

A CARTOGRAFIA DAS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO E A PROPRIEDADE RURAL: A BUSCA DE UMA UNIDADE ESPACIAL DE MAPEAMENTO

*CENIRA MARIA LUPINACCI CUNHA**

*IANDARA ALVES MENDES***

*MIGUEL CÉZAR SANCHEZ****

Resumo

A erosão constitui-se, na atualidade, em um dos mais graves problemas ambientais enfrentados pela humanidade, cujas conseqüências afetam tanto as áreas rurais como urbanas. Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho foi obter e cartografar dados de perdas de solo por erosão e de potencial natural a erosão para cada propriedade rural inserida nas bacias dos Córregos Jacu e Santo Antonio. Para tanto, fez-se necessário levantar dados pedológicos, de uso da terra, pluviométricos e geomorfológicos, os quais foram sintetizados através do uso da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), organizada por WISCHMEIER & SMITH (1978), a fim de quantificar as perdas ocorridas nas bacias. Através de tais procedimentos, constatou-se que de maneira geral nas bacias enfocadas ocorrem perdas de solo superiores aos limites de tolerância suportáveis pelos atributos físicos das áreas estudadas, ocorrendo exceções somente nos setores onde o uso da terra se faz através da silvicultura. Desse modo, esta pesquisa procura alertar para as conseqüências danosas provenientes de um uso da terra incompatível com a capacidade de suporte dos atributos físicos da paisagem, assim como para a necessidade de estudos cujos resultados possam ser utilizados pelos proprietários e/ou pelos profissionais voltados para o manejo rural.

Palavras-Chave: erosão, bacia hidrográfica, propriedade rural.

* Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, UNESP, Rio Claro. Aluna de Pós-Graduação.

** Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, UNESP, Rio Claro. Professora Doutora

*** Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, UNESP, Rio Claro. Professor Doutor

Abstract

Mapping Soil Losses by Erosion and Rural Property: The Search for a Spatial Unit of Mapping

The erosion constitutes nowadays in one of the major problems of the environment faced for the humanity, whose consequences both the rural and urban areas. In this context, the principal purpose this survey was to obtain and to map data of soil loss and natural potential to erosion for each rural property inserted on the basin of the streams Jacu and Santo Antonio. Thus, it was necessary to prepare pedology, soil use, pluviometrics and geomorphology data, which had been synthetisized through the Universal Soil Loss Equation (USLE, WISCHMEIER & SMITH, 1978), in order to quantify the loss occurred in the basin. Through these procedures, it was confirmed that in general ways basin soil losses in an amount superior to tolerance limits supportable for physical attributes of the areas studied occurring exceptions in the sectors where the soil use is effectuated throught the sylviculture. So, this research tends to advice as to damaging consequences coming from an incompatible soil use with the tolerable capacity of the physical attributes of the landscape, as for the necessity of survey whose results can be used for rural land owners and/or professionals dedicated to rural management.

Key words: erosion, hydrographic basin, rural property.

INTRODUÇÃO

Entre os muitos problemas ambientais que afligem o mundo contemporâneo, a erosão tem se mostrado como um dos mais graves e de difícil solução.

Como afirmam BERTONI & LOMBARDI NETO (1985), a luta do homem contra a erosão é tão antiga quanto a própria agricultura. Quando mudou do nomadismo para um sistema fixo de vida, o homem teve necessidade de intensificar o uso da terra, levando à destruição da cobertura de superfície e acarretando a exposição do solo às forças erosivas.

Os processos erosivos iniciam-se pelo impacto da água no terreno, provocando a desagregação das suas partículas. Este primeiro impacto é intensificado pela ação do escoamento superficial ou laminar, quando este tem energia suficiente para propiciar o arraste das partículas liberadas, transportando-as sem formar canais definidos. Em oposição, a erosão linear ocorre por concentração de fluxos

d'água em caminhos preferenciais, arrastando as partículas e esculpindo sulcos, podendo formar ravinas, com alguns metros de profundidade, e voçorocas, boçorocas ou erosão linear acelerada, quando o entalhamento permite o afloramento do lençol freático.

A dinâmica do escoamento superficial é muito acentuada nos países tropicais, já que a quantidade de água pluviométrica nestas regiões é muito grande. Para se avaliar o impacto desta água que entra no sistema através da chuva é necessário considerar os atributos do relevo, o tipo de solo, seu uso e manejo, entre outros.

Atualmente, com a intensa mecanização da agricultura, os solos encontram-se mais vulneráveis à ação dos agentes erosivos, exigindo o desenvolvimento e/ou aprimoramento de métodos adequados às características de cada área.

Além disso, deve-se considerar que a ocorrência de processos erosivos implica em uma complexa cadeia de causas e conseqüências. Estes processos causam a perda de fertilidade do solo, que é responsável pela baixa produtividade; por sua vez a baixa produtividade implica em menor cobertura do solo, a qual propicia a dinamização dos processos erosivos; tal dinamização favorece a dissolução e perda dos insumos utilizados para repor os nutrientes já carreados pela erosão, onerando a produção agrícola; estes nutrientes, quando depositados nos cursos d'água, podem provocar fenômenos como o da eutrofização; além dos nutrientes, os sedimentos carreados causam também o assoreamento dos mananciais e, conseqüentemente, propiciam condições para a ocorrência de enchentes.

Diante desta problemática, o estudo apresentado teve como objetivo produzir documentos cartográficos de síntese, através do uso da Equação Universal de Perdas de Solo, que apresentassem escala de detalhe suficiente para orientar os proprietários rurais sobre a fragilidade erosiva de suas terras.

Contudo, logo de início surgiu uma questão de caráter metodológico e prático das mais complicadas a ser resolvida: como conciliar os limites de propriedades rurais com unidades espaciais de estudo lógicas do ponto de vista dos processos erosivos, ou seja, os limites das bacias hidrográficas?

A bacia hidrográfica vem sendo apontada como unidade lógica para o estudo dos processos erosivos por diversos pesquisadores, tendo como precursor Gilbert que, desde 1880 (apud CHORLEY, 1971), já analisava o processo erosivo e suas ligações com tal unidade espacial. Para Gilbert (op. cit.) “toda vertente é membro de uma série, recebendo água e detritos de uma vertente superior, e descarregando sua água e detritos sobre uma vertente inferior. Se um dos membros da série é erodido com rapidez excepcional, duas coisas resultam imediatamente: primeiro, o membro superior verá rebaixado o nível de base de descarga e sua intensidade de erosão será conseqüentemente aumentada; segundo, o membro inferior, sendo recoberto por excepcional carga de detritos, verá diminuída a sua intensidade de

erosão. A aceleração superior e o retardamento inferior diminuem a declividade do membro no qual se originou o distúrbio e, como a declividade é amenizada, a intensidade da erosão está concomitantemente reduzida ... o distúrbio que foi transferido de um membro da série para os dois que lhe eram adjuntos, será posteriormente transmitido aos outros, e não cessará até que haja alcançado os confins da bacia de drenagem. Como em cada bacia hidrográfica todas as linhas da drenagem unem-se numa linha principal, um distúrbio sobre qualquer das linhas será comunicado através dela à linha principal, e desta a todos os tributários. E como um membro do sistema pode influir em todos os outros, cada um dos membros pode ser influenciado por qualquer outro. Há um interdependência através de todo o sistema” (pg. 8).

Desse modo, embora haja um consenso entre os pesquisadores que se dedicam aos estudos dos processos erosivos de que a bacia hidrográfica constitui-se na unidade fundamental para o planejamento da paisagem, sabe-se que a delimitação de propriedades rurais é definida pelo homem e assim, na maioria das vezes, estas ultrapassam os limites de uma bacia hidrográfica. Esta pesquisa tem como área de estudo duas bacias, portanto, no caso de propriedades rurais que ultrapassam estes limites, não foi considerada a área exterior a estas. Assim, o estudo aqui apresentado constitui-se em uma primeira tentativa de compatibilizar a necessidade do agricultor com os estudos sobre o desenvolvimento dos processos erosivos no contexto de uma bacia hidrográfica.

Considerou-se que esta compatibilização é de extrema importância para a atividade agrícola já que esta, diferentemente do que ocorre com as outras atividades econômicas, mantém estreita interligação com os atributos físicos da paisagem.

CERON (1989) afirma que uma das características fundamentais da atividade agrícola é que esta ocupa grandes espaços e é fortemente dependente dos recursos naturais, o que implica em pequena liberdade de localização. A variabilidade espacial da agricultura deve-se, segundo o autor (op. cit.), a quatro fatores: “disponibilidade dos recursos da natureza, e dos tecnológicos, organização e localização relativa dos mercados de consumo e o comportamento dos decisores” (pg. 2), entendendo-se por este último o comportamento humano que, a depender do nível de percepção do agricultor a respeito dos outros fatores, determinará a eficiência das decisões tomadas no meio agrícola.

Para CLOKE & PARK (1985), isolar cada componente dos sistemas rurais é uma atividade extremamente complexa devido às inter-relações e mútua interdependência entre estes e os urbanos, assim como, devido à complexidade e multi funcionalidade da natureza nas áreas rurais. A distinção básica que tem sido feita separa os elementos sociais e humanos de um lado e os físicos e ambientais do outro. Contudo, segundo os autores (op. cit.) em termos práticos esta polarização é muito mais discreta, visto que as oportunidades oferecidas pelos elementos físicos

serão aproveitadas de acordo com as possibilidades da população local, isto é, de acordo com o domínio tecnológico que tal população possui. Desse modo, o desenvolvimento das áreas rurais é dependente tanto dos recursos humanos como dos elementos físicos presentes.

Assim, o conhecimento dos atributos físicos e de suas características, pelos agricultores, constitui-se em informação preciosa na decisão do uso da terra e seu manejo. Diante de informações sobre as limitações de solo, clima e relevo, o agricultor terá melhores condições de analisar as possibilidades de desenvolvimento das diversas culturas passíveis de serem implantadas em sua propriedade.

A representação cartográfica desses atributos fornece tanto as informações espacializadas sobre estes, como a possibilidade de análises mais complexas, através de cartas de síntese, onde a integração de tais informações possibilitam uma melhor avaliação da área a ser cultivada. Contudo, convém lembrar que muitos dos estudos que vêm sendo produzidos não possuem escala detalhada o suficiente para propiciar tal arsenal de informações para o agricultor. Desse modo, o trabalho original foi realizado na escala de 1:10.000 a qual considerou-se adequada em função das dimensões da área estudada.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram selecionadas áreas submetidas a uso da terra semelhantes, mas com características de solo, declividade e comprimento de rampa diferenciadas. Tais características foram identificadas em duas bacias que compõem a bacia hidrográfica do Ribeirão Claro (SP): a bacia do Córrego Santo Antonio, que possui aproximadamente 170 km² e encontra-se a leste da área urbana de Rio Claro, e a bacia do Córrego Jacu, afluente pela margem esquerda do Ribeirão Claro, que abrange aproximadamente 120 km², localizando-se a nordeste da área urbana de Rio Claro. (Fig 1)

TÉCNICAS

As técnicas utilizadas envolveram a aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), bem como a elaboração de documentos cartográficos que expressassem cada parâmetro particularizado e a síntese dos dados obtidos. Com relação a USLE convém lembrar que esta se expressa da seguinte forma:

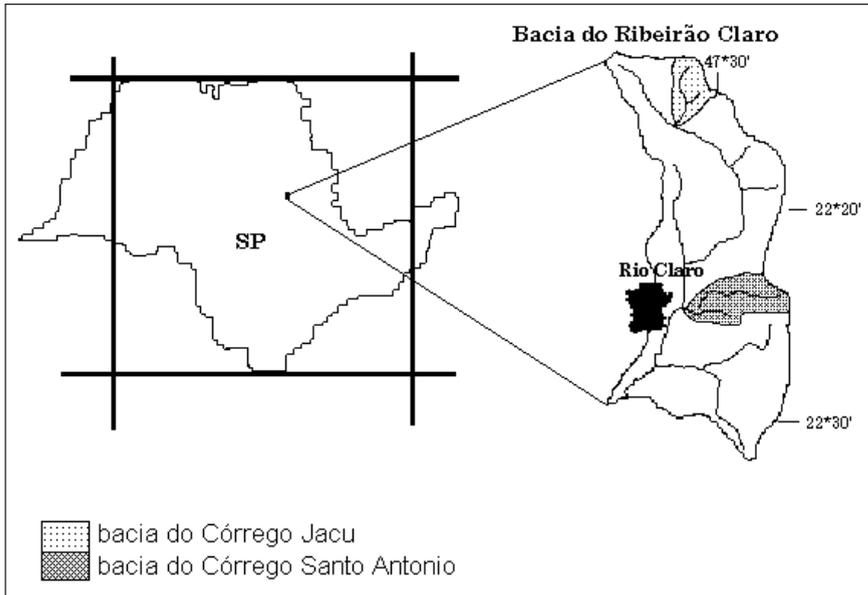
$$A=L \cdot S \cdot R \cdot K \cdot C \cdot P$$

Onde:

A= Perda média anual de solos, em ton/ha

LS= Fator topográfico (declividade e comprimento de rampa)

Fig. 1 - Esboço Esquemático da Localização das Bacias do Córrego Jacu e Santo Antonio.



Fonte: Adaptado de KOFFLER, N. F. *Avaliação do Uso das Terras da Bacia do Rio Corumbataí (SP) através de Técnicas de Geoprocessamento*. Rio Claro, UNESP, CEAPLA, 1993.

R= Erosividade das chuvas (MJ/ha. mm/h.)

K= Erodibilidade dos solos (MJ/ha. Mm/h.)

C= Uso e manejo da terra

P= Práticas conservacionistas.

Para a aplicação desse modelo nas duas bacias selecionadas foi necessário construir cartas clinográficas ou de declividade, as quais foram confeccionadas a partir da técnica proposta por DE BIASI (1970), com adaptações de SANCHEZ (1993) e cartas de uso da terra e malha fundiária, com base em fotografias aéreas datadas de 1995, na escala de 1:25.000. Os dados da malha fundiária foram obtidos no campo, através de entrevistas com os proprietários rurais e marcadas sobre as fotografias aéreas. Além dessas cartas, foram obtidos dados sobre a pluviosidade das bacias e sobre os tipos de solos. Foi construída ainda cartas de formas de vertente, através da interpretação da carta topográfica com o acompanhamento das

referidas fotografias aéreas, com o objetivo de facilitar a obtenção dos dados de comprimento de rampa.

Os fatores vinculados à USLE foram assim obtidos:

LS = Fator Topográfico

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1985), o fator LS é a relação esperada de perdas de solo por unidade de área em um declive qualquer em relação às perdas de solo correspondentes em uma parcela unitária de 25 m de comprimento com 9% de declive. Estas medidas de comparação são utilizadas em virtude de tratar-se das medidas padrão utilizadas em parcelas experimentais do Instituto Agrônomo de Campinas (SP).

Para se calcular o fator topográfico, BERTONI & LOMBARDI NETO (op. cit.) propõem a seguinte equação:

$$LS = 0,00984 \cdot C^{0,63} \cdot D^{1,18}$$

Onde:

LS= Fator topográfico

C= Comprimento de rampa em metros

D= Grau de declividade em %

Neste trabalho optou-se por obter o valor do grau de declive com base nas cartas clinográficas, segundo orientação de MENDES (1993). Para isso, foi necessário estabelecer os valores médios de cada classe de declividade, a saber:

| Classes | Valores utilizados como D |
|-----------|---------------------------|
| < 2% | 1% |
| 2 — 5% | 3,5% |
| 5 — 10% | 7,5% |
| 10 — 20% | 15% |
| 20 — 30% | 25% |
| 30 — 40% | 35% |
| ≥40% | 45% |

Com relação ao comprimento de rampa, este foi obtido através de medidas efetuadas a partir dos divisores d'água até os fundos de vale. No caso de setores onde ocorrem processos de acumulação fluvial, estas medidas tiveram como limite final o início do setor de deposição. De posse dos dados de declividade e comprimento de rampa, aplicou-se a equação proposta por BERTONI & LOMBARDI NETO (1993), obtendo-se o valor do fator topográfico (LS).

R = Erosividade da Chuva

O valor numérico usado para a erosividade da chuva na Equação Universal de Perdas de Solo deve quantificar o efeito do impacto das gotas de chuva e também

prover informações sobre a soma e a taxa de escoamento que pode ser associada com a chuva. (WISCHMEIER & SMITH, 1978).

Para BERTONI & LOMBARDI NETO (1993), “o fator chuva (R) é um índice numérico que expressa a capacidade de chuva, esperada em uma dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção” (pg. 250). Duas características principais influem no cálculo desse índice: a energia cinética total da chuva e sua intensidade máxima em trinta minutos. Como tais dados são difíceis de serem obtidos, Lombardi Neto & Moldenhauer (1980, apud BERTONI & LOMBARDI NETO, 1993) procuraram estabelecer, com base em 22 anos de registros de precipitação, uma correlação entre o índice obtido a partir de dados de intensidade e energia cinética das chuvas com outros relativos à média mensal e anual de precipitações. Através desta análise, os autores (op. cit.) chegaram à seguinte equação:

$$EI = 67,355 (R^2/p)^{0,85}$$

Onde:

EI - média mensal do índice de erosão (MJ.mm/h./L)

r= precipitação média mensal em milímetros;

P= precipitação média anual em milímetros.

Os valores de erosividade da chuva (R) são obtidos através da soma dos valores mensais do índice de erosão (EI).

Para se calcular o índice de erosividade da chuva para a bacia do Córrego Santo Antonio, utilizaram-se os dados coletados na sede do Horto Florestal “Navarro de Andrade”. A partir de tais dados, calculou-se a média mensal e anual de precipitação, através das quais foi possível obter os dados de EI mensais, cuja soma constituiu-se no valor de erosividade da chuva (R) utilizado para a bacia.

No caso da bacia do Córrego Jacu, verificou-se que não existia nenhum posto pluviométrico localizado em seu interior, sendo os dados disponíveis mais próximos aqueles coletados pelo DAEE na cidade de Corumbataí, localizada a oeste da área enfocada, na mesma latitude das nascentes do Córrego Jacu. De posse de tais dados, procedeu-se de maneira semelhante àquela descrita para a bacia do Córrego Santo Antonio.

K = Erodibilidade dos Solos

Segundo WISCHMEIER & SMITH (1978), “o termo erodibilidade do solo é distintamente diferente do termo erosão do solo. A taxa de erosão do solo pode ser influenciada mais pelas características da vertente, da chuva, da cobertura e manejo do que pelas propriedades inerentes do solo. Entretanto, alguns solos erodem mais facilmente que outros mesmo quando todos os demais fatores são os mesmos. Esta diferença, causada pelas propriedades do solo em si, é chamada de erodibilidade do solo” (pg. 8).

BERTONI & LOMBARDI NETO (1985) determinam os valores de K através de parcelas experimentais com 25 m de comprimento e 9% de declive, preparadas no sentido do declive e deixadas livres de vegetação por dois anos ou até que os resíduos da cultura anterior estejam decompostos.

Contudo, como explica TAVARES & VITTE (1993), em estudos de bacias hidrográficas, com dezenas de quilômetros quadrados, a determinação no campo de K é quase impossível. Por isso, Wischmeier, Jonhson e Cross (1971, apud, TAVARES & VITTE, 1993) pesquisaram processos indiretos de se obter a erodibilidade do solo, avaliando propriedades como porcentagem de matéria orgânica, porcentagem de silte + areia muito fina, porcentagem de areia, classe de permeabilidade e tipo de estrutura.

Os dados de solo das bacias do Córrego Santo Antonio e Jacu foram obtidos através de mapa elaborado por KOFFLER et. al. (1993). Tal fonte de dados apresentava-se em escala incompatível com aquela estabelecida para o desenvolvimento do trabalho aqui apresentado, porém constitui-se em um dos mapeamentos pedológicos mais detalhados e que envolve totalidade da área. Desse modo, por ocasião da elaboração das cartas de síntese, realizou-se a compatibilização de escalas através do uso de uma malha quadrículada cujo número de pixels foi calculado de maneira a estabelecer a equivalência entre as escalas. Este procedimento se fez necessário devido à grande diferença de escalas, não possibilitando a realização de tal conversão no Aerocketmaster.

Após a identificação dos tipos de solos, foram obtidos os valores de K a partir de dados fornecidos por BUENO (1994), cuja área estudada apresentava similitude com os solos que ocorrem nas bacias do Córrego Santo Antonio e Jacu.

C = Uso e Manejo do Solo e P = Práticas Conservacionistas.

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1985), o fator uso e manejo do solo (C) é a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto e cultivado, isto é, com rotações de cultura. Já o fator práticas conservacionistas (P) é a relação entre a intensidade esperada de perdas com determinada prática conservacionista e aquelas quando a cultura está plantada no sentido do declive.

Por se tratar de dois fatores que mantêm estreita relação, optou-se por adotar a proposta de STEIN et al. (1987), a qual avalia estes dois índices conjuntamente.

Para se obter o valor de C é necessário considerar as datas de plantio e colheita, os métodos de colheita, o preparo do solo, manejos de restos de culturas e produções médias esperadas (STEIN, op. cit.). Com relação às práticas

conservacionistas, BERTONI & LOMBARDI NETO (1985) apontam quatro tipos principais (plantio morro abaixo, plantio em contorno, alternância de capinas + plantio em contorno e cordões de vegetação permanentes) as quais são utilizadas por STEIN et. al. (1987).

DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS DE SÍNTESE

Como síntese, foram elaboradas cartas de potencial natural à erosão e cartas de estimativa de perdas de solo por erosão. O potencial natural à erosão, segundo STEIN, et. al. (1988), pode ser obtido a partir da utilização dos fatores vinculados à Equação Universal de Perdas de Solo que não são influenciados pelo homem. Estes fatores, portanto, constituem-se da erosividade da chuva, erodibilidade do solo e do fator topográfico.

Com relação à estimativa das perdas de solo, além dos fatores naturais, acrescenta-se a estes o uso e manejo do solo e as práticas conservacionistas. Optou-se por denominar tal carta de estimativa de perdas de solo por se tratar de valores os quais nem sempre são exatos, já que no processo cartográfico perdem-se alguns detalhes, principalmente no que se refere à declividade.

A integração e a quantificação dos dados foram efetuados sobre papel milimetrado vegetal onde foram transcritos os limites das de formas de vertente, das propriedades rurais e dos tipos de solos. Foram considerados os limites de solos e formas de vertente por se tratarem de parâmetros naturais cuja influência sobre a erosão é marcante. Das cartas de formas de vertente foram utilizados tanto os limites entre formas como as linhas de cumeada, imprescindíveis para a quantificação dos comprimentos de rampa, e os setores de dinâmica fluvial, sobre os quais não foi aplicada a Equação já que se trata de áreas onde predominam os processos de deposição sobre os de erosão.

A individualização das formas de vertente foram consideradas no trabalho de integração, seguindo-se orientação de WISCHMEIER & SMITH (1978), que afirmam que diferentes formas de vertente devem ser separadas e a declividade calculada para cada segmento, visto que, de acordo com os autores (op. cit.), diferentes formas refletem em diferenciações no declive. Contudo, considerando-se o exposto por WISCHMEIER & SMITH (1978), o comprimento de rampa foi calculado para a vertente inteira, isto é, “a distância do ponto de origem do escoamento ao ponto onde a declividade da vertente decresce iniciando-se a deposição ou onde a água escoada entra em um canal bem definido...”(pg. 14).

Com a integração destes dados obtiveram-se então parcelas básicas de cálculo para os diversos parâmetros da Equação. Com relação à declividade foi calcu-

lada a média ponderada dos valores observados, estabelecendo-se assim o valor da declividade para cada unidade básica. Por exemplo, uma parcela que ocupa na carta 1 centímetro quadrado e tem nesse espaço 30% de declividade de 15% e 70% de declividade de 7,5% $[(30 \times 15) + (70 \times 7,5)] / 100 = 9,75\%$] teria portanto como média 9,75% de declividade, sendo este dado utilizado na fórmula LS já citada. O mesmo procedimento foi realizado para o fator CP, calculando-se a média ponderada para cada parcela. Com relação ao fator K, como os limites de solo foram considerados na integração, teve-se parcelas com valores únicos deste parâmetro. O fator R (erosividade das chuvas) foi considerado como um único valor para as bacias inteiras; isto ocorreu por se dispor no máximo de um ponto de coleta de dados no interior ou, como no caso do Córrego Jacu, nas proximidades das áreas enfocadas.

Obtidos os dados de cada fator, construiu-se uma planilha de cálculo, cujo fragmento pode ser observado na tabela I:

Tabela I - Fragmento da planilha de cálculo elaborada para a Bacia do Córrego Santo Antonio.

| Parcela | L | S | LS | K | R | PNE* | CP | EPS** | TOLE RÂNCIA *** | EPS-TOLERÂNCIA **** |
|---------|------|-------|--------|--------|----------|----------|--------|------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 490 | 8,38 | 5,987 | 0,0318 | 7.380,77 | 1405,320 | 0,0001 | 0,14053204 | 7,9 | 7,75946796 |
| 2 | 870 | 7,94 | 8,066 | 0,0318 | 7.380,77 | 1893,255 | 0,0001 | 0,18932554 | 7,9 | 7,71067446 |
| 3 | 860 | 24,55 | 30,338 | 0,0318 | 7.380,77 | 7120,634 | 0,0001 | 0,71206343 | 7,9 | 7,18793657 |
| 4 | 740 | 10,65 | 10,305 | 0,0318 | 7.380,77 | 2418,827 | 0,0001 | 0,24188272 | 7,9 | 7,65811728 |
| 5 | 1220 | 9,59 | 12,472 | 0,0318 | 7.380,77 | 2927,362 | 0,0001 | 0,29273627 | 7,9 | 7,60726373 |
| 6 | 390 | 18,33 | 13,058 | 0,0318 | 7.380,77 | 3064,970 | 0,0001 | 0,30649705 | 7,9 | 7,59350295 |
| 7 | 970 | 8,12 | 8,870 | 0,0127 | 7.380,77 | 831,462 | 0,0001 | 0,08314628 | 12,18 | 12,0968537 |
| 8 | 1090 | 9 | 10,779 | 0,0127 | 7.380,77 | 1010,381 | 0,0001 | 0,10103814 | 12,18 | 12,0789619 |
| 9 | 1820 | 11,83 | 20,569 | 0,0127 | 7.380,77 | 1928,090 | 0,0001 | 0,19280901 | 12,18 | 11,987191 |

*Potencial natural à erosão.

**Estimativa de perdas de solo por erosão.

***A tolerância constitui-se na quantidade máxima de perdas de solo suportável. Os valores foram obtidos de BUENO (1994).

****Do valor obtido para a estimativa de perdas de solo foi subtraído o valor da tolerância, obtendo-se com isso informações sobre as parcelas que apresentaram perdas de solo superior ao tolerável.

Organização: Cenira M. Lupinacci da Cunha

A partir da análise da planilha de cálculos das duas bacias enfocadas, foram elaboradas as seguintes classes de potencial natural à erosão

| Classes | Valores de PNE |
|-------------|----------------|
| Muito baixo | <100 |
| Baixo | 100 1000 |
| Médio | 1000 2000 |
| Alto | 2500 5000 |
| Muito Alto | ≥ 5000 |

Os valores numéricos do potencial natural à erosão foram classificados qualitativamente por se tratarem de produtos de uma simulação a partir da Equação Universal de Perdas de Solo. Este índice constitui-se em uma simulação, visto que considera o terreno totalmente livre de qualquer cobertura, tratando-se portanto de uma abstração da realidade.

Com relação à estimativa de perdas de solo elaboraram-se as seguintes classes:

| | |
|-----|------------------|
| | ≤ 0,1 ton/ha/ano |
| 0,1 | 1 ton/ha/ano |
| 1 | 5 ton/ha/ano |
| 5 | 20 ton/ha/ano |
| | ≥ 20 ton/ha/ano |

As classes de potencial natural e perdas de solo utilizadas para o mapeamento nas duas bacias foram iguais, a fim de propiciar a comparação entre elas. No caso das cartas de estimativa de perdas de solo foram acrescentadas ainda hachuras afim de individualizar as parcelas cuja perda de solo foi superior ao limite de tolerância. Com isso, identificaram-se as áreas cujo uso e manejo encontra-se inadequado às condições naturais reinantes.

PRINCIPAIS RESULTADOS

A erosão dos solos constitui-se em um problema ambiental cujas consequências podem vir a ter sérios reflexos econômicos, principalmente através da inutilização das terras, ou então, do encarecimento da produção agrícola devido à aplicação de técnicas de contenção. Desse modo, a prática de um uso da terra adequado às condições naturais oferecidas pela região constitui-se no primeiro passo para a conservação da fertilidade dos solos.

Neste contexto, a pesquisa sobre técnicas de identificação e quantificação tanto do potencial à erosão como de perdas de solo torna-se essencial para o planejamento rural. Assim, constata-se que a Equação Universal de Perdas de Solo é um instrumento de análise dos mais importantes para a obtenção de dados sobre as condições naturais e sobre a influência antrópica nos processos erosivos.

Através da pesquisa aqui relatada, pode-se verificar que é possível compatibilizar o uso da referida Equação com o nível de detalhe necessário a uma representação cartográfica eficiente em termos de propriedade rural. Do mesmo modo, verificou-se que o modelo em questão apresentou resultados finais coerentes com a distribuição espacial de fenômenos geomorfológicos que indicam a atuação dos processos erosivos. Tal constatação se fez possível através da comparação das cartas de síntese com mapeamentos geomorfológicos realizados. Por outro lado, convém enfatizar que o uso da terra tem realmente, dentro do modelo, o poder de generalizar situações em que os parâmetros naturais apresentam elevado potencial à erosão. Assim, nas áreas recobertas pela silvicultura, observou-se que parcelas mapeadas com alto potencial natural à erosão apresentam baixas perdas de solo; fato este que realmente condiz com as características de tal uso. Porém, para um planejamento rural eficiente, principalmente em áreas como as estudadas, onde o avanço da cultura canavieira é uma realidade, é essencial que se conheçam tais características de potencial natural, sendo o registro cartográfico deste parâmetro uma necessidade premente.

Por outro lado, é imprescindível que as parcelas básicas de cálculo apresentem nível de detalhamento condizente com as características da área para que se possam obter resultados eficientes. Desse modo, os procedimentos da cartografia de síntese, como realizados neste trabalho, possibilitaram um nível de detalhe superior ao apontado por pesquisa anteriormente realizada por LUPINACCI & MENDES (1995). Nesta ocasião, as autoras (op. cit.) chamavam a atenção para o fato de que, utilizando as parcelas de comprimento de rampa como unidade de cálculo, obtinha-se uma generalização da declividade, de maneira a se registrar como média ponderada máxima o valor de 33%, enquanto que ocorriam, na verdade, declives superiores a 40%. Constata-se que, ao se integrar, no momento da síntese, a carta de formas de vertente, obtêm-se um maior nível de detalhamento das altas declividades. Contudo, as classes inferiores que ocorrem nos setores de topo ficaram, geralmente, subdivididas em função de se utilizarem também as linhas de cumeadas como limite de parcelas. Dentro deste contexto, é essencial procurar formas de síntese que viabilizem a obtenção de dados mais detalhados ainda, a fim de que se possam oferecer informações mais seguras.

Com relação ao uso da malha fundiária, constatou-se que existem dificuldades tanto para a obtenção das informações junto aos agricultores, quanto de sua utilização como limite a nível de parcelas para o cálculo da Equação, visto tratar-se

da integração de dados naturais (fator topográfico, solos, pluviosidade) com limites antrópicos. Contudo, tratam-se de dificuldades que podem ser ultrapassadas e que, feitos os devidos ajustes, possibilitam tornar os produtos cartográficos de síntese em fontes de informação úteis para o planejamento rural.

BIBLIOGRAFIA

- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. (2ª ed.). Piracicaba: Livroceres, 1985.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. (3ª ed.). São Paulo: Ícone, 1993.
- BUENO, C. R. *Zoneamento da Suscetibilidade à Erosão dos Solos da Alta e Média Bacia do Rio Jacaré Pepira, SP, com Vistas ao Planejamento Ambiental*. Rio Claro: IGCE, UNESP, 1994. Tese (Doutorado).
- CERON, A. O. Técnicas Cartográficas e Planejamento da Reforma Agrária: Possibilidades e Limitações. *Geografia*, Rio Claro, 14 (28): 1-14, out/1989.
- CHORLEY, R.J. A Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, v.11, nº 21, 1971.
- CLOKE, P. J. & PARK, C. *Rural Resource Management*. London: Croom Helm, 1985.
- DE BIASI, M. Cartas de Declividade: Confecção e Utilização. *Geomorfologia*, São Paulo, nº 21, 1970, pp 8-12.
- KOFFLER, N. F. *Avaliação do Uso das Terras da Bacia do Rio Corumbataí (SP) através de Técnicas de Geoprocessamento*. Rio Claro, UNESP, CEAPLA, 1993.
- LUPINACCI, C. M. & MENDES, I. A. Identificação das Perdas de Solo por Erosão em Dois Setores da Bacia do Rio Claro. In: Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 4, 1995, Goiânia. *Anais*. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 1995.
- MENDES, I. A. *A Dinâmica Erosiva do Escoamento Pluvial na Bacia do Córrego Lafon - Araçatuba - SP*. São Paulo: FFLCH, USP, 1993. Tese (Doutorado).
- SANCHEZ, M. C. A Propósito das Cartas de Declividade. In: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 5, 1993. São Paulo. *Anais*. São Paulo, FFLCH, 1993.
- STEIN, D. P. et al Potencial Natural de Erosão Laminar, Natural e Antrópico, na Bacia do Peixe - Paranapanema. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 4, 1987, Marília. *Anais*. São Paulo: S.C.P., 1987.

TAVARES, A. C. e VITTE, A. C. Erosão do Solo e Assoreamento: O Caso de Monte Aprazível - SP. *Geografia*. Rio Claro, 18 (1), abril, 1993, pp. 51-95.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. *Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning*. U. S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook nº 537, 1978.