



EROÇÃO HÍDRICA DO SOLO E A ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS, EM UMA ÁREA DE MACIÇO RESIDUAL ÚMIDO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Cleire Lima da Costa Falcão^(a)

^(a) Professora Adjunta, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará; E-mail: cleirefalcao@gmail.com;

EIXO: SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS: ESTRUTURAS, DINÂMICAS E PROCESSOS.

Resumo:

O presente ensaio é fruto da pesquisa desenvolvida em ambiente de enclave úmido no semiárido cearense, precisamente no maciço residual das Serras das Matas. Na referida área, comumente, ocorre à prática da agricultura tradicional, ou seja, a aplicação da queima e da roça e, em seguida, o plantio em solo desnudo. O referido fato gera um elevado índice de transporte de sedimentos ao longo do período chuvoso. Nesse sentido, objetivou-se estimar a produção de sedimentos provenientes do escoamento superficial pluvial, associando a cobertura vegetal para fins de amostragem. Para tanto, fez-se uso de parcelas experimentais em campo e delimitando áreas com diversos cenários de espaçamentos de coberturas vegetais (3,0 m; 1,5 m e sem cobertura vegetal). Após o prazo de dois anos de monitoramento foi possível identificar com precisão a importância da cobertura vegetal quanto a retenção do transporte de sedimentos.

Palavras chave: Escoamento superficial. Agricultura. Parcelas experimentais. Conservação do solo

1. Introdução

As áreas dos maciços residuais úmidos no semiárido nordestino tem se comportado tradicionalmente como um dos setores da agricultura de mais significativa importância em função da ocorrência de precipitações pluviométricas mais regulares e abundantes, temperaturas mais amenas e solos mais férteis, se caracterizando como verdadeiras ilhas de umidade em meio à superfície sertaneja submetida à semiáridéz (BRASIL, 1973).

Um dos meios de exploração do meio físico natural desses maciços recai sobre as práticas agrícolas, voltadas, principalmente para as culturas de subsistência, como o milho, feijão e mandioca. No entanto, sua ocupação e exploração vem se dando de forma intensa e desproporcional ao restabelecimento de sua riquezas naturais, não sendo observadas nenhuma prática conservacionista, principalmente em relação ao relevo dessa área que, por apresentar-se muito inclinado, merece atenção especial (FALCÃO SOBRINHO, 2006).



A agricultura é, sem dúvida, um dos fatores de perturbação ambiental dos mais intensos, em razão da falta sistemática de planejamento em que é realizada. O manejo inadequado do solo na agricultura e pecuária, o desmatamento, conseqüentemente, a erosão, as enchentes e a diminuição das reservas de água no subsolo são problemas relacionados à conservação da água e devem ser considerados.

A necessidade de se debater a erosão remontante com suporte no escoamento concentrado, ou rill wast, nos conduziria abordar a importância do escoamento superficial das águas pluviais no aumento do processo erosivo, e nos direcionava a oferecer uma contribuição sobre o papel da sociedade e da ação do homem neste processo, principalmente com base na prática agrícola adotada (COSTA FALCÃO, 2002). Considerando o papel relevante desse ambiente, como também, a importância para um adequado manejo do solo, essa pesquisa objetivou estimar a produção de sedimentos provenientes do escoamento superficial pluvial, gerado em uma bacia hidrográfica, obtidos em parcelas experimentais de um solo, em função de diferentes cenários de uso e ocupação das terras.

2. Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida na serra das Matas, no município de Monsenhor Tabosa (CE), no alto curso da bacia do rio Acaraú, na sub-bacia do riacho Mulungu, localizada entre as coordenadas geográficas: Latitude (S) 4° 48'16'' e 4° 51'47'' Longitude (W) 40° 05'00'' e 40° 48'16''. Esse maciço situa-se no Complexo Tamboril-Santa Quitéria, prevalecendo uma associação de granito-migmatítica (CPRM, 2003). Em função da sua altitude, condicionam precipitações anuais que podem atingir até mais de 1.400 mm e temperatura média anual 24° C. O posicionamento do maciço tem importante papel na rede de drenagem do estado, exhibe as nascentes do rio Quixeramobim e o rio Acaraú e na atualidade não apresenta características de brejos de cimeira, em função de seu alto nível de degradação dos fatores ambientais. A encosta analisada é essencialmente composta por Argissolos Eutróficos, com uma vegetação de mata secundária.

Para quantificação do processo erosivo foi utilizada a metodologia desenvolvida por Guerra (2002) que consiste na instalação de uma parcela experimental (2mx 10m). A parcela consistiu de placas de alumínio com 50 cm de altura, sendo enterrado 10 cm e permanecendo 40 cm acima do solo. Na parte inferior dessas placas conectou-se uma calha para receber o material erodido. O monitoramento do processo erosivo foi realizado diariamente durante o período chuvoso, de janeiro a julho, em dois anos consecutivos. Os sedimentos, em cada calha foram coletados, secos e pesados.



2.1. Delineamento Experimental

A área de cada parcela foi delimitada, utilizando-se placas de alumínio de 0,4 mm de espessura e 33,3 cm de largura. As placas de alumínio foram enterradas até a profundidade de 10cm, no sentido de declive. Elas formam uma estrutura isolada para evitar a entrada de solo proveniente do respingo e de outras partes da vertente.

Toda a água da chuva que cai nas parcelas é conduzida, juntamente com o sedimento transportado, para as calhas de concreto. As parcelas foram distribuídas do topo do terraço fluvial, no sentido de declive, na margem direita do rio, na área Maciço Argissolos (A, B, C), sob a cobertura vegetal, com área útil de 1.725,00m², sendo: 50 metros de largura por 10m de comprimento a parcela A; 50 m de largura por 11,5 de comprimento, a parcela B ; 50m de largura por 13 de comprimento, a parcelas C, conforme esquemas da figura 1.

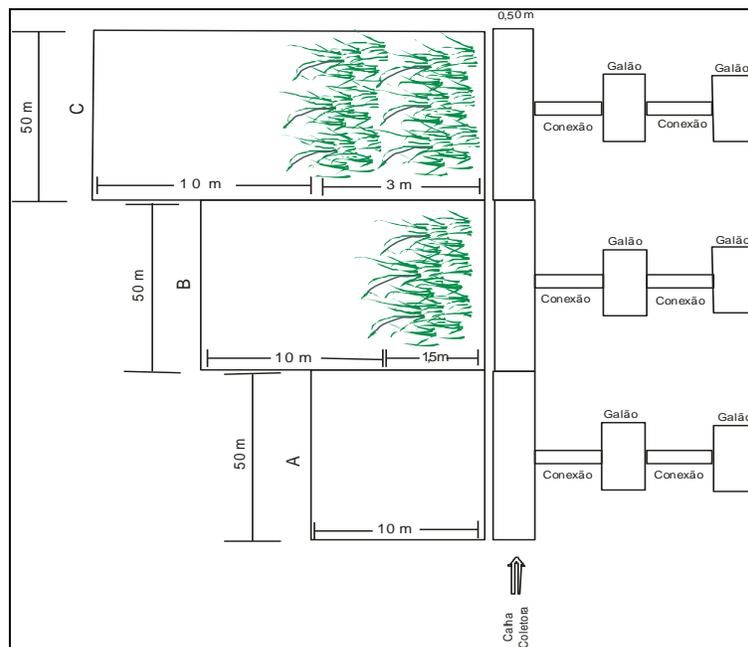


Figura 1. Esquema monitoramento da Área Maciço - Calhas: A, B, C

A variação de comprimento da área teve por objetivo uniformizar a área desprovida de vegetação a qual foi utilizada como o indicador de escoamento dos sedimentos, ficando, assim: das três parcelas, duas foram mantidas com cobertura vegetal, as parcelas denominadas de A permanecendo com 3m e a parcela B com 1,5m; mantendo a parcela C desprovida totalmente de cobertura vegetal.

No final de cada parcela, foi construída uma placa de concreto, com 20cm, plana e rente ao chão, 20cm de largura e 150cm de extensão. Passando pela calha de concreto, foi instalada mangueira ligada a um orifício na calha de cada parcela, para conduzir a água e o carreamento do fluxo da superfície, bem



como as perdas de solo resultantes até os galões receptores de plástico, um principal e um sobressalente. Os tambores principais utilizados tinham 1 metro de altura, comportando 100L, encontravam-se em uma escavação no solo. Destes recipientes principais saíam mangueiras que se encaixavam nos tambores secundários, os quais recebiam os excessos de água quando havia transbordamento dos primeiros. Entre o contato da calha e do solo, foi colocada uma fina camada de cimento para evitar o escoamento de água por baixo da calha. A descrição detalhada desses coletores está em Bertoni (1949). Quanto ao monitoramento, em cada parcela foram coletados os sedimentos encontrados, nas calhas e nos referidos galões, quando existiam, após cada chuva, através de medição, pesagem e análise do sedimento e suspensão, recolhidos aos tanques coletores, segundo metodologia de Bertoni *et al.* (1975) e EMBRAPA (1997) e adaptada para as condições do presente trabalho. As análises foram realizadas a cada três meses de monitoramento, sendo a primeira coleta referente aos meses de janeiro, fevereiro e março de (60 dias após); a segunda referente aos meses de abril, maio e junho (90 dias após), referente aos anos de 2005 e 2006.

A água do escoamento pluvial (EP) e o material em suspensão (MS) depositados nos galões foram separados por filtragem a fim de ser o MS pesado depois de seco. Em seguida, as amostras foram pesadas e registradas. O material retido na calha foi efetuado com o auxílio de um pincel e espátula. O material contido na amostra de água registrado nos tambores (correlacionado ao total escoado) foi somado ao retido na calha, resultando no material total de cada parcela. Para facilitar esse acompanhamento, foram elaboradas fichas em que todos os dados obtidos eram registrados.

3. Resultados

Os resultados do volume da precipitação em meses, associada a sua concentração em dias, relacionando com o resultado do material erodido, encontram-se na Tabela 1. Verifica-se que os maiores eventos de carreamento dos sedimentos ocorridos no primeiro ano foi no mês de março, quando choveu 156,1mm em 13 dias de chuva, num total de 1.815,46, e no segundo ano no mês de junho, com 103,2mm em apenas quatro dias, num total de 2.291,42kg; verifica-se o poder da água no carreamento do solo.



Tabela 1. Sedimentos mobilizados da Área Maciço/ ARGISSOLO

| Mês | Ano/2005 | | | Segundo Ano/2006 | | |
|--------------|--------------|------------|-----------------|------------------|------------|-----------------|
| | Prec. (mm) | Dias Chuva | Sed. Transp. Kg | Prec. (mm) | Dias chuva | Sed. Transp. Kg |
| Jan | 148,3 | 9 | 1.529,65 | 48,4 | 1 | 953,19 |
| Fev | 45,9 | 5 | 659,94 | 113,8 | 6 | 1.941,73 |
| Mar | 156,1 | 13 | 1.815,46 | 125,6 | 11 | 1.688,91 |
| Abri | 86,3 | 13 | 1.066,11 | 57,8 | 7 | 346,05 |
| Mai | 120,0 | 15 | 1.542,04 | 134,7 | 12 | 1.340,96 |
| jun | 57,7 | 12 | 397,66 | 103,2 | 4 | 2.291,42 |
| Total | 614,3 | 67 | 7.010,86 | 583,5 | 41 | 8.562,26 |

Foi evidenciado que o transporte de sedimento, está vinculado às magnitudes dos eventos climáticos, principalmente a intensidade (volume) dos eventos hidrológicos, associada às características do solo, fez com que as taxas erosivas fossem maiores em determinados meses do ano. A chuva ocorreu um mínimo de um dia e no máximo de 14-15 dias/mês. No mês de janeiro do segundo ano (2006), ocorreu uma precipitação de 48,4mm em apenas um dia, enquanto que no mês de maio ocorreu o maior número de dias de chuva (15 dias) com uma precipitação de 120,0mm.

Importante destacar ainda que, nem sempre, o mês mais chuvoso ofereceu mais dias de chuva como, é o caso do mês de janeiro/Ano 1, onde choveu 148,3mm em apenas nove dias, refletindo no escoamento pluvial. Percebe-se, que o total de dias de chuva nem sempre corresponde ao total de dias de coleta. Podemos dizer que as relações entre dias de chuva e dias de coleta de sedimentos foram razoáveis, mas nem sempre se corresponderam, com exceção da parcela C, que corresponde à parcela sem vegetação (s/v); no entanto, ao compararmos os dias de maior intensidade (volume) de precipitação registrados verificamos correspondência dos dias de maior precipitação como o dia de maior carreamento de sedimento, mas nem sempre o dia de precipitação corresponde ao dia de coleta de sedimentos.

Verificamos que os eventos mensurados ao longo do monitoramento tenderam a produzir maior transporte de sedimentos. Essa constatação é reforçada pela análise da tabela 2. Dos 175 eventos ocorridos na área Maciço/Argissolos, a parcela C apresentou maior concentração de produção de sedimentos em relação às parcelas A e B. O total produzido durante o ano de 2005 foi de 7.010,86 kg o que corresponde ao número de 112 eventos mensurados. Este resultado elevado também foi observado no ano de 2006 com maior expressividade ainda, pois a produção de sedimentos foi de 8.562,26kg, no entanto, o número de eventos foi 50% menor que no ano anterior. A parcela B teve o mesmo comportamento, pois a produção de sedimentos foi de 918,12kg em 29 eventos no ano de 2005, e durante o ano de 2006, a produção aumentou



para 1.494,29kg, e o número de eventos diminuiu 50%. A parcela C foi responsável por 81% da produção de sedimentos em 2005 e 74% em 2006.

Tabela 2. Total de sedimentos mobilizados na área Maciço – Argissolos. Area Maciço – Argissolos

| Parcelas | Transporte | Eventos |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Ano 2005 | Sedimentos | Mensurados |
| A ₁ | 401,98 | 17 |
| B ₁ | 918,12 | 29 |
| C ₁ | 5.690,76 | 66 |
| Sub-total | 7.010,86 | 112 |
| Ano 2006 | | |
| A ₂ | 627,15 | 11 |
| B ₂ | 1.494,29 | 15 |
| C ₂ | 6.388,27 | 37 |
| Sub-total | 8.562,26 | 63 |
| Total | 15.572,59 | 175 |

A figura 2 apresenta um resumo melhor destes dados, permitindo fazer algumas considerações a respeito dos eventos pluviométricos ocorridos com relação ao transporte de sedimentos. No geral, o total de sedimentos mobilizados durante os dois anos de monitoramento, manteve um crescimento ordenado em todas as parcelas, tanto com relação à produção de sedimentos quanto ao número de eventos. As parcelas C₁,C₂, tiveram uma produção de sedimentos mais acentuada em relação às demais parcelas, enquanto a parcela B₁,B₂ teve uma produção significativa, porém inferior às parcelas C₁,C₂, por último, as parcelas A₁,A₂ se mostrou com uma produção mais baixa de todas.

No entanto, fazendo uma comparação dos anos de 2005 e 2006, percebe-se que ocorreu um aumento da produção dos sedimentos e uma diminuição do número de eventos. O comportamento ora verificado pode ser analisado considerando que a maior produção de sedimentos dá-se nos períodos chuvosos, principalmente quando estes ocorrem nos primeiros meses do ano. Nesta fase, o solo sem cobertura e exposto à forte erosividade das chuvas no primeiro trimestre do ano encontra-se muito vulnerável, fica à mercê dos impactos erosivos pluviais representados pelo “splash”, escoamento difuso e concentrado, acarretando maior transporte de sedimentos. Este resultado é coerente com a prática realizada pelos agricultores locais, pois, anualmente, quando começam a preparar as terras para o plantio, inicia-se o processo de remoção de nutrientes pela erosão.

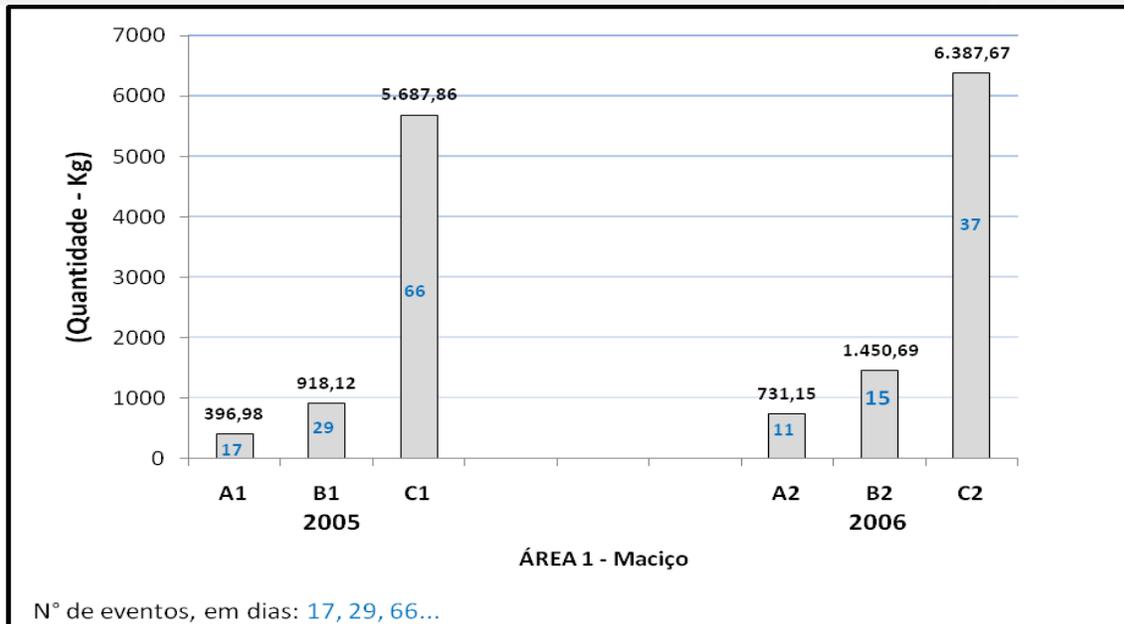


Figura 2. Total de sedimentos mobilizados ao longo dos eventos mensurados na área 1 Maciço/Argissolos, nos anos de 2005 e 2006.

Fazendo uma comparação do primeiro ano para com o segundo ano, percebe-se que ocorreu um aumento da produção dos sedimentos e uma diminuição do número de eventos.

O comportamento ora verificado pode ser analisado considerando que a maior produção de sedimentos possui ligação com os períodos chuvosos e principalmente quando estes ocorrem nos primeiros meses do ano. Nesta fase, o solo sem cobertura e exposto à forte erosividade das chuvas no primeiro trimestre do ano encontra-se muito vulnerável, fica à mercê dos impactos erosivos pluviiais representados pelo “splash”, escoamento difuso e concentrado, acarretando maior transporte de sedimentos. Este resultado é coerente com a prática realizada pelos agricultores locais, pois, anualmente, quando começam a preparar as terras para o plantio, inicia-se o processo de remoção de nutrientes pela erosão.

No geral, os sedimentos carreados foram consideravelmente superiores nas parcelas que se encontravam sem cobertura vegetal, quando comparadas às demais parcelas. É de relevância considerar também, que, após longa estiagem por forte insolação com perdas de unidade antecedente, os solos tornam-se mais friáveis, recebendo em seguida um volume considerável de chuvas, que ciclicamente podem totalizar, diária ou semanalmente, índices que normalmente seriam mensais em determinadas regiões, acarretando incisões nos solos. Neste particular, as propriedades dos solos (textura, estabilidade dos agregados, porosidade, pH e teor de matéria orgânica) determinarão maiores ou menores erodibilidades deles, ou seja, maior ou menor resistência aos eventos erosivos.

Em face aos dados anteriormente citados, e fazendo uma relação da distribuição da precipitação por classe, frequência absoluta e total acumulado, obtive os seguintes resultados.



Nas duas primeiras classes (1-1,9 e 10 -19,9), não ocorreu carreamento de sedimentos significativo nas parcelas com faixas de vegetação (ver tabela 3). A partir dos eventos $\geq 20\text{mm}$, o número de eventos pluviométricos diminuiu, contudo, o volume de chuva aumentou, o que contribuiu significativamente com o aumento no carreamento dos sedimentos, principalmente para as parcelas sem faixa de vegetação. Quanto maior a intensidade da chuva, maior o escoamento gerado.

Tabela 3. Sedimentos transportados de acordo com as classes de precipitação.

| Área 1 | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|--|
| Maciço/Argissolos | | | | | |
| classe | A₁+A₂ | B₁+B₂ | C₁+C₂ | Total | |
| 1 - 9,9 | 29,76 | 135,65 | 1.697,94 | 1.863,35 | |
| 10 - 19,9 | 50,29 | 162,30 | 1.936,58 | 2.149,08 | |
| 20 - 29,9 | 202,35 | 548,15 | 1.897,00 | 2.647,50 | |
| 30 - 39,9 | 98,00 | 75,00 | 448,40 | 621,40 | |
| 40 - 49,9 | 248,00 | 459,00 | 2.448,39 | 3.155,39 | |
| 50 - 59,9 | - | - | - | - | |
| $\geq 60\text{ mm}$ | 448,05 | 1.023,00 | 2.599,50 | 4.070,64 | |

- não houve sedimentos

Dos 108 eventos pluviométricos, durante os dois anos, houve registros representativos na classe de chuva apenas quatro eventos no ano de 2005: sendo 1 na classe $\geq 60\text{mm}$, 2 na classe 40 - 49mm e 1 na classe 30-39mm, que corresponderam a 30% de todo o ano e no ano de 2006 também quatro eventos, correspondendo 40% do ano.

4. Conclusões

Os testes de avaliação do comportamento da variável pluviosidade e dos sedimentos carreados nos deram a certeza de que nas parcelas sem vegetação (sv) houve mais transporte de material, isto posto, provocado pela falta de cobertura vegetal. Nos meses de chuva foi comprovada a existência de uma correlação entre a pluviosidade e os sedimentos carreados. Isto nos levou a supor que o manejo do uso da terra desmatamento e queimadas ocasiona mudança nas condições de solo, associado ao contínuo movimento lento dos materiais após os eventos pluviométricos ocasionando desagregação das partículas do solo induzindo a um transporte mais efetivo e, portanto, a uma acentuação dos processos erosivos.



Tal resultado nos evidencia a fundamental importância da cobertura vegetal do solo para a diminuição dos sedimentos carregados. As parcelas com faixas de vegetação comprovam mais ainda este resultado, ao evidenciarmos a diminuição dos sedimentos carregados tanto para as parcelas com faixas de vegetação 3m como para 1,5.

A importância da cobertura do solo em estudo, está claramente evidenciada ao observar-se uma redução de 83% para a parcela com 3m e 92% para a parcela com 1,5m de mata em relação a parcela sem vegetação. Pôde-se observar que o aumento da cobertura do solo diminui drasticamente o transporte de sedimentos carregados.

Portanto, deve-se levar em consideração que a cobertura vegetal, em conjunto com outras práticas conservacionistas e não somente práticas de proteção dispensada aos cursos d'água por meio da mata ciliar, compõe o manejo adequado da bacia, garantindo a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Bibliografia

- BERTONI, J. Sistemas coletores para determinação de perdas por erosão. **Bragantia**, Campinas, 9:147-155, 1949
- BERTONI, J.; ROGO, N.P.; LEVIEN, R. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solo com crosta superficial. **Rev. bras. de Ciência do solo**, Campinas, v.13, n.3, p.373-9, 1975.
- BRASIL, **Levantamento Exploratório** – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Recife, Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. Convênios MA/DNPEA – SUDENE/DRN, MA/CONTAP/USAID/ETA, 1973. Volume 1 e 2, 502p. (Boletim Técnico, 28).
- COSTA FALCÃO, C. L. **Avaliação preliminar dos efeitos da erosão e sistemas de manejo na produtividade de um Argissolo na serra da Meruoca**. Dissertação de Mestrado. UFC, 2002. Fortaleza-Ceará..
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1º edição. Brasília. Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 412p.
- FALCÃO SOBRINHO, J. **O Relevo – elemento e âncora na paisagem do vale verde e cinza do rio Acaraú (Ce.)**. Tese de doutorado. USP. São Paulo, 2006
- GUERRA, A.T. Conservação dos Solos. In: GUERRA, A.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: conceitos, temas e aplicações**. Ed. Bertrand. Rio de Janeiro, 1992.