltica do Noroeste Paranaense demonstram a diminuição de chuvas nos meses de inverno (sobretudo junho a agosto) e a intensificação nos meses de verão. Em geral janeiro é o mês mais chuvoso (ITCF, 1987). O escoamento intenso das chuvas em episódios de maior pluviosidade (outubro/março), em áreas de forte declive, provoca processos erosivos nas vertentes, tais como sulcos e cicatrizes de escorregamentos, ou ainda ravinhas e voçorocas ligadas às cabeceiras de drenagem.

É necessário, portanto, recorrer ao processo de avaliação da paisagem, seu grau de fragilidade em face aos processos erosivos, e verificar como se processou a evolução e adaptação do sistema às novas condições induzidas pelo homem.

Neste sentido, o estudo em pauta, baseado no Mapeamento Geomorfológico da Bacia do Rio Keller - PR e seu desdobramento na Carta das Formas Associadas aos Processos Erosivos Atuais, contribui com as pesquisas voltadas para as modificações atuais dos geossistemas intertropicais.

Material e métodos

Material. Para o desenvolvimento da temática proposta contou-se com a utilização:

1 - das Cartas Topográficas do IBGE, escala 1:50.000, 1972. Este material está representado pelas folhas SF-22-Y-D-IV-2 (Ivatuba), SF-22-Y-D-V-1 2783-1 (Bom Sucesso), SF-22-Y-D-V-2 2783-2 (Mandaguari), e possibilitou a confecção da Carta Base da Bacia do Rio Keller bem como da Carta Hipsométrica e Clinográfica (Reis Nakashima, 1999).

2 - de 79 fotografias aéreas de autoria da Aerodata S/A encomendadas pelo Projeto Paraná do ITCF, 1980, escala 1:25.000, que compõem 12 faixas de voo, assim discriminadas:

Faixa B 29	II	- Fotos	19245	- 19240
Faixa B 30	II	- Fotos	19271	- 19278
Faixa B 31	II	- Fotos	19306	- 19301
Faixa B 32	II	- Fotos	19336	- 19340
Faixa B 33	II	- Fotos	19365	- 19369
Faixa B 31	II	- Fotos	19313	- 19307
Faixa B 32	II	- Fotos	19328	- 19336
Faixa B 33	II	- Fotos	19381	- 19370
Faixa B 34	II	- Fotos	19387	- 19397
Faixa B 35	II	- Fotos	19442	- 19440
Faixa B 34	III	- Fotos	05960	- 05963
Faixa B 35	III	- Fotos	06008	- 06005

A fotointerpretação destes documentos aliada ao trabalho e reconhecimento de campo balizou a confecção das cartas: Geológica; Geomorfológica; das Formas Associadas aos Processos Erosivos Atuais, de Solos, de Uso da Terra/ Vegetação e de Fragilidade Ambiental (Nakashima, 1999).

3 - de imagens de satélite, Tm-Landsat, Canais 3, 4, 5 e composição colorida, escala: 1:100.000, março, 1988 que ajudaram a complementar os dados estruturais da Carta Geológica.

Métodos. Abordam as concepções teórico-metodológicas que vão nortear a presente pesquisa, dando ênfase a geomorfologia, que está intrinsecamente associada aos fatores litológico-estruturais e pedológicos e ao uso da terra/vegetação. As preocupações estão voltadas para os processos erosivos. No intuito de compreender esta problemática recorreu-se à análise integrada da paisagem, apoiada na análise sistêmica.

Baccaro (1990) considera como de fundamental importância relembrar que a teoria geral dos sistemas desenvolvida por Flay (1929) e Von Bertalanfy (1933) foi inicialmente aplicada à Física e à Biologia. Strahler (1950), Chorley (1962), Hovard (1965) e Tricart (1977) aplicaram a teoria do sistema à geomorfologia. Coube entretanto a Chorley e Kenedy (1971) aprofundar alguns conceitos que constituíram a base desta linha de abordagem aplicada à geografia física.

A teoria dos sistemas tem sido, também, aplicada ao estudo dos geossistemas, destacando-se os trabalhos a seguir.

Bertrand (1971) considera a paisagem como “resultado para uma determinada porção do espaço da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto indissociável em perpétua evolução”. O autor classifica a paisagem em seis níveis taxonômicos (zona, domínio, região, geossistema, geofácies, geótopo). Ressalta que é no geossistema que está situada a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo.

Sotchava (1977) aponta o geossistema como a solução de numerosas questões onde se faz necessária a participação do geógrafo. Considera-os fenômenos naturais, mas não se esquece dos fatores econômicos e sociais que influenciam a sua estrutura.

Grigoriev (1968) destaca o caráter dinâmico e interativo entre os diversos estratos geográficos terrestres que estão estreitamente inter-relacionados e interconectados em estrutura e evolução, de modo a formar um todo indivisível, um fenômeno natural peculiar, com leis próprias de estrutura e evolução.

O relevo faz parte de um dos componentes da natureza e resulta das interações das forças endógenas e exógenas por estar na interface litosfera-atmosfera. Assim a Geomorfologia Aplicada torna-se um importante suporte para o entendimento das diferentes fisionomias da paisagem ou dos ambientes naturais, em primeiro lugar porque se apresenta de forma muito concreta aos olhos, através da rugosidade topográfica. Segundo, porque o entendimento dos processos que comandam a gênese e dinâmica do relevo passa obrigatoriamente pela apreensão do sistema funcional que permeia todos os componentes bióticos e abióticos do meio natural.

Nessa direção, o trabalho de Ab'Sáber (1969) compreende um marco importante nos estudos geomorfológicos, ao estabelecer três níveis de tratamento para a pesquisa sobre o relevo, os quais foram também levados em consideração nesta pesquisa:

- O primeiro nível volta-se para o entendimento da compartimentação da topografia regional e da descrição das formas de relevo de cada compartimento estudado. Neste nível faz-se necessária a análise das cartas topográficas e das fotografias aéreas.
- O segundo nível focaliza a estrutura superficial da paisagem, envolve o

levantamento em trabalho de campo de dados geológicos, estratigráficos, solos, vegetação, dentre outros. Ab'Sáber (*op. cit.*) chama a atenção para a necessidade do registro cartográfico e fotográfico dos fatos observados, para a coleta do material necessário para as análises laboratoriais, da correlação dos dados e fatos observados em pesquisas desenvolvidas em outros locais. Estes procedimentos levam o pesquisador à interpretação conjectural de caráter morfogenético e morfodinâmico.

- O terceiro nível trata de entender globalmente a fisiologia da paisagem como, por exemplo, os processos morfoclimáticos e pedogenéticos em plena atuação, a dinâmica climática. Neste nível estão incluídas as observações mais demoradas sob controle de equipamentos de precisão, as investigações sobre o trabalho de lençóis de água subsuperficiais, atividade das águas de infiltração, sobre diversas modalidades de movimentos coletivos de solos. Alerta que deve haver uma correlação permanente entre os fatos areolares e lineares na dinâmica da paisagem.

Com relação à cartografia geomorfológica de detalhe é interessante ressaltar os trabalhos de Tricart (1965) que propõe que sejam considerados dados de quatro naturezas diferentes: morfométricos, obtidos nas cartas topográficas; informações morfográficas; dados morfogenéticos; cronologia indicativa dos processos pretéritos e atuais.

Dentre os trabalhos voltados para a cartografia geomorfológica no Brasil, destacam-se os publicados pelo convênio do Instituto de Geografia da FFLCH da USP com o Centro de Geomorfologia Aplicada do CNRS França, escala 1:25.000 (vale do Parateí-SP), e 1:50.000 (São Pedro-SP). Estes mapeamentos baseiam-se na metodologia francesa, que se utiliza de símbolos em cores para a representação morfológica e morfogênica, além de letras e algarismos para a representação dos domínios morfoclimáticos e morfocronológicos.

O trabalho de Ross (1992) sobre o registro cartográfico e a questão taxonômica do relevo constitui uma contribuição metodológica aos interessados em geomorfologia e em análise ambiental especializada. Ele propõe os seguintes taxons das formas de relevo:

- 1º - unidade morfoestrutural - exemplo, uma bacia sedimentar;

- 2º - unidade morfoescultural - planaltos em patamar, planaltos e chapadas e cimeiras, depressões periféricas;
- 3º - unidade morfológica ou de padrões de formas semelhantes - padrão em colinas, padrão em formas tabulares, padrão em morros;
- 4º - tipos de formas de relevo - colinas, formas tabulares, formas de morros, cristas;
- 5º - tipos de vertentes;
- 6º - formas de processos atuais - voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos.

Aplicando a taxonomia para o estudo do relevo proposta por Ross (1992), Nakashima (1999), constata que a Carta Geomorfológica da Bacia do Rio Keller contempla todos estes taxons: O 1º táxon, unidade morfoestrutural associa-se ao fato de esta área estar inserida na Bacia Sedimentar do Paraná. O 2º táxon unidade morfoescultural liga-se ao fato de pertencer ao 3º Planalto Paranaense. Além disso, a área de pesquisa apresenta quatro padrões de formas correspondendo às unidades geomorfológicas mapeadas (3º táxon) que, por sua vez, apresentam diversos tipos de formas (4º taxon), tais como: topos convexos amplos do espigão principal, patamares de topos convexos dos espigões secundários, entre

outros. O 5º e o 6º taxons vinculam-se às formas das vertentes e às marcas dos processos erosivos atuais presentes na Bacia do Rio Keller.

A Carta Geomorfológica da Bacia do Rio Keller - PR, elaborada por Reis Nakashima, 1999, na escala: 1: 50.000, baseou-se no trabalho de fotointerpretação, que comporta duas etapas:

1 - elaboração de “overlays” geomorfológicos, realizados nas fotografias aéreas, escala: 1:25.000. Posteriormente, estes “overlays” foram reduzidos para a escala: 1:50.000, para que os dados obtidos fossem transportados para Carta Base 1:50.000.

2 - reconhecimento no terreno dos dados mapeados nas fotografias aéreas.

Para chegar à etapa final desta Carta Geomorfológica foi necessário elaborar os seguintes documentos cartográficos: Carta Hipsométrica; Carta de Declividade; Carta Geológica, Carta de Solos; Carta de Uso da Terra/Vegetação. Esta documentação cartográfica foi devidamente inter-relacionada, possibilitando a análise integrada que compõe a paisagem da Bacia do Rio Keller. Este procedimento metodológico está expresso na Tabela 1, inserido na legenda da Carta Geomorfológica.

Tabela 1. Composição da legenda integrada da carta geomorfológica da Bacia do Rio Keller - PR. 1:50.000

Forma de relevo	Morfometria		Litologia dominante	Solo dominante	Uso da terra
	Altitude	Decliv.			
Unidade Geomorfológica I					
Topo convexo amplo do espigão principal (Tca)	700-800 m	0 - 12%	Basalto amigdaloidal	Latossolo Roxo	Urbanização, cultivo temporário
Patamar de topo convexo dos espigões secundários (Pcs)	660-740 m	0 - 12%	Basalto Amigdaloidal	Terra Roxa estruturada	Cultivo temporário, café
Vertente retilínea abrupta dos patamares (Vra)	600-660 m	30%	Basalto de estrutura maciça	Solos Rasos (litossolos, cambissolos),	Pastagem, mancha de mata, capoeira
Patamar baixo dos espigões secundários (Pbs)	460-600 m	12 - 20%	Basalto Amigdaloidal	Terra Roxa estruturada (dominante), Solos rasos	Cultivo temporário, café e mancha de mata
Vertente retilínea d Vertente retilínea de fundos de vales (Vrv)	460-500 m	20 a 30%	Basalto de estrutura maciça (vales encaixados)	Solo aluvial	Pastagem, mancha de mata e capoeira
Unidade Geomorfológica II					
Patamar com topo amplo e convexo (Ptc)	420-580 m	0 - 12%	Basalto Agdaloidal	Terra roxa estruturada	Cultivo temporário, café, mata
Vertente retilínea abrupta (Vra)	400-450 m	20 a 30%	Basalto de estrutura maciça (declives maiores), Basalto Amigdaloidal (declives menores)	Solos Rasos	Pastagem, mancha de mata, capoeira
Unidade Geomorfológica III					
Morro alongado de espigões secundários com vertente retilínea e setor côncavo na base (Mvr)	360-590 m	> 30%	Basalto de estrutura maciça, diques de Diabásio	Solos Rasos	Pastagem, mancha de mata, capoeira
Pequenas planícies e terraços descontínuos (Pta)	320-420 m	0 - 6%	Depósito alúvio/coluvionar	Solo alúvio-coluvionar	Pastagem, mata, capoeira
Unidade Geomorfológica IV					
Patamar de topo plano à convexizado associado à vertentes longas (Ppc)	300-420 m	0 - 12%	Basalto Amigdaloidal	Terra Roxa estruturada	Agricultura mecanizada (dominante), café
Vertente retilínea a côncavas na base (Vrc)	300-420 m	12 - 20%	Basalto Amigdaloidal, Basalto de estrutura maciça	Solos Rasos	Cultivo temporário sobretudo em curva de nível, pastagem nas áreas com declives mais fortes
Fundos de vales planos com terraços (Pt)	280-300 m	0 - 6%	Depósito alúvio-coluvionar	Aluvial	Cultivo temporário (dominante), mancha de mata e capoeira, pastagem

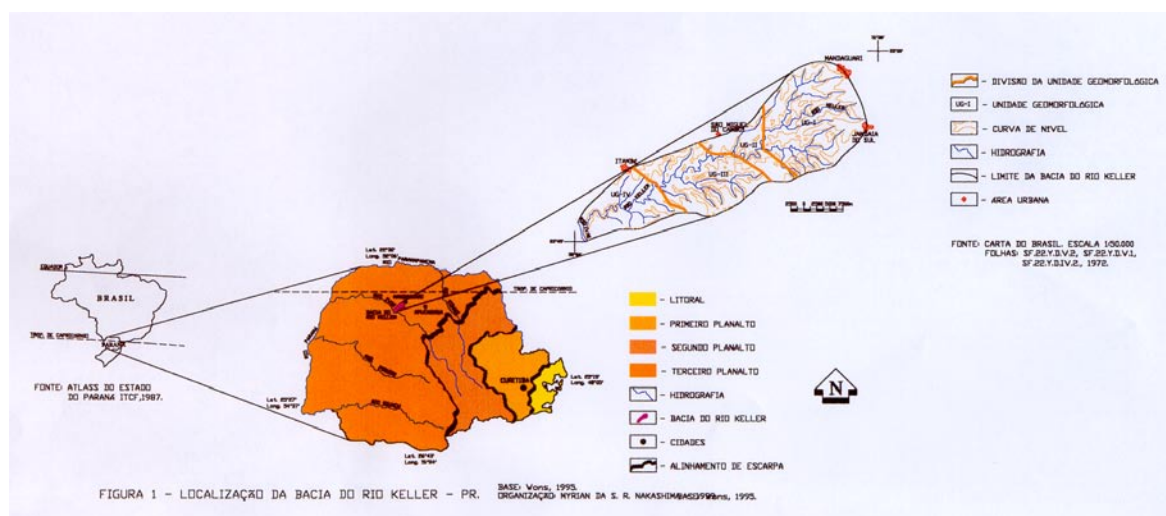


Figura 1. Localização da bacia do rio Keller-PR

Base: Wons, 1995. Organização: Myrian da S.R. Nakashima

Paralelamente confeccionou-se a Carta das Formas Associadas aos Processos Erosivos Atuais, para que fosse correlacionada com as formas de relevo vinculadas às quatro unidades geomorfológicas da área pesquisada e, com os dados da análise integrada representadas na Tabela 1.

Resultados

A Bacia do Rio Keller, palco de atuação desta pesquisa, ocupa um setor de reverso de cuesta do Terceiro Planalto Paranaense (Figura 1). Ela possui altitudes que variam entre 280 m (no baixo curso, na confluência com o Rio Ivaí) e 800 m (na cabeceira em Jandaia do Sul).

Ross (1996) caracteriza este relevo como planalto em bacia sedimentar, composto por um extenso derrame de lavas vulcânicas do tipo vulcanismo fissural, ocorrido entre Jurássico e Cretáceo. A atividade vulcânica compreendeu várias corridas de lavas básicas, depositadas em planos horizontais, superpostas umas às outras, sendo cortadas por diques de diabásio.

A bacia em questão, objeto desta pesquisa, foi portanto subdividida em função dos dados hipsométricos e clinográficos em quatro unidades geomorfológicas (Figura 1), cada uma delas contendo características advindas do arranjo e inter-relação com os elementos climáticos, geológicos, pedológicos, geomorfológicos (morfometria, morfografia) e dinâmica antrópica relativa ao uso da terra/vegetação.

Estas unidades, respectivas formas de relevo e processos erosivos estão assim representados:

Unidade Geomorfológica I - Possui altitudes entre 460 e 800 m. Sua constituição é a que se segue.

- **Topo convexo amplo do espigão principal (Tca):** possui altitudes entre 700-800 m e declividade da ordem 0% - 12%. Estes topos estão esculpidos no basalto amigdaloidal e recobertos por latossolos roxos. As cidades de Mandaguari e Jandaia do Sul, bem como o cultivo permanente do café e os cultivos temporários, representados pelo binômio soja/trigo, estão alojados neste compartimento do relevo. O manejo inadequado do solo favorece ao processo de erosão laminar.
- **Patamar do topo convexo dos espigões secundário (Pcs):** possui altitudes entre 660 e 740 m, declividade da ordem de 0% a 12%. Vincula-se ao basalto amigdaloidal que abriga a terra roxa estruturada. A baixa declividade desta feição morfológica e a fertilidade natural do solo propiciam a sua utilização com o cultivo permanente do café, bem como com os cultivos temporários. Há predominância dos processos erosivos laminares.
- **Vertente retilínea abrupta dos patamares (Vra):** possui altitudes entre 600 e 660 m e declividade em torno de 30%. Está esculpida no basalto de estrutura maciça, mais resistente aos processos de intemperismo. Neste contexto morfológico dominam os solos rasos (cambissolos e litossolos), que propiciam o desenvolvimento das pastagens, matas e capoeiras. A inter-relação destes elementos responde pelo desenvolvimento

dos movimentos de massa, refletidos nas cicatrizes de escorregamento e nos terracetes de pisoteio do gado e sulcos.

- **Patamar baixo dos espigões secundários (Pbs):** possui altitudes entre 460 e 600m e declividade da ordem de 12% a 20%. É subsidiado pelo basalto amigdaloidal recoberto por terra roxa estruturada ou por solos rasos (conforme o grau de declividade). Na terra roxa cultiva-se o café e os cultivos temporários. No solo raso predominam as manchas de mata e pastagem. Os processos erosivos dominantes são as cicatrizes de movimento de massa e sulcos.
- **Vertente retilínea de fundos de vale (Vrv):** sua altitude varia entre 460-500m e a declividade oscila entre 20% e 30%. Está esculpida no basalto de estrutura maciça recoberto por solo aluvial, propiciando o uso com pastagem, mata e capoeira. As feições erosivas são representadas por solapamentos basais e leques colúvio-aluvionares.

Unidade Geomorfológica II - As altitudes estão compreendidas entre 400 e 580 m. A referida unidade constitui-se das seguintes formas de relevo.

- **Patamar com topo amplo e convexo (Ptc):** sua altitude varia entre 420-580 m, e a declividade é da ordem de 0%-12%. A litologia é representada pelo basalto amigdaloidal, recoberto por terra roxa estruturada. Sobre este solo observa-se a presença de café, cultivos temporários e restos de mata. Os processos laminares são dominantes.
- **Vertente retilínea abrupta (Vra):** situa-se entre 400 e 450 m, mantendo declividade da ordem de 20% -30%. Desenvolve-se no basalto de estrutura maciça recoberto por solo raso. Este ambiente propicia o desenvolvimento de pastagem, mata, capoeira e o desenvolvimento de cicatrizes de escorregamento, sulcos e terracetes de pisoteio do gado.

Unidade Geomorfológica III - As altitudes variam entre 320 e 590 m. Está constituída pelas seguintes formas de relevo.

- **Morro alongado de espigões secundários com vertente retilínea e setor côncavo na base (Mvr):** suas altitudes estão compreendidas entre 360 e 590 m. A declividade é superior a 30%. Nestes morros foram detectados o basalto de estrutura maciça e os diques de diabásio, responsáveis pelos alinhamentos de cristais, vertentes

retilíneas, e pela presença de drenagem paralela. Foram observados solos rasos associados a pastagem, manchas de mata e capoeira. As formas vinculadas aos processos erosivos comuns a este compartimento do relevo são: cicatrizes de escorregamento, sulcos e terracetes de pisoteio do gado.

- **Pequenas planícies e terraços descontínuos (Pta):** apresentam cotas altimétricas que variam entre 320 e 420 m e declividades da ordem de 0% a 6%. A litologia dominante é representada pelos depósitos alúvio-colúvionares recobertos por solos alúvio-colúvionares revestidos por pastagem, mata e capoeira. Este ambiente propicia aos processos erosivos tais como: cicatrizes de solapamento basal e depósitos em leques colúvio-aluvionares, áreas sujeitas a depósito de escorregamento.

Unidade Geomorfológica IV - Vincula-se ao baixo curso do Rio Keller, cujas altitudes oscilam entre 280 e 420 m. Está representada pelas formas de relevo abaixo relacionadas:

- **Patamar de topo plano a convexizado associado a vertentes longas (Ppc):** sua altitude varia entre 300 e 420 m e declividade da ordem de 0% a- 12%. O basalto amigdaloidal mantém a terra roxa estruturada, propiciando o uso com agricultura temporária mecanizada de cana-de-açúcar, trigo, soja, milho, dentre outras. Os processos de erosão laminares são comuns.
- **Vertentes retilíneas a côncavas na base (Vrc):** com altitudes compreendidas entre 300 e 420 m e declividades da ordem de 12% a 20%. Estão esculpidas em basalto amigdaloidal e no basalto de estrutura maciça, conforme o grau de declividade. Os solos obedecem ao mesmo esquema, apresentando ora terra roxa estruturada, ora solos rasos. Os cultivos temporários utilizam-se de curvas de nível. As pastagens são escassas, ocupando as áreas com maiores declividades. As formas vinculadas aos processos erosivos atuais são representadas por cicatrizes de escorregamento, terracetes de pisoteio do gado e sulcos.
- **Fundos de vale planos com terraços (Pt):** suas altitudes oscilam entre 280 e 300 m. As declividades mantêm-se entre 0% e 6%. São compostos por depósitos alúvio-colúvionares revestidos por solos aluviais. O uso do solo é representado por cultivos temporários, manchas de mata, capoeira e pastagem. As

formas vinculadas aos processos erosivos atuais são representados por leques coluvio-aluvionares, cicatrizes de solapamento basal, sulcos, áreas sujeitas a depósito de escorregamento.

As ravinas e voçorocas foram observadas e mapeadas em toda as unidades geomorfológicas da Bacia do Rio Keller. Elas ocorrem, preferencialmente, nas cabeceiras de drenagem. Representam processos de erosão remontante. A jusante estão associadas a declividades baixas. A montante, têm-se as cabeceiras das ravinas e voçorocas, que coincidem com as áreas de alta declividade. As ravina e voçorocas podem evoluir em terra roxa estruturada, em solos rasos e nos solos aluviais. A pastagem, o cultivo permanente do café e os cultivos temporários favorecem a origem e a evolução destes processos erosivos.

A análise da Carta Geomorfológica e o seu desdobramento em Carta das Formas Vinculadas aos Processos Erosivos Atuais contribuíram metodologicamente para o reconhecimento das unidades geomorfológicas, das formas de relevo e dos processos erosivos, ao mesmo tempo que oferecem a visão sistêmica, que constitui a análise integrada, objeto primordial desta pesquisa.

Discussão

A carta geomorfológica e de processos erosivos, bem como os dados obtidos nas Cartas Clinográfica, Geológica, de Solos, e de Uso da Terra/Vegetação possibilitaram a obtenção da análise integrada da Bacia do Rio Keller, PR, levando a uma série de constatações, como se segue.

- A declividade e a forma das vertentes são atributos geomorfológicos fundamentais, condicionando o padrão de distribuição dos solos, o uso da terra/vegetação, a circulação hídrica e a tipologia dos processos erosivos.
- Os topos dos morros dos baixos patamares basálticos das diversas unidades geomorfológicas, com declividades de 0% a 12%, estão recobertos por latossolo roxo (unidade geomorfológica I) e por terra roxa estruturada nas demais unidades geomorfológicas. Eles já abrigaram matas, atualmente estão sendo utilizados com a área urbana e viária, cultivos permanentes de café e com cultivos temporários. O escoamento superficial foi intensificado com a retirada da mata, desencadeando processos de erosão laminar.
- As vertentes de declividade média (0%-12%, 12%-20%) possuem substrato em basalto

amigdaloidal recoberto por terra roxa estruturada. Elas estão sendo utilizadas com cultivos temporários, podendo abrigar solos rasos recobertos por pastagens. Nas duas classes de declividade acima referenciadas constata-se a presença de erosão em sulcos.

- As vertentes com alta declividades (20%-30%, >30%) dominam nas Unidades Geomorfológicas I e III. Elas apresentam basalto de estrutura maciça ou diabásio recoberto por solos rasos. Nestes casos subsidiam manchas de mata e sobretudo pastagens. A convergência desses elementos aliada às altas declividades favorece os processos de movimento de massa governados pela força gravitacional, tais como escorregamentos e terracetes de pisoteio de gado.
- As cabeceiras dos afluentes e subafluentes do Rio Keller, nas quatro unidades geomorfológicas, ocupam o contato do basalto de estrutura maciça ou diabásio com o basalto amigdaloidal. Suas concavidades favorecem a concentração das águas de escoamento pluvial. Elas contêm as nascentes dos afluentes do Rio Keller. A retirada da mata original, a presença da pastagem ou dos cultivos temporários e o manejo inadequado do solo são responsáveis pelo desencadeamento dos processos erosivos lineares, tais como ravinas e voçorocas.
- Os contatos das baixas vertentes com as planícies representam áreas de concentração das águas pluviais e de afloramento do lençol freático; possuem baixa declividade (0%-12%), com dominância de afloramentos de basalto de estrutura maciça. O basalto amigdaloidal ocorre no fundo dos talwegues e está recoberto por solos coluvio-aluvionares. Nesse compartimento de relevo, o uso da terra/vegetação é representado pela pastagem, pelos cultivos temporários ou por florestas galerias descontínuas. As formas vinculadas aos processos erosivos são constituídas por leques coluvio-aluvionares, depósitos de escorregamento, típicos de áreas de contato de sopé de vertente, ou por solapamentos basais das margens dos cursos de água. Esses processos refletem a instabilidade ocasionada pela retirada das matas galerias.

Constata-se, portanto, que a instabilidade das vertentes da Bacia do Rio Keller, nos últimos cinquenta anos, teve como ponto de partida a retirada da mata, que manteve o referido geossistema

em equilíbrio dinâmico. O desmatamento e as novas formas de uso da terra/vegetação ocasionaram processos de escoamento superficial, subsuperficial e fluvial, desencadeadores de processos erosivos, muitas vezes irreversíveis, na bacia em questão.

Referências bibliográficas

- Ab'Sáber, A. N. Um conceito de geomorfologia à serviço de pesquisas sobre o Quaternário. *Geomorfologia*, 18:22, 1969.
- Alves, F.R.P.; Nakashima, M.S. Análise da dinâmica dos processos erosivos no vale do Rio Keller-PR. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 3., 1994, [S.l.] Anais... Ponta Grossa: UERPG;UEL;UEM, PR, 1994. p.172.
- Baccaro, C.A.D. *Estudo dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de cerrado - Uberlândia-MG*. São Paulo, 1990. (Doctoral Thesis) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- Bertrand, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, 13:27, 1971.
- Chorley, R.J.; Kened, Y.R.A. *Physical geography. A system's approach*. Bogotá : Prentice Hall Internacional, 1971.
- Grigoriev, A.A. The theoretical of modern physical geography. In: _____. *The of Science in the Iteration of Sciences in the Study of Earth*. Moscow: Progress Publishers, 1968. p.77-91.
- Instituto de Terras, Cartografia e Florestas (ITCF). *Atlas do Estado do Paraná*. Curitiba, 1987. Escala 1: 1.400.000.
- Maack, R. *Geografia física do Paraná*. Curitiba: Banco do Desenvolvimento de Estado do Paraná, 1968.
- Moro, A. D. *Substituição das culturas, modernização agrícola e organização do espaço rural no norte do Paraná*. Rio Claro, 1991. (Doctoral Thesis) - Instituto Geográfico, Universidade Estadual Paulista.
- Nakashima, M.S.R.; Roncada, T.C.; Prates, D.C. Dinâmica do uso do solo agrícola no vale do rio Keller-PR. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DA UEM, 4., 1992, Maringá. *Anais...* Maringá :UEM, 1992. p.67.
- Nakashima, M.S.R. *Análise dos processos erosivos e de fragilidade ambiental na Bacia do Rio Keller-PR*. São Paulo, 1999. (Doctoral Thesis) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- Ross, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Rev. Depart. Geografia*, 6:17-29, 1992.
- Ross, J.L.S. Os fundamentos naturais da geografia. *Geografia do Brasil*, São Paulo: Edusp, 1996.
- Sotchava, V.B. *O estudo dos geossistemas*. São Paulo: IGEOG-USP, 1977. (Métodos em Questão, 16).
- Tricart, J. *Principes et méthodes de la geomorphologie*. França: Masson, 1965.

Received on September 29, 2000.

Accepted on November 28, 2000.