

## MONITORAMENTO DE EROSÃO DE SOLOS ATRAVÉS DO MÉTODO DE BARRAS DE MADEIRAS

**Paulo Fernando Soares**

**Valdemir Antoneli**

Universidade Estadual e Maringá

### RESUMO

O termo erosão refere-se ao desgaste da superfície terrestre, sob a ação dos agentes erosivos. Esse processo passa a atuar com maior intensidade quando o homem rompe o equilíbrio estabelecido pela natureza ativando assim o processo de desgaste do solo. O referido projeto tem o objetivo de analisar e registrar a taxa de remoção através do método de barras de madeira que são fixadas sobre duas estacas enterradas no solo que vão sendo monitoradas horizontalmente à medida que a camada superficial do solo vai sendo removida com a ocorrência da precipitação. Foram instaladas três parcelas em áreas com características agrícolas distintas em uma mesma vertente. A parcela um foi instalada em uma área onde é efetuado o plantio convencional. A parcela dois foi instalado sobre o plantio direto de soja. A parcela três foi instalada na mesma área de plantio direto, mas a vegetação e a camada morta foram removidos constantemente apenas sobre a parcela ao longo da pesquisa.

### 1 INTRODUÇÃO

A erosão de solos agrícolas é um dos problemas que assolam as propriedades rurais, causando sérios prejuízos, como a diminuição da produtividade, aumento do uso de fertilizantes, diminuição da capacidade de retenção da água no solo dentre outros fatores. Em muitos casos a erosão toma dimensões mais acentuadas tornando-se irreversíveis principalmente quando se refere a pequenas propriedades, que geralmente ocupam áreas impróprias para a agricultura. Nas grandes propriedades já há uma conscientização maior, por parte de alguns proprietários, algumas áreas agricultáveis adotam práticas conservacionistas, como o plantio direto, forragem com uma adubação verde no período de entre safra, para recompor a matéria orgânica do solo, utilização de curvas de níveis para diminuir o processo de escoamento superficial, dentre outras práticas adotadas que ajudam a controlar os processos erosivos aumentando assim a fertilidade do solo através da camada de matéria orgânica que implicará no aumento de umidade, e a retenção de água no solo.

Nesse contexto que a pesquisa se enquadra; como a avaliação da erodibilidade do solo em três parcelas de monitoramento em uma mesma encosta sendo apenas diferenciadas pelo uso, ou seja, experimento um denominado de parcela um, que foi instalada sobre a agricultura convencional, onde foi efetuado o plantio de feijão. O experimento dois denominado de parcela dois foi instalada em uma área onde é praticada a agricultura com plantio direto com plantio de soja, e a parcela três que foi instalada sobre a mesma área de plantio direto mas foi removido constantemente a cobertura vegetal e a camada morta utilizada para o plantio direto, ao longo do monitoramento. Essa remoção ocorreu apenas sobre a parcela, deixando a mesma totalmente exposta aos processos erosivos. Procedeu-se dessa maneira sobre a parcela três, para calcular a eficácia do plantio direto no controle da erosão superficial dos solos agrícolas.

Muitas são as técnicas utilizadas para quantificar os processos erosivos, mas após a revisão bibliográfica optou-se por idealizar um método simples e eficaz para monitorar a perda de solo que são as chamadas barras de madeira, que consistem em duas estacas enterradas no solo com 1 metro de distância uma da outra com 50 cm de altura com uma madeira graduada fixada sobre elas. A cada chuva foram feitas as mensurações entre a madeira horizontal e o solo para calcular a porcentagem de solo erodido.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Calcular o total de solo erodido em diferentes áreas, enfatizando o plantio direto como principal agente no controle da erosão dos solos agrícolas.

### 2.2 Específicos –

- Calcular a taxa de remoção do solo sobre uma área de plantio convencional e outra área de plantio direto
- Calcular o total de remoção em uma parcela onde foi removida a vegetação, somente na parcela.
- Fazer ensaios de infiltração na área com plantio convencional e na área com plantio direto.
- Avaliar o método proposto para monitoramento da erosão.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em casos específicos, a intensidade da erosão depende de um certo número de fatores, como por exemplo, quantidade, intensidade e distribuição das chuvas, declividade e extensão da encosta, ausência ou presença de canais de concentração, como de cobertura vegetal, composição do solo, dentre outros fatores.

Segundo DREW (1994), a ação conjunta desses fatores determina a quantidade de água que infiltra no solo e a quantidade de água que excede para formar as primeiras incisões erosivas. Quando todos esses mecanismos sofrem uma pequena intervenção do homem, ocorre um desordenando dos fatores que juntos atuam integrados para que haja um controle sobre o processo erosivo. Quando ocorre a alteração do ciclo hidrológico de uma determinada área, logo surgem os primeiros indícios de erosão superficial.

Com o saturamento da água no solo, inicia-se um acúmulo de água na superfície, através desse excedente que juntamente com a intensificação da pluviosidade tem-se início as primeiras incisões erosivas laminares. (PRIMAVESI 1979).

Segundo BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985), à medida que aumenta a distância entre a montante e o fluxo do escoamento, o poder de transporte se torna maior, favorecido pelo impacto das gotas de chuva no solo (efeito “splash”). Com o impacto das gotas no solo ocorre a desagregação das partículas menores, isto é, mais finas, tornando as susceptíveis à erosão, sendo facilmente transportadas e depositadas nas partes mais baixas da vertente, ou seja, no fundo de vale, nas depressões e nos rios.

DORST (1973), afirma que o elemento que estabelece a ligação entre os vários constituintes do solo, assim como as partículas finas, são retiradas através da força da erosão superficial, provocando assim um rápido empobrecimento do solo e junto uma diminuição na capacidade de retenção de água, alterando o ciclo hidromórfico do solo.

Para GUERRA e CUNHA (1996), a relação entre a intensidade da chuva e a capacidade de infiltração, é que irá definir a quantidade de água que infiltrará e a que escoará, ou seja quando a intensidade é menor que a capacidade de infiltração não haverá escoamento, pois o solo não está totalmente saturado, porém quando a intensidade da chuva ultrapassa a capacidade de absorção do solo, o excedente está pronto para iniciar o processo de

escoamento superficial. Nesse contexto o processo de infiltração resulta da relação de interdependência dos mecanismos de entrada de água na superfície, estocagem e de transmissão de umidade do mesmo

Segundo Derpsch, et al. (1991) “splash” ocorre tanto para a montante quanto para a jusante, sendo para a jusante, três vezes maior a distância que os grumos são arremessados em relação a montante. Quanto mais intensa for a erosão por “splash”, maior deverá ser a susceptibilidade da superfície aos processos de selamento, a erosão por salpicos tem, portanto, estreita relação com a estabilidade dos agregados. Quando o solo começa a apresentar sinais de empobrecimento, o efeito “spash” atua com mais intensidade devido à ausência de matéria orgânica na camada superficial, com isso os grumos do solo se tornam mais susceptíveis ao impacto das gotas. Quando ocorre o saturamento do solo e junto com ele as primeiras incisões de escoamento superficial, inicia-se assim, à remoção dos desagregados em direção as partes mais baixas. A erosão apresenta intensidade diferenciada; existe uma erosão natural inevitável, pois o solo não é inerte, nem estável, muito pelo contrário, constitui um meio complexo em constante transformação, submetendo-se às leis próprias que regem sua formação, sua evolução, seu transporte e deposição. Quando esses fenômenos são interrompidos ou desordenados ocorre o processo de aceleração da erosão, tendo o homem como o principal causador desse desequilíbrio, que no início é apenas uma mudança insignificante no comportamento de uma vertente, e que com o passar do tempo torna-se uma catástrofe difícil de ser revertida. Várias são as práticas utilizadas pelo homem, que contribuem para a intensificação do processo erosivo e a destruição da camada superficial do solo (horizonte A), rica em matéria orgânica.

A vegetação tem um papel importantíssimo na frenagem da erosão, pois quando ocorre a precipitação a vegetação se encarrega de diminuir o impacto das gotas no solo. A vegetação tem como uma de suas múltiplas funções o papel de interceptar parte da precipitação, pelo armazenamento de água nas copas arbóreas, de onde é devolvida para a atmosfera através da evapotranspiração durante e após as precipitações. Quando a chuva excede o poder de interceptação da vegetação, a água atinge o solo por meio das copas (atravessamento) e através do escoamento pelos troncos, mas sem causar danos a estrutura do solo pois, quando a água ultrapassa a vegetação, ela já perdeu o sua velocidade inicial.

A erosão dos solos agrícolas por ser um processo lento muitas vezes passa despercebido pelo agricultor, isso torna, em muitos casos, irreversível a recuperação de algumas áreas. THOMAZ e ANTONELI (2000), contataram que o problema de erosão em solos agrícolas se torna ainda mais grave na região, pois são poucos os trabalhos realizados na agricultura de subsistência, isso faz com que os produtores não tomem consciência em relação aos processos de degradação dos solos agricultáveis, principalmente as áreas declivosas e que apresentam solos rasos.

### **3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A Bacia do Arroio Boa Vista está localizada no Município de Guamiranga PR situado no segundo planalto, na região centro sul de Paraná. Com uma latitude de 25° 10' sul e 55° 50' de longitude oeste. A bacia está inserida totalmente na zona rural, sendo este um dos principais problemas que contribuem para o aumento da degradação ambiental, principalmente por ocorrer um predomínio de pequenas propriedades com uma agricultura familiar de subsistência.

O Arroio Boa Vista é um afluente de segunda ordem da margem direita do Rio do Patos, principal rio formador do Rio Ivaí, apresenta uma vegetação de floresta ombrófila mista seu relevo e colinas suaves a montante e um vale mais encaixado a jusante. Quanto a pedologia apresenta nas partes de colinas suaves uma predominância de latossolo vermelho amarelo, nas partes com um declive maior apresentam cambissolos e litólicos, nos fundos de vale apresentam solos hidromórficos. As geologia e quase toda ela constituída de da formação Rio do Rastro, com alguns afloramentos da formação Estrada Nova oriundos da série Passa dois do Permiano inferior.

#### 4 METODOLOGIA

Para a obtenção dos dados de erosão de solos na Bacia do Arroio Boa Vista idealizou-se um método de barra de madeira, por ser um método simples de fácil manuseio e barato. Esse método consiste na utilização de duas estacas de madeira de um metro, uma ripa de um metro de comprimento, duas ripas de oitenta centímetros de comprimento e uma trena para fixar na ripa de um metro de comprimento. As duas estacas de um metro são fixadas no solo deixando exposto cinquenta centímetros para que possa ser fixada horizontalmente sobre elas a ripa de um metro com auxílio da trena. As estações foram instaladas transversalmente ao fluxo, foi estabelecido os pontos na régua fixada na ripa para fazer o monitoramento após a precipitação. As medições entre a ripa e o solo foram estabelecidas de dez em dez centímetros, na régua horizontal fixada na ripa. Depois de alguns testes percebeu-se que com a chuva essa ripa fixada horizontalmente sobre as estacas passava a reter água formando várias gotas que acabava atingindo o solo exatamente nos pontos que seriam medidos verticalmente através de uma régua. Optou-se então por fixar duas ripas de oitenta centímetros transversalmente entre as estacas fixadas no solo e a barra horizontal. Com esse procedimento resolveu-se o problema do efeito “splash” causado pelo acúmulo de água na parte inferior da ripa horizontal, com isso as gotas de água que se formam na ripa caem sobre as ripas transversais e escoam até as estacas até atingir o solo.

Foram definidas três estações distintas em uma mesma área. A parcela um foi instalada em uma área composta por agricultura tradicional, a parcela dois; foi instalada sobre uma área de cultivo utilizando a prática do plantio direto; a parcela três foi instalada na mesma área de plantio direto, mas sobre esta parcela foram removidas a vegetação e a matéria orgânica constantemente sobre a parcela ao longo da pesquisa.

Foi instalada na bacia uma estação pluviométrica para monitorar o índice de precipitação durante o período do monitoramento da erosão do solo, os dados de precipitação foram tabulados de setembro de 2002 a abril de 2003, os dados foram comparados com os dados pluviométricos históricos durante esse período do ano, para definir se o período monitorado é considerado um período normal, sem maiores variações na pluviosidade da bacia.

Fizeram-se ensaios de infiltração nas áreas com plantio direto e plantio convencional utilizando a metodologia do infiltrômetro composto por dois cilindros de chapa metálica com diâmetros de 200 e 900mm que são cravados verticalmente no solo deixando uma parte exposta. Segundo técnica proposta por LINSLEY, KOHLER, PAULHUS, citado por VILLELA e MATTOS (1975), para calcular o índice de infiltração de água no solo e a contribuição que a cobertura morta utilizada no plantio direto contribui para o aumento de retenção de água no solo. Os ensaios de infiltração foram feitos através de um infiltrômetro

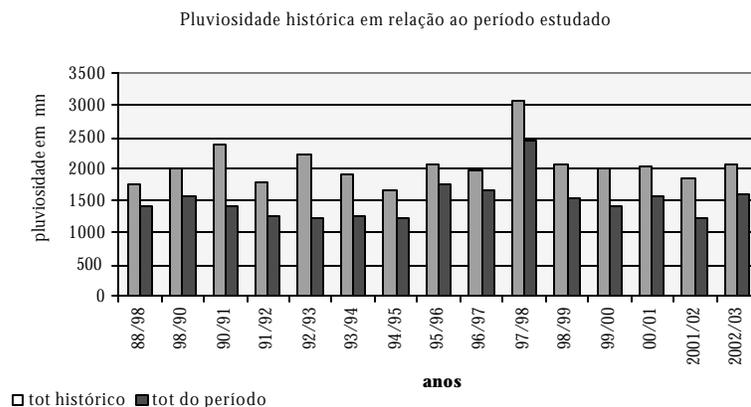
manual (ver figura 1).



As mensurações procederam-se da seguinte maneira; instalou-se o aparelho próximo as parcelas de monitoramento de erosão de solo. Determinou-se um tempo de uma hora de infiltração de água no solo, sendo cronometrado de cinco em cinco minutos para calcular a porcentagem de infiltração a cada cinco.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após uma pesquisa de campo delimitou-se a área para as instalações das parcelas para o monitoramento e a conclusão dos trabalhos de campo, iniciaram-se os trabalhos de processamento dos dados. Primeiramente fez-se comparativo entre a pluviosidade no período em estudo e a pluviosidade histórica ao longo de 15 anos para identificar se o período estudado se enquadrava como um ano normal em relação aos demais, (ver figura 2).

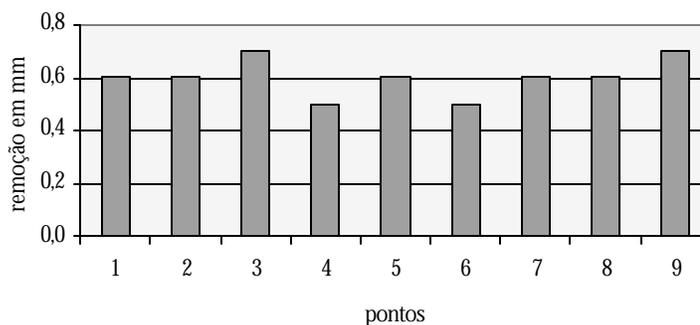


Para chegar a esse gráfico calculou-se o total pluviométrico histórico anual de 15 anos correlacionando com o período histórico de setembro a abril de cada ano, sendo comparado

com o total pluviométrico de setembro de 2002 quando se iniciou a pesquisa até abril de 2002 quando ela foi encerrada. A pluviosidade na bacia do Arroio Boa Vista tem como característica uma pluviosidade mais acentuada no verão, sendo este um fator que associado com as incidências mais intensas dos raios solares contribuem para um aumento na erosão dos solos, pois há um aquecimento maior do solo e conseqüentemente uma maior evaporação da água, que aliado a outros fatores, como remoção do solo através da capina para o controle das ervas daninhas.

Em oito meses de monitoramento percebeu-se que em área de plantio convencional a remoção do solo se apresenta de uma maneira uniforme (ver figura 3).

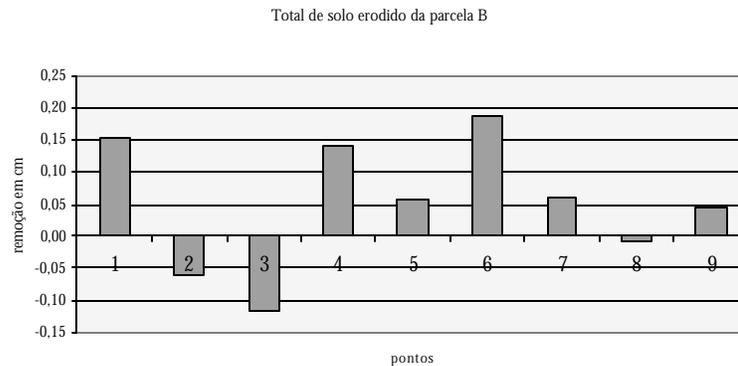
Total de solo erodido na parcela A



Alguns pontos apresentaram uma remoção de solo de 0,7 cm, no caso os pontos 3 e 9, percebeu-se que onde esses pontos foram monitorados surgiu o início de uma ravina, onde todo o fluxo passou a ser escoado por esses dois pontos. A trajetória descrita pelas águas é determinada pelas linhas de maior declividade no terreno, a medida que o excedente de água do solo vai atingindo esse pontos de maior declividade o fluxo passa a ser concentrado em um único local, surgindo assim as primeiras incisões de escoamento superficial. Após o término do monitoramento dessa parcela pode-se notar que até as chuvas de fraca intensidade provocam modificações na camada superficial, pois os raios solares atuam com maior intensidade, ressecando a superfície do solo e quando ocorre a precipitação o impacto da gotas da chuva no solo desagrega essa camada dessecada e isso implica na diminuição da capacidade de infiltração, tornando o excedente de água no solo mais acentuado aumentando assim o escoamento superficial. No início do escoamento superficial forma-se uma película laminar que aumenta de espessura em direção a jusante até atingir o seu ponto de equilíbrio, que pode ser uma área de depressão ou até mesmo o próprio leito do rio.

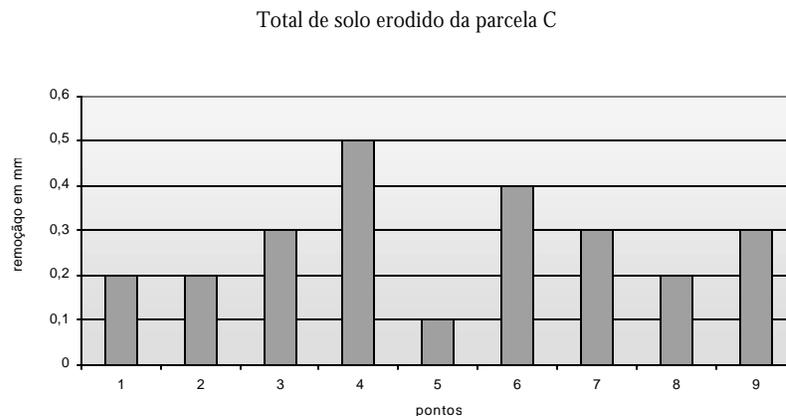
A parcela B foi instalada em uma área onde foi utilizado o plantio direto para o cultivo da soja, sendo esta uma técnica utilizada numa escala crescente nos últimos anos em todo o mundo, por oferecer inúmeras vantagens para o produtor, sem contar que é um dos métodos mais eficientes no controle da perda de solos por escoamento superficial.

Percebeu-se no período de monitoramento que a cobertura morta atua como o principal agente na redução da erosão dos solos, (ver figura 4).



Esta parcela apresentou um índice muito baixo de erosão de solo, pois não ocorreu escoamento superficial. Alguns pontos apresentaram ao final do monitoramento um assoreamento, ou seja, ocorreu um acúmulo de solo no caso os pontos 2,3 e 8 isso se deveu a própria cobertura vegetal morta que em alguns casos foi incorporado na matéria orgânica. Os pontos 1,4 e 6 apresentaram um rebaixamento da camada superficial em torno de 15 a 20 milímetros. Neste caso a remoção foi provocada pelo impacto das gotas de água no solo (efeito “splash”), pois se constatou que nos pontos que apresentaram essa remoção estavam em locais onde não havia cobertura morta.

A parcela C foi instalada em uma área de plantio direto, mas ao longo da pesquisa fez-se a remoção da vegetação e da matéria orgânica ao redor da parcela, aproximadamente 2 m<sup>2</sup>. Foi utilizado esse procedimento para calcular a quantidade de solo erodido devido o efeito “splash”, pois a montante da parcela foi efetuado o plantio direto. Após o término do monitoramento percebeu-se a importância da vegetação como interceptador do impacto das gotas da chuva no solo, pois o efeito “splash” foi o principal causador da perda de solos, nesta parcela (ver figura 5).

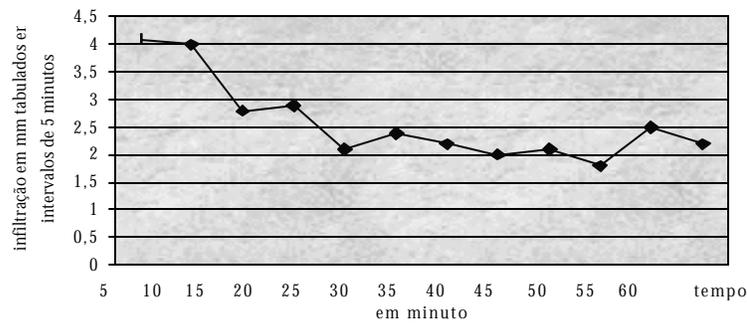


Nessa parcela não ocorreu um escoamento superficial ao longo da vertente apenas um escoamento local, concluiu-se, que com a remoção da vegetação o solo passou a sofrer alterações com os fatores climáticos e a perda de solo passou a ser provocada principalmente pelo impacto das gotas de água no solo que com o choque desagregam os grumos deixando-os susceptíveis ao transporte. Percebeu-se ao longo da pesquisa que o excedente de água do solo procura as depressões que o relevo apresenta para escoar, com isso inicia-se as primeiras ravinas que tendem aumentar a cada precipitação e que se não forem controladas se tornam

em alguns casos incontroláveis. Os pontos 3, 4, 6 e 9 apresentaram uma remoção mais acentuada em relação aos demais, devido essa concentração do fluxo, principalmente o ponto 4 que ao final da pesquisa apresentou uma pequena ravina. Passando a concentrar o fluxo total da parcela por esse ponto. O ponto 5 foi o que apresentou menor remoção por estar localizado em uma área da parcela onde não ocorreu escoamento superficial. Esse ponto em algumas mensurações apresentou acúmulo de solo principalmente com chuvas de baixa intensidade

Para caracterizar o grau de infiltração do solo entre a área de plantio convencional e a área de plantio direto, fez-se vários ensaios de infiltração com infiltrômetro manual. Primeiramente fez-se na área de plantio direto próximo a parcela B (ver figura 6)

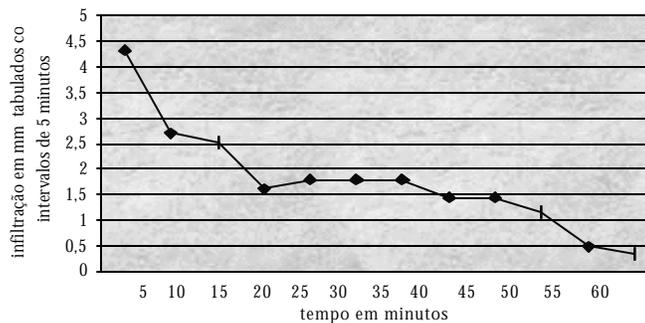
Infiltração na estação de plantio direto



Com esse gráfico pode-se observar que no período de uma hora de mensuração não houve saturação do solo. Nos 5 primeiros minutos ocorreu uma infiltração acima de 4 mm, permanecendo esse percentual até os 10 minutos, depois houve uma redução na infiltração que manteve seu percentual até o término do tempo. Isso se deveu a cobertura morta que é utilizada para efetuar o plantio direto, pois ela conserva a umidade do solo, e aumenta a matéria orgânica, e conseqüentemente um aumento na vida microbiana do solo contribuindo assim para uma infiltração mais acentuada.

Na área com plantio convencional percebeu-se que a falta da morta influencia na capacidade de retenção de água no solo, (ver figura 7).

infiltração na área de plantio convencional



Com a conclusão dos dados de infiltração na área com plantio convencional observou-se que o impacto das gotas de água no solo desnudo provoca uma quebra nos agregados transformando-os em partículas minúsculas que rapidamente entopem os macroporos da camada superficial provocando um selamento superficial. Esse selamento impede a infiltração da água mesmo que o solo não esteja saturado. Através do gráfico 6 pode-se observar que nos 5 primeiros minutos ocorreu uma infiltração de 4,5 mm e nos próximos 5 minutos a infiltração caiu para 2,5 mm, próximo de uma hora percebe-se que ocorreu um saturamento do solo chegando a infiltrar apenas 0,5 mm em 5 minutos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notou-se na pesquisa que, a vegetação é um dos principais agentes contra a erosão laminar, pois diminui o impacto das gotas no solo, evitando o efeito “*splash*”, causado pela energia cinética das gotas de chuva.

Quando o solo fica exposto aos raios solares sem cobertura vegetal, o índice de perda de solo é maior, devido ao impacto das gotas que atingem a superfície, aumentando o processo erosivo. A porção de solo que é desagregada com o impacto das gotas de água é expelida a uma certa distância conhecida também como erosão por salpicos. Uma gota de água quando atinge o solo molhado, remove partículas que estão envolvidas por uma película de água, descrevendo uma curva parabólica que se move lateralmente mais ou menos quatro vezes a altura do deslocamento.

Quando o solo fica sob a ação das chuvas além dos efeitos mecânicos, ocorrem modificações na sua constituição. As precipitações abundantes avaliados nos dados coletados favorecem a erosão laminar, e, por conseguinte o empobrecimento do solo, diminuindo a produtividade agrícola. Os dados levantados nos permitiram avaliar a importância do plantio direto como principal responsável pela diminuição da perda de solos por escoamento superficial e pelo efeito “*splash*”, além de atuar como o principal responsável pelo aumento da umidade e da vida microbiana.

Quanto ao método se mostrou eficaz na mensuração da erosão dos solos agrícolas ao longo da pesquisa, por não estar diretamente em contato com a camada superficial do solo, contribuindo dessa forma para um fluxo de água escoasse normalmente na parcela.

Infelizmente, uma boa parte dos produtores agrícolas ainda não utilizam essa prática, por falta de condições ou pelas características da área de cultivo se apresentarem impróprias para utilização dessa técnica. Mas a verdade é que milhares de toneladas de solo são erodidas a cada ano, provocando sérios problemas não apenas no solo mas também na contaminação das águas.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- BIGARELLA, J.J. e MAZUCHOWSKI. Visão integrada da problemática da erosão. Curitiba: Associação de Defesa e Educação Ambiental e Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1985, 329p.
- CASSETI, V. Ambiente e Apropriação do Relevo. São Paulo: Contexto, 1991.
- DERPSCH, R. et al. ROTH, C. H. SIDIRAS, N. e KÖPKE, U. Controle da erosão no estado do Paraná. Sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn, Alemanha 1991.
- DORST, J. Antes que a natureza morra. Rio de Janeiro, Edgard Blucher, 1973.
- DREW, D. Processos interativos homem-meio ambiente. - 3. ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

GUERRA, A. T. G. e CUNHA, S. B. (org.) Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.  
PRIMAVERESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1979  
THOMAZ, E.L. e ANTONELI, V. Estudo da erosão em solos agrícolas pelo do método de pinos. XII Seminário de pesquisa e VII semana de iniciação científica. UNICENTRO- Guarapuava- PR, 2000  
VILLELA, S. M. e MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo. Mc Grow- Hill do Brasil, 1975

**Endereço dos autores:**

Paulo Fernando Soares ([pfsoares@uem.br](mailto:pfsoares@uem.br))  
Professor Adjunto A

Universidade Estadual de Maringá  
Av Colombo, 5790 – DEC  
CEP: 87020-900 – Maringá-Pr  
fone: (044) 261 4322  
fax: (044) 261 4322

Valdemir Antoneli ([vdantoneli@pop.com.br](mailto:vdantoneli@pop.com.br))  
Programa de Pos Graduação - UEM - Mestrando em Geografia-  
Análise Ambiental- turma 2003

Domingos Luiz de Oliveira, 1987  
CEP: 84400-000- Prudentópolis- Pr  
Fone: (042) 446 3631  
(042) 9974 9411