

## HIDROSEDIMENTOLOGIA DO CÓRREGO REVELLIUO

Monica Siqueira Ortiz Dias\*, Guilherme Henrique Cavazzana, Marjuli Morishigue, Yago Martins

\*UCDB – Universidade Católica Dom Bosco Instituição, mdiiias@hotmail.com

### RESUMO

A relação existente entre o fluxo de sedimentos e seus efeitos em obras hidráulicas foram despercebidas na concepção desses projetos antigamente e atualmente estudos apontam que para manter as funções da bacia hidrográfica por um longo período de uso, é necessário um conhecimento sobre vazão e transporte de sedimentos em corpos hídricos. Com isso, os dados provenientes dos levantamentos de campo tornam-se importantes para a gestão destes recursos, por fornecer informações que permitam avaliar a descarga sólida levando ao entendimento dos processos hidrossedimentológico. Objetivou-se, identificar a produção de sedimentos, comparar as metodologias, determinar a descarga sólida da Microbacia Hidrográfica do córrego Revellieu, que possui um importante reservatório em seu exutório, inserido no Parque das Nações Indígenas, em Campo Grande - MS. A metodologia adotada para mensurar a vazão foi pelo método da meia seção, utilizando o molinete universal de Newton. Para a coleta das amostras com sedimentos em suspensão e de fundo, utilizou-se de um amostrador USDH-48 e da draga de Petersen. Para determinação da descarga sólida, utilizaram-se o Método Simplificado de Colby. Verificou-se que a velocidade do fluxo, de 0,08m/s, não é suficiente para que ocorra transporte de sedimentos de fundo e que a descarga de sedimentos na Microbacia é alta, assim, passivo de ser depositado no reservatório.

*1 linha em branco, fonte Times New Roman, tamanho 10*

**PALAVRAS-CHAVE:** Método Simplificado de Colby, Córrego Revellieu, Hidrosssedimentologia.

### INTRODUÇÃO

Temos no Brasil a necessidade de quantificar a influência do sedimento em obras hidráulicas, onde com a publicação da Política Nacional de Recursos Hídricos, em 1997, disseminou-se a importância de estudar o aproveitamento dos recursos hídricos aliados a custos gerados com saúde pública, energia, manutenção de obras hidráulicas e de áreas de preservação permanente (CARVALHO, 1994; MENON *et al.*, 2014).

No Estado de Mato Grosso do Sul, os estudos hidrossedimentológico foram realizados em função das atividades agropecuárias, por gerarem grandes quantidades de sedimentos que são transportados nos corpos hídricos, levando ao assoreamento destes. Um importante estudo realizado foi na Bacia do Alto Paraguai (BAP), que quantificou os danos causados pela ação antrópica através da avaliação e análise do transporte de sedimentos (BARBEDO, 2003).

Além disso, quando se atinge a insuficiência dos corpos receptores em transportar sedimentos, estes se depositam ocasionando redução da capacidade de vazão, o aumento do risco de enchentes, elevação ou rebaixamento do leito do rio, elevação dos custos de tratamento de água, formação de bancos de areia, redução das práticas de navegação e da vida útil e capacidade hidráulica em canais de irrigação, rios, estuários, reservatórios e portos (GAMARO *et al.*, 2014; PEREIRA, J., 2010).

### OBJETIVO

Tem assim como objetivo desenvolver e quantificar o monitoramento do fluxo de água e da produção de sedimentos, através de coletas de dados de campo, cálculos de valores paramétricos, mapas, entre outros, pois assim pode planejar e traçar diretrizes que minimizem os problemas dos agentes impactantes, sendo o estudo do comportamento hidrossedimentológico de uma bacia fundamental para o conhecimento das condições do seu uso e ocupação do solo, sua produção e transporte de sedimentos e para o desenvolvimento sustentável da mesma (GARRIDO *et al.*, 2014; RAMON *et al.*, 2014; PEREIRA, M., 2010).

### METODOLOGIA

#### Caracterização da área de estudo

Uma das regiões urbanas de Campo Grande está inserida na Bacia Hidrográfica do Prosa, onde se encontra o córrego Revellieu, que possui uma importante infraestrutura executada com a finalidade de amortecer os picos de cheias em eventos pluviais, evitando prejuízo físicos, econômicos e a mobilidade da cidade, além de representar aspectos estéticos e paisagísticos por estar dentro do Parque das Nações Indígenas.

### Medição da descarga líquida

A medição da descarga líquida foi realizada pelo método da meia seção, estabelecida pela DNAEE (BRASIL, 1977), atual ANEEL, definindo as distâncias e o número de verticais a partir da largura do rio, nas coordenadas geográficas 20°27'13.71''S e 54°34'26.42''O.

Com campanhas realizadas nos períodos de chuva e seca, segundo a Embrapa (2009), foi aferido pelos dados coletados diariamente pelo Centro de Monitoramento de Tempo, Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul – CEMTEC/MS, fornecidos pela meteorologista Cátia Braga.

Nesse método a determinação da velocidade foi através do molinete universal Newton, em m/s, a partir da Equação 1 para  $n \leq 0,7777$  e Equação 2 para  $n > 0,7777$ , referente a tábua de calibração do molinete fluviométrico de Newton, fabricado pela Hidromec.

$$V = 0,02311229 + 0,22460218 * n$$

(1)

$$V = -0,02616848 + 0,2879718 * n$$

(2)

Onde  $V$  é a velocidade média do fluxo (m/s) e  $n$  é o número de rotações do molinete (rps). O tempo de contagem de rotações foi de 40 segundos para todos os pontos.

Para a medição da descarga líquida foram utilizados: molinete universal Newton, haste de medição a vau, trena e um cronômetro. Obtendo-se as seguintes informações: profundidade da vertical, área da seção transversal, largura da seção, velocidade média do fluxo e a descarga líquida, em unidades métricas.

### Amostragem de sedimentos

As coletas de sedimentos em suspensão foram realizadas pelo método de igual incremento de largura (IIL), onde se calculou a velocidade e tempo de trânsito para a coleta da amostra por meio do amostrador USDH-48, seguindo as recomendações de Carvalho (2008), a partir da vertical de controle; e para a coleta de sedimentos de fundo, foi utilizado o amostrador tipo Petersen, do tipo de penetração vertical, utilizado em baixas profundidades (CARVALHO, 2000).

### Análises laboratoriais

As amostras coletadas em campo, pelo método IIL, foram acondicionadas e analisadas pelo método de evaporação, sendo utilizados: uma amostra de 100ml, cadinho (Unilab), dessecador (Chiarotti), estufa a 105°C (Odontobrás EL-003), mufla a 504°C (Fornitec 2361), pipeta volumétrica de 25ml (Poliglass) e balança de precisão com quatro casas decimais (Ohaus).

A granulometria dos sedimentos em suspensão foi determinada pela Curva de Oden, onde, por meio do método do tubo de remoção pela base, que a partir da precipitação do material coletado em aparelhagem especial, foi encontrado o tempo de deposição em minutos, o qual foi plotado na Curva de Oden, em quatro escalas de tempo de 0 a 14, 0 a 140, 0 a 1.400 e de 0 a 14.000 minutos no eixo horizontal e a sua respectiva porcentagem, no eixo vertical. E posteriormente os diâmetros das partículas corrigidos, obtidos em função da temperatura da amostra, foi encontrado a porcentagem do material em suspensão pela tangente.

A granulometria do material de fundo foi determinada através do ensaio de granulometria (ABNT NBR 7181/1982), onde em escala logarítmica, plotou-se o diâmetro em milímetros no eixo horizontal e a porcentagem retida e acumulada no eixo vertical, obtendo-se a curva granulométrica. Os materiais utilizados foram: termômetro, mão de grau (Unilab), estufa (105°C), balança de precisão e conjunto de peneiras (SOLOTEST).

### Cálculo da descarga sólida total

O cálculo da descarga sólida total foi realizado a partir dos métodos Simplificado de Colby (1957) e Modificado de Einstein (1955), citados por Carvalho (2008), o qual foi adaptado para diversas condições de profundidade e granulometria e ao sistema métrico.

### Método simplificado de Colby

No cálculo da descarga sólida total (Equação 3) pelo método simplificado de Colby, utilizam-se três ábacos, para estimar a descarga sólida não medida (descarga de arrasto), somando-a a descarga sólida medida, determinadas pelas Equações 4 e 5, já a descarga sólida total, em ton/dia, foi calculada a partir da Equação 3.

$$Q_{st} = Q_{sm} + Q_{nm} \quad (3)$$

Sendo  $Q_{st}$  a descarga sólida total,  $Q_{sm}$  a descarga sólida medida e  $Q_{nm}$  a descarga não medida, ambas em ton/dia.

$$Q_{sm} = 0,0864 \cdot Q \cdot C'_s \quad (4)$$

$$Q_{nm} = q'_{nm} \cdot K \cdot L \quad (5)$$

Nas quais  $Q_{sm}$  a descarga sólida medida, determinada pela vazão ( $Q$ ), em  $m^3/s$ , pela concentração medida ( $C'_s$ ), em ppm,  $Q_{nm}$  a descarga não medida, onde  $L$  largura da seção de medição, em metros,  $q'_{nm}$  corresponde à descarga sólida não medida aproximada por metro de largura e  $K$  ao fator de correção.

Onde  $q'_{nm}$  foi obtida a partir da velocidade média do curso d'água, por meio do ábaco proposto por USBR, 1955 e Colby & Hubbel, 1961 *apud* Carvalho (2008) e  $K$  foi obtido a partir da razão de eficiência  $C_s/C_r$  onde  $C_s$  é a concentração medida e  $C_r$  é a concentração relativa, ambas em ppm, e da linha média, por meio do abado proposto por USBR (1955) e Simons e Senturk (1977) *apud* Carvalho (2008).

## RESULTADOS

Para o cálculo da descarga total dos sedimentos foram realizados os cálculos de descarga líquida e concentração dos sedimentos em suspensão. Os resultados e as informações referentes às campanhas realizadas estão resumidos na Tabela 1

**Tabela 1 - Dados das campanhas da Microbacia Hidrográfica do córrego Revellieu pelo Método Simplificado de Colby.**

Nº da campanha	Data	$Q$ ( $m^3/s$ )	$Q_{sm}$ (ton/dia)
1	20/04/2015	0,30	0.000071
2	27/08/2015	0.15	0.000060
3	30/06//2016	0.36	0.000081
4	10/09/2016	0.17	0.000065

A descarga sólida total, pelo Método Simplificado de Colby, para o ano de 2015 foi maior durante o período chuvoso (Campanha 1) do que o de seca (Campanhas 2) equivalente a 0.000071 e 0.000060ton/dia, respectivamente, sendo mais sedimento, o que confirma que em períodos chuvosos escoamento superficial transporta os sedimentos produzidos na área da Microbacia para o córrego, dos possíveis pontos de produção de sedimentos levantados.

A concentração de sedimentos no período chuvoso foi cerca de até 2 vezes maior do que nos períodos de seca, pois com o evento chuvoso os sedimentos finos são transportados em maior quantidade em suspensão.

Já para o ano de 2016, a descarga sólida total, pelo Método Simplificado de Colby, também foi maior durante o período chuvoso (Campanha 3) do que o de seca (Campanhas 4 realizada no dia 10/09/2016) equivalente a 0.000081 ton/dia, o que confirma que ocorreu no período chuvoso um transporte de sedimentos maior que no período da seca.

Depois de calculadas as descargas sólidas, o grau de degradação da microbacia hidrográfica do córrego Revellieu, foi determinado, de acordo com a produção específica de sedimentos, sugerida por Carvalho (2000).

Nesse estudo não foi possível determinar a linha adequada do fator de correção para o Método Simplificado de Colby, uma vez que se identificou que não houve descarga sólida de arrasto, pelo Método Modificado de Einstein, onde a baixa velocidade do fluxo na seção amostrada, de 0,08m/s, não foi suficiente para transportar sedimentos de fundo.

No estudo de Anache *et al.* (2013), realizado na Microbacia do Guariroba, a descarga sólida de sedimentos é de 30,95 ton/dia enquanto na Microbacia do Revellieu é de 10,37 ton/dia. Já no estudo do córrego Guariroba, a qual é uma bacia rural e possui práticas de preservação em sua área, a descarga sólida de sedimentos é baixa, segundo a classificação de Carvalho (2008), o que evidencia a necessidade de se implantarem práticas de conservação e de uso e ocupação do solo adequados, também em bacias urbanas, com a finalidade de se reduzir o aporte de sedimento dos cursos d'água, seu transporte e sedimentação, o que contribuiria para o funcionamento adequado do sistema de drenagem, conforme projetado e executado, diminuindo e controlando dos riscos de enchentes.

Em comparação a uma das medições realizadas por Miranda *et al.* (2014), a descarga sólida total determinada neste estudo, para um período chuvoso, é maior, tendo como referência a vazão baixa de ambos os estudos.

## CONCLUSÕES

Após os dados obtidos nas campanhas de medição, análise laboratorial e posteriormente cálculos das metodologias conclui-se que:

- Devido à baixa velocidade do fluxo, de 0,08m/s, não ocorre o transporte de sedimentos de fundo;
- A concentração de sedimentos é maior no período chuvoso, devido à produção de sedimentos ser maior a Microbacia possui descarga sólida total de 0,28 ton/dia, encontrada pelo Método Modificado de Colby, que pode ser aportada em seu reservatório;
- É evidente que por se tratar de uma área urbana pode ser considerada com baixa quantidade de sedimentos devido a extensão do rio.
- O Método Modificado de Einstein é mais preciso do que o Método Simplificado de Colby, por calcular a descarga sólida não medida, ou de arrasto, por dados primários.
- O estudo da descarga sólida que ocorreu na Microbacia Hidrográfica do córrego Revellieu, objeto de estudo deste artigo, tem o preceito de contribuir e fomentar o estudo hidrossedimentológico que ocorre nesta e em outras microbacias, propagando, assim, conhecimentos para uma melhor gestão e planejamento dos recursos hídricos.

Em um estudo de determinação da descarga sólida total, recomenda-se primeiramente realizar o cálculo pelo Método Modificado de Einstein nas primeiras medições, pelo menos para um período de chuva e de seca, e nas outras medições, com a linha de correção adequada encontrada, a partir dos dados obtidos pelo Método Modificado de Einstein, utilizar o Método Simplificado de Colby.

Recomenda-se que mais estudos e medições sejam realizados nesta microbacia para uma base maior de dados, devido à importância hidráulica do reservatório que está inserido no seu exutório, no controle de cheias do município de Campo Grande – MS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANACHE, J.A.A.; ALVES SOBRINHO, T.; SONE, J.S.; ALMEIDA, I.K.; SOUZA, J.S.; CARVALHO, G.A.; GODOY, M.T R.; POMPEU, R.M.; COUTO, C.B. (2013). **Avaliação de métodos para a estimativa da descarga sólida total em rios**. In: *XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2013, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves: ABRH.

2. ANDRADE NETO, J.S.; RIGON, L.T.; TOLDO JR, E.E.; SCHETTINI, C.A.F. **Descarga Sólida em Suspensão do Sistema Fluvial do Guaíba, RS, e sua Variabilidade Temporal.** In: *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, vol. 39, n.2, 2012 p. 161-171.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181:1984.** Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.
4. BARBEDO, A.G.A.; Estudo **Hidrossedimentológico na Bacia do Alto do Paraguai – Pantanal.** 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul. 2003.
5. BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Manual para Serviços de Hidrometria.** Brasília: DNAEE, 1977.
6. CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.599p.
7. CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática.** Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p. COELHO NETO, A.L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In:
8. GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1994.
9. COIADO, E.M. Processos Erosivos (Capítulo 10): In: PAIVA, J.B.D. / PAIVA, E.M.C.D. de (Organizadores). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.** Porto Alegre: ABRH, 2003. 628p.