

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NA DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PELO AUMENTO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS: APLICAÇÃO DO MÉTODO DE COLBY (1957)

Rodrigo de Almeida Oliveira Peixoto

*Universidade Federal de Uberlândia, mestre em Engenharia Civil e mestrando em Engenharia Química – UFU, e-mail: rodrigoalmeida9@yahoo.com.br.

RESUMO

A ação antrópica influencia diretamente o carreamento dos sedimentos nas bacias hidrográficas em todo território nacional. A intensificação do transporte de sedimentos provoca vários problemas, que interferem na qualidade da água. Diversas equações empíricas foram desenvolvidas e verificadas por vários investigadores, com a finalidade de prever o transporte sólido num escoamento em superfície livre. Em 1957, Colby desenvolveu um método simples e de fácil aplicação. A Bacia hidrográfica do Rio Jordão localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, apresenta evidências de ocorrência de processos erosivos que afetam a qualidade da água devido ao transporte de partículas sólidas. Assim, o presente trabalho tem objetivo analisar a influência antrópica na degradação qualidade da água pelo aumento do transporte de sedimento no rio Jordão a partir da aplicação do método de Colby (1957). Foram definidas quatro estações de coletas no curso do rio. Para determinação da vazão líquida do curso de água foram utilizados os equipamentos ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) e o molinete fluviométrico. A coleta de sedimentos suspensos foi realizada pelo método indireto de amostragem por igual incremento de largura – IIL. Para estimativa da descarga sólida total foi utilizado o método de Colby (1957). A partir dos resultados fica evidente que as descargas de sedimentos total estimada pelo método de Colby apresentaram variações entre os diferentes períodos de amostragem e entre as estações. Nas épocas de maiores precipitações ocorre o aumento significativo de transporte de sedimentos no rio Jordão. Essa variação está sendo influenciada principalmente pela falta de planejamento ambiental da bacia hidrográfica.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação ambiental, Transporte de sedimentos, Rio Jordão, Método de Colby (1957).

ABSTRACT

The anthropic action directly influences the sediment transport in the watersheds throughout the national territory. Intensification of sediment transport causes several problems, which interfere with water quality. Several empirical equations have been developed and verified by several researchers in order to predict solid transport in a free surface flow. In 1957, Colby developed a simple and easy-to-apply method. The Jordan River basin located in the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba mesoregion presents evidence of the occurrence of erosive processes that affect water quality due to the transport of solid particles. Thus, the present work has the objective of analyzing the anthropogenic influence on water quality degradation by increasing sediment transport in the Jordan River using the Colby method (1957). Four collection stations were defined in the course of the river. The ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) and the fluviometric reel were used to determine the net flow of the watercourse. The collection of suspended sediments was performed by the indirect method of sampling by equal width increase - IIL. To estimate the total solid discharge, the Colby method (1957) was used. From the results it is evident that the total sediment discharges estimated by the Colby method presented variations between the different sampling periods and between the seasons. In times of greater rainfall, there is a significant increase in sediment transport in the Jordan River. This variation is being influenced mainly by the lack of environmental planning of the hydrographic basin.

KEY WORDS: Environmental degradation, sediment transport, Jordan River, Colby Method (1957).

INTRODUÇÃO

A falta de planejamento de uso e ocupação do solo, marcado por ações antrópicas irracionais, influencia diretamente o carreamento dos sedimentos nas bacias hidrográficas em todo território nacional. A intensificação do transporte de sedimentos provoca vários problemas, que interferem nas condições equilíbrio do meio ambiente, prejudicando aspectos ambientais, econômicos e sociais.

O transporte de sedimentos é um fenômeno de grande complexidade, por sua natureza aleatória, intermitente e descontínua (BERGHOUT; MEDDI, 2016). Os sedimentos transportados em meio líquido ou no leito do rio interferem



diretamente na qualidade da água de diversos corpos hídricos. Dentre os problemas, Carvalho (2008) cita: a degradação do uso consumptivo da água, aumentando o custo de tratamento; o sedimento afeta a vida aquática e degrada a água especificamente para o abastecimento, recreação e consumo industrial; o sedimento em suspensão impede a penetração da luz e do calor, reduzindo a atividade da fotossíntese necessária e o aumento dos sedimentos finos em suspensão, diminui a população de peixes e outros animais nos rios.

O transporte das partículas sólidas no corpo hídrico depende de vários fatores. Diversas equações empíricas foram desenvolvidas e verificadas por vários investigadores, com a finalidade de prever o transporte sólido num escoamento em superfície livre. Esses modelos ditos clássicos variam em eficácia devido aos parâmetros utilizados para defini-las, às hipóteses simplificativas, às técnicas de amostragem e abordagens matemáticas (SINNAKAUDAN; SULAIMAN; TEOH, 2010).

De acordo com Carvalho (2008), Colby desenvolveu alguns métodos para estimar o transporte sólido baseado no método modificado de Einstein e em várias medições em campo. Um dos métodos foi desenvolvido em 1957, sendo considerado simples e de fácil aplicação. Nesse método o cálculo da descarga sólida total é feito basicamente com o uso de três ábacos e dados de descarga líquida, velocidade média, profundidade média, largura da seção e concentração medida de sedimentos em suspensão. A utilização desse método é vantajosa devido à simplicidade e ao uso de poucos dados, tornando o trabalho de sedimentometria econômico e fácil. Segundo Costa (2012), o método é bastante aplicado em estudos desenvolvidos no Brasil.

A Bacia hidrográfica do Rio Jordão, está inserida nesse contexto, por apresentar evidências de ocorrência de processos erosivos que afetam a qualidade da água devido ao transporte de partículas sólidas. Assim, a necessidade de entender a dinâmica das partículas sólidas na bacia hidrográfica é essencial para auxiliar no manejo mais adequado do solo e da água, resultando em melhorias nos aspectos ambientais e econômicos.

OBJETIVO

O transporte de sedimentos em rios naturais tem sido intensificado significativamente pela atividade humana. Os sedimentos transportados em meio líquido ou no leito do rio provocam diversos problemas que interferem diretamente nas condições normais de equilíbrio do meio ambiente. Nesse contexto o trabalho tem objetivo analisar a influência antrópica na degradação da qualidade da água pelo aumento do transporte de sedimento no rio Jordão a partir da aplicação do método de Colby (1957).

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Jordão localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – Alto Rio Paranaíba 1 (UPGRH-PN1), entre as coordenadas geográficas 18°25'41" e 18°50'51" de latitude Sul e 47°49'47" e 48°12'51" de longitude Oeste (SALLA et al., 2013). A área da bacia tem aproximadamente 926 km² e a extensão do curso d'água principal é de aproximadamente 90 km da nascente até a confluência com o Rio Paranaíba.

Foram definidas quatro estações de coletas no curso do rio. As quatro estações de amostragem estão localizadas nas respectivas coordenadas geográficas: Estação 1, 18°41'33,02"S e 48°05'39,7"W, estação 2, 18°36'57,19"S e 48°05'46,03"W, estação 3, 18°33'37,94" S e 48°06'49,58"W e estação 4, 18°26'28,83"S e 48°05'43,99"W. Ao longo da pesquisa foram realizadas 14 campanhas com atividades de campo para medições e coletas em épocas secas e chuvosas no período de agosto de 2017 a dezembro de 2018. Na Figura 1 está ilustrado o mapa de localização da bacia hidrográfica e as estações de amostragem do rio Jordão.

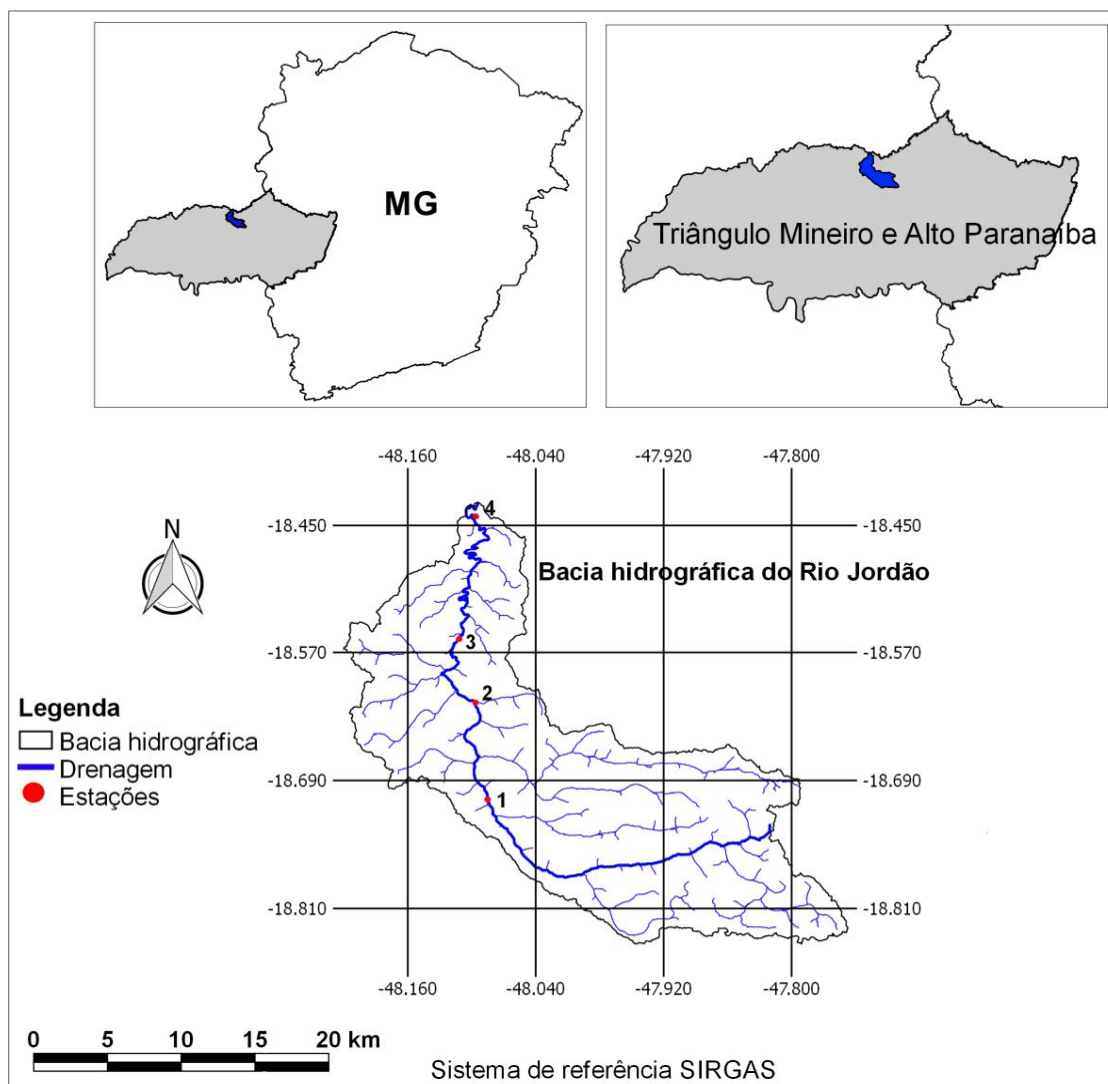
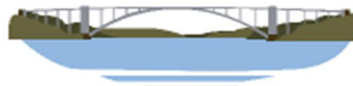


Figura 1: Localização da Bacia hidrográfica e as estações de amostragem do rio Jordão.

Fonte: Autor.

Para determinação da vazão líquida do curso de água foram utilizados os equipamentos ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) e o molinete fluviométrico. A coleta de sedimentos suspensos foi realizada pelo método indireto de amostragem por igual incremento de largura – IIL, com o auxílio do amostrador integrador de série Norte-Americana (U.S.–DH 48), com diâmetro do bocal de coleta de 1/8”.

No laboratório de saneamento da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia (LABSAN-FECIV-UFU) foram realizadas as análises da concentração de sedimentos em suspensão pelo método de filtração, descrito por Carvalho (2008).

Para estimativa da descarga sólida total foi utilizado o método de Colby (1957), que se baseia no método modificado de Einstein e em várias medições de campo conforme descrito por Carvalho (2008). O método basicamente utiliza três âbacos e dados de profundidade média, largura da seção, velocidade média, descarga líquida e concentração sedimentos em suspensão. Segundo Costa (2012), o método é bastante aplicado em estudos desenvolvidos no Brasil.

A descarga sólida total é calculada conforme a equação 1.

$$Q_{st} = Q_{ss} + Q_{nm} \quad \text{equação (1)}$$

Em que: Q_{st} é a descarga sólida total (T/d); Q_{ss} a descarga sólida em suspensão medida (T/d); Q_{nm} é a descarga sólida não medida (T/d).



Com a realização das análises de sedimentos suspensos e as medições de vazão, calculou-se a descarga sólida em suspensão medida de cada seção estudada, a partir da equação 2.

$$Q_{ss} = 0,0864 \cdot Q \cdot C_{ss} \quad \text{equação (2)}$$

Sendo: Q a Vazão total da seção (m^3/s); C_{ss} a Concentração de sedimentos suspensos (mg/L).

A descarga não medida corresponde à descarga de arrasto somada a descarga não amostrada devido a limitações do equipamento de amostragem. A Q_{nm} é determinada com o auxílio dos ábacos e pela equação 3.

$$Q_{nm} = q_{nm} \cdot K \cdot L \quad \text{equação (3)}$$

Na qual: q_{nm} é a descarga sólida não medida aproximada por metro de largura (T/d.m); K é o Fator de correção (adimensional); L é a Largura (m).

RESULTADOS

Foi obtido ao longo da pesquisa 13 resultados de descarga sólida total para cada estação. As amostragens foram realizadas em períodos secos e chuvosos. O período seco foi de agosto a outubro de 2017 e maio a setembro de 2018, já o período chuvoso foi em novembro e dezembro de 2017 e 2018 e janeiro a março de 2018. A Figura 2 ilustra os resultados das descargas sólidas totais estimadas pelo método de Colby (1957).

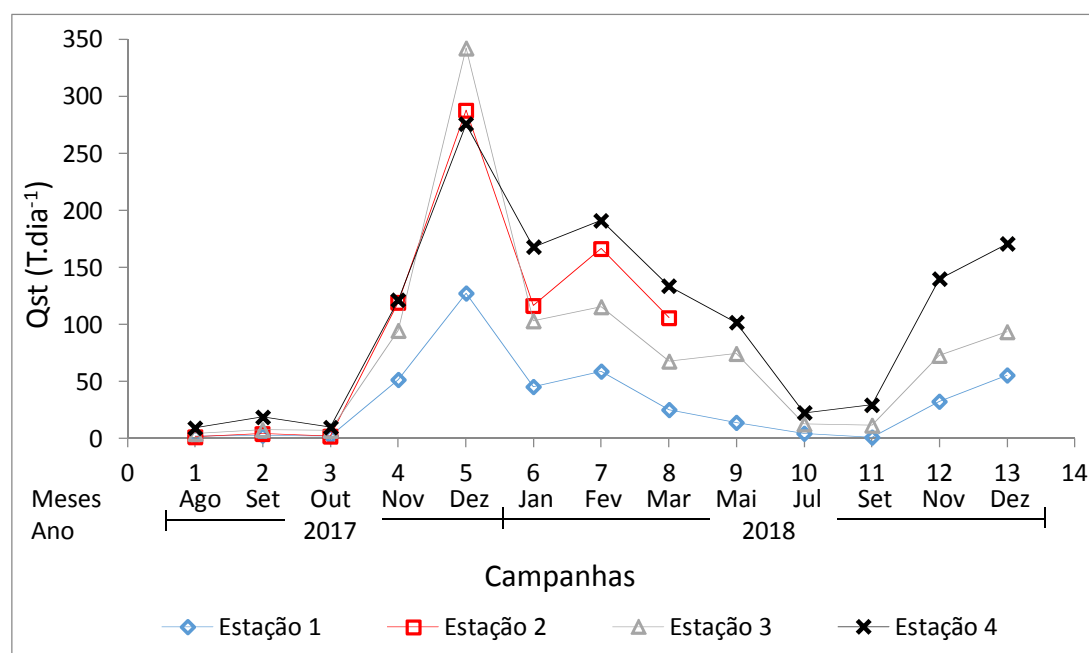
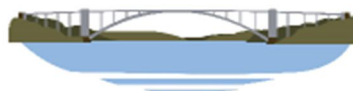


Figura 2: Resultados das descargas sólidas totais estimadas pelo método de Colby (1957) ao longo da pesquisa.

A estação 1 apresentou valores médios de descarga sólida de 4,45 T/dia em períodos secos, enquanto em épocas chuvosas a média aumentou para 56,72 T/dia. Para a estação 2 os valores no período seco tiveram média de 2,85 T/dia e na época chuvosas a média é de 159,43 T/dia. A seção 3 tem média de 19,80 T/dia nas épocas de estiagem e 127,23 T/dia nos períodos chuvosos. Já a descarga sólida total estimada na estação 4 na época seca, teve valores entre 9,24 e 101,86 T/dia com média de 32,03 T/dia, enquanto em épocas chuvosas a média foi de 171,56 T/dia. Os maiores valores de descargas ocorreram no mês de dezembro de 2017, nesse mês teve grande quantidade de chuva na região.

Fica evidente que ocorre variação de transporte sólido entre as estações e entre os períodos de amostragem. Nas épocas de maiores precipitações ocorre o aumento significativo de transporte de sedimentos no rio Jordão.

A variação da descarga sólida em cada seção e principalmente entre os diferentes períodos de amostragem está sendo influenciada pelos diferentes uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Assim, para análise desse aspecto, as



porcentagens de área de cada uso foram determinadas a partir da classificação supervisionada realizada com o auxílio dos programas QGIS e Multispec.

As classes de uso e ocupação delimitadas foram: vegetação, agricultura, pastagem, área urbana e solo exposto. Na Tabela 1 encontram-se as proporções de cada uso na bacia hidrográfica avaliada.

Tabela 1: Uso e ocupação do solo na Bacia hidrográfica do Rio Jordão.

Uso e ocupação	Área (ha)	Porcentagem (%)
Vegetação	21659,15	23,37
Agricultura	37337,14	40,28
Pastagem	28057,92	30,27
Área Urbana	2889,86	3,12
Solo exposto	2746,93	2,96
Total	92691	100

ha: hectares

A bacia hidrográfica do Rio Jordão é predominantemente ocupada por agricultura, com mais de 40% da área. A pastagem vem em segundo lugar com 30,27% e em seguida a vegetação com aproximadamente 23%. A área urbana e o solo exposto representam as regiões de com menor porcentagem de área.

Vanzela et al. (2010), Cabral e Reis (2015), e Aparecido et al. (2016) salientaram a grande influência do uso do solo na carga de sedimentos no corpo hídrico. A substituição da vegetação por áreas agrícolas e de pastagem pode estar influenciando no aumento do transporte sólido principalmente em períodos chuvosos. Com a retirada da vegetação nas épocas de precipitação, ocorre maior escoamento superficial, menor infiltração e conseqüentemente maior perda de solo e aumento da carga de sedimentos no rio.

CONCLUSÕES

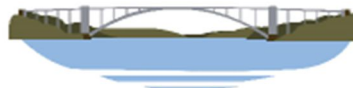
A descarga de sedimentos total estimada pelo método de Colby (1957) apresentaram variações entre os diferentes períodos de amostragem e entre as estações. Nas épocas de maiores precipitações ocorre o aumento significativo de transporte de sedimentos no rio Jordão. Essa variação está sendo influenciada principalmente pela falta de planejamento ambiental da bacia hidrográfica.

Os sedimentos transportados em meio líquido ou no leito do rio provocam diversos problemas que interferem diretamente nas condições normais de equilíbrio do meio ambiente, prejudicando a fauna e flora do ecossistema, além de afetar aspectos econômicos e sociais.

O planejamento e gestão ambiental constitui a base para garantia do desenvolvimento sustentável da região. Nesse sentido, é muito importante desenvolver programas que possam melhorar a questão ambiental da região e diminuir os problemas causados pela intensificação do transporte de sedimento no rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APARECIDO, C. F. F.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H.; LIMA, R. C. Manejo de bacias hidrográficas e sua influência sobre os recursos hídricos. **Brazilian Journal Of Irrigation And Drainage**, Botucatu, v. 21, n. 2, p.239-256, jun. 2016.
2. BERGHOUT, A.; MEDDI, M. Sediment transport modelling in wadi Chemora during flood flow events. **Journal of Water and Land Development**. v. 31, p. 23–31, mai. 2016.
3. CABRAL, S. L.; REIS, R. S. Influência do uso e ocupação do solo na produção de sedimentos na bacia do rio jacarecica. **Revista de Geografia (UFPE)**, Pernambuco, v. 32, n. 2, p.147-157, 11 jul. 2015.
4. CARVALHO, Newton de Oliveira. **Hidrossedimentologia Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599 p.



5. COSTA, L. F. **Análise de sensibilidade dos parâmetros utilizados na determinação de taxas de assoreamento de reservatórios**. 2012. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012
6. SINNAKAUDAN, S. K.; SULAIMAN, M. S.; TEOH, S. H. Total bed material load equation for high gradient rivers. **Journal Of Hydro-environment Research**, v. 4, n. 3, p.243-251, out. 2010.
7. SALLA, M. R.; PEREIRA, C. E.; ALAMY FILHO, J. E.; PAULA, L. M.; PINHEIRO, A. M. Estudo da autodepuração do Rio Jordão, localizado na bacia hidrográfica do Rio Dourados. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p.105-114, 30 abr. 2013.
8. VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p.55-64, jan. 2010.