



Vitória/ ES – Brasil

HIDROSSEDIMENTOLOGIA NO CONTEXTO NEXO  
PARA UMA SOCIEDADE SUSTENTÁVEL

XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos  
I Partículas das Américas

24 a 28 de setembro de 2018



## Efetividade do monitoramento quali-quantitativo de sedimentos no gerenciamento de recursos hídricos

*Danielle Amorim Freitas de Souza<sup>1</sup>; Glauber Altrão Carvalho<sup>2</sup>; Thais Caregnatto Thomé<sup>3</sup>; Paulo Tarso Sanches de Oliveira<sup>4</sup> & Teodorico Alves Sobrinho<sup>5</sup>*

**ABSTRACT**– Among the various causes of degradation of water quality, sediment stands out as one of the most complex. However, there are few guide lines that relate quantity and quality of sediments, not only in Brazil, but in the world. And, when they exist, they establish water quality standards independent of water flows. In this way, the objective of this work is to propose the qualitative and quantitative monitoring of sediments in the management of water resources. This monitoring was done through flow and suspended solids. To demonstrate the interaction between the variables were used TMDL curves. Since in Brazil there is no standard for suspended solids, the legislation of other countries was used. For the analysis to be comprehensive, the maximum and minimum standards were used. When considering the nonpermanent flow regime, the percentage of non-compliance with TMDL was almost 30% higher than in the permanent regime, for the minimum standard. We concluded that the adoption of unique water quality standards based on reference flow, most often mask the true influence of the pollutants on the water bodies and that the lack of guidelines for sediment-related parameters impairs the monitoring of water quality.

**Palavras-Chave** – TMDL; Enquadramento de corpos hídricos; Sólidos Suspensos.

1) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTA) - UFMS, danielle.freitas@aluno.ufms.br

2) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTA) - UFMS, glauber.altrao@gmail.com

3) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTA) - UFMS, thais.thome@aluno.ufms.br

4) Professor da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), paulotarsoms@gmail.com

5) Professor da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), teodorico.alves@ufms.com



## 1 - INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, as variações no uso dos recursos hídricos e as mudanças climáticas têm provocado significativo aumento na demanda por água em quantidade e qualidade adequadas. Isso requer que as políticas de gestão não apenas coordenem a atividade humana e a proteção do meio ambiente, mas também considerem os inúmeros fatores que influenciam essa relação (Zeng et al., 2017).

Na gestão das águas usualmente tem-se adotado a hipótese de regime hidrológico permanente, fazendo com que o aspecto quantitativo não seja considerado, na maioria das vezes, na determinação da qualidade da água. Sendo que, a dinâmica da qualidade está intimamente ligada ao regime de chuva e vazão da bacia. Assim, dentre as variadas causas de degradação da qualidade da água, o sedimento se destaca como uma das mais complexas. Pois, apesar de natural e vital para a manutenção do ecossistema aquático, se as concentrações são aumentadas através de, por exemplo, perturbações antropogênicas, isso pode levar a alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do corpo d'água (Bilotta; Brazier, 2008).

A concentração de sedimento nos corpos hídricos é consequência do carreamento de partículas associada ao regime de vazões, podendo comprometer seu uso. Em levantamento realizado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), o sedimento é apontado como a 6ª principal causa de danos para as águas.

A definição de normativas que regulem as diversas formas de sedimentos é o passo inicial para a prevenção e o controle dos problemas causados pelo transporte e deposição de sedimentos. Entretanto, são escassas as diretrizes que relacionam quantidade e qualidade de sedimentos, não somente no Brasil, mas a nível mundial. E, quando existem, estabelecem padrões de qualidade independentes dos fluxos de água. Desta forma, o objetivo desse trabalho é propor o monitoramento qualitativo e quantitativo de sedimentos no gerenciamento de recursos hídricos.

## 2 - METODOLOGIA

### 2.1 - Área de estudo

A área do estudo está localizada no município de Campo Grande, MS, compreendendo a sub-bacia hidrográfica do Córrego Guariroba, com área de 36.190 ha (Figura 1). Além do curso d'água principal correspondente ao córrego Guariroba, a APA é drenada pelos córregos Rondinha, dos Tocos, Desbarrancado e Saltinho. A área abriga ainda importante elemento hidrográfico, o Reservatório Guariroba, responsável por 34% do abastecimento público de Campo Grande (Águas Guariroba, 2018).

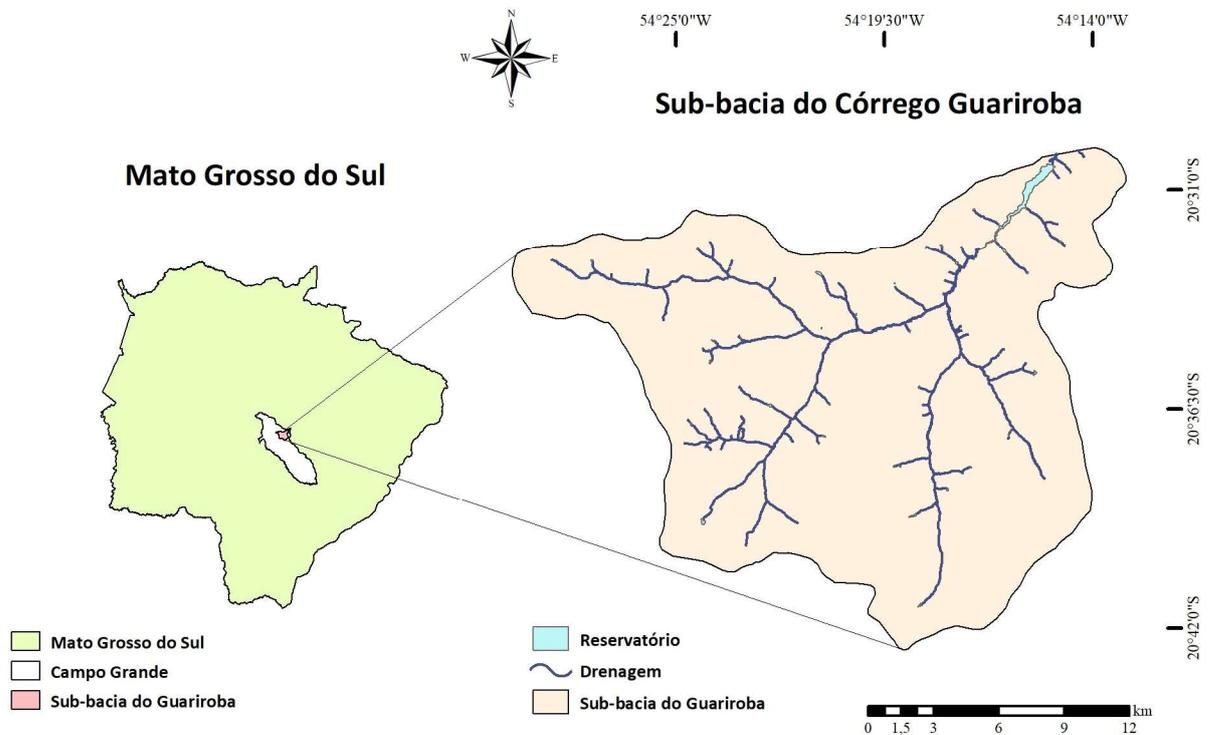


Figura 1. Localização da área de estudo

## 2.2 - Informações Quali-quantitativas

Foram analisadas as variáveis vazão e sólidos suspensos, referentes ao ponto de monitoramento localizado na foz do córrego Guarairoba. O ponto é o mais representativo quanto à contribuição dos afluentes e ao escoamento superficial da bacia. Foram utilizados seis anos de dados monitorados, do período de 2011 à 2017. Os dados de sólidos suspensos foram obtidos com amostrador USDH-48 e a metodologia de integração vertical, utilizando técnicas de Igual Incremento de Largura (IIL), conforme diretrizes descritas por Carvalho *et al.* (2000). A determinação da concentração foi realizada pelo método de filtração.

Para obtenção dos dados quantitativos, foram efetuadas medições de vazão frequentes com a utilização de molinete hidrométrico em verticais espaçadas entre si. A vazão foi obtida pelo produto da velocidade média de cada vertical pela área de influência, calculadas pelo método da meia-seção.

## 2.3 - Curvas TMDL



Para avaliar a interação entre as variáveis, foram empregadas as curvas de Total Maximum Daily Load - TMDL (EPA, 2008). Essas curvas exprimem a quantidade máxima de determinado poluente que um corpo d'água pode receber e ainda manter seus padrões de qualidade. Elas são obtidas pelo produto entre as vazões da curva de permanência e os padrões de qualidade de água definidos pelas legislações pertinentes.

Apesar da importância e complexidade do monitoramento de sedimentos no gerenciamento da qualidade de corpos hídricos, são poucos os países que apresentam algum tipo de regulação para a presença de Sólidos Suspensos. Na legislação brasileira, por exemplo, a Resolução CONAMA nº 357/2005, só estabelece diretriz para Sólidos Dissolvidos. E, em sua alteração pela Resolução CONAMA nº 430/2011 define, para o lançamento de efluentes, eficiência mínima de remoção de Sólidos Suspensos de 20%, após desarenação, sem especificar valor padrão. Por essa razão, para a construção das curvas, foram utilizados padrões existentes nas legislações de outros países (Tabela 1). Para que a análise fosse abrangente, foi empregada a maior amplitude possível entre os dados, utilizando valores de máximo e mínimo, quais sejam  $158 \text{ mg L}^{-1}$  e  $20 \text{ mg L}^{-1}$ .

Tabela 1. Padrões de qualidade para Sólidos Suspensos empregados mundialmente

<b>Estado/Província</b>	<b>Padrão Sólidos Suspensos</b>
Arizona (EUA)	$25 \text{ mg L}^{-1}$
British Columbia (Canadá)	$25 \text{ mg L}^{-1}$
European Communities (Quality of Surface Water Intended for the Abstraction of Drinking Water) Regulations, 1989.	$50 \text{ mg L}^{-1}$
Hawaii (EUA)	$55 \text{ mg L}^{-1}$
Manitoba (Canadá)	$25 \text{ mg L}^{-1}$
Michigan (EUA)	$30 \text{ mg L}^{-1}$ (média de 30 dias) $45 \text{ mg L}^{-1}$ (média de 7 dias)
Nevada (EUA)	$25 \text{ mg L}^{-1}$
New Jersey (EUA)	$25 \text{ mg L}^{-1}$
Scottish	2 a $30 \text{ mg L}^{-1}$ (depende do regime de chuva)
South Dakota (EUA)	$30 \text{ mg L}^{-1}$ (média de 30 dias) $158 \text{ mg L}^{-1}$ (máxima diária)
Utah (EUA)	$35 \text{ mg L}^{-1}$
Winsconsin (EUA)	$20 \text{ mg L}^{-1}$ (média de 30 dias) $30 \text{ mg L}^{-1}$ (máxima diária)

A partir desses padrões foram construídas as curvas TMDL e com os dados de vazão e concentração de sólidos suspensos foram calculadas as cargas específicas observadas. A análise do enquadramento das cargas observadas com as curvas TMDL foi realizada considerando o regime não-permanente, segundo as vazões da curva de permanência, e permanente, que utiliza a vazão

de referência. Em Mato Grosso do Sul, a vazão utilizada como referência no gerenciamento de recursos hídricos é a  $Q_{95}$  (IMASUL, 2015).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das curvas TMDL, para padrões máximo e mínimo utilizados, e as curvas de permanência de vazões obtivemos as cargas específicas (Figura 2). Para o padrão mínimo verificamos cargas entre 20 e 35  $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$ , enquanto que para o padrão máximo os valores variam de 160 a 270  $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$ .

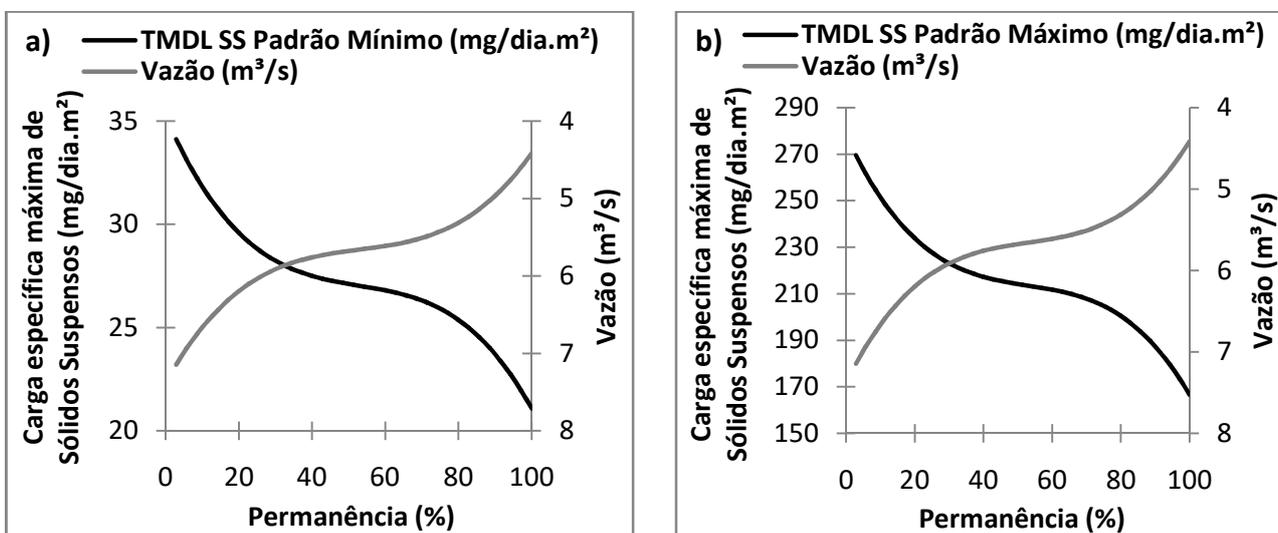


Figura 2. Curvas de permanência e TMDL de Sólidos Suspensos para os padrões: a) mínimo ( $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) e b) máximo ( $158 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )

A descarga líquida para a  $Q_{95}$  no corpo hídrico em questão é de  $4,72 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Considerando essa vazão, a carga máxima utilizando o padrão mínimo é de  $22,54 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  e de  $178,04 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  para o padrão máximo. Analisando as cargas observadas com relação ao padrão mínimo 48,6% ficaram acima da máxima (Figura 3a). Já para o padrão máximo (Figura 4a), somente 6% das cargas apresentaram-se em desacordo.

A real interação das cargas com as vazões (regime não-permanente) foram explicitadas (Figuras 3b e 4b). Examinando sob esse cenário, a situação é ainda mais agravante. Pois, apesar da porcentagem de enquadramento manter-se igual para o padrão máximo (6%), para o padrão mínimo, 62,9% das cargas excedem os limites da TMDL, o que representa um aumento de quase 30% com relação ao regime permanente.

Observamos portanto, que tanto a utilização de vazões fixas quanto o relaxamento dos padrões implicam diretamente nas metas de qualidade de água de um corpo hídrico. O padrão de  $158 \text{ mg L}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  permite, no melhor dos cenários (permanência de 100%), que o corpo d'água

receba a carga de  $166,6 \text{ mg dia}^{-1} \text{ m}^{-2}$ , o que representa 2,2 toneladas de sedimentos suspensos por ano.

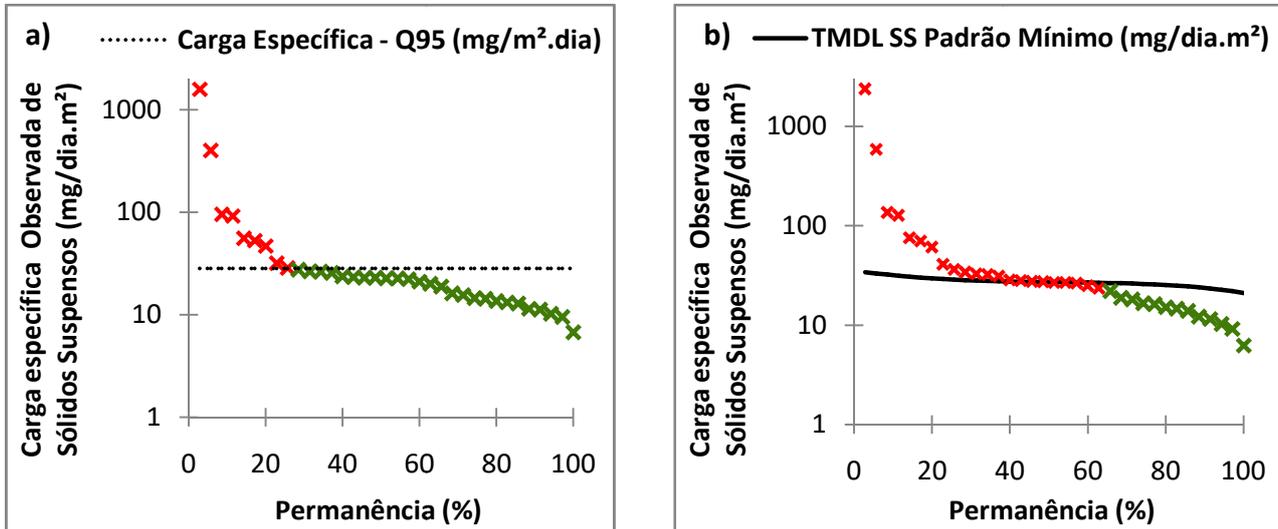


Figura 3. Distribuição das cargas específicas para o padrão mínimo considerando: a) regime permanente e b) regime não permanente

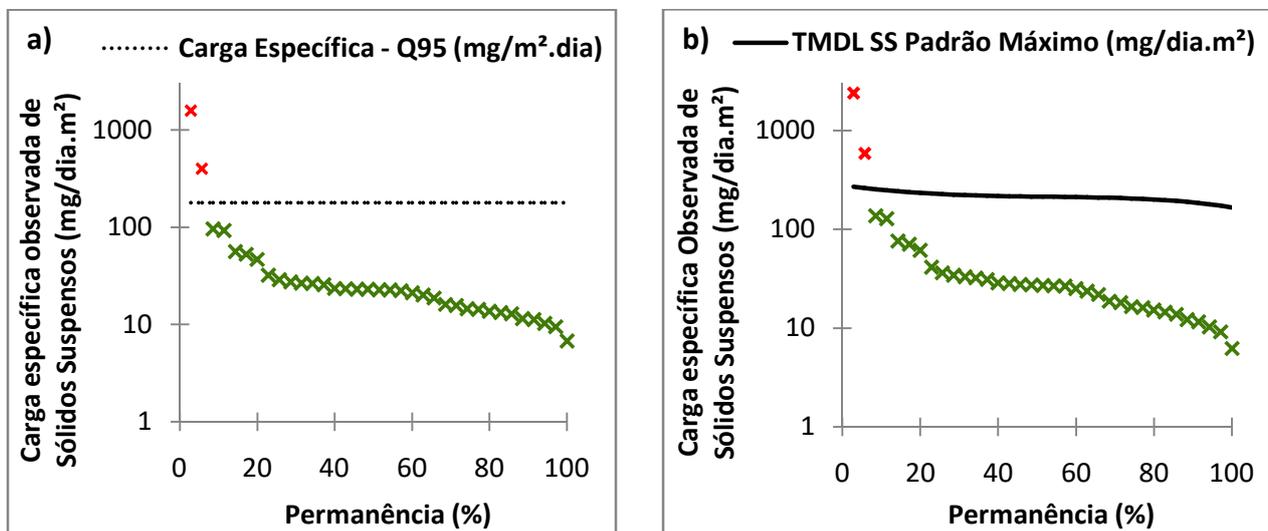


Figura 4. Distribuição das cargas específicas para o padrão máximo considerando: a) regime permanente e b) regime não permanente

Portanto, a adoção de padrões de qualidade de água únicos, baseados na vazão de referência, mascara, na maioria das vezes, a verdadeira influência dos poluentes nos corpos hídricos. O monitoramento e gestão de corpos d'água, incluindo seu enquadramento, deve ser realizado considerando regimes não-permanentes de vazão. Da mesma forma, os padrões devem ser adequados à essa variação.



## 4 - CONCLUSÕES

i) A ausência de padrões para as variáveis relacionadas aos sedimentos prejudica o monitoramento da qualidade das águas. Pois, uma vez que estes não existem, não são considerados na implementação dos instrumentos de gerenciamento hídrico, como o enquadramento, e na definição de metas de qualidade, por exemplo.

ii) O monitoramento qualitativo de sedimentos é ferramenta efetiva no gerenciamento dos corpos hídricos. As curvas TMDL possibilitam essa análise e podem ser utilizadas para auxiliar a definição dos padrões e metas de qualidade, tanto de forma pontual, em determinados trechos ou corpos d'água, quanto de forma abrangente, ou seja, para toda a bacia.

iii) A determinação e a consideração de padrões de qualidade para as diversas formas de sedimento são imprescindíveis na gestão dos recursos hídricos.

## 5 - BIBLIOGRAFIA

ÁGUAS GUARIROBA. (2018). *Abastecimento de Água*. Acesso em 10 de maio de 2018. Disponível em: <http://www.aguasguariroba.com.br/agua/>.

BILOTTA, G. S.; BRAZIER, R. E. (2008). *Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota*. *Water Research*, v. 42(12), p. 2849-2861.

BRASIL. (2005). Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n. 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Brasília.

CARVALHO, N. O. (2000). *Guia de Práticas Sedimentométricas*. Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudo e Informações Hidrológicas, 116p.

EPA. (2008). *Handbook for Developing Watershed TMDLs*. U.S. Environmental Protection Agency.

IMASUL. (2015). *Manual Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos*. Instituto do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul.

Zeng, X. T., Li, Y. P., Huang, G. H., & Liu, J. (2017). *Modeling of water resources allocation and water quality management for supporting regional sustainability under uncertainty in an arid region*. *Water Resources Management*, v. 31(12), p. 3699-3721.