

## **IV-077 - DESCARGA SÓLIDA EM PARQUE URBANO**

**Bruno Sezerino Diniz<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco.

**Monica Siqueira Ortiz Dias<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental.

**Marjuli Morishigue<sup>(2)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco.

**Thais Rodrigues Marques<sup>(2)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco.

**Guilherme Henrique Cavazzana<sup>(3)</sup>**

Doutor em Engenharia Sanitária e Ambiental.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Tamandaré, 6000 - Jardim seminário - Campo Grande – MS - CEP: 79117-010 – Brasil – e-mail: bsdiniz98@gmail.com

### **RESUMO**

O parque urbano das Nações Indígenas, localizado na cidade de Campo Grande – MS é o ponto turístico mais famoso da cidade, devido a sua ampla área, tanto de caminhada quanto de áreas verdes, suas quadras esportivas, áreas de convivência e o córrego Revellieu que deságua em uma lagoa, ponto principal do parque. A lagoa além de ponto turístico tem como função ser Reservatório com a finalidade de amortecer os picos de cheias em eventos pluviais, evitando prejuízos físicos, econômicos e até de vidas. Considerando que a seção de estudo está transportando sedimentos a um valor médio de  $7,32 \text{ ton.dia}^{-1}$ , cuja produção de sedimento média é de  $0,70 \text{ ton.km}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , classificada como Alta segundo Carvalho (2008), adaptados por Morishigue e Martins (2015), é possível concluir que tal aporte de sedimentos possa estar contribuindo com o assoreamento acelerado do Reservatório do Parque das Nações Indígenas, já que valores mais altos na produção de sedimentos, podem afetar o reservatório, rios e lagos com depósitos indesejáveis. Devido a característica de o sedimento transportado ser arenoso, pode-se concluir que o sedimento é gerado devido a erosividade sobre os solos expostos da região urbanizada, localizada na área de contribuição. Com isso, é recomendado que este estudo continue para que com este monitoramento o Órgão Gestor possa ter subsídio ao tomar decisões quanto a demanda do desassoreamento do Reservatório bem como, propor medidas de controle do uso e ocupação do solo da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reservatório, Amortecimento de Cheia, Sedimentos, Assoreamento.

### **INTRODUÇÃO**

As enchentes urbanas constituem-se num dos importantes impactos sobre a sociedade. Esses impactos podem ocorrer devido à urbanização ou à inundação natural da várzea ribeirinha (TUCCI, 2007). As inundações em áreas urbanas ocorrem com frequência nas cidades brasileiras, aumentando os prejuízos econômicos e sociais nas cidades. Somente em janeiro de 2004 morreram 84 pessoas em função de eventos chuvosos no Brasil (CAMPO GRANDE, 2009).

Uma das causas destes constantes eventos de enchentes é devido ao transporte e ao depósito de sedimentos, além de reduzir a vida útil de reservatórios (SCAPIN, 2007). A ciência que estuda o carregamento desses sedimentos é a hidrossedimentologia, área de estudo onde são avaliados os processos erosivos e a sua relação com a dinâmica da água e dos sedimentos (CARVALHO, 2008).

Os sedimentos, sujeitos ao arrasto, são retidos na entrada do reservatório e nos afluentes formando um delta pluvial. Esses sedimentos são originados do solo exposto devido à retirada da vegetação e esgotamento do mesmo pelo uso inadequado, ocasionando o assoreamento dos reservatórios (CABRAL, 2005).

Com o avanço do assoreamento do corpo hídrico, ocorrerá a diminuição da sua capacidade volumétrica, consequentemente, o não amortecimento da vazão de pico do escoamento superficial, culminando em possíveis alagamentos, que podem gerar prejuízos materiais e ambientais (ZUBCOV et al., 2018).

Não obstante, parques urbanos como o Parque das Nações Indígenas, localizado em Campo Grande/MS, estão sujeitos às consequências do avanço da urbanização, afetando de forma direta não só a sua paisagem, mas também provocando o aporte de sedimentos ao corpo hídrico superficial, transportados pelo sistema de drenagem, os quais foram gerados devido aos solos expostos de obras e de lotes desprotegido que por fim, favoreceram o assoreamento do seu reservatório, alimentado pelo córrego Revellieu.

O estudo hidrosedimentológico do córrego Revellieu justifica-se por gerar resultados de descarga sólida de sedimentos à montante do reservatório do Parque das Nações Indígenas, os quais nortearão o Órgão Gestor do Parque quanto a demanda de sua manutenção corretiva, bem como poderão ser propostas ações de uso e ocupação do solo frente à minimização da produção de sedimentos na sua área de contribuição.

## **OBJETIVO**

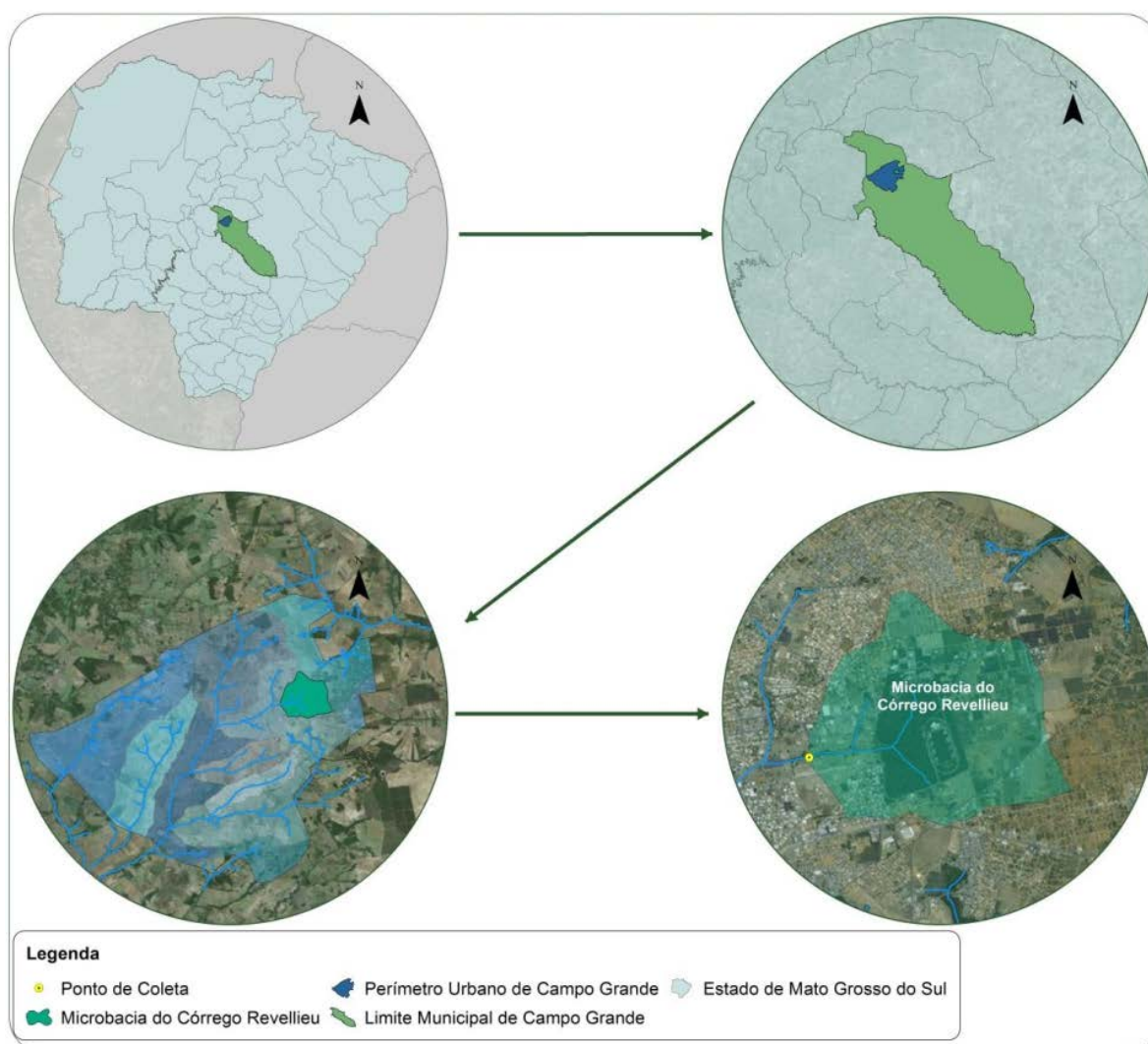
Avaliar a capacidade de produção e de transporte de sedimentos em um parque urbano.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Caracterização do local de estudo**

O Parque das Nações Indígenas possui 119ha de área total; arborizado com inúmeras espécies do Cerrado brasileiro; caracterizado como Unidade de Conservação por incluir o Parque Estadual das Nascentes do Córrego Prosa; e possui um importante reservatório em seu exutório. Por sua vez, o Parque está inserido na Microbacia Hidrográfica do córrego Revellieu, com cerca de 10,45km<sup>2</sup>, que, por sua vez, insere-se na Bacia Hidrográfica do córrego Prosa, à nordeste da região urbana do município de Campo Grande – MS (Figura 1) (MORISHIGUE; MARTINS, 2015).

O reservatório é uma importante infraestrutura executada com a finalidade de amortecer os picos de cheias em eventos pluviais, evitando prejuízos físicos, econômicos e até de vidas. Além de representar aspectos estéticos e paisagísticos ao parque, que é considerado um dos maiores parques urbanos do mundo e possuir grande quantidade de espécies nativas da fauna e flora típicas do Cerrado (MAYMONE, 2009)



**Figura 1: Mapa de localização da Microbacia Hidrográfica do córrego Revellieu., MORISHIGUE; MARTINS, 2008.**

### Período das campanhas de campo

As campanhas de campo foram realizadas nos períodos de chuva e de seca ao longo dos anos de 2015 a 2017.

### Determinação da descarga líquida

A descarga líquida foi realizada conforme os procedimentos preconizados pela ANA (2014), método da meia seção e com a utilização do Molinete Fluviométrico de Newton. O Ponto de medição e de coleta, apresentado na Figura 1, localiza-se à montante do reservatório em trecho de características lóticas, sendo realizada ao menos semestralmente, refletindo, assim, o escoamento de período de chuvas frequentes, ou úmido, e de estiagem, ou seco.

### Coleta de sedimentos em suspensão e de leito

A coleta de sedimento em suspensão foi realizada pelo método de Igual Incremento de Largura (IIL), cuja amostragem caracteriza-se como composta de integração vertical; com a utilização do equipamento DH-48; posteriormente, a amostragem do sedimento de leito foi realizada com a utilização do amostrador de draga de Petersen; ambas as amostragens foram realizadas na mesma seção da medição da descarga líquida como recomendado por Carvalho (2008).

### Análises laboratoriais das amostras de sedimentos em suspensão e de leito

O procedimento laboratorial para a análise da concentração de sedimento em suspensão consistiu no método de evaporação à 105°C, em estufa simples e à pressão atmosférica, sendo determinado, assim, a concentração de sedimento em suspensão (CARVALHO, 2008).

Por sua vez, o sedimento de leito foi, primeiramente, seco em estufa em estufa simples a 105°C e à pressão atmosfera; em seguida, destorroado, quarteado e realizado seu peneiramento para a determinação da curva granulométrica e, conseqüentemente, da sua granulometria (CARVALHO, 2008).

### Cálculo da descarga sólida total

Para a determinação da descarga sólida total foi empregado o Método Simplificado de Colby, o qual baseia-se na soma da descarga sólida medida, ou em suspensão, com a descarga sólida não medida, ou de fundo (Equação 1); método este adaptado por Carvalho (2008) para o Sistema Internacional.

$$Q_{s_t} = Q_{s_m} + Q_{s_{nm}} \quad \text{Equação 1}$$

onde:  $Q_{s_t}$  é a descarga sólida total em ton.dia<sup>-1</sup>;  $Q_{s_m}$  é a descarga sólida medida em ton.dia<sup>-1</sup> (Equação 2); e  $Q_{s_{nm}}$  é a descarga sólida não medida em ton.dia<sup>-1</sup> (Equação 3).

$$Q_{s_m} = 0,0864 \cdot Q \cdot Cs \quad \text{Equação 2}$$

onde:  $Q$  é a descarga líquida em m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>; e  $Cs$  é a concentração de sólido em suspensão em ppm.

$$Q_{s_{nm}} = q_{nm} \cdot K \cdot L \quad \text{Equação 3}$$

onde:  $q_{nm}$  é a descarga sólida não medida por metro linear de largura da seção em ton.m<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>;  $K$  é o coeficiente de ajuste do Método Simplificado de Colby; e  $L$  é a largura da seção de medição em m.

Por fim os resultados foram comparados com os critérios de produção de sedimentos proposto por Carvalho (2008) e adaptados por Morishigue e Martins (2015) para o período de tempo diário.

**Tabela 1: Classificação da produção de sedimentos.**

Classificação	Produção de Sedimentos (ton.km <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> )
Alta	> 0,48
Média	0,10 a 0,48
Baixa	< 0,10

Fonte: Carvalho (2008), adaptados por Morishigue e Martins (2015).

## RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados da descarga líquida, da concentração de sólidos suspensos, da descarga sólida medida, da descarga sólida não medida e da descarga sólida total entre o período de 2015 e 2017 são apresentados na Tabela 1.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Avaliando os resultados das descargas sólidas de sedimentos é possível verificar que a descarga sólida de sedimento mínima foi de 1,67ton.dia<sup>-1</sup>, atingindo a descarga máxima de até 16,36 ton.dia<sup>-1</sup>, cuja média foi de 7,32 ton.dia<sup>-1</sup>.

Segundo proposto por Carvalho (2008), adaptado por Morishigue e Martins (2015), a descarga sólida de sedimento, por unidade de área de contribuição, mínima foi 0,16ton.km<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> e a máxima foi 1,57ton.km<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>.

<sup>1</sup>, sendo classificadas, respectivamente, como Média e Alta produção de sedimentos. Por consequência, a descarga de sedimento unitária média, foi de  $0,70 \text{ ton.km}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , sendo considerada de Alta capacidade de produção de sedimentos.

**Tabela 2: Resultados das análises hidrossedimentológicas do Parque das Nações Indígenas.**

Ano	2015			2016		2017		
Data	20/4	27/8	30/9	18/6	3/9	11/3	10/9	29/10
Hora	07:30	07:30	13:30	08:30	08:00	08:00	08:06	09:15
Vazão ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ )	0,15	0,15	0,13	0,10	0,12	0,09	0,13	0,10
Velocidade média ( $\text{m.s}^{-1}$ )	0,06	0,11	0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11
Profundidade média (m)	0,51	0,36	0,47	0,34	0,45	0,49	0,30	0,19
Largura da seção (m)	5,22	3,80	3,50	4,20	3,80	5,70	3,70	4,90
Concentração de sólidos suspensos (ppm)	39,20	15,59	14,00	38,45	1.285,00	48,56	186,00	165,00
Descarga sólida medida ( $\text{ton.dia}^{-1}$ )	0,51	0,20	0,16	0,32	3,13	0,42	1,61	0,25
Descarga sólida não medida ( $\text{ton.dia}^{-1}$ )	9,86	3,04	4,18	6,13	13,23	9,44	4,67	1,42
Descarga sólida total ( $\text{ton.dia}^{-1}$ )	10,37	3,24	4,34	6,46	16,36	9,86	6,27	1,67
Produção de Sedimentos ( $\text{ton.km}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ )	0,99	0,31	0,42	0,62	1,57	0,94	0,60	0,16
Classificação	Alta	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Alta	Média

A menor descarga sólida total de sedimentos foi obtida após a finalização da dragagem do reservatório de retenção de sólidos localizado à montante da seção de monitoramento, refletindo a eficiência do dispositivo quando em condições operacionais adequadas.

Por outro lado, o valor máximo da descarga sólida refletiu a ação de um evento chuvoso, pois a coleta foi realizada após 24 horas da ocorrência de um evento pluvial na área de contribuição à seção de escoamento superficial direto, refletindo a consequência do avanço da urbanização sem a implantação de medidas de controle da erosividade e do transporte de sedimentos aos cursos de água superficiais.

Quanto à vazão, o valor máximo obtido foi de  $0,15 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ , enquanto o menor valor foi de  $0,09 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ , não estando atrelados, respectivamente, ao período de precipitações frequentes e ao período de estiagem, refletindo, assim, que a manutenção da vazão do córrego possa ser devido à contribuição da descarga de água subterrânea, denominada de vazão de base, principalmente devido à proximidade da seção de amostragem ao Parque Estadual das Nascentes do Prosa. A média da descarga líquida foi de  $0,12 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ .

Por fim, avaliando os resultados das curvas granulométricas dos ensaios de peneiramento das amostras de leito, verificou-se que o sedimento transportado no córrego Revellieu é, predominantemente, de areia fina à grossa, inerente à característica do solo da região de contribuição à seção de estudo.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerando que a seção de estudo está transportando sedimentos à um valor médio de  $7,32 \text{ ton.dia}^{-1}$ , cuja produção de sedimento média é de  $0,70 \text{ ton.km}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , classificada como Alta, é possível concluir que tal aporte

de sedimentos possa estar contribuindo com o assoreamento acelerado do Reservatório do Parque das Nações Indígenas, já que valores mais altos na produção de sedimentos, podem afetar o reservatório, rios e lagos com depósitos indesejáveis.

Considerando que a característica do sedimento transportado é arenoso, é possível concluir que tal aporte de sedimento é gerado devido a erosividade da precipitação sobre solos expostos na região urbanizada localizada na sua área de contribuição.

Por fim, recomenda-se que haja continuidade deste monitoramento, com a finalidade dos resultados subsidiar o Órgão Gestor frente à tomada de decisão quanto à demanda de desassoreamento, bem como, propor medidas de controle do uso e ocupação do solo da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CABRAL, João Batista Pereira. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. Caminhos de Geografia, v. 6, n. 14, 2005.
2. ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico. 2. ed. Brasília: ANA, 2014.
3. CAMPO GRANDE. Plano Diretor de Drenagem Urbana. Campo Grande: Secretaria Municipal de Planejamento Urbano – PLANURB, 2009.
4. CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. 2ª edição; revisada; atual e ampliada, Rio de Janeiro – RJ: Interciência, 2008, 599 p.
5. MAYMONE, M. A. A. Parques urbanos - origens, conceitos, projetos, legislação e custos de implantação estudo de caso: Parque das Nações Indígenas de Campo Grande, MS. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul. 189 p. 2009.
6. MORISHIGUE, M.; MARTINS, Y. O.. Cálculo da descarga sólida de sedimentos: estudo de caso da microbacia do Córrego Revellieu, Campo Grande - MS. (Graduação em engenharia sanitária e ambiental) Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2015.
7. SCAPIN, Juliana; PAIVA, JBD de; BELING, Fábio A. Avaliação de métodos de cálculo do transporte de sedimentos em um pequeno rio urbano. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 12, n. 4, p. 5-21, 2007.
8. TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, v. 11, 2007.
9. ZUBCOV, H.; SOUZA, D. L.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C.; CAVAZZANA, G. H. Transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Formoso em Bonito/MS. In: XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos e I Partículas nas Américas, 2018.