



Avaliação do Transporte de Sedimentos no Rio Jundiáí com apoio do Software SEDIM 2.0

Autor: Stephanie C P C de Medeiros¹

1.Introdução

Erosão, transporte e deposição de sedimentos em leitos de cursos d' água são fenômenos naturais que ocorrem de forma lenta e contínua. Os problemas se iniciam com a aceleração desses processos naturais causados pela interferência humana, através da ocupação de forma desordenada e irresponsável as áreas próximas aos leitos dos rios. A falta de cuidados, como a retirada da vegetação, o manejo inadequado do solo e a urbanização acelerada próxima aos rios, são fatores que aceleram os processos naturais, trazendo diversas consequências ao meio ambiente e ao homem. Pode-se destacar, como exemplos dessas consequências, o assoreamento de reservatórios e rios; redução da qualidade da água para consumo e irrigação; mortandade de espécies aquáticas; impossibilidade de navegação, entre outros. Desta forma, torna-se indispensável realização de estudos sedimentológicos de forma a conhecer e controlar o transporte de sedimentos em determinado curso d' água.

2.Objetivos Gerais

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar o transporte e deposição de sedimentos no Rio Jundiáí, Estado de São Paulo, afluente do rio Tietê, a partir dos dados de coleta de água bruta obtidos por métodos tradicionais e comparação por modelagem no software SEDIM 2.0, conduzindo uma abordagem teórica da problemática do transporte de sedimentos, de forma a avançar os estudos anteriores realizados na seção de estudo. Também no sentido de, com apoio do software SEDIM 2.0, apresentar de forma comparativa com os resultados das análises das coletas do rio Jundiáí, realizadas anteriormente.

3.Metodologia

Este trabalho estuda a bacia hidrográfica do rio Jundiáí. A bacia está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Piracicaba, Capivari e Jundiáí, UGRHI/PCJ, e possui área total de 1.114 km² abrangendo 11 municípios que se encontram entre as regiões metropolitanas de São Paulo e de Campinas. Sua localização geográfica tem grande influência na importância regional, pois possui grande crescimento populacional e econômico, acima da média do estado, e com grande crescimento industrial. (Barbaroto Junior, 2014; Haupt e Porto, 2009).



3.1. Software SEDIM 2.0

O “software” SEDIM 2.0 é um código computacional para o cálculo do transporte de sedimentos e foi desenvolvido com o objetivo de calcular a vazão sólida do material do leito que se movimenta essencialmente por arraste (bed-load) e que se movimenta por arraste e suspensão (bed-material). Para isso, possui 10 fórmulas de arraste e suspensão e 4 fórmulas somente de arraste, sendo elas; Laursen, Engelund & Hansen; Colby; Ackers & White (D50); Ackers & White (D35); Yang Sand (D50); Yang Sand (FT); Yang Gravel (D50); Yang Gravel (FT); Yang Sand & Gravel; Schoklitsch; Kalinske; Meyer-Peter & Muller; Rottner. (Campeão e da Hora, 2018).

Dados das frações de tamanho em porcentagem:	
0,000 a 0,062 mm:	0 %
0,062 a 0,125 mm:	9.5 %
0,125 a 0,250 mm:	3.8 %
0,250 a 0,500 mm:	26.7 %
0,500 a 1,000 mm:	33.0 %
1,000 a 2,000 mm:	27.0 %
2,000 a 4,000 mm:	0.0 %
4,000 a 8,000 mm:	0.0 %
8,000 a 16,000 mm:	0.0 %
16,000 a 32,000 mm:	0.0 %
32,000 a 64,000 mm:	0.0 %

Figura 01 - Interface do SEDIM 2.0.

3.2. Materiais de Coleta

A coleta deve seguir o princípio de integração vertical e igual incremento de largura ou descarga para amostragem de sedimentos em suspensão, já no caso de amostragens do material do leito podem ser usadas as mesmas verticais das coletas em suspensão fazendo um conjunto representativo para posterior análise granulométrica (Poletto, 2014; Carvalho, 2008), e para a análise do material coletado foi utilizada uma bomba a vácuo e um conjunto de filtros de papel para a determinação da concentração de sólidos C_{ss} em mg/l para cada amostra coletada.



Para a coleta do material de fundo, necessária para a determinação de parâmetros com o objetivo da análise dos sedimentos, foi escolhido utilizar o amostrador do tipo Petersen. O amostrador tipo Petersen é utilizado para retirar amostras de material do leito, sendo considerado um amostrador de raspagem e de penetração vertical. O mesmo possui um dispositivo de desarme que consiste em alavanca de braço móvel. A draga desce com as caçambas abertas pela alavanca e, ao tocar o leito do rio, desarma, permitindo a coleta de material.

Já para a análise dos sedimentos coletados, foi utilizado um conjunto de peneiras e um agitador, distribuindo as partículas da amostra de acordo com sua granulometria seguindo as recomendações da norma ABNT NBR 7181 (2016).



Figuras 02 e 03 - Amostrador Tipo Petersen e Conjunto de Peneiras Granulométricas.

4. Resultados e Análise

Para a avaliação proposta, foram coletadas amostras de sedimentos no leito do Rio Jundiaí, na seção localizada em Campo Limpo Paulista. No local existe uma passarela de pedestres sobre o rio, o que facilitou a amostragem.

Durante o projeto de pesquisa, foram feitas seis expedições para a coleta de dados e feita a análise granulométrica de três amostras - dado que devido ao cenário da pandemia o acesso ao laboratório foi impossibilitado - cada uma com 400g. Simultaneamente, outra equipe realizou medições dos parâmetros hidráulicos na seção do rio e também amostragem de sedimentos em suspensão com equipamento US-DH 48.

Os resultados obtidos das amostragens citadas acima, coletados diretamente na seção do rio Jundiaí, após as análises com o peneiramento realizado na Laboratório de Geotécnica da FEC-Unicamp, foram compilados em tabelas, e estão resumidos no gráfico das curvas granulométricas a seguir.

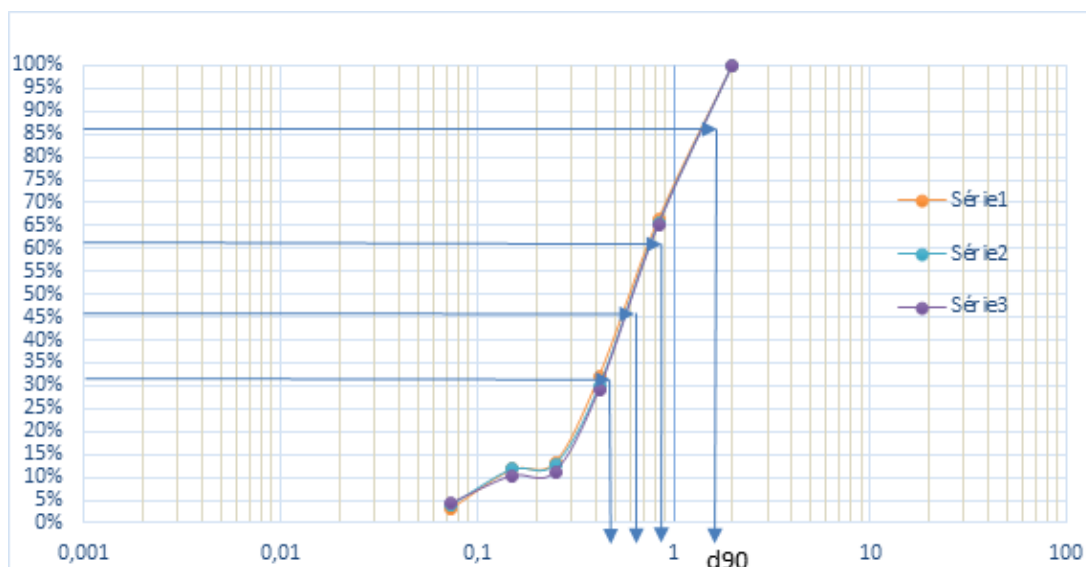


Figura 04 - Curvas Granulométricas das amostras.

Após a confecção do gráfico que compila as três curvas granulométricas, o cálculo dos parâmetros o D90, D65, D50 e D35 foi realizado de forma gráfica. Além disso, os dados das frações de tamanho em porcentagem também foram realizados de forma gráfica. Importante destacar que foram utilizados os parâmetros como descarga hidráulica, área da seção, largura, profundidade média, temperatura, velocidade média, raio hidráulico e coeficiente de rugosidade obtidos pela outra equipe que realizou medições dos parâmetros hidráulicos, que é o objetivo de outro projeto de pesquisa.

Com a inserção dos parâmetros citados acima, obteve-se os resultados a partir do Software SEDIM 2.0, apresentados na tabela abaixo.

Tabela 01 - Resultados obtidos a partir do SEDIM 2.0

Fórmula	C (mg/l)	Qst (ton/dia)
YangGravelFT	0,00064	0,00008
Rottner	0,00840	0,00106
AckersWhiteD35	0,11088	0,01403
YangSandD50	1,00000	0,12652
YangGravelD50	1,00000	0,12652
YangSandFT	13,67786	1,73054
YangMixFT	13,67786	1,73054
MeyerPetereMuller	58,39539	7,38827
Schoklitsch	75,75375	9,58447
EngelundeHansen	83,81239	10,60406
Kalinske	589,90220	74,63525



Para possível verificação dos resultados encontrados pelas equações acima com a vazão de sedimentos real, é feita uma comparação com o valor encontrado por amostragem direta.

Tabela 02 - Dados obtidos do amostrador direto.

Amostrador	C (mg/l)	Qst (ton/dia)
Amostragem US-DH 48 (*)	61,15000	7,92500

Observa-se que para as condições do estudo e as características locais, as equações de Meyer-Peter e Muller I, Schoklitsch, Engelund e Hansen apresentaram os melhores resultados comparados com os valores obtidos por amostragem direta, realizada simultaneamente com as coletas de fundo.

5. Conclusões

A partir dos resultados obtidos pelas equações, é possível chegar a conclusão de que, para as condições do estudo e as características locais, as equações de Meyer-Peter e Muller I, Schoklitsch, Engelund e Hansen apresentaram os melhores resultados comparados com os valores obtidos por amostragem direta, realizada simultaneamente com as coletas de fundo.

Entretanto, é recomendado uma avaliação mais aprofundada a respeito das equações, principalmente com um número maior de amostras. Também é necessário realizar uma campanha de amostragem de transporte de arrasto, para verificar aderências com as equações que calculam as duas parcelas conjuntamente.

Em transporte de sedimentos nada pode substituir o conhecimento da bacia hidrográfica, da ocupação e uso do solo e parâmetros hidráulicos, bem como as amostras obtidas in loco são fundamentais para o refinamento dos resultados. Então, é sempre necessário ter cautela com a utilização de softwares e coletas de dados, utilizando-os como complemento de estudo, e não como tomada de decisão.

Outra variável importante é a quantidade de amostras e a frequência que as visitas técnicas são realizadas. O estudo em questão foi feito utilizando amostras do período seco do ano, conseqüentemente, época em que às vazões do Rio Jundiaí estão significativamente menores, e conseqüentemente, a vazão de sedimentos. Além disso, devido ao cenário da pandemia foram feitas poucas visitas técnicas, diminuindo o número de amostras e a exatidão das mesmas.

Portanto, para resultados mais concisos, é necessário uma maior quantidade de amostras espaçadas durante o ano inteiro, abrangendo tanto o período seco quanto úmido, de forma a identificar efeitos sazonais para os fenômenos de transporte de sedimentos, além de resultados mais acurados com maiores números de amostras.