

## **EROSÃO POR SALPICO: PADRÕES DE CHUVA E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM LATOSSOLO BRUNO**

*Splash* erosion: rainfall patterns and sediment yield in a Oxisol

Erosión por salpico: patrones de lluvia y producción de sedimentos en Latosuelo Bruno

Paulo Angelo Fachin

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO

[fachinp@hotmail.com](mailto:fachinp@hotmail.com)

Adalberto Alves Pereira

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO

[adalbertoalvespereira@yahoo.com.br](mailto:adalbertoalvespereira@yahoo.com.br)

Edivaldo Lopes Thomaz

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO

[edilopes.thomaz@gmail.com](mailto:edilopes.thomaz@gmail.com)

### **RESUMO**

O efeito salpico resulta na ruptura dos agregados de solo quando golpeados pela gota d'água da chuva e o transporte das partículas quebradas a partir do lançamento destas, tanto na direção para baixo como para cima da encosta. Este efeito desagregador é um grande potencializador das etapas posteriores do processo erosivo. O presente estudo foi desenvolvido a partir do monitoramento de quatro parcelas de erosão durante um período de 12 meses no município de Guarapuava-PR. O objetivo foi avaliar o comportamento do salpico em relação as intensidades das chuvas, bem como a distribuição granulométrica do material removido. A precipitação total apresentou maior correlação com a perda de solo se comparada com a intensidade das chuvas. O maior percentual de material removido encontra-se entre os macroagregados.

**Palavras-Chave:** Chuva, Parcelas de erosão, Destacamento de partículas.

### **ABSTRACT**

The *splash* effect results in the disruption of soil aggregates when the topsoil is hit by raindrop. The broken particles are launched in the downward and upslope direction. The disruption effect is a big booster of the later stages the erosion process. The present study was developed from the four monitoring plots erosion over a period of 12 months, in Guarapuava-Pr. The objective of this study was to evaluate the effect of the *splash* and its relationship with intensity as well as. In addition the size of the *splashed* material was measured. The total precipitation showed higher correlation with soil loss compared to

the rainfall intensity. The highest percentage of material removed is among macroaggregates.

**Keywords:** Rain, erosion plots, Particles detachment.

### **Resumen**

El efecto salpico resulta en la ruptura de los agregados de suelo cuando son golpeados por la gota de agua de la lluvia y el transporte de las partículas quebradas a partir del lanzamiento de éstas, tanto hacia abajo como hacia arriba de la ladera. Este efecto desagregador es un gran potencializador de las etapas posteriores del proceso erosivo. El presente estudio fue desarrollado a partir del monitoreo de cuatro parcelas de erosión durante un período de 12 meses en el municipio de Guarapuava-PR. El objetivo fue evaluar el comportamiento del salpico en relación a las intensidades de las lluvias, así como la distribución granulométrica del material removido. La precipitación total presentó mayor correlación con la pérdida de suelo si se compara con la intensidad de las lluvias. El mayor porcentaje de material removido se encuentra entre los macroagregados.

**Palabras-Clave:** Lluvia, Parcelas de erosión, Desprendimiento de partículas.

## **INTRODUÇÃO**

A erosão é um processo formado a partir de um conjunto de fatores, dos quais, as características da chuva, a cobertura vegetal, as características do solo, do relevo e as formas de uso são os principais elementos determinantes na redução ou potencialização do processo erosivo. Esse processo consiste na remoção, transporte e deposição das partículas do solo, tendo como agente principal a ação das águas da chuva. Em síntese, a erosão ocorre a partir do momento em que as forças que removem e transportam os materiais excedem àquelas que tendem a resistir à remoção (MORGAN, 2005).

A definição de processo está aliada a uma sequência de ações regulares e contínuas que se desenvolvem de maneira relativamente bem definida e levando a um resultado determinado, assim, há uma relação muito grande entre as formas de relevo e os diferentes tipos de processos que atuam sobre estas (CHRISTOFOLETTI, 1980; GREGORY, 1992).

Dentre as várias fases que constituem o processo erosivo, a ação das gotas da água da chuva sobre os agregados representa a primeira e uma das principais etapas da erosão (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1993; MORGAN, 2005; BACCARO, 2005). Este efeito chamado erosão por salpico ou *splash*, tem como resultado a ruptura dos agregados quando golpeados pelo contato com a gota d'água da chuva, e o transporte das partículas

quebradas a partir do lançamento destas, tanto na direção para baixo como para cima da encosta.

Sobre uma superfície plana, o deslocamento de partículas por salpico é uniformemente distribuída em todas as direções. Isso significa que neste caso as partículas do solo são projetadas com uma simetria circular em torno da área. Já em superfícies de declive, a topografia exerce influência na direção da distribuição do material salpicado, tendo geralmente, maior deslocamento das partículas na direção da baixa encosta (MOUZAI e BOUHADEF, 2011).

Bertoni e Lombardi Neto (1993) ao estudarem o comportamento de um solo com superfície exposta constataram que quanto maior a intensidade da chuva (mm/h), maior será a quantidade de rompimento e de desprendimento dos agregados da massa do solo. Estes autores destacam que geralmente os agregados entre 0,063 e 0,250 milímetros são os mais vulneráveis ao descolamento, agregados mais grosseiros são resistentes ao descolamento devido ao peso das partículas serem maiores. Além disto, durante uma chuva de alta intensidade as partículas rompidas podem ser lançadas até 0,6 m de altura e 1,5 m de distância lateral, contribuindo para a erosão de três principais formas: a) desprendendo e rompendo as partículas de solo no local que sofre o impacto da gota d'água com a superfície; b) transportando por salpico as partículas desprendidas e rompidas; c) imprimindo energia, em forma de turbulência no escoamento superficial raso.

O salpico é um processo dinâmico que varia de acordo com o tipo de solo e as suas condições iniciais a uma dada precipitação, como seu teor de umidade antecedente, seu estado estrutural e a intensidade da chuva. A redução do tamanho dos agregados para partículas finas isoladas através do rompimento resulta na formação de crostas e selamentos superficiais devido ao rearranjo das partículas que vão ocupando os poros do solo. Alguns estudos sobre formação de crostas sob chuvas simuladas tem mostrado que a espessura da crosta pode atingir entre 1 a 3 mm com partículas de argila bem orientadas (MORGAN, 2005).

A formação da crosta superficial reduz a capacidade de infiltração de água no solo proporcionando um aumento nas taxas de escoamento superficial e na velocidade do seu fluxo, alterando o comportamento do sistema erosivo, salpico baixo e transporte elevado

durante o escoamento superficial, o que torna o local bastante susceptível ao surgimento de ravinas e voçorocas (THORNES, 1980; STOCKING, 1977). Diante disto fica evidente o efeito potencializador que a ação do salpico proporciona nas etapas posteriores do processo erosivo.

Os estudos relacionados ao salpico têm melhorado significativamente ao longo das últimas duas décadas, porém, a maioria destes trabalhos é desenvolvida através de experiências laboratoriais. Infelizmente, os resultados dos estudos de laboratório não são facilmente convertidos para as situações de campo, pois os trabalhos com chuvas simuladas possuem energia cinética, tamanhos das gotas e intensidades das chuvas na maioria das vezes diferentes das chuvas naturais. Nas chuvas naturais há momentos em que o tamanho das gotas pode aumentar com a variação da intensidade e até mesmo em chuvas de baixa intensidade há gotas com alta capacidade erosiva. A maioria das experiências que envolvem precipitações artificiais possuem efeitos constantes e uniformes enquanto as chuvas naturais apresentam uma série variações que as tornam de maior complexidade (POESEN e SAVAT, 1981; SALLES e POESEN, 2000; ANGULO-MARTÍNEZ, et al., 2012).

Para Bryan (2000), em ambiente natural há inúmeras variáveis que podem influenciar significativamente os processos, como, por exemplo, o papel do vento durante o evento, podendo reduzir e/ou aumentar a energia cinética das gotas bem como seu diâmetro e seu ângulo de impacto e a distância do salpico.

A abordagem de estudos conduzidos na Geomorfologia Experimental representa fundamental importância no que diz respeito à compreensão dos mecanismos dos processos erosivos atuais e, automaticamente, da ação destes na evolução da vertente. Para o desenvolvimento deste tipo de estudo, são necessários a realização de experimento de campo, e monitoramentos por meio de medidas e laboratório, buscando índices quantitativos dos processos erosivos, levando-se em conta a periodicidade das mensurações e a regularidade das amostragens, a fim de se ter uma ideia real das taxas e frequências dos processos (AHNERT, 1980).

A fim de caracterizar o processo em foco, este trabalho foi realizado a partir de monitoramento de chuva natural com superfície exposta e teve por objetivo apresentar dados referentes à produção de sedimentos durante a ação do salpico em direção à baixa

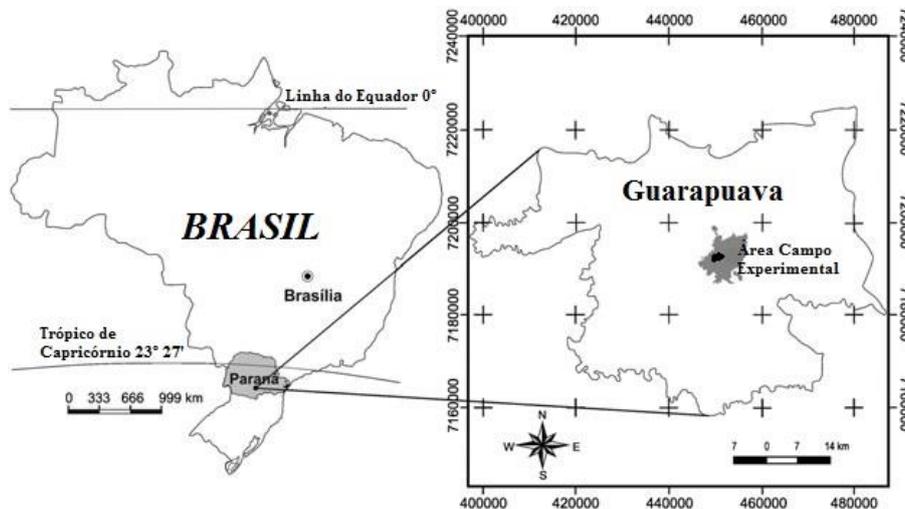
encosta, bem como as características deste material e a relação entre o volume e intensidade das chuvas com a quantidade de material produzido durante os eventos pluviométricos em área com predominância de Latossolo Bruno.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do *campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro, no município de Guarapuava – estado do Paraná (PR), localizado a 1018 m de altitude entre as coordenadas 25° 22' 25" S e 51° 29' 42" W (Figura 1). O Campo localiza-se em uma área de encosta convexa com 7% de declive com exposição predominante da face norte (Figura 1).

**Figura 1.** Localização da área de estudo e campo experimental.



O clima é classificado como mesotérmico subtropical úmido (KÖPPEN, 1948). A temperatura média anual é de 17° C e a precipitação média de 1914 milímetros distribuída

ao longo de todo o ano (IAPAR, 2008). O solo do local é classificado como Latossolo Bruno de origem basáltica, bastante argiloso (EMBRAPA, 2006). Para caracterização do solo foram analisados parâmetros físicos (textura e estrutura) e químicos (pH, Matéria orgânica, Capacidade de Troca de Cátions). A densidade de partículas, densidade do solo; porosidade total, e o índice de estabilidade de agregados foram analisadas no laboratório de erosão de solos da Unicentro a partir de 6 amostras coletadas com anel volumétrico de forma aleatoriamente na área para cada análise de cada índice; as análises de textura e química foram enviadas para laboratório credenciado a partir de 4 amostras coletadas aleatoriamente no interior das parcela.

A textura além de ser elemento indispensável na descrição e identificação do solo, é o principal elemento que determina os parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo. Também influencia a erodibilidade do solo por estar intrinsecamente ligada ao processo de desagregação, pois as areias são mais suscetíveis a desagregação e mais resistentes ao transporte, enquanto as argilas e o siltes são mais resistentes à desagregação e mais suscetíveis ao transporte (LAL, 1988).

### **Delineamento experimental**

Antes da instalação do experimento o solo foi gradeado duas vezes e a superfície foi nivelada com enxada. Foram instaladas lado a lado, com 1m de distância, quatro parcelas de erosão com tamanho de 1m<sup>2</sup>, as quais permaneceram com solo exposto todo o período do monitoramento. As quatro parcelas foram cercadas com tijolos, em forma de canteiro, para que se evitasse a possível interferência de material oriundo de outras áreas da encosta. Para a captação do material originado a partir do salpico durante os eventos pluviométricos foram instaladas na saída (baixa encosta) de cada parcela um sistema de calhas do tipo Gerlach (Figura 2). Para a constatação da produção de escoamento superficial foi instalado junto a cada parcela um sistema de captação da água do escoamento adaptados com tambores de capacidades para armazenamento de 30 litros cada. (Figura 3).



**Figura 2** - Sistema de calha tipo Gerlach.



**Figura 3** – Sistema de captação de água.

A instalação do sistema de captação de água do escoamento superficial nas parcelas objetiva a observação da produção ou não de escoamento superficial durante os eventos chuvosos. As coletas de material das calhas foram realizadas em eventos em que não houve produção de escoamento (calha e galão), pois, em eventos com escoamento o material da calha é transportado por meio de escoamento superficial e não exclusivamente pelo salpico.

As coletas do material das calhas foram feitas após o término de cada chuva. Ao fim das coletas o material era levado para posterior análise no laboratório, onde as amostras foram submetidas à secagem em estufa a uma temperatura média de 105 °C por um período mínimo de 24 horas. Após a secagem, foram retirados os restos orgânicos grosseiros das amostras e em seguida foram feitas as pesagens em balança analítica para a mensuração do total de material produzido em cada parcela.

O monitoramento foi feito por um período total de 12 meses. Neste período foram monitoradas ao todo 45 chuvas sem produção de escoamento superficial. Os dados de

precipitação foram monitorados de acordo com as medidas coletadas em um pluviômetro instalado no Campo Experimental, e corrigidas de acordo com os gráficos de quantidade e tempo duração de cada evento, obtidos em pluviógrafo da Estação Agrometeorológica, instalada a aproximadamente 500 m do Campo Experimental. A partir disto foi possível relacionar a quantidade e intensidade de cada chuva com a produção de sedimentos originados pelo salpico em cada evento.

Vários métodos foram utilizados na caracterização das amostras, a saber:

### **Densidade de partículas**

Para a determinação da densidade de partículas, coletou-se 6 amostras com anel volumétrico na profundidade 0-5 cm. Em laboratório o procedimento de análise utilizado foi o proposto por Embrapa (1997), que consiste na secagem das amostras em estufa para retirada de umidade, moagem e inserção no balão volumétrico. Este procedimento insere-se 20 g de solo seco da amostra moída no balão volumétrico de 50 ml, e completa-se com álcool etílico até a marca do nível de 50 ml, agita-se e deixa em repouso por 24 horas. Se houver queda no nível do álcool completa-se o volume do balão com álcool novamente até a marca de 50 ml, e aplica-se a seguinte equação:

$$D_r = \frac{P}{(50 - V_{\text{álcool}})}$$

D<sub>p</sub>= densidade de partículas

P= peso da amostra seca (g)

V<sub>álcool</sub>= volume total de álcool inserido

### **Densidade do solo**

Para determinação da densidade do solo, coletou-se em cada parcela, de forma aleatória (alta, média e baixa encosta) 6 amostras indeformadas na profundidade 0-5 cm com anel volumétrico de 95,57 cm<sup>3</sup>. As amostras foram levadas para o laboratório e secas a 105°C por 24 horas em estufa de aquecimento. Após a secagem as amostras foram pesadas e aplicada a equação descrita também por Embrapa (1997):

$$D_a = \frac{P}{V}$$

Da= densidade aparente do solo (g/cm<sup>3</sup>)

P= peso da amostra (g)

V= volume do anel volumétrico (cm<sup>3</sup>)

Porosidade total

Na metodologia da referida Embrapa (1997) utilizada para estimar a porosidade total do solo neste estudo, utilizou-se do cruzamento dos dados de densidade de partículas e densidade real para aplicar a equação, conforme a fórmula abaixo. Deste modo o número de repetições para esta análise foi a mesma para densidade aparente (ou do solo) e densidade de partículas, ou seja, 6 repetições para cada profundidade de 0-5 cm.

$$Pt = 100 \frac{Dr \times Da}{Dr}$$

Pt= porosidade total

Dr= densidade de partículas

Da= densidade aparente

### **Estabilidade de agregados**

O procedimento empregado foi o peneiramento submerso em água, adaptado a partir de Yoder (1936), com intensidade de 40 rpm de vibração. Foram utilizados conjuntos de peneiras com as seguintes aberturas de malhas: 8; 4; 2; 1; 0.5 e 0.250 mm de diâmetro. Após peneiramento, o material de cada peneira foi seco individualmente a 105°C por 24 horas em estufa, em seguida pesados. As frações de areia foram corrigidas por meio de peneira com abertura de 0.053 mm. Para o cálculo de estabilidade em porcentagem foi utilizada a equação descrita por Kiehl (1979), a seguir.

$$Ea\% = \frac{Par - Pa - areia}{Pta - areia} * 100$$

Ea%= estabilidade do agregados

Par = peso de agregados retidos >0.250 mm

Pa = peso de agregados <0.250 mm

Pta = peso total da amostra

areia= total de areia dos agregados

### **Análise Granulométrica**

Para as análises granulométricas foram feitos peneiramentos a seco de maneira individual para cada amostra, utilizando-se peneiras na ordem decrescente com malhas de diâmetro nas seguintes classes: 2.0 mm; 1.0 mm; 0.5 mm; 0.250 mm; 0.125 mm e < 0.125 mm.

### **Tratamento estatístico**

Para interpretação dos dados e obtenção dos resultados foram utilizadas análises estatísticas com auxílio do *Software Excel* e o *Software Bioestat*. Foram realizadas análises de estatística descritiva, com a qual foi estimada a média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Características do solo**

A tabela 1 apresenta os resultados da textura, estrutura e química da camada superficial dos solos das parcelas estudadas.

**Tabela 1.** Características do solo na camada superficial (0,0 – 0,5 cm).

Textura		Estrutura		Química	
Areia (%)	12.0	Dp (g cm <sup>-3</sup> )	2.39	pH (CaCl <sub>2</sub> )	4.8
Silte (%)	18.0	Da (g cm <sup>-3</sup> )	0.92	Mo (g dm <sup>-3</sup> )	19.9
Argila (%)	70.0	Pt (%)	61.4	CTC (cmol dm <sup>-3</sup> )	8.9
		IEA (%)	68.7		

Dp: densidade de partículas; Da: densidade do solo; Pt: porosidade total; IEA: Índice de estabilidade de agregados; Mo: matéria orgânica; CTC: Capacidade de troca de cátions.

Os resultados apresentados na tabela 1 permitem caracterizar o solo como argiloso (70% argila), o que condiciona uma baixa erodibilidade, no entanto, o alto teor de argila

é elevado, o que pode estar relacionado ao fato de a superfície das parcelas terem sofrido alto encrostamento a partir do 8º mês de monitoramento, reduzindo a infiltração e potencializando a produção de escoamento superficial (Tabela 2 adiante).

A densidade apresentou valores baixos e a porosidade valores altos, evidenciando boa condutividade hidráulica, o que diminuiria a erodibilidade. O teor de matéria orgânica apresentou valor moderado, contribuindo para a manutenção da estabilidade de agregados moderada (68.7%).

### **Padrão de chuvas**

Durante os 12 meses de monitoramento, ocorreram 45 episódios de chuvas, mas que não geraram escoamento superficial embora tenham acumulado um total de 305.5 mm representando cerca de 16% do total anual. Nos meses de agosto, setembro e novembro não registraram chuvas sem escoamento superficial (Tabela 2). A intensidade média das chuvas sem escoamento foi de 2.23 mm h<sup>-1</sup> e a maior intensidade registrada foi de 19.8 mm h<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Precipitação e produção de sedimentos média mensal (Média ± Desvio Padrão).

Mês	Precipitação Média (mm)	Intensidade média Precipitação (mm h <sup>-1</sup> )	Produção média Material (g m <sup>-2</sup> )
Dezembro	2.14 ± 2.11 (n=7)	0.08 ± 0.11	16.35 ± 13.55
Janeiro	7.27 ± 9.57 (n=6)	0.05 ± 0.04	43.47 ± 31.66
Fevereiro	4.63 ± 3.71 (n=8)	0.04 ± 0.03	20.84 ± 21.14
Março	5.91 ± 8.85 (n=7)	0.08 ± 0.12	51.82 ± 69.72
Abril	8.78 ± 12.67 (n=5)	0.04 ± 0.02	41.34 ± 56.32
Mai	5.93 ± 6.31 (n=3)	0.03 ± 0.01	43.88 ± 23.9
Junho	13.3 ± 11.08 (n=4)	0.04 ± 0.02	48.57 ± 19.68
Julho	14.8 ± 13.01 (n=2)	0.03 ± 0.01	85.52 ± 20.29
Agosto	0	0	0

Setembro	0	0	0
Outubro	7.8 (n=1)	0.05	56.18
Novembro	0	0	0
Média Geral	7.12 ± 8.48 (n=45)	0.05 ± 0.07	43.3 ± 49.72

Média ± Desvio Padrão.

O evento que teve maior representação na produção de material salpicado foi de 21.2 mm precipitados, tempo de duração 08h50min, intensidade de 2.4 mm h<sup>-1</sup> e com uma produção média de 13.64 gramas de material por parcela. O maior volume acumulado foi 27.5 mm, com duração total de 09h33min e intensidade de 2.4 mm h<sup>-1</sup>. Os menores volumes acumulados ocorreram em 3 eventos que registraram 0.02 mm cada, todos com intensidade média 0.6 mm h<sup>-1</sup>.

Diante dos dados da tabela 2, fica evidente que a ocorrência do maior número e volume de eventos pluviométricos não gerou escoamento superficial, bem como que a produção de material salpicado concentrou-se nos 6 primeiros meses de monitoramento, alcançando os maiores valores entre o 3º e 6º mês. Isto provavelmente se deu devido às alterações na disponibilidade de material no interior das parcelas, pois o material estando revolvido, as chuvas dos primeiros meses em que ocorreu escoamento superficial, acabaram transportando material da alta para baixa encosta e concentrando maior carga de material na média e baixa encosta após os primeiros meses.

Para Bissonnais et al. (2005), a variação observada das taxas de erosão salpicada em uma determinada área experimental durante um longo período de tempo, é causada principalmente pelas alterações ocorridas na superfície do solo. Durante as chuvas, a estrutura da superfície do solo é alterada em inúmeras maneiras, por exemplo, as forças de compressão, quando não tendem a destruir os agregados causam deformação no seu arranjo interno deixando-os mais ou menos suscetíveis a desagregação nos próximos eventos, dependendo do tipo de solo.

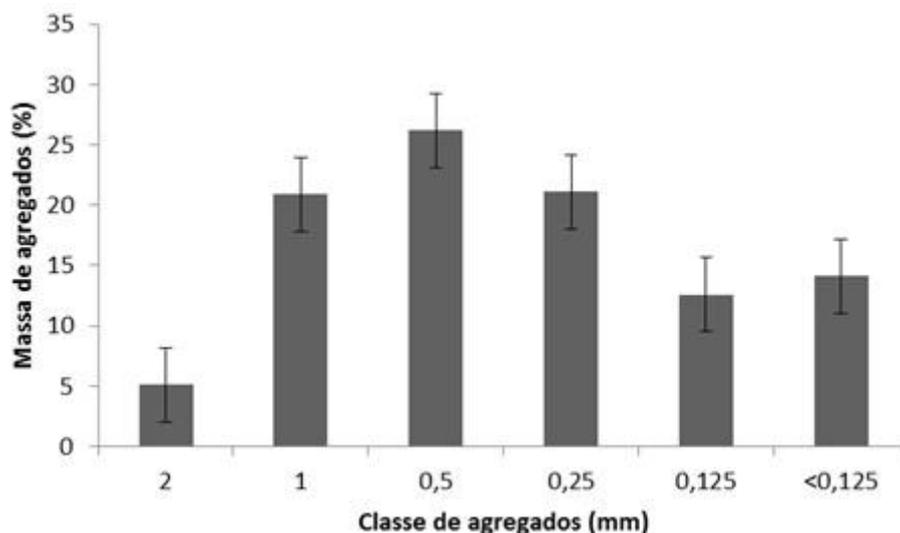
Outro fator bastante importante a ser levado em consideração é o encrostamento da superfície causado pela obstrução dos poros através das partículas infiltradas, sendo este processo muito mais potencial em solos com superfícies expostas, o que potencializa a concentração maior de materiais removidos das áreas mais altas da encosta em direção

a baixa encosta devido o fácil transporte pelo escoamento em potencial, causado pela redução da infiltração de água no solo por conta do encrostamento. Isto explica o fato de os meses de agosto, setembro e novembro terem tido todas as chuvas com escoamento superficial, pois como pode ser observado na figura 2, abaixo da fina camada de material removido, há formação de superfície encrostada comum de ocorrer em solos com superfícies expostas.

### Produção e distribuição de sedimentos

Com a média da distribuição das partículas entre as diferentes classes granulométricas (Figura 3), pode-se perceber que a maioria do material enquadrou-se na classe de 0.5 mm com média geral de 11.34 gramas por evento, acompanhada da classe 0.250 mm (média 9.13 g/evento), 1.0 mm (9.04 g/evento), <0.125 mm (6.10 g/evento) e 0.125 mm (5.45 g/evento). A classe menos representativa foi a de 2.0 mm (2.19 g/evento).

**Figura 3.** Distribuição granulométrica do material removido por salpico. As barras de erro indicam desvio padrão.



Observa-se que os macroagregados (acima de 0,250 mm) correspondem a mais de 75% do material removido por salpico, enquanto os microagregados respondem por pouco

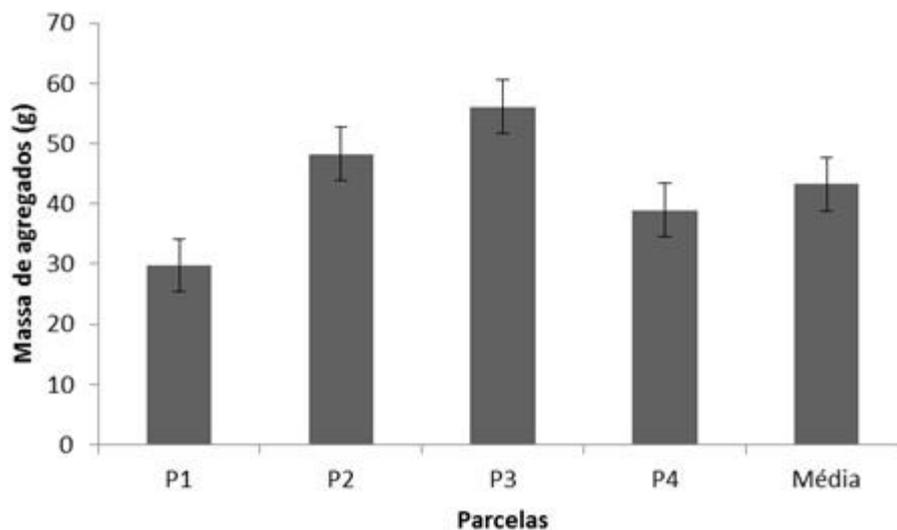
mais de 20%. Estes resultados discordam do exposto por Bertoni e Lombardi Neto (1993) que observaram maior remoção de material entre as classes de 0.063 e 0.250 mm.

Segundo Yu e Meng (2000) estas diferenças entre estudos podem estar atreladas às características intrínsecas de cada tipo de solo, principalmente aos índices físico-estruturais e texturais, que são os principais determinantes das forças que tendem a resistir à desagregação e transporte das partículas, fazendo com que cada tipo de solo apresente erodibilidades diferentes.

Para Jomaa et al. (2012), outros fatores estão ligados ao comportamento da erosão por salpico para diferentes tipos de solo, tais como: tipos de manejo antecedentes nos quais os solos estava submetido, espessura da camada de material disponível, tipo de revolvimento do solo, rugosidade da superfície e capacidade de campo do solo.

Quanto a relação entre as parcelas observou-se variabilidade significativa na produção de material entre as quatro parcelas monitoradas (Figura 4).

**Figura 4.** Variação da remoção de material entre as quatro parcelas. As barras de erro indicam desvio padrão.



Isto mostra a importância da repetição no delineamento experimental, o que possibilita maior confiabilidade sobre os dados obtidos. Atualmente, muito se discute na literatura sobre a variação entre ambientes e deixa-se de lado a discussão em torno da

variação dentro do próprio ambiente. Este estudo permite observar que a variação dentro de um mesmo ambiente existe e com diferenças significativas. No caso do estudo em questão, isto pode ter ocorrido devido a uma série de fatores, dentre eles pode-se citar a diferença da disponibilidade de material dentro das parcelas, erro experimental (diferenças na instalação das parcelas), pequenas diferenças na inclinação da superfície, além de variabilidade das características da chuva.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1) Observou-se que em relação ao comportamento médio mensal do salpico em Latossolo Bruno em condições de chuvas naturais sequenciais em campo, a maior produção de sedimentos ocorreu no maior volume médio de chuvas acumuladas, e não no meses que ocorreram as maiores intensidades médias.

2) As classes dos agregados com maior facilidade de mobilização pelo efeito salpico para este tipo de solo foram o macroagregados: 1.0; 0.5 e 0.250 mm de diâmetro.

3) Latossolo de textura argilosa (>50% de argila) em ambiente subtropical (>1800 mm precipitação anual) com superfície exposta, apresenta alta capacidade de encrostamento de superfície após o sétimo mês.

4) O estudo apresentou diferença entre as parcelas, evidenciando que em estudos de campo controlados, há variação de processos dentro do mesmo ambiente.

5) Este estudo abre lacunas para o desenvolvimento de novas pesquisas sobre o salpico em Latossolo Bruno, a fim de fornecer maiores informações sobre as inúmeras variáveis que influenciam no comportamento de campo.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, que possibilitou a realização deste trabalho.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AHNERT, F. A. A note on measurements and experiments in geomorphology. *Zeitschrift Fur Geomorphologie* N. F. supplement n. 35, p. 1-10, 1980.
- ANGULO-MARTÍNEZ, M.; BEGUERÍA, S.; NAVAS, A.; MACHÍN, J. *Splash* erosion under natural rainfall on three soil types in NE Spain. *Geomorphology*. 175–176 (2012) 38–44.
- BACCARO, C. A. D. Processos Erosivos no Domínio do Cerrado. In: *Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações*. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 195 – 223.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 3. Ed. São Paulo: Editora Ícone, 1993.
- BISSONNAIS, L. E.; CERDAN, Y. O.; LECOMTE V. Variability of soil surface characteristics influencing runoff and interrill erosion. *Catena*, 62 (2-3): 111–124 .2005.
- BRYAN, R. B.; Soil erodibility and processes of water erosion on hillslope. *Geomorphology* 32 (2000) 385–415.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Editora Blücher, 1980.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- EMBRAPA, 1997. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2ª ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro.
- GREGORY, K. J. *A natureza da Geografia Física*. (trad. Eduardo de A. Navarro) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). *Histórico da estação agrometeorológica de Guarapuava*. IAPAR: Londrina. 2008.
- JOMAA, S.; BARRY, D. A.; BROVELLI, A.; HENG, B. C. P.; SANDER, G. C.; PARLANGE, J. Y.; ROSE, C. W. Rain *splash* soil erosion estimation in the presence of rock fragments. *Catena* 92, p.38–48. 2012.
- KIEHL, E. J.. *Manual de Edafologia: Relações solo planta*. São Paulo: Ceres, 1979. 276 p.
- KÖPPEN, W. *Climatología: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica: México. 1948.
- LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. et al. *Soil erosion research methods*. Washington: Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 141-160.
- MORGAN, R. P. C. *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell: Oxford. 2005.
- MOUZAI, L.; BOUHADEF, M.. Shear strength of compacted soil: effects on *splash* erosion by single water drops. *Earth Surface Processes and Landforms*. v. 36, 87–96. 2011.
- POESEN, J.; SAVAT, J.. Detachment and transportation of loose sediments by raindrop *splash*. Part II. Detachability and transportability measurements. *Catena*. v. 8: 19-41. 1981.
- SALLES, C.; POESEN, J. Rain properties controlling soil *splash* detachment. *Hydrological Processes*. V. 14, n. 2, pages 271–282. 2000.

STOCKING, M. A.. Rainfall erosivity in erosion: some problems and applications. Research discussion paper, 13, University of Edinburgh, Department of Geography, p. 29. 1977.

THORNES, J. B. Erosional processes of running water and their spatial and temporal controls: a theoretical viewpoint. In Soil erosion. Editores: M. J. Kirkby e R. P. C. Morgan, p. 129-182. 1980.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. Journal American Society of Agronomy. v. 28, p.337-351, 1936.

YU LI, MENG LINGQIN. Soil erosion by water. Scientific and Technical Information of Soil and Water Conservation, (2):