

EROSÃO HÍDRICA: SUSCETIBILIDADE DO SOLO

HAMILTON ANTONIO FERREIRA DYONISIO¹

RESUMO

A susceptibilidade do solo, quanto à erosão hídrica, está vinculada aos tratos culturais como manuseio e situação em que o solo está sendo deixado quando não mais cultivado. A erosão é a principal causa da diminuição da fertilidade do solo e, conseqüentemente, da produção agrícola, causa do êxodo rural dos pequenos e médios agricultores, comprometendo toda a cadeia produtiva de alimentos. Todos os processos erosivos causados pela água de chuva ou irrigação representam fator principal entre todos os outros tipos de mecanismos de perda da fertilidade do solo e de sua autossusceptibilidade. O solo deve ser tratado como um bem a ser preservado, devendo ser visto como um patrimônio suficientemente suscetível para a produção indefinida de alimentos que, quando não manejado e/ou cuidado com seriedade e responsabilidade ambiental, poderá se exaurir, tornando-se totalmente infértil e incapaz de manter as culturas de forma produtiva.

Palavras-chave: degradação, erosão hídrica, práticas conservacionistas.

ABSTRACT

The susceptibility of the soil as well as and water erosion, are linked to cultural practices, manipulations, and the current state when the soil is no longer cultivated. Erosion is the main cause of soil fertility loss and agricultural production, causing an exodus of small and medium farmers, jeopardizing the entire food production chain. All erosion caused by rainwater or irrigation is the main factor among all other types of mechanisms of soil fertility loss of and its self vulnerability. The soil should be treated as a commodity for preservation and should be seen as an asset with a sufficient understanding in order to produce food for the foreseeable future, and if not well managed and/or cared for with both sincerity and an environmental accountability, this can result in its depletion, thus resulting in the soil's infertility and unable to maintain the cultures in a productive manner.

Key words: degradation, erosion, conservation, practices.

¹ Engenheiro Agrônomo e MBA em Gestão Executiva do Meio Ambiental pela Faculdade Cantareira

INTRODUÇÃO

Erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pela água e pelo vento; entre os fatores que influenciam a magnitude do processo erosivo estão as chuvas, a infiltração, a topografia do terreno, a cobertura vegetal e a natureza do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2005).

A erosão do solo, portanto, é um processo complexo que envolve vários fatores, de forma e magnitude variáveis, conforme o local de ocorrência (CARVALHO, et al 2009).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Erosão

Erosão é o processo do desprendimento e conseqüentemente arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento, causando o depauperamento acelerado das terras (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Segundo Costa (2003), erosão é a ação de desgaste do solo pelo transporte dos seus constituintes efetuado por agentes geológicos como a água (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica). Esse processo também causa a perda de água, que deixaria de infiltrar no solo, onde as velocidades inicial e final, assim como o tempo para atingir a última, variam gradualmente, dependendo de vários fatores que afetam tais velocidades (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Segundo Lal (1988), a força dirigente dos agentes de erosão, os quais causam a desagregação do solo e seu transporte, é chamada de erosividade. Parte da erosividade da chuva é devida ao impacto direto das gotas de chuva, e outra ao escoamento que a chuva gera. A capacidade da chuva de causar erosão do solo é atribuída à proporção e distribuição dos pingos d'água, segundo a carga de sua energia. Assim, a erosividade de uma chuva é atribuída à sua energia cinética ou *momentum*, parâmetros facilmente relacionados às suas intensidade e quantidade total.

O *momentum* pode ser definido como um produto da massa pela velocidade. Trata-se de uma medida da pressão exercida pela chuva sobre o solo (pressão ou força por unidade de área), a qual tem a natureza de um *estresse* mecânico que causa a desestruturação dos agregados do solo (LAL 1988).

Vários são os parâmetros que podem ser utilizados para estimar a erosividade da chuva; o problema é escolher o mais adequado, uma vez que cada ambiente e evento são únicos nas escalas temporais e espacial e, conseqüentemente, a erosão varia de diferentes maneiras. Nas regiões de clima temperado, por exemplo, a variável que tem fornecido melhores resultados para avaliar a erosividade da chuva é o produto da sua energia cinética (EC), por sua intensidade máxima em 30 min (I_{30}), sendo expressa como EI_{30} (GONÇALVES, et. Al. 2006).

Porém alguns autores (HUDSON, 1973; LAL, 1988) verificaram que o EI_{30} não apresenta boa correlação com as perdas de solo em regiões tropicais, propondo uma metodologia alternativa para essas regiões chamada $KE > 25$, que é a soma da energia cinética dos segmentos da chuva com intensidade superior a 25 mm h⁻¹.

Na determinação dos índices de erosividade EI_{30} e $KE > 25$, é fundamental a existência de uma série histórica de dados pluviográficos.

Avalia-se a estimativa do índice de erosividade quando em certa região esses dados são escassos ela pode ser realizada com base em dados pluviométricos, que são mais fáceis de serem obtidos que os dados pluviográficos (GONÇALVES; BELOTO, 2007).

Em várias regiões do Brasil, os índices de erosividade vêm sendo utilizados no traçado de mapas de linhas isoerosivas. A obtenção dessas linhas é uma alternativa para contornar a escassez de dados que possibilitem a determinação dos índices de erosividade em localidades que carecem de tais informações (GONÇALVES ; BELOTO, 2007).

O Brasil possui extensas áreas localizadas com potencial agrícola, muitas vezes, em regiões com topografia acidentada e altos índices pluviométricos que necessitam de mapas de linhas isoerosivas.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), determina-se a erodibilidade de um solo por meio de suas propriedades intrínsecas, que vêm afetar a velocidade de infiltração de água no solo, bem como sua capacidade de absorção e permeabilidade. Para Lal (1988), erodibilidade do solo é o efeito integrado de processos que regulam a recepção da chuva e sua resistência para desagregação de partículas e o seu transporte subsequente. Esses processos são influenciados pelas propriedades do solo, assim como pela distribuição do tamanho das suas partículas, estabilidade estrutural, conteúdo de matéria orgânica, natureza dos minerais de argila e constituintes químicos. Além desses, consideram-se que os parâmetros do solo que afetam a sua estrutura, hidratação e as características da circulação da água afetam sua erodibilidade.

Diante disso, Lal (1988) ressalta a textura do solo como um fator importante que influencia a erodibilidade, por afetar os processos de desagregação e transporte, uma vez que, enquanto grandes partículas de areia resistem ao transporte, solos de textura fina (argilosos) também resistem à desagregação, sendo a areia fina e o silte as texturas mais suscetíveis à desagregação e ao transporte. Assim, solos derivados de materiais originados de transporte eólico, por exemplo, são mais susceptíveis à erosão.

Sendo fator real a susceptibilidade do solo, à erosão hídrica, temos que observar os fatores que influenciam e os fatores que afetam a erosão do solo.

Fatores que influenciam a erosão

A erosão é causada por forças ativas, como as características da chuva, a declividade e o comprimento do declive do terreno e a capacidade que o solo tem de absorver água; e, por forças passivas, como a resistência que o solo exerce à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Para buscar soluções para esse problema, é necessário pesquisar as inter-relações dos fatores contribuintes. Ainda que alguns desses fatores não se possam

modificar diretamente, todos podem ser controlados, compreendendo-se bem a forma como atuam (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

O sol não chega a causar erosão, mas, quando o solo está sem cobertura vegetal, sua atividade biológica é afetada pelos raios solares, causando elevação da temperatura superficial, eliminando boa parte da microfauna e flora, deixando-o mais susceptível à erosão (CAPECHE, 2005).

A erosão hídrica, proveniente de gotas de chuva pode ocorrer no solo como erosão laminar, erosão em sulcos e erosão em voçorocas (CARVALHO et. al, 2001).

Classificam o fenômeno da erosão hídrica: a vulnerabilidade do solo ou a suasusceptibilidade à erosão, que é recíproca à sua resistência à erosão (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

As propriedades do solo que mais influenciam a erosão hídrica são aquelas que afetam a taxa de infiltração de água, associada à sua resistência ao cisalhamento (CARVALHO, et al, 2001).

Diferentes tipos de solos podem apresentar susceptibilidade diferenciada à erosão, mesmo para condições semelhantes de declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo. Essas diferenças são devidas às suas propriedades e são denominadas erodibilidade do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Entre os tipos de erosão e os fatores que influenciam, podemos destacar a erosão eólica e os tipos de solos.

Erosão eólica

A erosão eólica não desgasta as rochas por ação direta dos ventos, o seu efeito é ocasionado pela abrasão proporcionada pelos grãos de areia e partículas de solo em movimento (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Alguns grãos de areia, quando arremessados contra um corpo maior que esteja parado, podem não só causar abrasão, como também desagregar partículas devido ao choque direto entre os corpos.

Os principais fatores que afetam a erosão eólica são o clima, o solo e a vegetação. No que se refere ao clima, estão as precipitações, os ventos, a temperatura, a umidade, viscosidade e densidade do ar (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Com relação ao solo, distinguem-se a textura, a estrutura, a densidade das partículas, a matéria orgânica, sua umidade de superfície. De todos esses fatores, o mais preocupante é a umidade, uma vez que somente um solo relativamente seco é sujeito à erosão eólica (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Tipos de solo

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), a erosão não é a mesma em todos os solos. Suas propriedades físicas, estrutura, permeabilidade, densidade, características químicas e biológicas exercem diferentes influências na erosão.

A textura do solo e o tamanho das partículas que o compõem são um dos fatores que influenciam na maior ou menor quantidade de solo arrastado pela erosão. Tal textura pode ser avaliada na sua formação, podendo ser um solo arenoso que toleraria uma chuva fraca sem nada sofrer devido a sua macroporosidade e alta taxa de infiltração da água (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Porém esse mesmo solo não toleraria uma chuva intensiva causando o arraste de partículas.

No extremo, poderíamos ter um solo argiloso, composto por mais micro poros, o que lhe proporcionaria uma infiltração mais lenta, portanto, com um escorrimento maior da água das chuvas, porém com mais resistência ao desprendimento de suas partículas. (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Fatores que afetam a erosão

O desmatamento, a derrubada e queima das florestas visando à atividade agropecuária e/ou à exploração para a retirada de madeira têm sido os principais agentes destruidores da vegetação. Essas práticas deixam o solo exposto à ação da chuva e do vento, além de destruir a matéria orgânica, principal responsável pela agregação de suas partículas, fertilidade e vida. (CAPECHE, 2005).

Entre alguns fatores que afetam a erosão, podemos ressaltar a erosão antropogênica, uso de equipamentos agrícolas, queimadas e pastoreio.

Erosão antropogênica

A degradação dos solos tem afetado áreas com vegetação natural, bem como áreas agrícolas que são intensamente exploradas pelo homem. Esta degradação pode ser um dos maiores problemas ambientais que se enfrentam atualmente (INBAR et al., 1998).

As principais atividades responsáveis pela acelerada degradação de aspectos geomorfológicos da paisagem são as atividades humanas, como agricultura, mineração, escavações e abertura de estradas (INBAR et al., 1998).

Uso de equipamentos agrícolas

Na classificação dos sistemas de manejo do solo, o não-conservacionista é todo aquele no qual são usados o arado e a grade para preparar a terra, para o cultivo, ficando a superfície do solo fragmentada e diretamente exposta à ação das chuvas. Isso facilita a desagregação do solo pelo impacto das gotas da chuva e o seu transporte pela enxurrada (HUDSON, 1995; LINDSTROM et al., 1998).

Adicionalmente, o uso do arado e da grade induz a incorporação de quase todos os resíduos culturais ao solo, praticamente eliminando sua cobertura por esses materiais e deixando sua superfície vulnerável ao selamento superficial, o que reduz a taxa de infiltração de água no solo (DULEY, 1939).

Como consequência, a rugosidade superficial, que normalmente é alta, logo após a operação de preparo do solo é rapidamente diminuída nesse sistema, favorecendo a ocorrência de grandes perdas por erosão (BURWELL e LARSON, 1969; LINDSTROM et al., 1998).

Queimadas

A queima de resíduos vegetais expõe a superfície do solo ao efeito da energia cinética das gotas de chuva e diminui o teor de matéria orgânica do solo e, com isso, facilita a degradação da estrutura na superfície (LEITE et al., 2004).

Pastoreio

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), Guatemala e Porto Rico sofrem com a erosão devido ao relevo montanhoso e o uso intensivo dessas partes para o pastoreio, o que contribui muito para os efeitos erosivos.

Dependendo da intensidade do manejo adotado em curto período de tempo (três a cinco anos), as pastagens podem apresentar cobertura vegetal deficiente, deixando o solo exposto diretamente aos raios solares, às intempéries, ao escoamento superficial da água e ao pisoteio dos animais (BALBINO et al., 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se afirmar que o solo é um conjunto de agentes químicos e não químicos, que apresenta um equilíbrio natural devido a sua proteção vegetal, normalmente as matas ou outros tipos de vegetações naturais.

Quando diretamente exposto à ação de fatores naturais tais como sol, chuva e ação dos ventos, um solo mostra toda sua fragilidade e passa a ser ponto decisivo para iniciar sua degradação pelos efeitos da ação, principalmente, das chuvas que inevitavelmente causarão a erosão.

Nesse sentido, quando se retira a cobertura natural de um solo, tornam-se imprescindíveis ações mitigatórias chamadas de práticas conservacionistas, pois dependem dessas práticas não só a conservação das características de um solo, como também seu balanço hídrico.

A conservação da água em um solo, que mantém a vegetação, também é dependente de práticas conservacionistas que bloqueiem a ação da erosão. O regime das águas das nascentes também é totalmente dependente da conservação dos solos, e não somente das chuvas, em função do armazenamento de água nos lençóis freáticos.

Todas as práticas conservacionistas são importantes para a conservação do solo, o aumento da produtividade agrícola, bem como para a manutenção da vegetação natural de matas nativas, implantadas e para regenerações naturais de florestas em áreas de recuperação ambiental.

REFERÊNCIAS

BALBINO, L. C.; BROSSARD, M.; STONE, L. F. et al. **Estrutura e propriedades hidráulicas em latossolos sob cultivo na região do cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 43p.

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

_____. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005.

BURWELL, R. E.; LARSON, W. E. Infiltration as influenced by tillage induce random roughness and pore space. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 33, p. 449-452, 1969.

CAPECHE, C.L. **Processos Erosivos em Áreas da Usina Hidroelétrica Franca Amaral**, Bom Jesus do Itabapoana, RJ, p.9-11-12, dez. 2005.

CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S.; PINTO, F. M.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J.G.M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p.3-9, 2009.

CARVALHO, D.F.; MONTEBELLER, C.A.; CRUZ, E.S.; CEDDIA, M. B.; LANA, Â.M. Q.; Perdas de solo e água em um Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 6, n. 3, p. 385-389, 2001.

CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S.; PINTO, M.F.; SILVA, L.B.; GUERRA, J.G.M. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG. v. 13, n. 1, p. 3–9, 2009.

COSTA, J. **Dicionário rural do Brasil**. Rio de Janeiro: Campos, 2003.

DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 4, p. 60-64, 1939.

GONÇALVES, F.A.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S. Índices e espacialização da erosividade das chuvas para o Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Bras.Eng. Agríc. Ambient.** Campina Grande. v. 10, n. 2. abr./jun., 2006.

GONÇALVES, J.L. M.; BELOTO, J.R.; Plantio direto de clone de *Eucalyptus grandis* vs *Eucalypto urophylla* utilizando diferentes volumes de solo preparado, em Latossolos com diferentes texturas. In: XV Simpósio Internacional da Universidade de São Paulo – SIICUSP, 2007.

HUDSON, N. W. **Soil conservation**. Ithaca: Cornell University Press, 1973. 3

_____. **Soil conservation**. 3.ed. Ithaca, Cornell University Press, 1995.

INBAR, M.; TAMIR, M.; WITTENBERG, L. Runoff and erosion process after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area. **Geomorphology**, v. 24; p. 17-33, 1998.

LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. et al. **Soil erosion research methods**. Washington: Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 141-160.

LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; SANTOS, E. J.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.1.033-1.044, 2004.

LINDSTROM, M.J. et al. Tillage effects on water runoff and soil erosion after sod. **J. Soil Water Conserv.**, v. 53, p. 59-63, 1998.