

## **A Escala Espacial de Análise como Estratégia de Aproximação do Real: A Inclusão da Propriedade Rural no Estudo dos Processos Erosivos em Bacias Hidrográficas Agrícolas**

<sup>1</sup> PEREIRA, Luiz Henrique; <sup>2</sup>PINTO, Sergio dos Anjos Ferreira; <sup>3</sup>LEITE, Bruno de Souza

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas –  
UNESP - Rio Claro. e\_luizh@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA) - Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas – UNESP - Rio Claro. sanjos@rc.unesp.br

<sup>3</sup> Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP - Rio Claro.  
brunosouzaleite@yahoo.com.br

### **Abstract**

Water soil erosion was an important degradation process for human land occupation. The environment conditions has been modified due to land use changes by antropic activities intensification. Several studies were developed to discuss the approaches for data acquisition and data analysis based in the watersheds systems. The level of database collection have been recognized as influencing the results of temporal and spatial analysis. In this term higher resolution data is necessary for detailed studies, for example at slops units analysis. This study were carried out to improve an approach considery a variety patterns of rural lands cadastral data and agricultural management factors. The result obtained from this study is based to theorical discussion for watersheds as environmental units.

**Keywords – spatial scale; watersheds, rural land, soil erosion, environmental management**

### **Resumo**

A erosão hídrica é um dos principais mecanismos de degradação do solo, acarretando, inclusive, sérios danos à sociedade. Este processo pode ser intensificado devido ao uso inadequado que o homem faz da terra, em especial, nas áreas agrícolas. Para minimizar o impacto causado ao meio ambiente físico, bem como possibilitar um desenvolvimento sócio-econômico calcado nos ideais de sustentabilidade, é necessário elaborar um planejamento de uso e ocupação das terras que considere a capacidade de sustentação e a capacidade econômica de cada parcela da superfície terrestre. Nas últimas décadas, foram desenvolvidos diversos estudos científicos no âmbito desta temática, conduzidos por procedimentos de coleta e análise de dados tendo por base a bacia hidrográfica como unidade natural de planejamento agrícola integrado. Em termos de grandeza espacial, o levantamento bibliográfico destes estudos indica que as bacias hidrográficas consideradas situam-se numa escala de médio porte, ou seja, entre 100 e 1000 Km<sup>2</sup>. Conseqüentemente, em função da generalização cartográfica adotada nos trabalhos, os produtos temáticos gerados, principalmente os de síntese, contemplam unidades de paisagens em escalas que dificultam o acesso dos agricultores às informações. Assim, em termos pragmáticos, as propriedades rurais apresentam-se como grandes barreiras à efetivação do planejamento territorial, com conseqüente malogro das atividades de gestão. Considerando o exposto, o presente artigo visa formular uma premissa capaz de conduzir os procedimentos metodológicos para a análise da perda de solo em uma bacia hidrográfica, de modo a contemplar as propriedades rurais nela contida, e que permita a reflexão teórica acerca do conceito de escala espacial, tratando-a como um problema epistemológico que permite estabelecer novas percepções dos fenômenos. Partindo da concepção de escala enquanto estratégia de aproximação do real, e do pressuposto de que mudanças em sua grandeza implicam em novos níveis de abstração e de objetivação, procurar-se-á dar uma outra visibilidade ao fenômeno da erosão, considerando a propriedade rural, em seus aspectos naturais e

sociais, como um elemento condicionante do processo de erosão do solo, além de abordá-la como uma sub-unidade de análise. Esta discussão visa contribuir com as reflexões teóricas em trabalhos que tenham o foco na gestão ambiental de bacias hidrográficas, especialmente aquelas de características agrícolas.

**Palavras-Chave – escala espacial; bacia hidrográfica; propriedade rural; erosão do solo, gestão ambiental**

## **1. Algumas considerações sobre o trabalho científico e escala espacial adotada**

A evolução da sociedade moderna baseia-se cada vez mais na dependência dos recursos naturais terrestres, que desempenham papel vital no desenvolvimento econômico e no bem estar das nações. Sua utilização crescente ao longo da história do homem, envolvendo o avanço científico-tecnológico aliado ao aumento demográfico, intensificou os processos de destruição desta riqueza básica. Nos dias atuais, organizações governamentais e não governamentais tem alertado sobre a necessidade premente de ações mitigadoras para proteção e conservação deste patrimônio. Essas ações têm sido calcadas na ambição de assegurar perpetuamente o aproveitamento dos recursos fornecidos pela natureza. O êxito deste objetivo, segundo um documento organizado pela UNESCO (HADLEY et al. 1985), pode ser alcançado através de duas metas:

- Desenvolvimento de uma consciência pública dos riscos ambientais e da necessidade de políticas conservacionistas;
- Obtenção de informações essenciais, mediante pesquisas, para por em prática medidas eficientes de controle e reversão da degradação ambiental.

Considerando a primeira meta apontada pela UNESCO, pode-se observar que no decorrer das últimas décadas houve um crescimento do número de projetos, em diversas áreas do conhecimento e de diversas naturezas, que se dedicam à difusão e aperfeiçoamento das práticas de Educação Ambiental, responsável pela conscientização pública de que o comportamento humano e suas atividades são nocivas à natureza, com conseqüências ambientais de curto, médio, e longo prazo. O aumento da capacidade crítica da sociedade, de certa forma, se reflete nas políticas ambientais de cunho conservacionistas elaboradas ao longo do tempo, assim como o aperfeiçoamento da legislação já existente.

Imbricado à difusão da Educação Ambiental e ao aperfeiçoamento da legislação ambiental, está a segunda meta mencionada. O desenvolvimento científico e tecnológico voltado ao controle e monitoramento do meio ambiente tem viabilizado a elaboração de

inúmeros procedimentos metodológicos para a análise ambiental. Neste aspecto, deve ser ressaltado o uso das geotecnologias, e entre elas, o uso de ferramentas<sup>1</sup> como sensoriamento remoto e o geoprocessamento, responsáveis pela aquisição, tratamento, integração e análise de dados espaciais, além da apresentação dos resultados na forma de mapas, gráficos e tabelas.

Contudo, apesar de haver forte ligação entre a produção do conhecimento científico e a sociedade, nem sempre esta é plenamente atendida e beneficiada pelos resultados daquela. A velocidade com que as tecnologias são desenvolvidas e absorvidas pelos trabalhos científicos, muitas vezes não é acompanhada pela adequação epistemológica e conceitual, capaz de embasar corretamente os critérios metodológicos adotados, e o resultado desta inadequação, pode ser observado na incapacidade de efetivação de inúmeros trabalhos científicos.

O desenvolvimento de tecnologias implica em novas possibilidades de se abordar um problema. Mais especificamente, o aperfeiçoamento das geotecnologias permite que inúmeras análises sejam conduzidas com base em novas escalas, tanto espaciais como temporais.

Neste contexto, insere-se o conceito de escala enquanto estratégia epistemológica para interpretação da realidade. Castro (2003) lembra que a escala enquanto questão conduz a necessidade de coerência entre o percebido e o concebido, pois cada escala só faz indicar o campo da referência no qual existe a pertinência de um fenômeno.

Faz-se necessário que a acepção do termo escala supere a simples noção de representação gráfica da superfície terrestre veiculada pela cartografia. No caso da cartografia, a escala significa uma fração, razão matemática entre o real e a área representada. A discussão conceitual que o termo escala encerra, principalmente em estudos de âmbito geográfico, requer apreendê-la, também, como uma estratégia de aproximação ou distanciamento do objeto em estudo. Assim, o termo escala aqui admitido pode ser aplicado tanto à área territorial que o fenômeno abrange (seu recorte espacial), como também empregado enquanto medida do próprio fenômeno observado.

---

<sup>1</sup> Atualmente, o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento podem ser considerados uma área particular do conhecimento. Todavia, nos estudos em que o objetivo é o monitoramento e o planejamento ambiental, estas ciências são aplicadas como um meio de objetivação, por isso, consideradas aqui como ferramentas.

Como indica Castro (2003), tão importante quanto saber que as coisas mudam com o tamanho, é saber como elas mudam, e quais os novos conteúdos em suas novas dimensões.

É neste contexto que cabe indagar sobre as mudanças que devem ser consideradas na objetivação de um fenômeno quando impostas diferentes escalas para sua abordagem. Estas questões foram levantadas por Lacoste (1988), no qual apontou que diferenças de tamanho implicam em diferenças qualitativas e quantitativas dos fenômenos.

Logo, quando se aplica, num dado fenômeno, o mesmo procedimento metodológico em seus diferentes níveis escalares, correr-se o risco de desconsiderar elementos que possuam relativa importância. Pode-se considerar relativa, pois ela é dada em função da escala em que o fenômeno está sendo percebido.

Em resumo, o fenômeno abordado num certo nível escalar apresentará determinada complexidade. Pode ser apreendido de maneira generalizada, ou universalizada, se adotada uma grande escala para sua análise; ou, com maior detalhe, se admitido uma escala particularizada, reduzida.

Se a reflexão referente à escala de análise do objeto em estudo - ponderando se a escala em que o fenômeno está sendo percebido é coerente com o que está sendo concebido - anteceder às etapas de definição dos procedimentos metodológicos do trabalho científico, diminuir-se-á a chance de que haja conflitos entre os resultados do trabalho e sua aplicação.

No rol dos estudos dedicados à análise da perda de solos e técnicas de manejo de bacias hidrográficas, destaca-se a dificuldade encontrada pelos proprietários rurais para a aplicação, em determinada área, do planejamento territorial previamente estabelecido, e conseqüentemente, o insucesso da gestão ambiental. Esta incapacidade pode ser, em parte, explicada pelo fato de que trabalhos científicos voltados ao manejo de bacias hidrográficas de médio porte, entre 100 e 1000km<sup>2</sup>, desconsideram os limites das propriedades rurais como elemento na explicação do fenômeno da erosão, podendo este ser um elemento importante no contexto da escala em que o fenômeno está sendo percebido.

Porém, a omissão desta discussão durante o processo de produção do conhecimento não pode ser sentenciado como o único determinante por esta dificuldade. Outro fato relevante é que muitos destes trabalhos estabelecem o planejamento territorial para

---

<sup>2</sup> A hierarquia das bacias hidrográficas segundo seu porte foi apresentada por Christofolletti (1999), no qual estabelece a seguinte classificação: pequena, até 100km<sup>2</sup>; média, até 1000km<sup>2</sup>; e grande, acima de 1000 Km<sup>2</sup>. Apesar desta proposta, ainda não há um consenso entre pesquisadores quanto à aceitação destas medidas.

uma determina área sem considerar os reais mecanismos de intervenção que o homem dispõe para a implementação do projeto, havendo a necessidade de estabelecer no futuro novas manobras que contornem os problemas não previstos nas etapas iniciais do planejamento.

## **2. Além do planejamento: A bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial**

Parte-se da concepção de que a manutenção do equilíbrio ambiental e o desenvolvimento sócio-econômico coerente e racional, quanto à exploração dos recursos naturais, tem como ponto fundamental o conhecimento e controle das transformações que decorrem do uso da terra. Isso pode ocorrer através de um planejamento de ocupação das terras que, segundo FAO (1995), tem como função, direcionar as decisões de modo que haja um maior aproveitamento pelo homem, sem que ocorra significativa degradação ambiental.

O agravamento das condições ambientais decorrente das atividades antrópicas, que na maioria das vezes não levam em consideração as características naturais locais, conduzem a uma série de problemas sócio-ambientais. Observa-se assim a necessidade de um planejamento ambiental com foco em sua gestão. A gestão ambiental é entendida como a integração entre o planejamento, o gerenciamento e a política ambiental (ANDREOZZI,2005; SOUZA, 2003).

De acordo com Souza (2003), planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra. Santos (2004) indica que o planejamento visa, de maneira conjunta, a adequação de ações à potencialidade, vocação local e à sua capacidade de suporte, buscando o desenvolvimento harmônico da região e a manutenção da qualidade do ambiente físico, biológico e social. A gestão, para Souza (2003), é a efetivação das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir. Portanto, planejamento e gestão territorial são atividades complementares.

A bacia hidrográfica é definida, segundo Christofolletti (1980), como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, em que cada um dos elementos, matérias e energias presentes no sistema apresentam uma função própria e estão estruturados e intrinsecamente relacionados entre si.

Sendo assim, a bacia hidrográfica constitui-se em uma unidade natural básica para o desenvolvimento de estudos que vise compreender e analisar a dinâmica de seus componentes. Como afirma Andreozzi (2005), uma bacia hidrográfica pode ser considerada a menor unidade de paisagem capaz de integrar todos os componentes, a saber: atmosfera,

vegetação natural, agricultura, solos, substrato rochoso e corpos d'água, sendo, portanto, um sistema que melhor reflete os impactos das atividades antrópicas.

Russo (apud ANDREOZZI, 2005) lembra que apesar da bacia hidrográfica ser entendida, técnica, científica e politicamente, como unidade de gestão, por outro, nela estão contidas propriedades privadas, que representam grande barreira ao desenvolvimento das práticas exigidas para a sua gestão, dada a falta de interação entre os proprietários com o processo de planejamento e gestão.

Andreozzi (2005) salienta que este fato pode ser superado ao incorporar a propriedade como elemento constituinte e atuante nas relações que ocorrem nas bacias hidrográficas. Isto significa que cada parcela do espaço (cada propriedade) pode ser considerada em seu todo e, ao mesmo tempo, em sua relação com as demais parcelas.

Assim, dentro da atmosfera interdisciplinar que envolve os atuais projetos científicos, juntamente com a possibilidade de se realizar provisão de cenários a partir do uso da modelagem de sistemas ambientais e da disseminação das geotecnologias, pode-se propor trabalhos de cunho ambiental que extrapolem o foco do planejamento para o da gestão ambiental, diminuindo a necessidade de, no futuro, adequar as estratégias para uma nova realidade.

### **3. Pressuposto científico: A inclusão das propriedades rurais como elemento atuante no processo de erosão das vertentes**

A erosão acelerada, conforme já enfatizado pelo USDA Soil Conservation Service (1948), é resultado do desequilíbrio, em geral provocado pela atuação antrópica, que se desencadeia num lapso de tempo a partir da modificação de algum componente da paisagem. Observa-se sempre um forte sinergismo entre a dinâmica da ocupação das terras e processos erosivos dos solos (PINTO 1991).

Dentre as diversas formas de erosão, a erosão hídrica é a que causa conseqüências mais graves à população. Souto e Crestana (2000) descrevem que os problemas derivados da erosão hídrica de superfície resultante do escoamento das águas pluviais, podem ser de distintas grandezas. Nos locais onde ocorrem os processos erosivos, verifica-se a perda da capacidade produtiva, devido à remoção dos horizontes superficiais, por outro lado, os excedentes hídricos que chegam até a rede de drenagem da bacia hidrográfica transportam sedimentos, nutrientes e agroquímicos que contaminam as águas superficiais.

O escoamento superficial das águas pluviais gerado nas vertentes, no contexto das bacias hidrográficas, pode ser interpretado como uma “produção” de água para escoamento rápido e, portanto, as vertentes seriam vistas como fontes produtoras. Este mesmo raciocínio pode ser aplicado aos sedimentos. As vertentes produzem os sedimentos como parte dos processos de erosão hídrica, e estes são transportados com a água pela rede de drenagem, não sendo possível considerar a vertente e os rios como entidades separadas (TUCCI, 2000).

Neste contexto, a bacia hidrográfica constitui-se em uma unidade de planejamento e gestão, em que se deve considerar integralmente seus elementos bióticos e abióticos e as relações estabelecidas entre eles.

Com base no que foi exposto até o momento, pode-se estabelecer a seguinte premissa que conduza futuros trabalhos: o processo de erosão dos solos, causado pela ação do escoamento superficial das águas pluviais, pode ser condicionado, também, pelo parcelamento das vertentes, resultante da ocupação agrícolas das terras, no contexto das diferentes propriedades rurais contidas na bacia hidrográfica.

A elaboração de trabalhos conduzidos a partir desta premissa permitirá que o fenômeno “erosão” seja analisado por uma outra perspectiva, possibilitada em função da adoção de uma nova escala espacial de análise. Assim, a propriedade rural pode ser abordada em si mesma, como um complexo universo de estudo, considerando que esta encerra atributos sociais, físicos, econômicos e políticos; que podem ser tratados e apontados como prováveis elementos responsáveis pelo processo de degradação das vertentes.

#### **4. Considerações gerais**

Espera-se que estas colocações contribuam para a reflexão teórica acerca dos estudos voltados à temática ambiental, permitindo que se estabeleçam novos elementos a serem considerados na análise da perda de solos, já que assumindo a premissa aqui proposta, estaria simultaneamente optando por uma escala espacial de maior detalhe.

É importante ressaltar que a inclusão das propriedades rurais, tanto na análise da perda de solos como nos trabalhos voltado ao manejo das bacias hidrográficas agrícolas, permitirá que os produtos cartográficos gerados sejam apresentados em escalas cartográficas capazes de proporcionar visibilidade condizente com o fenômeno observado, garantindo assim, o acesso dos proprietários rurais às informações disponibilizadas pelo trabalho científico.

A atual necessidade de trabalhos voltados à preservação e controle ambiental requer a inclusão de novas tecnologias que possibilitem não somente a extração e análise diagnóstica

da área de estudo, mas que viabilizem análises prognósticas, dada a velocidade com que os problemas ambientais ocorrem, e que passam a exigir dos órgãos responsáveis tomadas de decisões em curto prazo. Sendo assim, sugere-se a integração das técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e de modelagem ambiental como ferramentas indispensáveis ao procedimento metodológico.

Espera-se ao final deste artigo que se tenha oferecido elementos que provoquem a discussão epistemológica a respeito das abordagens teórico-metodológicas utilizadas nos trabalhos científicos, permitindo a realização de estudos que forneçam subsídios concretos ao planejamento de bacias hidrográficas, no contexto de políticas públicas, com o foco na gestão ambientalmente sustentável.

## **5. Referências bibliográficas**

ANDREOZZI, S. L. (2005) **Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas: uma abordagem pelos caminhos da sustentabilidade sistêmica**: Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas: Rio Claro.

ASSIS, A. F. (1976) **Conservação do solo**. Campinas: CATI, 41p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (1985) **Conservação do Solo**. Piracicaba, Editora Ceres.

CHRISTOFOLETTI, A. (1980) **Geomorfologia**. (2 ed), São Paulo: Edgard Blucher Ltda.

CHRISTOFOLETTI, A. (1999) **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher.

CASTRO, I. E. (2003) O problema da escala. In: CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C.; CORRÊA, R.L. **Geografia: conceitos e temas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

CUNHA, C. M. L. (1997) **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária**. Dissertação (Mestrado), Rio Claro.

FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. (1995) A framework for land evaluation. Soils Bulletin n.32.

HADLEY, R.F.; LAL, R.; ONSTAD, C.A. WALLING, D.E.; YAIR, A. (1985) **Recent developments in erosion and sediment yield studies**. Paris, França: Unesco.

LACOSTE, Yves. (1988) **A geografia, isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. Trad. Maria Cecília França. Campinas: Papyrus.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. (1991) **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de**



**capacidade de uso.** 4ª aproximação, 2ª imp. rev. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 175p.

MACHADO, R.E. (2002) **Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento.** Tese de Doutorado. Piracicaba, ESALQ, USP. 152 p.

MORETTI, L.R. (2001) **Avaliação da erosão superficial em pequenas bacias hidrográficas rurais.** São Paulo. 128p. (Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

MENDES, A. A. (2005) **Paisagens geográficas e desenvolvimento territorial.** Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em geografia e AGETEO.

PINTO, S.A.F. (1991) **Sensoriamento Remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão de solos.** Tese (Doutorado). FFLCH-USP, São Paulo.

SACHS, I. (2000) **Gestão negociada e contratual da biodiversidade.** Brasília: MMA.

SANTOS, R.F. (2004) **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Of. de Textos.

SOUTO, A. R. CRESTANA, S. (2000) Identificação das áreas potenciais de produção de sedimentos com o modelo AGNPS e técnica de SIG em uma microbacia hidrográfica. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.4,n.3,p.429-435.

SOUZA, M. L. (2003) **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 560p.

TUCCI, C. M. I. (2000) **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Coleção ABRH de Recursos Hídricos, Vol. 4: Editora da Universidade/Edusp/ABRH, Porto Alegre.

U.S.D.A. Soil Conservation Service. (1948) **Guide for soil conservation surveys.** Washington.