



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA DESCARGA SÓLIDA TOTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CASCAVEL EM GUARAPUAVA/PR**

Edivaldo Geffer<sup>(a)</sup>, Tatiane Wouk<sup>(b)</sup>

(a) Professor EBTT do IFMS-Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, campos Ponta Porã email: [edivaldo.geffer@ifms.edu.br](mailto:edivaldo.geffer@ifms.edu.br)

(b) Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO- email: [tatianewouk@hotmail.com](mailto:tatianewouk@hotmail.com)

**Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas**

### **Resumo**

O trabalho teve como objetivo testar a eficácia de métodos de cálculo da carga sólida fluvial em rios de leito predominantemente rochosos, em bacias com diferentes tipos de uso da terra, em Guarapuava/PR. A partir de dados hidrossedimentológicos medidos na bacia do Rio Cascavel, e em quatro de suas sub-bacias, em 13 eventos de chuva entre julho de 2015 e novembro de 2016, aplicou-se e avaliou-se os métodos indiretos de cálculo da descarga sólida total fluvial de Colby (1957), Karin (1998), Engelund e Hansen (1997), e Cheng (2002). Na seção da bacia do Cascavel, o método de Cheng (2002), seguido pelo de Colby (1957) foram os que aprestaram melhores resultados na estimativa da descarga sólida total. Para as demais seções das quatro sub-bacias a relação da descarga medida com a calculada variou de evento para evento e de bacia/sub-bacia. O transporte de sedimento fluvial mostrou-se complexo, e está associado principalmente às especificidades do local e as formas de manejo do solo.

**Palavras chave:** Sedimentos, hidrossedimentologia, geomorfologia fluvial.

### **1. Introdução**

Os prejuízos ocasionados pelos processos erosivos, sob o ponto de vista da perda de solo, são amplamente discutidos e de suma importância em termos de degradação ambiental. Entretanto, a perda de solo é apenas o primeiro dos impactos, vindo em seguida outros, notadamente nos cursos fluviais, destino das partículas de solo removido (sedimentos), alterando o canal de drenagem fisicamente e também as características físicas e químicas das águas.

Os sedimentos transportados nos canais fluviais são influenciados por variáveis como a inclinação da vertente, tipo de cobertura e manejo do solo, forma da bacia, material de formação do solo, intensidade, duração e frequência da chuva. (Oeurng et al. 2010).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A carga de sedimento transportada pelos rios é originada em sua grande maioria das vertentes da bacia hidrográfica. O transporte de sedimentos de locais fontes para a saída da bacia depende fortemente da magnitude dos eventos climáticos e dos processos hidrogeomorfológicos que definem as partículas em movimento e sobre as quantidades (Gay et al., 2014). Existe uma forte variabilidade temporal das exportações de sedimentos das bacias hidrográficas em diferentes escalas de tempo.

Paiva (2003) descreve que, não se podem fixar as porcentagens da descarga transportadas em suspensão e no leito, em razão da complexidade e da variabilidade no espaço e no tempo do volume transportado, sendo importante sua medição e/ou estimativa, uma vez que com a soma delas tem-se a descarga total fluvial.

Destaca-se que são vários os métodos indiretos para cálculos da descarga sólida nos cursos fluviais (Carvalho, 1994; Yang, 1996; Moris e Fan, 1997; Julien, 1998; e Paiva, 2003). Sendo que alguns estimam apenas a descarga sólida de arrasto ou de materiais de leito e/ou em suspensão, enquanto outros estimam a descarga sólida total.

No Brasil alguns trabalhos avaliaram métodos indiretos para cálculo da descarga sólida fluvial (Paiva, 1995; Scapin, 2007; Vestena, 2016; Almeida 2012; Sobrinho *et al* 2013). Esses trabalhos desenvolvidos no Brasil foram aplicados para rios de grande porte em sua maioria e não se tem registro de avaliações de métodos indiretos para cálculo da descarga sólida fluvial aplicados em rios com leito rochosos ou misto rochoso-aluvial.

Em rios de leito rochosos ou mistos rochoso/aluvial que é o caso da bacia hidrográfica em estudo, a erosão começa quando a cobertura é removida, sendo que a incisão depende, em grande parte, da ação das partículas sobre o leito. Portanto, a erosão do leito depende da relação entre a taxa de suprimento e a taxa de remoção de sedimentos que se constitui de modo diferenciado, sendo influenciado pelo substrato rochoso e por atividades antrópicas, desenvolvida ao longo da vertente ou no próprio leito fluvial (LIMA e BINDA 2013).

Tinkler (1997), destaca que suas morfologias se diferencia dos canais aluviais, principalmente, por apresentarem declividades relativamente maiores. No sentido hidráulico, uma declividade alta seria aquela na qual o fluxo é sempre crítico e a vazão possui máxima eficiência para a energia disponível, maximizando a potência do escoamento e da tensão de cisalhamento, de modo que os sedimentos são prontamente removidos.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A erosão em rios de leito misto rochoso-aluvial dar-se predominantemente durante os períodos em que a vazão é geomorfologicamente dominante, quando a vazão apresenta competência para a mobilização da carga sedimentar depositada em trechos do leito fluvial.

Neste sentido, a erosão nesses canais ocorre quando o fluxo possui capacidade de transporte excessiva, quando comparado ao suprimento de sedimentos (LIMA e BINDA 2013). Tendo seu início quando a cobertura aluvial é removida, sendo que a incisão depende basicamente da ação das partículas sedimentares em trânsito no canal, compreendendo a relação de taxa de suprimento e a taxa de sedimentos.

Este estudo verificou a eficácia de métodos indiretos de cálculo da descarga sólida, de estimativa do transporte de sedimentos fluvial, em pequenos rios de leito rochosos em bacias com diferentes tipos de uso da terra. Os métodos indiretos de cálculo da carga sólida total fluvial testados foram o de Colby (1957); Karin (1998); Engelund e Hansen (1997); e Cheng (2002), de acordo com a aplicabilidade para rios de pequeno porte, e serem de fácil aplicação, em função da exigência de dados de entrada.

A pesquisa foi realizada no município de Guarapuava, na bacia hidrografia do rio Cascavel, e em quatro de suas sub-bacias, em rios com leito predominantemente rochoso, sendo três localizadas na área urbana, e uma na área rural.

### **1.1. Área de Estudo**

O recorte espacial é a bacia do rio Cascavel–BHC, a qual se localiza no município de Guarapuava, região central do Estado do Paraná. Esta bacia tem como rio principal o rio Cascavel, o qual é tributário da bacia do rio Jordão, este por sua vez deságua no rio Iguaçu, afluente do rio Paraná.

A BHC, área de estudo, localiza-se, na região Centro-Sul do Estado do Paraná, em torno do paralelo 25°21' de latitude Sul, no reverso da escarpa basáltica da Serra da Esperança, no Terceiro Planalto Paranaense a uma altitude média em torno de 1.015 m. Tendo como composição rochosa o arenito São Bento inferior ao Botucatu do período triásico do mesozoico, que recebeu vários derrames de lavas básicas muito compactadas e com espessuras que variam de 50 a 1.750 metros (MAACK, 2002).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O clima é o subtropical mesotérmico úmido (Thomaz e Perreto, 2016). A média anual de precipitação é 1.920,84 (mm), com índices pluviométricos elevados no período sazonal de Verão e Primavera.

Em relação a hidrografia da BHC seu canal principal é o rio Cascavel que drena a cidade de Guarapuava no sentido nordeste ao sudoeste, enquanto, seus afluentes: arroio Carro Quebrado, arroio Barro Preto e arroio do Engenho drenam a cidade em sentido leste ao oeste, em função de um padrão de drenagem controlado pela estrutura do substrato rochoso local (BINDA e BERTOTTI, 2008).

Este, está sobre uma estrutura de falha NE-SO, que condiciona a direção de sua drenagem, os seus divisores topográficos, e um padrão de drenagem dendrítico, com alto grau de ramificação, condicionado pelo substrato rochoso (MINEROPAR, 1992). A declividade média da BHC é de 6,4%, apresentando relevo pouco dissecado.

A BHC é composta por várias sub-bacias, porém neste trabalho, optou-se por trabalhar com a BHC e quatro de suas sub-bacias, sendo três localizadas na área urbana: sub-bacia hidrográfica do Barro Preto – SBHBP, sub-bacia hidrográfica do Carro Quebrado – SBHCQ e sub-bacia hidrográfica do Engenho – SBHE, e uma localizada na área rural, sendo a sub-bacia hidrográfica do Monjolo – SBHM (Figura 1).

A SBHCQ está toda situada na área urbana da cidade de Guarapuava, tendo uso e ocupação do solo predominantemente de construções e áreas impermeabilizadas. Tendo vários trechos canalizados ou alterados por obras de diversas magnitudes que conseqüentemente impactaram nas feições fluviais.

A SBHE, também está localizada na área urbana de Guarapuava, sendo o tipo de uso e ocupação do solo predomínio da área construída e áreas impermeabilizadas. A SBHBP, Também está localizada na área urbana de Guarapuava, tendo predomínio da área construída e áreas impermeabilizadas. Em alguns pontos da sub-bacia verificam-se avançados níveis de urbanização próxima ao leito fluvial, a presença de muros e paredes de residências. A SBHM diferencia-se das demais sub-bacias escolhidas, pelo fato de localizar-se predominantemente em área rural do município de Guarapuava. Possui cobertura vegetal arbóreo-arbustiva em quase 50%, de sua área.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

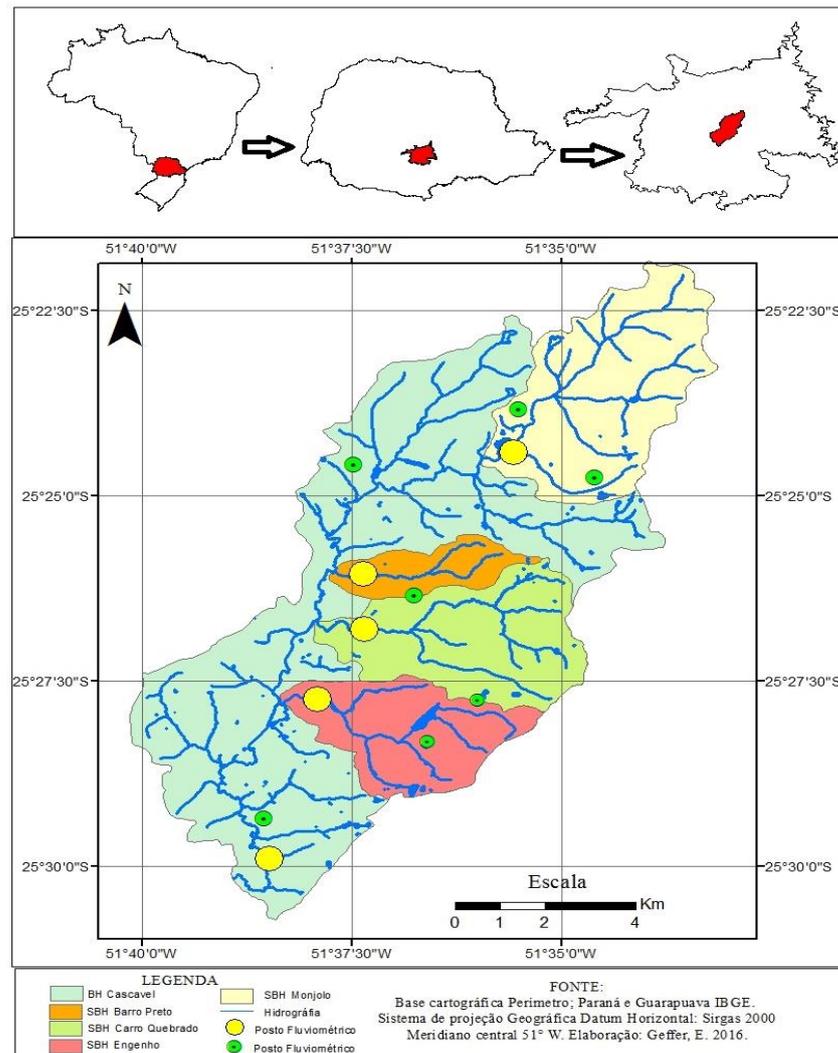


Figura 1 - Localização da área de estudo.

A escolha destas sub-bacias também ocorreu em função de apresentarem morfologia e morfometria semelhantes, em contraste com seus diferentes graus de urbanização e de uso do solo.

## 2. Metodologia

No total, treze eventos de chuva foram estudados, entre os meses de julho de 2015 a novembro de 2016.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os dados de chuva utilizados foram dados médios, obtidos pelo método da média aritmética de postos pluviométricos na bacia e sub-bacia estudadas, da estação Agrometeorológica de Guarapuava, monitorada pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); de cinco pluviógrafos automáticos monitorados pelo grupo de pesquisa: em Hidrogeomorfologia, da Unicentro; e de dois pluviógrafos automáticos, monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) (Figura 1).

A concentração de sedimento em suspensão (Css) foi medida nas seções transversais fluviais, nos treze eventos mensurados, utilizou-se de um amostrador de sedimentos em suspensão, modelo USDH-48 (AMS-1), em amostragens integradas na profundidade, pelo método de amostragem por igual incremento de largura, como descrito em Carvalho et al. (2000).

A determinação da Css deu-se pelo método de evaporação ou pela leitura da turbidez, utilizando-se de um turbidímetro portátil, da marca Hanna, modelo HI93703. O equipamento faz a leitura em FTU (*Formazine Turbidity Unit*), sendo a concentração de sedimento em suspensão, em g/L, obtida utilizando-se da equação  $Css = 0.0004T + 0,0446$ , previamente elaborada e validada, na região de Guarapuava-PR, que relaciona o valor da turbidez, em FTU, com a Css, em g/L (Thomaz e Pereto, 2016).

Optou-se por utilizar esses dois métodos, pois as amostras variavam muito na quantidade de sedimento suspenso. Usou-se o turbidímetro quando as amostras tinham pouco sedimento suspenso, não ultrapassando 0.44 g/l, pois o turbidímetro só faz as leituras da turbidez até 999 FTU, o qual corresponde a 0.44 g/l. Para as amostras que a turbidez era superior, utilizou-se o método de evaporação.

As medições de vazão (Q) durante os eventos considerados foram feitas utilizando o método do flutuador, em função da medição ocorrer em momento de vazão crítica (nível de água alto e grande poder de transporte), este fato dificulta a medição por outros métodos, conjuntamente com o fato que são rios de pequeno porte.

O método de medição de vazão em seção fluvial por flutuadores é recomendado em casos cujos rios apresentam certas características, tais como: são pequenos (largura inferior a 10 metros), e/ou pedregosos, e/ou rasos (trechos com menos de 10 cm de altura da lamina de água) (COLLISCHONN; TASSI, 2008). Os rios estudados apresentam essas características.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A Descarga sólida em suspensão foi obtida por meio da relação entre a descarga sólida em suspensão e área de drenagem contribuinte na BHC e nas sub-bacias, para os trezes eventos mensurados.

A descarga sólida de arrasto ou descarga sólida de leito foi obtida por meio de medições pontuais, utilizando-se de um amostrador de sedimento de leito, tipo draga, seguindo os procedimentos detalhados em Carvalho (2000).

A descarga sólida total para cada uma das medições pontuais, em cada um dos eventos de chuva foram estimadas e medidas em campo. A descarga sólida total medida em campo deu-se por meio da soma entre a descarga sólida de leito/arrasto e a descarga sólida em suspensão ( $D_{st} = Q_{ss} + Q_{sa}$ ).

Os métodos indiretos de estimativa de cálculo da descarga sólida total: Colby (1957), Karin (1998), Engelund e Hansen (1997), e Cheng (2002) foram aplicados, utilizando-se de dados e informações pontuais obtidas nos levantamentos de campo. Cada método possui sua especificidade de dados de entrada os quais foram coletados durante os trabalhos de campo.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A quantidade de sedimento transportada está associada à quantidade de sedimento disponível nas áreas fontes de sedimento da bacia. Dessa forma, verificou-se que a  $D_{ss}$  pode variar significativamente no espaço, principalmente em bacias hidrográficas que apresentam altas taxas de concentração de fluxo fluvial e variações significativas na vazão, como verificado na BHC e suas sub-bacias, com uso da terra predominante urbano.

A  $C_{ss}$  na maioria dos trezes eventos foi maior na SBHCQ, mais especificadamente, em sete eventos, seguido pela BHC, com cinco eventos. No entanto, uma maior  $C_{ss}$  não necessariamente representou uma maior quantidade de sedimento em suspensão transportada, uma vez que a carga de sedimento depende da quantidade de vazão.

A  $Q_{st}$  média na BHC nos eventos medidos foi de 137, 25 t/dia. Na BHC, a  $Q_{st}$  máxima foi registrada no evento 11, de 30/11-02/12/2015, 661, 18 t/dia (27,57 t/horas), enquanto que no evento sete a menor 4,78 t/dia (0,19 t/horas).



XVIII  
SBGFA

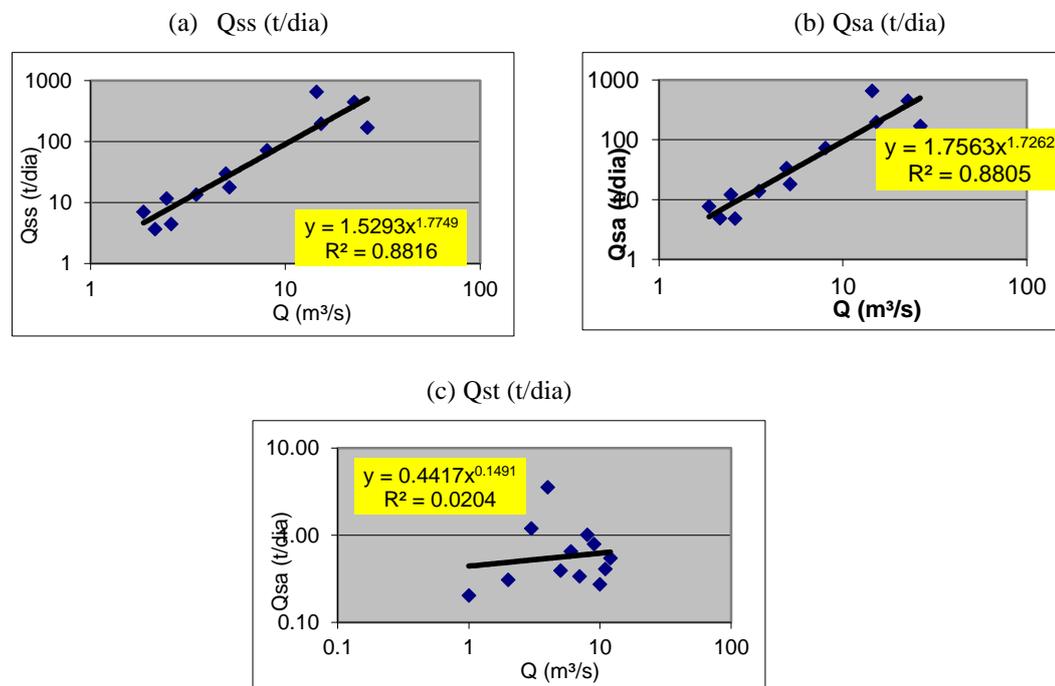
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A vazão na BHC variou significativamente dentre os eventos, a maior foi de 22,53 (m<sup>3</sup>/s) e a menor de 1,87 (m<sup>3</sup>/s), com uma média de 9,10 (m<sup>3</sup>/s).

Na figura 2, têm-se as relações da Q<sub>ss</sub> (t/dia) com a Q (m<sup>3</sup>/s), da Q<sub>st</sub> (t/dia) com a Q (m<sup>3</sup>/s), da Q<sub>sa</sub> (t/dia) com a Q (m<sup>3</sup>/s) e da Q<sub>st</sub> (t/hora) com a Q (m<sup>3</sup>/s).



**Figura 02** - Relação Q<sub>ss</sub>, Q<sub>sa</sub> e Q<sub>st</sub> com a vazão na BHC.

A Q<sub>ss</sub> e Q<sub>st</sub> apresentaram uma correlação positiva forte com a Q, com coeficiente de determinação r<sup>2</sup> de 0,8816 e 0,8805, respectivamente (Figura 2a e 2b). Entretanto, a Q<sub>sa</sub> não apresentou correlação com a vazão, r<sup>2</sup> de 0,0204 (Figura 2c).

Em relação as sub-bacias da BHC, destaca-se que a descarga sólida de leito e em suspensão variou de sub-bacia para sub-bacia e de evento para evento. Em relação às médias da Q<sub>st</sub>, destaca-se que a SBHCQ apresentou maior média 117,54 t/dia; seguida pelas SBHE com 48,23 t/dia; SBHBP com 25,77 t/dia; e SBHM com 8,32 t/dia (uso do solo rural).

A SBHCQ apresentou de modo geral valores medidos de Q<sub>ss</sub> (t/dia), Q<sub>sa</sub> (t/dia) e Q<sub>st</sub> (t/dia), acima das demais sub-bacias analisadas assim como os valores de concentração de sedimento suspenso já mencionados.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Em relação à correlação da  $Q$ , com a  $Q_{ss}$ ,  $Q_{st}$ ,  $Q_{sa}$ , na SBHCQ os valores de  $r^2$  foram de 0,906, 0,924 e 0,232, respectivamente. Na SBHE os valores de  $r^2$  foram de 0,883, 0,907 e 0,006, respectivamente. A SBHBP apresentou valores de  $r^2$  de 0,109, 0,453 e 0,103, respectivamente. E na SBHM,  $r^2$  de 0,331, 0,3394 e 0,092. A  $Q_{sa}$  e a vazão não apresentaram correlação com a vazão ou apresentaram correlação positiva fraca nas sub-bacias, já a  $Q_{ss}$  e a  $D_{st}$  apresentaram correlação positiva forte.

Assim como na BHC, nas demais sub-bacias a  $Q$  variou consideravelmente entre os eventos mensurados. Quanto aos valores médios de vazão dentre os eventos, a SBHCQ apresentou vazão de 4,66, a SBHE 3,37, a SBHBP 3,09, e a SBHM 1,65  $m^3/s$ .

Os resultados de  $Q_{st}$  estimados usando os métodos indiretos são apresentados na (tabela 2). Dos métodos empregados para estimar a descarga sólida total na BHC, o método que melhor se ajustou aos dados medidos em campo foi o de Cheng (2002) com  $DIF$  de 67,77%, seguido pelos métodos de Colby (73,66%), Engelund e Hansen (1997) (1964,60%) e Karin (1998) (2044%) (Tabela 1).

Os métodos de Engelund e Hansen (1997) e Karin (1998), foram os que apresentaram os maiores índices de  $DIF$  na BHC, ou seja, 1964,60% e 2044,58%, respectivamente. Sendo assim, os referidos métodos não devem ser utilizados na estimativa da descarga sólida total na BHC.

**Tabela 1**– Diferença percentual relativa ( $DIF$ ) da BHC

Método (Autores)	$DIF$ (%)
Cheng (2002)	67,77
Colby (1957)	73,66
Engelund e Hansen (1997)	1964,60
Karin (1998)	2044,58

Dos métodos empregados para estimar a descarga sólida total nas sub-bacias urbanas, destaca-se que na SBHCQ, nem um apresentou valores próximos dos medidos, com valores elevados de  $DIF$ . Em relação à descarga sólida total na SBHE, o método de Engelund e Hansen (1997) e Karin (1998) foram os que apresentaram menores  $DIF$ , 85,35% e 89,81%, respectivamente. Já na SBHBP, o método de Engelund e Hansen (1997) foi o que apresentou menor  $DIF$  92,72%.

Em relação aos métodos testados para a determinação da descarga sólida total na SBHM, com uso do solo predominantemente rural, nenhum dos métodos apresentou valores próximos dos medidos.

**Tabela 2** – Diferença percentual relativa ( $DIF$ ) nas sub-bacias da BHC.

Método (Autores)	$DIF$ (%)
------------------	-----------



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

SBHCQ	Cheng (2002)	26.296,62
SBHCQ	Colby (1957)	283.551,90
SBHCQ	Engelund e Hansen (1997)	4.599,29
SBHCQ	Karin (1998)	83.254,70
SBHE	Cheng (2002)	89,81
SBHE	Colby (1957)	6.655,35
SBHE	Engelund e Hansen (1997)	85,35
SBHE	Karin (1998)	1.415,45
SBHBP	Cheng (2002)	5.929,29
SBHBP	Colby (1957)	42.485.765,72
SBHBP	Engelund e Hansen (1997)	92,72
SBHBP	Karin (1998)	1.680,57
SBHM	Cheng (2002)	6.412,14
SBHM	Colby (1957)	2.479,14
SBHM	Engelund e Hansen (1997)	461,47
SBHM	Karin (1998)	980,36

Em termos gerais as variações das *DIF* se devem às características de cada equação, da BHC e suas sub-bacias. As equações, em sua grande maioria, foram deduzidas a partir de dados de laboratório, e o transporte de sedimento fluvial é complexo, e está associado às especificidades de cada local.

Um determinado método pode apresentar resultados bem diferentes para cada situação, bacia ou sub-bacia. Dessa forma, é extremamente importante a validação dos modelos para cada sub-bacia, por meio de comparação com dados medidos em campo, para se evitar estimativas e conclusões precipitadas e errôneas, e a obtenção de dados de descarga sólidas totais irreais.

Em relação aos métodos testados para determinação da descarga sólida total em rios de leitos rochosos verificou-se não haver um método indireto de cálculo da descarga sólida total mais indicado dentre os avaliados, uma vez que a eficiência dos métodos variou nos eventos e nos locais.

#### 4. CONCLUSÕES

Dos métodos empregados para estimar a descarga sólida total de Colby (1957); Karin (1998); Engelund e Hansen (1997); e Cheng (2002), o método que melhor se ajustou a dados medidos na BHC foi o de Cheng (2002) com *DIF* de 67,77%, seguido pelos métodos de Colby (73,66%). Na SBHE o método de Engelund e Hansen e (1997) e Karin (1998), foram os que apresentaram melhores resultados, com *DIF* de 85,35% e 89,81%, respectivamente. Na SBHBP também foi o método de Engelund e



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Hansen (1997), que aprestou DIF de 92,72%. Nas SBHCQ e SBHM todos os métodos empregados apresentaram índices elevados de *DIF*.

A relação descarga medida e estimada variou de evento para evento e de bacia/sub-bacia, o que demonstra que a quantidade de sedimento fluvial se diferencia no tempo e no espaço, e está diretamente associado as formas de uso e manejo do solo.

Por fim, destaca-se que a compreensão da dinâmica hidrossedimentológica exige monitoramento em campo em pequenos intervalos de tempo, pois dados obtidos em intervalos grandes podem esconder variações e comportamentos significativos, além de ocasionarem erros de estimativa.

## 5. REFERÊNCIAS

BINDA, A. L.; BERTOTTI, L. G. **Mapeamento de características físicas do relevo da cidade de Guarapuava-PR utilizando técnicas de geoprocessamento.** RA'E GA, Curitiba, n. 16, p. 167-182, 2008.

GAY, A.; CERDAN, O.; DELMAS, M.; DESMET, M. **Variability of suspended sediment yields within the Loire river basin (France).** Journal of Hydrology, v.519, p.1225–1237, 2014.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentométricas.** Brasília: ANEEL. 2000. 154p.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia pratica.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 600p. 2008.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo hidrologia.** Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2008. 274p.

LIMA, A.; BINDA, R. **Lithologic and structural controls on fluvial knickzones in basalts of the Paraná Basin, Brazil.** In: J. South Am. Earth Sci. 48 (2013), p. 262-270.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3ª ed. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, 2002. 438 p.

MONTGOMERY, D.R. & GRAN, K.B. Downstream variations in the width of bedrock channels. **Water Resources Research**, v.37, p.1841-1846, 2001.

MINERAIS DO PARANÁ. **Geologia de planejamento:** Caracterização do Meio Físico da Área Urbana de Guarapuava. Curitiba: MINEROPAR, 1992.

OEURNIG, C., SAUVAGE, S., SÁNCHEZ-PÉREZ, J.-M., 2010. **Dynamics of suspended sediment transport and yield in a large agricultural catchment, southwest france.** Earth Surf. Proc. Land. 35 (11), 1289–1301. 2010.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PAIVA, L. E. D. **Aplicação de métodos macroscópicos na determinação da carga sólida total transportada em rios**. 1995. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

PAIVA, J. B. D. Métodos de cálculo do transporte de sedimento em rios. In: PAIVA, J. B. D. de; PAIVA, E. M. C. D. de. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 313-364.

THOMAZ, E. L.; PERETTO, G. T. Hydrogeomorphic connectivity on roads crossing in rural headwaters and its effect on stream dynamics. **Science of the Total Environment**, v. 550, p. 547-555, 2016.

TINKLER, K. J.; WOHL, E. E. A primer on bedrock channels. In: TINKLER, K. J. WOHL, E. E. **Rivers over rock: fluvial processes in bedrock channels**. American Geophysical Union: Washington, DC, 1997, p.1-18. (Geophysical monograph 107).

VESTENA, L. R. Água: conceitos e procedimentos metodológicos à Educação Ambiental. In: VESTENA, C. L. B.; SOUZA, F. M. **Educação Ambiental em foco**. São Carlos: 2016. 111-147, 2016.