

AVALIAÇÃO DO USO DE TURBIDÍMETRO NA ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS DE AMOSTRAS COLETADAS EM CALHAS DE MONITORAMENTO DE ENXURRADA

*Jorge Enoch Furquim Werneck Lima¹, Amanda Rodrigues Vieira², Leonardo Beserra da Silva²,
Nikolas Gebrim Rodrigues², Leonardo de Oliveira², Pedro Ribeiro Martins²,
Walszon Terllizzie Araújo Lopes³ & Eduardo Cyrino Oliveira-Filho¹*

RESUMO --- As altas concentrações de sedimentos verificadas em amostras geradas em calhas de enxurrada tornam mais complexo e trabalhoso o monitoramento dos processos erosivos com o uso dessas estruturas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de uso de um turbidímetro de bancada no monitoramento da concentração de sedimentos em amostras coletadas em experimentos com calhas de Wischmeier. O estudo se desenvolveu em duas áreas inseridas nos campos experimentais da Embrapa Cerrados, no Distrito Federal, cada qual contendo quatro calhas de Wischmeier. Na primeira área, conhecida como Sede, o solo possui cerca de 50% de argila, enquanto na segunda, denominada Serra, aproximadamente 20%. Foram coletadas 264 amostras da mistura água-sedimentos resultante do escoamento superficial decorrente de eventos de chuva nas calhas da Sede, e 160 amostras na Serra. No laboratório, foram avaliadas a turbidez e a concentração de sedimentos das amostras, sendo a primeira medida com turbidímetro de bancada e a segunda obtida por meio do método de filtração (#0,45µm). O coeficiente de determinação (R^2) foi utilizado como indicador estatístico de quanto da concentração de sedimentos foi explicada pela turbidez. Os resultados indicam que, neste caso, ainda não é possível substituir a filtração pela medição da turbidez.

ABSTRACT --- Once the concentration of sediment is high, as it happens with samples collected in runoff plots, it is difficult and time-consuming to filter a large amount of them. Thus, the aim of this study was to evaluate the possibility of using the turbidity for monitoring the sediment concentration of samples collected in Wischmeier plots. The study was conducted in two areas placed in the experimental fields of Embrapa Cerrados, Federal District, Brazil, each of them containing four plots. In the first area, known as "Sede", the soil has about 50% of clay, while the second one, called "Serra", approximately 20%. In the plots from "Sede", 264 samples of the sediment-water mixture were collected, while 160 samples were generated in the "Serra" plots. In the laboratory, turbidity and sediment concentration of the samples were evaluated; the first being measured with a benchtop turbidimeter and the second obtained using the filtration method (#0,45µm). The coefficient of determination (R^2) was used as the statistical indicator of how the sediment concentration was explained by the turbidity data. The results indicate that, in this case, it is not possible to replace the filtration method by turbidity measurements.

Palavras-chave: erosão, hidrometria, escoamento superficial.

¹ Pesquisador da Embrapa Cerrados. BR020, km 18, Planaltina-DF. E-mail: jorge.werneck-lima@embrapa.br.

² Graduando em Gestão Ambiental, Universidade de Brasília-UnB, Campus de Planaltina-DF; e Estagiário da Embrapa Cerrados.

³ Especialista em Recursos Hídricos da ANA e Professor do IESPlan/DF, Departamento de Engenharia Civil.

INTRODUÇÃO

A turbidez da água é uma variável bastante utilizada para a determinação indireta da concentração de sedimentos em suspensão em rios (Lewis, 1996; Rasmussen et al., 2009; Lima et al., 2011). Contudo, dependendo das características do material transportado (quantidade, granulometria e cor) e das propriedades químicas da água, a confiabilidade dessa relação pode ser reduzida (Sutherland et al., 2000; Carvalho et al., 2004; Anderson, 2005; Pinheiro et al., 2013).

As altas concentrações de sedimentos verificadas em amostras obtidas em calhas de medição da água de enxurrada tornam complexo e trabalhoso o monitoramento dos processos erosivos com o uso dessas estruturas. Além da demora no processo de filtração, muitas vezes, é necessária a diluição das amostras para a medição da turbidez, uma vez que amostras com alta concentração de sedimentos, em geral, ultrapassam os intervalos de trabalho desses equipamentos (0-1000 NTU).

O Laboratório de Hidrometria da Embrapa Cerrados tem trabalhado, atualmente, com diferentes experimentos com o uso de calhas de monitoramento da enxurrada no Distrito Federal, onde o período de chuva se concentra em sete meses do ano, de outubro a abril. Durante este período, o número de eventos que geram escoamento superficial nas calhas é expressivo, gerando um grande número de amostras para análise da concentração de sedimentos.

Como forma de acelerar e simplificar tais atividades laboratoriais, o objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de uso de um turbidímetro de bancada no monitoramento da concentração de sedimentos em amostras coletadas em experimentos com calhas de Wischmeier.

MÉTODOS E MATERIAIS

Área de estudo

O estudo se desenvolveu em duas áreas inseridas nos campos experimentais da Embrapa Cerrados (Figura 1), no Distrito Federal.

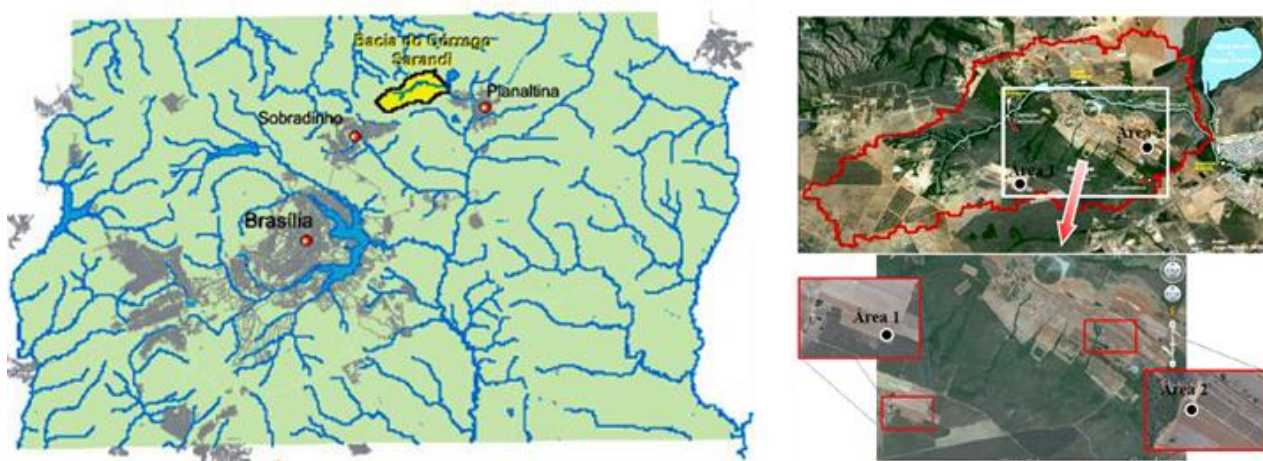


Figura 1 – Localização das calhas instaladas em relação ao Distrito Federal e à área da Bacia Experimental do Córrego Sarandi (Lima et al., 2013).

Na primeira área, conhecida como Serra, o solo apresenta cerca de 20% de teor de argila, enquanto na segunda, denominada Sede, aproximadamente 50% (Lima et al., 2013).

Em cada área foram instaladas quatro calhas de Wischmeier, com 21x3 metros, submetidas a diferentes coberturas vegetais (Figura 2).

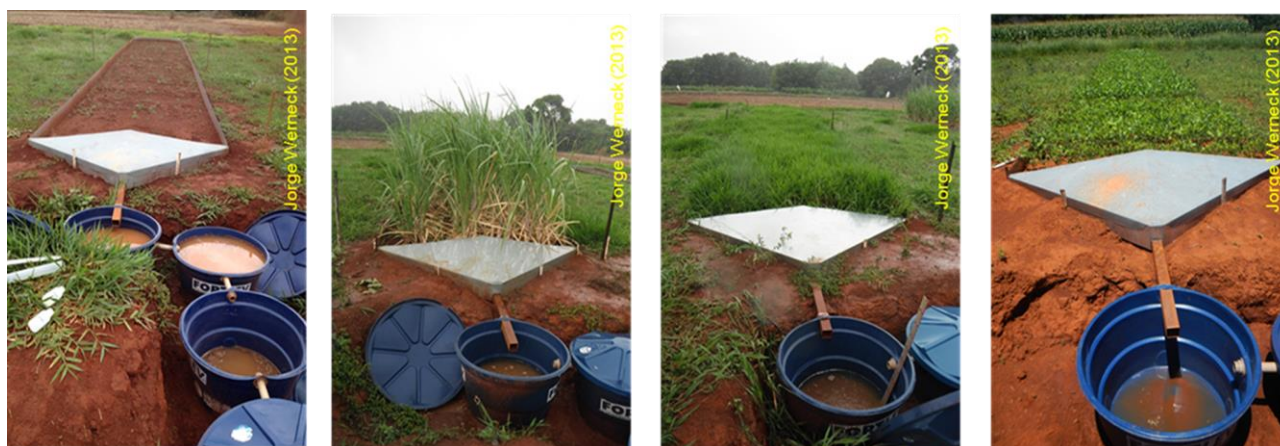


Figura 2 – Calhas de Wischmeier instaladas próximo à Sede da Embrapa Cerrados sob diferentes condições de cobertura, quais sejam: solo nu, cana, braquiária e soja (Lima et al., 2013).

Coleta de amostras

Foram coletadas 160 amostras da mistura água-sedimentos resultante do escoamento superficial ocorrido nas calhas da Serra, e 264 amostras nas da Sede.

Destaca-se o fato de as estruturas terem sido instaladas para coletar todo o escoamento gerado em cada uma das calhas. Dessa forma, cada calha possui uma bateria de caixas d'água de 500L (Figura 2), nas quais são realizadas, em cada uma, as medições de volume e amostragens da mistura água-sedimentos após cada evento de chuva que gere escoamento. Dessa forma, cada amostra representa os dados de uma determinada caixa-d'água. Para a amostragem, o material armazenado em cada caixa é agitado da melhor forma possível para que o material particulado fique em suspensão. Além de movimentos giratórios, também são feitos movimentos aleatórios na água da caixa na busca por uma melhor homogeneização da mistura água-sedimentos. Em seguida, numa posição que represente cerca de metade do raio da caixa, efetua-se a amostragem descendo e subindo a garrafa a uma velocidade tal que, ao retornar, esta não esteja cheia (evitando a concentração da amostra), buscando-se algo o mais próximo possível de uma amostra integrada na vertical.

As características do solo fazem com que o número de amostras, bem como suas concentrações e granulometrias dos sedimentos sejam bastante diferentes nas duas áreas, como apresentado na Figura 3.



Figura 3 – Exemplo de amostras de “água + sedimentos” coletadas nas calhas de Wischmeier instaladas na Embrapa Cerrados em solos arenosos e argilosos (Lima et al., 2013).

Análises laboratoriais

No laboratório, foram avaliadas a turbidez e a concentração de sedimentos das amostras (~400mL), sendo a primeira medida com turbidímetro de bancada e a segunda obtida por meio do método de filtração (#0,45µm).

No caso da medição de turbidez, em muitos casos, como os valores ultrapassaram o limite do equipamento (1000 NTU), foi necessário efetuar a diluição das amostras com água destilada.

No caso da filtração, em muitos casos, em razão da grande quantidade de sedimentos, foi necessário realizar o processo em mais de uma etapa, com a repartição da amostra e o uso de mais de um filtro. Mesmo assim, o processo de análise ainda permaneceu extremamente moroso quando comparado com as amostras que são coletadas em rios da região.

Interpretação dos resultados

Além da análise visual dos gráficos gerados com os dados obtidos em cada uma das áreas (Serra e Sede), o coeficiente de determinação (R^2) foi utilizado como indicador estatístico de quanto da concentração de sedimentos foi explicada pela turbidez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas as comparações entre os dados de concentração de sedimentos e turbidez medidos nas amostras coletadas nas calhas instaladas na Serra e na Sede, respectivamente.

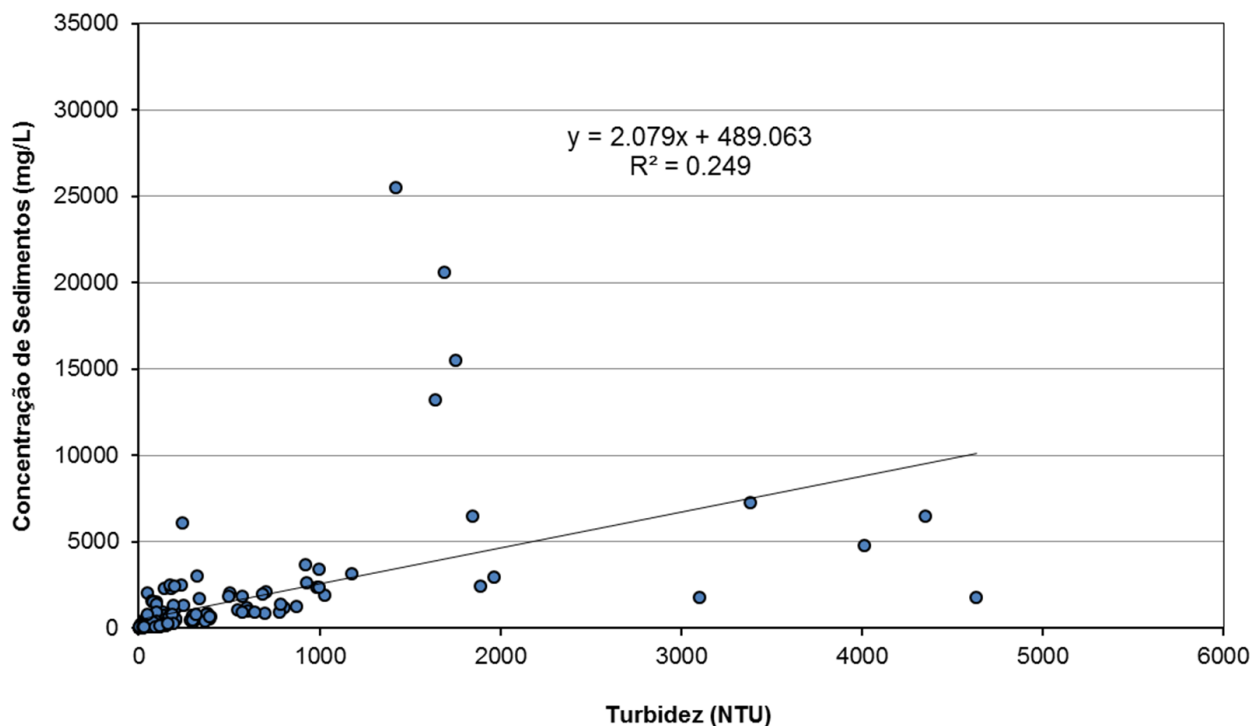


Figura 4 – Comparação entre os dados de concentração de sedimentos e turbidez das amostras coletadas nas calhas instaladas na área da Serra (solo arenoso) da Embrapa Cerrados.

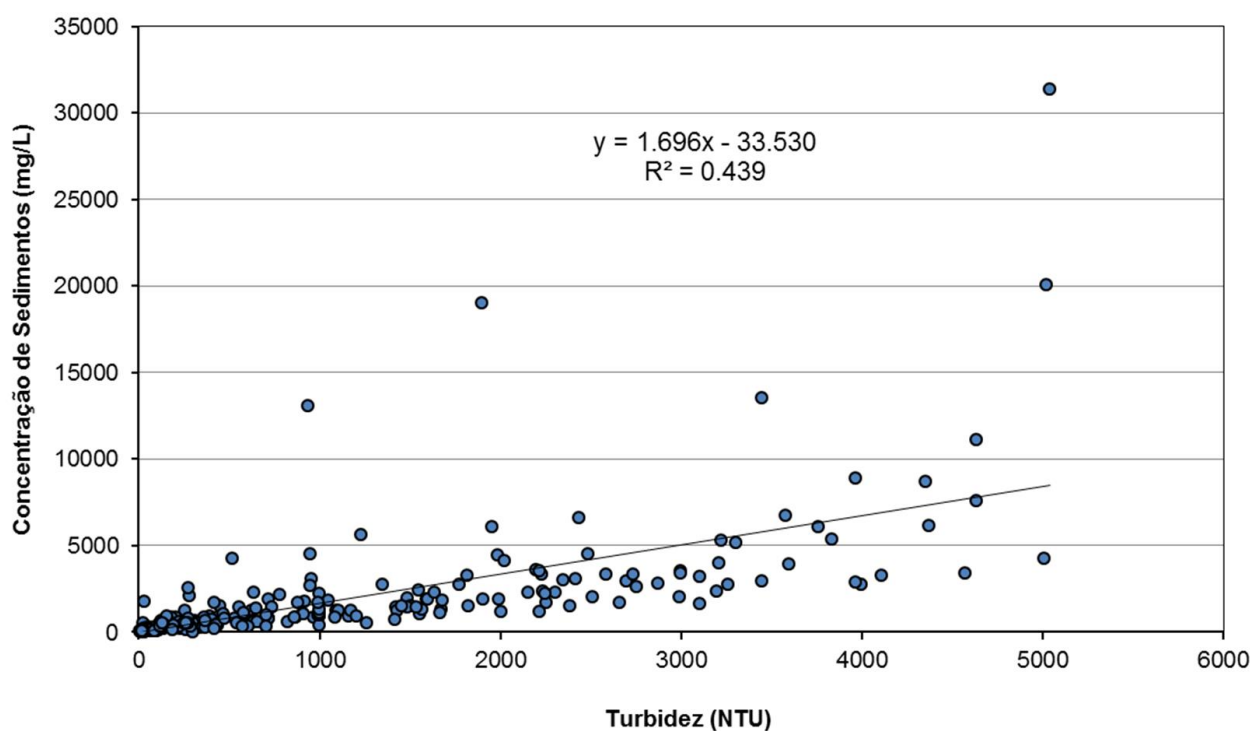


Figura 5 – Comparação entre os dados de concentração de sedimentos e turbidez das amostras coletadas nas calhas instaladas na área próxima à Sede (solo argiloso) da Embrapa Cerrados

Os resultados obtidos nas calhas da Sede ($R^2 = 0,439$) são melhores do que os observados naquelas da Serra ($R^2 = 0,249$), contudo, em ambos os casos estes não se mostraram satisfatórios, principalmente para as concentrações de sedimentos mais elevadas.

Evidentemente, a complexidade em lidar com tais amostras, desde a coleta nas caixas d'água até as análises laboratoriais, envolvendo um difícil processo de homogeneização do material para conceder representatividade à amostra, processos de diluição e repartição de amostras (amostras das amostras), imputaram erros ao longo de toda a análise e que certamente contribuíram para que as relações buscadas não fossem satisfatórias. Cuidados foram tomados para a minimização dessas fontes de erro, de forma que os resultados refletissem, efetivamente, a relação entre os métodos.

Destaca-se que os resultados obtidos são corroborados pelos trabalhos de Carvalho et al. (2004) e Pinheiro et al. (2013), que indicam o fato das medições de turbidez serem pouco confiáveis para valores acima de 500 NTU (correspondentes a altas concentrações de sedimentos), bem como pela presença de areia na amostra. Essas duas afirmativas explicam, tanto o resultado global obtido, quanto o fato de na Serra, onde os solos são mais arenosos, as relações entre a turbidez e a concentração de sedimentos terem se mostrado piores do que na Sede, onde os solos são mais argilosos.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, não se recomenda o uso de turbidímetro de bancada para o monitoramento da concentração de sedimentos em experimentos com calhas de Wischmeier. Desta forma, o monitoramento deve continuar sendo efetuado pelo método da filtração das amostras coletadas em campo.

AGRADECIMENTOS

Ao José Roberto Leopoldino (Jatobá) e Luciano Adjuto pelo apoio às atividades de campo; Ao CNPq (Projeto SWAT-Cerrado), ao MCT/Finep/CT-Hidro (Projeto REHIDRO) e à Embrapa (Projetos EcoValoração e GeoCerrado), pelo financiamento desta atividade.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, C.W. (2005). Turbidity: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 9, chaps. A6.7. Disponível em: http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/Section6.7_v2.1.pdf. Acesso em: setembro de 2014.
- CARVALHO, K.S; PARANHOS, R.M; PAIVA, J.B.D. (2004). Limitações ao uso da relação entre turbidez e concentração de sedimento em suspensão em duas pequenas bacias em Santa Maria, RS. In: Anais do XXI Congresso Latino-americano de Hidráulica, São Pedro-SP: IARH.
- LEWIS, J. (1996). Turbidity-controlled suspended sediment sampling for runoff-event load estimation. *Water Resources Research*, 32(7), p.2299-2310.
- LIMA, J.E.F.W.; LOPES, W.T.A.; OLIVEIRA-FILHO, E.C.; MUNIZ, D.H.F. (2011). Relação entre a turbidez e a concentração de sedimentos em suspensão em uma bacia agrícola típica do Cerrado: o caso da Bacia Experimental do Alto Rio Jardim, DF. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió-AL: ABRH.
- LIMA, J.E.F.W.; OLIVEIRA-FILHO, E.C.; MARTINS, P.R.; SILVA, F.D.M.; SOBRINHO, H.C.; ARAÚJO, L.S.; OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, N.G.; OLIVEIRA, N.B. (2013). Instalação de calhas de monitoramento da enxurrada para apoio a estudos hidrológicos no Bioma Cerrado. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves: ABRH.
- PINHEIRO, E.A.R.; ARAÚJO, J.C.; FONTENELE, S.B.; LOPES, J.W.B. (2013). Calibração de turbidímetro e análise de confiabilidade das estimativas de sedimento suspenso em bacia semiárida. *Water Resources and Irrigation Management*, 2(2), p.103-110.
- RASMUSSEN, P.; GRAY, J.R.; GLYSSON, G.D.; ZIEGLER, A.C. (2009). Computing Time-Series Suspended-Sediment Concentrations and Loads from Turbidity-Sensor and Streamflow Data. *U.S. Geological Survey Techniques and Methods*, book 3, chap. C4, 52 p.
- SUTHERLAND, T.F.; LANE, P.M.; AMOS, C.L.; DOWNING, J. (2000). The calibration of optical backscatter sensors for suspended sediment of varying darkness levels: *Marine Geology*, v.162, p.587-597.