



## Monitoramento hidrossedimentológico dos processos erosivos na bacia hidrográfica de Dois Vizinhos

### Hydrosedimentological monitoring of erosive processes in the watershed of Dois Vizinhos

Tais Regina Joanazzi<sup>1</sup>, Miriam Fernanda Rodrigues<sup>2</sup>, André Pellegrini<sup>3</sup>

#### RESUMO

A erosão é considerada um grande problema no Sudoeste do Paraná, o solo desprendido é transportado e pode ir parar nos leitos de riachos por escoamento superficial em períodos de chuva. O objetivo do trabalho foi analisar a produção de sedimentos transportados no riacho, em períodos chuvosos. Para isso, foram coletadas amostras de água + sedimentos, e anotado a cota, as amostras foram levadas para laboratório onde foi avaliado a sedimentação e calculado outras grandezas em reação aos dados obtidos. Observou-se que no evento do dia 10 do mês de outubro do ano de 2022, o volume acumulado de chuva precipitada foi de 207,99 mm com intensidade média de 5,38 mm h<sup>-1</sup>. Na avaliação da calha Parshall, a vazão média do rio foi de 133,71 L s<sup>-1</sup> e concentração média de sedimentos em suspensão de 0,10 g L<sup>-1</sup>. As precipitações que geraram os escoamentos, tiveram picos de intensidade diferentes. Concluiu-se que a concentração de sedimento varia com a vazão, intensidade e acumulativo de chuva, dentre outros fatores. A quantidade de sedimento que entrou no rio foi de 5,97 Mg km<sup>-2</sup>, por esse motivo a proteção do solo é indispensável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Riacho. Escoamento. Sedimentos.

#### ABSTRACT

Erosion is considered a major problem in the Southwest of Paraná, the detached soil is transported and can end up in the beds of streams by surface runoff in periods of rain. The objective of this study was to analyze the production of sediments transported in the stream during rainy seasons. For this, water + sediment samples were collected, and the elevation was noted, the samples were taken to the laboratory where sedimentation was evaluated and other quantities were calculated in reaction to the data obtained. It was observed that in the event on October 10 of 2022, the accumulated volume of precipitated rain was 207.99 mm with an average intensity of 5.38 mm h<sup>-1</sup>. In the evaluation of the Parshall channel, the average river flow was 133.71 L s<sup>-1</sup> and the average concentration of suspended sediments was 0.10 g L<sup>-1</sup>. The rainfall that generated the runoff had different peaks of intensity. It was concluded that the sediment concentration varies with the flow, intensity and accumulation of rainfall, among other factors. The amount of sediment that entered the river was 5.97 Mg km<sup>-2</sup>, so soil protection is indispensable.

**KEYWORDS:** Stream. Runoff. Sediments.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor de grãos do mundo. (Embrapa, 2021), o Paraná é o segundo estado que mais produz grãos no Brasil (IDR, 2020). Entretanto, apesar do sucesso de produção, o estado vem enfrentando um grande problema com a erosão.

De acordo com Silva (1995) erosão “é constituída pelo grupo de processos sob os quais material terroso ou rochoso é desagregado, decomposto e removido de alguma parte da superfície terrestre”. Ainda segundo Silva (1995) “dados revelam que enquanto a

<sup>1</sup> Bolsista do projeto de iniciação científica monitoramento hidrossedimentológico de bacias hidrográficas (fomento UTFPR). Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: taisjoanazzi@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 7832468577156573.

<sup>2</sup> Miriam Fernanda Rodrigues Pós doutoranda da Rede Paranaense da Agropesquisa e formação aplicada. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: miriammf\_rodrigues@yahoo.com.br. ID Lattes: 9437153589348766.

<sup>3</sup> Docente no Curso de Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, País. E-mail: andrepellegrini@utfpr.edu.br. ID Lattes: 3952839727212671.



natureza gasta de 1.400 a 7.000 anos para formar uma camada de 20 cm de solo, a erosão a destrói em poucos anos”. Ela é de ocorrência natural, através dos agentes erosivos, entretanto a interferência humana vem acelerando esse processo.

As chuvas intensas aliadas a falta ou má execução de manejos conservacionistas, intensificam o transporte de sedimento do solo. De acordo com Falcão (2017), solos desnudos, sem vegetação há maior transporte de sedimento e mudança no comportamento pluviométrico. Os escoamentos gerados pelas chuvas intensas seguem canais naturais formados na bacia hidrográfica, onde parte do escoado é retida por barreira física e uma porcentagem chega nos riachos.

Dos sedimentos que chegam ao rio aqueles com tamanho de partícula menor são transportados pelo movimento natural da água e os maiores afundam e concentram-se nos leitos, isso até que haja turbulência de magnitude suficiente para movimentá-los. No perfil de água analisado foi identificada variação na concentração de sedimentos sólidos (ZANIN et. Al., 2017). Esse sedimento é transloucado e depositado em outro local, o acúmulo dos sedimentos em um mesmo ponto de um rio pode causar assoreamento.

No projeto de monitoramento hidrossedimentológico da bacia hidrográfica e mais especificadamente neste trabalho, tem-se o objetivo de avaliar os sedimentos transportados pelo riacho frente a ocorrência de chuvas e entrada de escoados gerados na bacia hidrográfica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), no sudoeste do Paraná; na bacia hidrográfica local. O clima de acordo com Koeppen (ALVAREZ et al., 2014) é classificado como subtropical úmido tipo Cfa, no qual há boa distribuição de chuva ao longo do ano. O solo possui relevo parcialmente ondulado e inclinado, classificado como Nitossolo Vermelho (Embrapa, 2018).

A área da bacia hidrográfica é de 64,01 ha no total, composta por lavoura (30,30 ha), pastagem (13,80 ha), mata (10,26 ha), vegetação arbustiva (5,27 ha), estradas (2,19 ha), edificações (1,27 ha), pomar (0,64 ha) e açude (0,28 ha). Incluso na área da lavoura encontra-se duas megaparcelas, uma com a presença de terraços (CT), de 1,92 ha e outra em que os terraços foram removidos (ST) de mesma área.

Para realizar a coleta manual de amostras de água + sedimento foi utilizado o equipamento US BLH-84 adaptado para o projeto, que consiste em uma vara gigante acoplada a um litro de leite, que é introduzido em velocidade constante no perfil do rio, fazendo as repetições necessárias para coletar o volume de água + sedimento determinado. A medição da cota é feita na régua isométrica acoplada junto a calha de Pashal. No rio, durante eventos, essas amostras são coletadas de 10 em 10 minutos, com anotação da cota a cada coleta.

As amostras coletadas foram levadas para o Laboratório de Manejo e Conservação do solo e da Água, onde foram organizadas, pesadas e mantidas em repouso por 15 dias para decantar. Posteriormente o Becker de 50 mL e berzelius de 250 mL foram lavados e deixados secar por 24 horas em temperatura ambiente ou três horas no dessecador e, posteriormente, foram pesados. Após os 15 dias em repouso, uma alíquota foi retirada da amostra e colocada nos beakers de 50 mL e mantida em estufa a 105 °C por 48 horas, pesando-os novamente. A amostra restante no vidro foi sifonada e pesada novamente. O volume restante da amostra foi passado para os berzelius (250 mL) já preparados e mantidos em estufa a 105 °C por 48 horas e posteriormente foram pesados. Os recipientes



das amostras foram lavados e mantidos em estufa por 48 horas a 105 °C e, posteriormente, pesados. Com esses dados, a Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS) (g/L) foi calculada segundo a metodologia utilizada por Pellegrini e Barbosa (2023).

No exutório da bacia hidrográfica estão instalados uma calha Parshall, equipada com sensores de nível (linígrafo), de turbidez (turbidímetro) e de precipitação (pluviógrafo) e um datalogger para o registro desses dados em intervalos fixos de 5 minutos, os quais foram baixados com auxílio de um computador. A vazão foi calculada utilizando a equação da calha Parshall (AZEVEDO, 1998), para cada variação do nível da água. A turbidez registrada pelo turbidímetro é correlacionada por equação com os dados de CSS obtidos das amostras manuais e usada para estimar a CSS em intervalos em que não foram obtidos as amostras e para posterior quantificação da descarga sólida e da produção de sedimentos. Os dados de chuva distribuídos temporalmente foram obtidos com o auxílio do pluviógrafo e foram corrigidos com os dados de chuva acumulada em quatro pluviômetros distribuídos na área da bacia.

Os dados obtidos foram utilizados para analisar a produção de sedimento da bacia durante períodos de precipitação, para observar o comportamento da bacia hidrográfica de dois vizinhos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O evento do dia 10 do mês de outubro do ano de 2022 foi caracterizado por alta magnitude. Neste evento o volume acumulado de chuva precipitada foi de 207,99 mm com intensidade média de 5,38 mm h<sup>-1</sup> e com máxima em 30 minutos de 32,30 mm. Na avaliação da calha Parshall, foi observado, que a vazão média do rio para este evento foi de 133,71 L s<sup>-1</sup> e concentração média de sedimentos em suspensão de 0,10 g L<sup>-1</sup>. Segundo Garrido et al. (2018), a translocação do sedimento suspenso encontra-se diretamente interligada com o aumento da vazão (Tabela 01).

**Tabela 01 – Variáveis hidrossedimentométricas da bacia hidrográfica do evento do dia 10/10/2022.**

Evento	Data do evento de chuva	10/10/2022
A	Área da parcela ou bacia em m <sup>2</sup>	640100
P	Precipitação em mm	207,99
Imed	Intensidade média em mm h <sup>-1</sup>	5,38
I30max	Intensidade máxima em 30 min	32,30
EI30	Índice de erosividade em J m <sup>-2</sup> mm h <sup>-1</sup>	8819,75
Vol	Volume total do evento em m <sup>3</sup>	20637,46
VolBase	Volume do escoamento de base do rio em m <sup>3</sup>	17023,52
VolSup	Volume de escoamento superficial do rio em m <sup>3</sup>	3613,94
Lamina	Lâmina de escoamento superficial em mm	5,65
C	Coefficiente de escoamento em %	2,71
qmax	Vazão máxima em L s <sup>-1</sup>	642,01
qmaxs	Vazão máxima superficial em L s <sup>-1</sup>	529,70
qmed	Vazão média em L s <sup>-1</sup>	133,71
la	Infiltração aparente em mm	202,34
PS	Produção de sedimentos em kg	3821
CSSmax	Concentração máxima de sedimentos em suspensão em g L <sup>-1</sup>	1,51

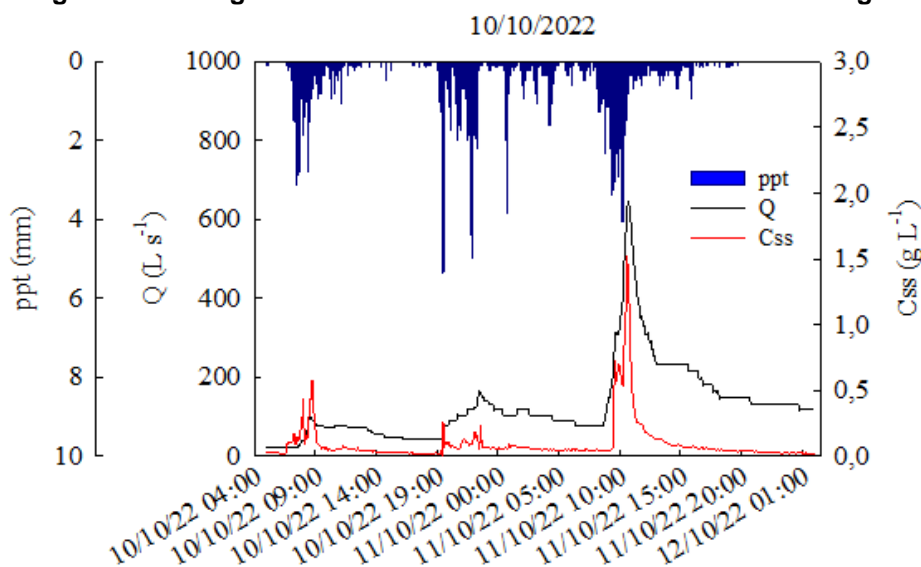


CSSmed	Concentração média de sedimentos em suspensão em g L <sup>-1</sup>	0,10
PSesp	Produção de sedimentos específica em Mg km <sup>-2</sup>	5,97

Fonte: Grupo de estudo em física do solo e manejo de bacias hidrográficas (UTFPR-DV), (2022).

O escoamento superficial da bacia chega ao rio por meio de canais naturais, aumentando a vazão do rio, assim como a concentração dos sedimentos transportados. Segundo Pereira (2018), a vazão do rio é diretamente proporcional à concentração de sedimento transportado. De acordo com Rodrigues (2011), bacias pequenas tendem a apresentarem respostas mais rápidas, pois a distância dos transportes dos escoados é menor. O aumento da sedimentação não tem grandes intervalos com o aumento da vazão que ocorre após o aumento da intensidade de precipitação. No primeiro aumento de precipitação percebe-se que o pico de concentração de sedimento ocorre antes do pico da vazão, indicando que o sedimento em suspensão transportando tem origem em locais próximas ao rio; já no último pico percebe-se que o pico da vazão antecede ao pico da concentração de sedimento, indicando que esse sedimento percorre distâncias maiores (Figura1).

Figura 1: Histograma do evento do dia 10/10/2023 da bacia hidrográfica



Fonte: Grupo de estudo em física do solo e manejo de bacias hidrográficas (UTFPR-DV), (2022).

As precipitações que geraram os escoamentos, tiveram picos de intensidade diferentes. A maior intensidade da precipitação (próximo a 6 mm) foi registrada as 19:00 h, nela a concentração de sedimento foi abaixo de 0,5 g L<sup>-1</sup> com a vazão próxima a 200 L s<sup>-1</sup> registrados próximo a 00:00 h. As 10:00 h a intensidade de precipitação é próxima a 4mm, mas o acumulativo de chuva é maior, mantendo-se constante desde as 19:00h, atingindo a vazão de 642,01 L s<sup>-1</sup> e a Concentração de Sedimento em Suspensão (CSS) com valor de 1,51 g L<sup>-1</sup> (Tabela 1 e Figura 1), comportamento esse observado por Santos et al. (2010) ao concluir que a intensidade, frequência e duração são fatores que interferem diretamente no comportamento do escoamento superficial.

## CONCLUSÃO



Concluiu-se que a produção de sedimentos aumentou como a vazão, porém seu volume e concentração dependem também de outros fatores como: acúmulo de chuva, distância dos escoados incorporados, intensidade de chuva. A produção de sedimento total foi de 5,9 Mg km<sup>-2</sup> em 45 h, implicando no deslocamento de uma grande quantidade de solo, evidenciando a importância do uso de manejos conservativos na bacia hidrográfica para evitar a perda de solo.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Rede Agropesquisa Paraná, à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Dois Vizinhos, (PR) por disponibilizar o local de estudo e recursos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Federação da Agricultura do Estado do Paraná/Serviço Nacional de Aprendizagem rural do Paraná (FAEP/SENAR) e à Fundação Araucária, pelo contante apoio, fornecimento de bolsas de pesquisa e recursos destinados ao projeto.

### Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

### REFERÊNCIAS

FALCÃO; C. L. da C. Erosão hídrica do solo e a estimativa da produção de sedimentos, em uma área de maciço residual úmido no semiárido cearense. Instituto de geociência, Campinas – SP, 2017. Disponível em: [suporte,+Gerente+da+revista,+2529-10416-1-SM.pdf](#). Acesso em 27 out. 2023.

GUARALDO; C. M. Brazil is the world's fourth largest grain producer and top beef exporter, study shows. **Embrapa**, 2021. Disponível em: [Brazil is the world's fourth largest grain producer and top beef exporter, study shows - Portal Embrapa](#). Acesso em: 18 set. 2023

GARRIDO; A. W. J. *et al.* Determinação das curvas-chave de descargas de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2018. Disponível em: [SciELO - Brasil - Determinação das curvas-chave de descargas de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu](#). Acesso em: 18 set 2023.

IDR – PARANA. Grãos Sustentáveis. **IDR**, 2020. Disponível em: [Grãos Sustentáveis | Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná \(idrparana.pr.gov.br\)](#). Acesso em: 20 set. 2023.

NETTO, J. M. de A. - Manual de Hidráulica. 8<sup>o</sup> ed. São Paulo. 1998.

PERREIRA; R. A. *et al.* Transporte e concentração de sedimentos na bacia hidrográfica do córrego barreirinho Uberlândia - MG, 2018. Disponível em: [81.pdf \(unb.br\)](#). Acesso em: 18 set. 2023





PELLEGRINI; A.; BARBOSA; C. M. G. Manejo e conservação de solo e água. **Monitoramento hidrosedimentométrico em megas parcelas experimentais.** Paraná, p.155-185, 2023. Disponível em: [Livro-Rede-AgroPesquisa\\_digital\\_\(2\).pdf](#) Acesso em: 18 set. 2023

PINHEIRO; A. *et al.* Estudo do transporte de sedimentos e de espécies químicas em áreas ciliares submetido à chuva simulada. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2011. Disponível em: [ESTUDO DO TRANSPORTE SUPERFICIAL DE SEDIMENTOS E ESPECIES QUÍMICAS EM ÁREA CILIAR SUBMETIDO A CHUVA SIMULADA \(ufsm.br\)](#) Acesso em: 18 set. 2023.

RODRIGUES; M. Monitoramento e modelagem dos processos hidrossedimentológicos em bacias hidrográficas florestais no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado-Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. P.202.

SANTOS; G.G, GRIEBELER; N.P, OLIVEIRA; L.F.C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de engenharia agrícola ambiental**. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000200001>. Acesso em 18/09/2023

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA; M. S. L. Estudos da erosão. **Apostila do Curso de Atualização Técnica para Engenheiros Agrônomos do Banco do Brasil**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, PE. 20p. 1995.

ZANIN; P. R., BONUMÁ; N. B., FRANCO; D.. Comportamento hidrossedimentológico de bacia hidrográfica com reservatório. Geociência, São Paulo, 2017. Disponível em: [nmorales,+12304-65265-1-CE.pdf](#). Acesso em 27 out. 2023