

ANÁLISE DE PROCESSOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ.

Palavras-Chave: “HIDROSSEDIMENTOLOGIA”, “BACIA HIDROGRÁFICA”, “PRECIPITAÇÃO”.

Autores/as:

EDUARDO VIEIRA DA SILVA, FECFAU, UNICAMP.

ISABELLA JUNQUEIRA SILVA, FECFAU, UNICAMP.

YASMIN COSTA LIMA, FECFAU, UNICAMP.

PROF. DR. ANDRÉ LUÍS SOTERO SALUSTIANO MARTIM (ORIENTADOR) FECFAU, UNICAMP.

Coautores/as:

LUIS FERNANDO MURILLO BERMÚDEZ, FECFAU, UNICAMP.

INTRODUÇÃO:

As bacias hidrográficas suprem cidades e comunidades com seus rios e afluentes, nos quais interagem com outros recursos de origem natural e também antrópica. Estas relações muitas vezes podem ser prejudiciais ao equilíbrio ambiental desses locais e ainda se carece de um monitoramento adequado dos fenômenos ocorrentes nas bacias como os relacionados com o ciclo hidrossedimentológico expressados nas variáveis de concentração de sedimentos, turbidez, vazão, entre outros.

Segundo Carvalho (2008), o sedimento é a partícula derivada das rochas, ou de materiais biológicos, que pode ser transportada por fluído; é o material sólido em suspensão na água ou depositado no leito. É originado da erosão na bacia e da erosão no próprio leito e margens. Nesse sentido, o aumento acelerado do uso do solo e do aproveitamento dos recursos hídricos somados à falta de planejamento urbano e rural tem como consequência a ocupação irregular do solo a redução de matas ciliares e cobertura vegetal, acarretando, o aumento das erosões nas terras e do transporte sólido nos rios.

De acordo com Brito (2012), a erosão hídrica é uma das principais formas de degradação do solo, acarretando prejuízos de ordem econômica, ambiental e social.

Precipitações intensas têm total influência nas erosões de solo. Ou seja, é diretamente proporcional, quanto mais chover, mais chances do solo erodir. De acordo com Glênio G. Santos (2010): “Os sedimentos, fertilizantes e agroquímicos, são arrastados e provocam problemas de assoreamento e poluição na rede hidrográfica, diminuindo a seção de vazão dos leitos dos rios e aumentando os riscos de cheias, o que compromete a perenidade dos cursos de água.”

Diante disso, o presente trabalho visou analisar a dinâmica dos sedimentos transportados no rio Jundiaí, estado de São Paulo a partir das análises granulométricas e das taxas de descarga sólidas a partir de amostras coletadas em campo, além de descrever as interações com os fatores hidrometeorológicos.

METODOLOGIA:

1. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Jundiaí, está localizada no estado de São Paulo, formando parte da unidade de gerenciamento de recursos hídricos N°5. A nascente

do rio Jundiáí, encontra-se na Serra da Pedra Vermelha, na cidade de Mairiporã e o exutório da bacia localizado na cidade de Salto, a área total aproximada é de 1.154,46 km² (CONSORCIO PROFILL-RHAMA, 2020).

Na Figura 1 é mostrada a localização da bacia objeto de estudo e os três pontos de monitoramento na parte alta da bacia (CLP), no exutório (Jundiáí) e em um de seus afluentes (Piraí).

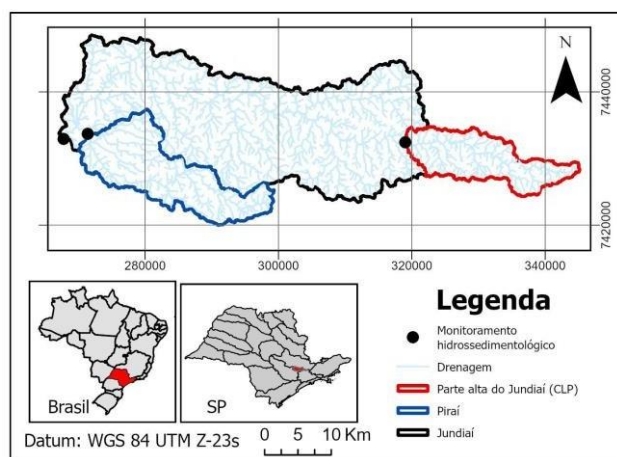


Figura 1. Mapa da bacia hidrográfica do Rio Jundiáí mostrando os locais de monitoramento.

2. Trabalho de coleta de amostras em campo.

Para o início da pesquisa foi necessário dirigir-se até os respectivos rios, com a intenção de coletar amostras de água, sedimento e material do leito nas cidades de Salto e Campo Limpo Paulista (para a coleta do rio Piraí e do rio Jundiáí). O trabalho de coleta foi realizado através de amostradores padronizados. Foram recolhidos sedimentos do fundo do rio com o auxílio de uma Draga Petersen, para após medir a vazão do rio com a assistência de um medidor de vazão ultrassônico. Os mesmos procedimentos foram realizados nos três pontos de coleta.



Figura 2. Suporte e guincho, medidor de vazão ultrassônico, draga Petersen e DH 48 respectivamente.

3. Filtração das amostras e cálculo da concentração de sedimentos em suspensão.

Já no Laboratório de Saneamento foram usados recipientes e filtros juntamente com as amostras líquidas, em seguida, classificados os receptáculos por números sucessivos. Os recipientes foram pesados e colocados na mufla, para posteriormente, ser iniciado o procedimento de filtração. Terminado este processo, os recipientes foram postos na estufa, a fim de eliminar qualquer resquício de água. Depois de 1 hora, voltou-se ao laboratório para efetuar a pesagem novamente, porém dessa vez, com os sedimentos presentes nos filtros. O valor de concentração dos Sedimentos em Suspensão foi calculado restando o valor antes da filtração do obtido após filtração e secagem dividido pelo volume de amostra passada pelo filtro, a unidade é expressada em mg/l.



Figura 3. Equipamentos para a filtragem das amostras líquidas no laboratório de saneamento.

4. Granulometria de sedimentos do material do leito.

O processo de peneiramento foi realizado com as amostras já secas na estufa do Laboratório de Hidrologia, em seguida utilizamos as peneiras granulométricas separando cada parte, da mais grossa (como pedregulhos) para a mais fina (areia), e pesando as mesmas cada vez que foram separadas. Ao chegarmos na parte mais fina da amostra (argila/silte), as reservamos em um recipiente metálico para ser analisado na Faculdade de Engenharia de Alimentos como amostras secas.



Figura 4. Peneiramento de amostras do leito do rio no laboratório de solos.

5. Granulometria de sedimentos em suspensão e sedimentos finos de fundo.

Foram separadas algumas amostras para pesquisa dos três locais. O próximo passo foi configurar o programa responsável pela leitura dos dados. Quando se iniciava uma nova análise, era preciso limpar a Difratômetro a laser (Mastersizer 2000) com água destilada, para não haver erro na leitura dos dados, ou seja, não fazer a leitura de partículas da amostra anterior. Em seguida, a amostra foi esvaziada diretamente na máquina e com

a ajuda do software, indicou a quantidade de partículas em suspensão nas amostras dos rios estudados.

Este mesmo processo foi usado para conhecer a granulometria da parte fina dentro dos sedimentos do leito.



Figura 5. Mastersizer 2000.

6. Análise dos parâmetros hidrossedimentológicos.

Na última etapa foram tabelados todos os dados coletados em campo e em laboratório para cada um dos três pontos de monitoramento. Entre os parâmetros analisados estão as vazões (Q) e concentrações de sedimentos em suspensão (CSS), os diâmetros efetivos D10, D50 e D90 dos sedimentos em suspensão (Gss) e do material do leito (Gsf) além da sua porção mais fina (Gsff). Dados de precipitação total antecedente de 1 dia (P1d) e 7 dias (P7d) antes das coletas efetuadas foram extraídos do Sistema de Suporte a Decisões das Bacias PCJ (<https://ssd.baciaspcj.org.br/>) que é alimentado dos dados do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo. O mesmo sistema também provê dados de vazão nos locais de monitoramento, foi proposta uma correlação entre estas vazões e as medidas para o preenchimento nos casos em que houve problemas com a medição.

Finalmente foi aplicada a matriz de correlação de Pearson para medir o grau de correlação entre as variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados sintetizados dos três locais de monitoramento, A unidades de vazão Qmed e Qsaisp são m³/s, a CSS

é mg/l, os Diâmetros efetivos Gss e Gsf em µm e Gsf em mm, as precipitações P1d e P7d em mm de chuva.

Tabela 1. Resumo de dados para a parte alta do rio Jundiáí (CLP).

CLP														
Data	Qmed	Qsaisp	CSS	Gss			Gsf			Gsf			P1d	P7d
				D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)	D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)	D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)		
04/05/2023	1,3	1,2	11,0	5,5	20,3	69,6	0,2	0,5	1,2	21,2	56,0	100,1	0,0	10,0
01/06/2023	2,4	2,1	466,0	5,9	21,3	59,8	0,2	0,4	1,5	13,1	57,1	103,7	24,4	30,0
20/07/2023	0,9	0,8	4,7	9,6	27,4	66,5	0,2	0,5	1,9	5,7	45,8	81,9	0,0	0,2
21/09/2023	1,4	0,6	9,0	10,9	31,1	71,4	0,1	0,3	1,1	2,0	16,1	48,2	0,0	20,4
18/10/2023	2,8	2,3	76,0	5,8	21,8	70,6	0,1	0,4	1,5	6,4	51,1	97,3	15,8	80,0
01/11/2023	1,9	1,7	65,6	8,7	26,2	70,2	0,1	0,5	1,9	/	/	/	6,4	15,0
16/11/2023	4,4	4,2	1040,0	5,5	21,7	66,4	0,0	0,4	1,8	1,8	20,7	70,1	0,4	0,8
30/11/2023	5,7	5,4	233,3	3,4	16,1	92,5	/	/	/	/	/	/	42,0	96,8
14/12/2023	1,0	0,9	14,8	6,2	22,8	70,6	0,2	0,5	2,8	2,6	15,7	73,6	0,0	13,0
22/02/2024	0,9	2,3	129,3	4,4	19,2	69,8	0,1	0,2	0,6	2,4	8,8	39,9	36,0	117,2

Tabela 2. Resumo de dados para a rio Pirai.

Pirai														
Data	Qmed	Qsaisp	CSS	Gss			Gsf			Gsf			P1d	P7d
				D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)	D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)	D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)		
23/03/2023	/	2,7	40,0	6,5	29,8	110,1	0,2	5,0	14,8	9,3	53,9	101,4	0,3	11,3
13/04/2023	1,8	1,6	24,5	8,2	29,2	104,2	1,8	19,5	33,8	18,0	57,4	104,0	0,3	17,0
25/05/2023	1,3	1,2	/	9,0	34,0	105,0	0,5	1,4	21,8	25,1	58,7	103,8	0,3	0,8
27/07/2023	0,5	0,8	7,0	14,3	41,4	1188,8	0,5	4,4	30,0	10,8	50,3	97,0	0,0	0,5
28/09/2023	0,7	0,6	6,9	9,9	35,8	113,2	0,4	1,2	6,6	3,2	14,2	84,0	12,3	12,3
26/10/2023	1,6	1,2	13,4	11,1	37,4	114,9	0,3	0,8	1,8	1,3	21,3	81,7	0,0	0,0
09/11/2023	1,5	1,4	14,5	6,9	20,9	69,5	0,3	1,5	22,8	/	43,4	/	0,0	20,8
23/11/2023	1,9	1,6	23,1	7,0	25,0	83,4	0,2	0,6	21,6	2,8	30,3	77,5	19,0	54,0
07/12/2023	1,9	1,6	19,9	7,6	29,0	96,2	0,2	0,6	19,7	2,7	27,2	82,0	0,0	12,3
08/02/2024	/	1,1	23,2	10,6	39,3	121,5	0,1	0,7	1,8	/	/	/	0,0	24,3
21/03/2024	1,4	1,4	21,6	7,1	29,6	102,0	0,2	0,6	1,7	3,4	33,5	1054,5	6,5	11,5

Tabela 3. Resumo de dados para a rio Jundiáí.

Jundiáí														
Data	Qmed	Qsaisp	CSS	Gss			Gsf			Gsf			P1d	P7d
				D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)	D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)	D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)		
28/09/2023	10,4	13,3	74,7	20,8	78,7	253,4	0,0	0,2	1,1	5,9	49,1	91,7	11,8	11,8
26/10/2023	6,8	8,3	11,5	12,3	58,7	747,0	0,0	0,1	0,4	3,0	40,5	84,3	0,0	0,0
09/11/2023	6,5	8,4	19,3	17,1	69,4	689,8	/	/	/	/	/	/	0,0	24,3
23/11/2023	10,0	10,9	61,2	16,6	69,7	171,3	0,0	0,2	0,5	4,5	49,0	106,8	16,5	71,8
07/12/2023	12,4	13,7	80,6	7,7	30,5	89,7	0,1	0,6	1,9	3,1	28,7	83,3	0,3	4,3
08/02/2024	/	6,6	23,5	10,0	46,1	164,3	0,3	2,4	9,5	3,7	42,8	96,0	0,0	24,5
21/03/2024	/	7,8	34,8	10,9	54,0	158,6	0,1	0,4	1,0	3,4	9,5	48,2	0,0	2,8
02/05/2024	/	2,9	13,7	/	/	/	0,1	0,2	0,6	5,9	49,6	106,7	0,0	43,3

Usando a correlação entre as vazões Qsaisp e Qmed foi possível fazer o preenchimento dos dados faltantes de vazão, na Figura 5 é apresentado o gráfico de dispersão mostrando R² superior a 0,86.

Na Figura 6 é mostrada a matriz de correlação de Pearson as variáveis que apresentaram um maior grau de relação foi as vazões com a CSS e no rio Jundiáí a granulometria dos sedimentos em suspensão (D10 e D50) com as precipitações.

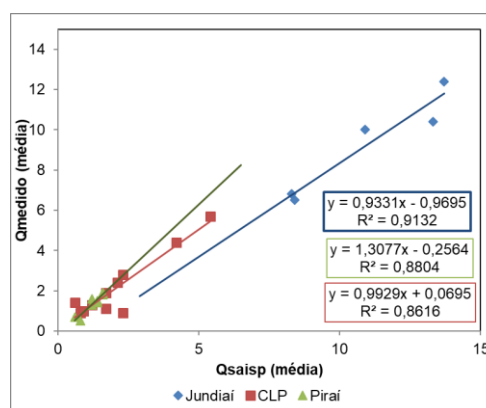


Figura 5. Relação Qsaisp e Qmed

	Qmed	Qsaisp	CSS	Gss-D(0.1)	Gss-D(0.5)	Gss-D(0.9)	Gsf-D(0.1)	Gsf-D(0.5)	Gsf-D(0.9)	Gsff-D(0.1)	Gsff-D(0.5)	Gsff-D(0.9)	P1d	P7d
Qmed	1,00													
Qsaisp	0,86	1,00												
CSS	0,88	0,89	1,00											
Gss-D(0.1)	-0,31	-0,61	-0,34	1,00										
Gss-D(0.5)	-0,25	-0,56	-0,29	0,99	1,00									
Gss-D(0.9)	-0,34	-0,33	-0,52	0,14	0,20	1,00								
Gsf-D(0.1)	-0,49	-0,59	-0,51	0,07	-0,05	-0,30	1,00							
Gsf-D(0.5)	0,02	-0,13	-0,07	0,03	-0,05	-0,08	0,59	1,00						
Gsf-D(0.9)	0,05	-0,13	0,05	0,12	0,14	-0,06	0,33	0,65	1,00					
Gsff-D(0.1)	-0,10	-0,17	-0,17	-0,24	-0,36	-0,30	0,68	0,36	-0,21	1,00				
Gsff-D(0.5)	0,11	-0,08	-0,10	-0,05	-0,17	-0,47	0,70	0,53	-0,02	0,79	1,00			
Gsff-D(0.9)	0,24	0,02	0,04	-0,20	-0,30	-0,47	0,70	0,66	0,29	0,73	0,92	1,00		
P1d	-0,05	0,29	0,02	-0,54	-0,53	-0,27	-0,12	-0,61	-0,55	-0,03	-0,04	-0,15	1,00	
P7d	-0,14	0,18	-0,21	-0,47	-0,43	0,24	-0,30	-0,60	-0,58	-0,20	-0,21	-0,33	0,86	1,00

	Qmed	Qsaisp	CSS	Gss-D(0.1)	Gss-D(0.5)	Gss-D(0.9)	Gsf-D(0.1)	Gsf-D(0.5)	Gsf-D(0.9)	Gsff-D(0.1)	Gsff-D(0.5)	Gsff-D(0.9)	P1d	P7d
Qmed	1,00													
Qsaisp	0,97	1,00												
CSS	0,95	0,98	1,00											
Gss-D(0.1)	-0,75	-0,70	-0,78	1,00										
Gss-D(0.5)	-0,64	-0,63	-0,70	0,93	1,00									
Gss-D(0.9)	-0,55	-0,40	-0,47	0,82	0,70	1,00								
Gsf-D(0.1)	-0,12	-0,09	0,01	0,07	-0,05	0,00	1,00							
Gsf-D(0.5)	0,12	0,18	0,26	-0,03	-0,11	0,02	0,95	1,00						
Gsf-D(0.9)	-0,01	0,10	0,09	0,16	-0,09	0,44	0,61	0,66	1,00					
Gsff-D(0.1)	0,09	0,19	0,25	0,12	0,04	0,31	0,83	0,93	0,78	1,00				
Gsff-D(0.5)	0,35	0,50	0,51	-0,01	-0,07	0,37	0,52	0,73	0,72	0,88	1,00			
Gsff-D(0.9)	0,22	0,34	0,38	0,09	0,15	0,32	0,60	0,78	0,54	0,91	0,90	1,00		
P1d	-0,14	-0,22	-0,12	-0,28	-0,39	-0,28	-0,24	-0,36	-0,17	-0,42	-0,47	-0,58	1,00	
P7d	0,26	0,22	0,29	-0,54	-0,75	-0,36	-0,02	-0,04	0,23	-0,12	-0,07	-0,36	0,80	1,00

	Qmed	Qsaisp	CSS	Gss-D(0.1)	Gss-D(0.5)	Gss-D(0.9)	Gsf-D(0.1)	Gsf-D(0.5)	Gsf-D(0.9)	Gsff-D(0.1)	Gsff-D(0.5)	Gsff-D(0.9)	P1d	P7d
Qmed	1,00													
Qsaisp	0,97	1,00												
CSS	0,92	0,93	1,00											
Gss-D(0.1)	0,23	0,36	0,31	1,00										
Gss-D(0.5)	-0,01	0,11	0,05	0,96	1,00									
Gss-D(0.9)	-0,32	-0,27	-0,61	0,12	0,26	1,00								
Gsf-D(0.1)	-0,36	-0,40	-0,19	-0,51	-0,55	-0,44	1,00							
Gsf-D(0.5)	-0,51	-0,52	-0,33	-0,42	-0,43	-0,32	0,98	1,00						
Gsf-D(0.9)	-0,48	-0,49	-0,31	-0,37	-0,39	-0,30	0,97	1,00	1,00					
Gsff-D(0.1)	0,32	0,46	0,51	0,91	0,79	-0,23	-0,21	-0,17	-0,12	1,00				
Gsff-D(0.5)	0,20	0,25	0,14	0,60	0,51	0,23	0,02	0,07	0,15	0,56	1,00			
Gsff-D(0.9)	0,30	0,27	0,23	0,39	0,27	0,03	0,17	0,17	0,23	0,39	0,94	1,00		
P1d	0,46	0,47	0,52	0,83	0,75	-0,19	-0,40	-0,40	-0,36	0,78	0,62	0,59	1,00	
P7d	0,15	0,05	0,21	0,37	0,37	-0,31	0,03	0,02	0,04	0,34	0,52	0,66	0,77	1,00

Figura 6. Matriz de correlação de Pearson das características hidrossedimentológicas para a parte alta da bacia do rio Jundiá (CLP), rio Pirai e rio Jundiá

CONCLUSÕES

A partir da coleta e análises em laboratório de dados hidrossedimentométricos nos três pontos da bacia do rio Jundiá, obtiveram-se dados de vazão, concentrações de sedimentos em suspensão e granulometrias dos sedimentos. Observou-se uma relação da vazão com a concentração de sedimentos em suspensão, a precipitação em alguns casos influenciou o aumento das concentrações.

BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, N. de O. Hidrossedimentologia prática. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência LTDA, 2008. 599 p.

SOLA BOBADILHO, R. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO EM GERENCIAMENTO COSTEIRO A PROBLEMÁTICA DOS RIOS URBANOS COSTEIRAS: ENTRAVES E POSSIBILIDADES PARA A QUALIDADE AMBIENTAL E SOCIAL. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://gerenciamentocosteiro.furg.br/images/dissertacoes/030-Rosani-Sola-Bobadilho.pdf>>.

MATHEUS FONSECA DURÃES; ROGÉRIO, C. Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 4, p. 677–685, 1 dez. 2016.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. DE. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental/Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering, v. 14, n. 2, p. 115–123, 2010.