

## CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS COM TRAMOS SEPARADOS POR VAZÃO E TEMPO: ELEMENTOS DO TRAÇADO E AJUSTE

*Danrlei Menezes<sup>1</sup> & Francisco F. N. Marcuzzo<sup>2</sup>*

**Resumo** – A curva-chave de sedimentos possibilita a compressão da dinâmica hidrossedimentológica, principalmente por meio da determinação da produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica. Entretanto, existem poucas metodologias que discutem sobre a construção de curvas-chave de sedimentos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é discutir o tema de maneira metodológica sobre o traçado e ajuste de curva-chave de sedimentos, com vistas à diminuir os erros associados às suas estimativas. Para isso, foram confeccionadas as curvas por quatro maneiras diferentes. O método da regressão linear possibilitou a utilização de um ajuste executado pelo solver do gerenciador de planilhas da Microsoft. Além disso, foram executadas divisões temporais nos tramos para explorar as diferenças de comportamento ao longo dos anos. Para encontrar a melhor curva, foi analisado o valor do desvio relativo e absoluto dos dados calculados com os dados observados. Os resultados mostraram que o método da regressão necessita de ajuste do solver para aproximar os valores calculados do observado. Ainda, a divisão por tramos temporais possibilitou diminuir ainda mais essa diferença.

**Palavras-Chave** – Hidráulica de Canais, Sedimentos, Descarga sólida.

**Abstract** – The sediment rating curve allows the compression of hydro-sedimentological dynamics, mainly through the determination of sediment yield in a catchment. However, there are few methodologies that discuss the construction of sediment rating curves. In this sense, the objective of this work is to discuss the issue in a methodological way about the tracing and adjustment of the sediment rating curve, in order to reduce the errors associated with its estimates. For this, the curves were made in four different ways. The linear regression method enabled the use of a tuning run by the Microsoft spreadsheet manager solver. In addition, time divisions were performed on the stretches to explore behavioral differences over the years. To find the best curve, we analyzed the value of the relative and absolute deviation of the calculated data with the observed data. The results showed that the regression method requires adjustment of the solver to approximate the calculated values of the observed. Also, the division by time sections made it possible to further reduce this difference.

**Keywords** – Hydraulics of Channels, Sediment, Solid discharge.

---

1) Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS. [d.menezes18@gmail.com](mailto:d.menezes18@gmail.com)

2) SGB /CPRM - Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial. Rua Banco da Província, nº 105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90.840-030, Tel.:(51) 3406-7300. [francisco.marcuzzo@cprm.gov.br](mailto:francisco.marcuzzo@cprm.gov.br)

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de sedimentos (PS) em uma bacia hidrográfica é indicativo da degradação da bacia quanto aos processos erosivos e hidrológicos. Isso porque, através da PS é possível quantificar os sedimentos transportados por um rio, que frequentemente, estão associados a problemas como o assoreamento dos reservatórios e à presença de contaminantes aderidos as partículas de sedimentos (PELLEGRINI *et al.*, 2009).

Assim, dado a ocorrência desses problemas, a quantificação da PS torna-se fundamental para o entendimento dos processos e para a busca de ações que visam mitigar esses efeitos. Dentre as formas de obtenção da PS, uma delas é por meio da curva-chave de sedimentos. A curva-chave de sedimentos é uma equação que relaciona a vazão (descarga líquida – Q) e a descarga sólida (Qst).

Nesse sentido, a curva-chave de sedimentos estima a descarga sólida, que posteriormente é transformada na PS específica para a área de drenagem, utilizando valores de vazão onde não foi possível realizar a coleta local de sedimentos. Essa é a principal vantagem do seu uso, visto que, apenas com um conjunto representativos de coletas de sedimentos em diferentes vazões, é possível conhecer o comportamento sedimentológico e estimar para valores não-coletados, do mesmo intervalo. Entretanto, verificam-se poucos trabalhos executados sobre curva-chave de sedimentos, disponíveis na literatura, principalmente no Brasil, como os analisados de SOUZA *et al.* (2006), PICKBRENNER *et al.* (2006) e VEIGA *et al.* (2015).

Necessita-se, porém, da existência de exemplos de aplicações e discussões técnicas de metodologias de traçado e ajuste, ou seja, de como fazer e o porquê fazer desta maneira. Portanto, esse trabalho visa discorrer sobre o tema de maneira metodológica sobre o passo a passo. Valendo-se de exemplificação, discorrer-se-á neste trabalho sobre o traçado e ajuste de curva-chave de sedimentos, com vistas a diminuir os erros associados às suas estimativas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização geral da região de localização da estação fluviométrica e seus dados

A estação fluviométrica Taquara Montante – código 87374000 – está localizada no município de Taquara/RS na bacia hidrográfica rio dos Sinos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**s 1 e 2). A área de drenagem desta estação é de 1.460km<sup>2</sup> (-29°43'12''S e -50°44'03''W; altitude 110m) e apresenta grande presença de vegetação nativa, principalmente na margem direita, como pode ser observado na Figura 2.

Nota-se no diagrama unifilar (Figura 3) que a, aproximadamente 2,5km a montante da estação há a confluência do rio Rolante com o rio dos Sinos, e que não há nenhum barramento a montante nas proximidades da estação. O diagrama unifilar detalhado, da sub-bacia 87, pode ser observado em Guimarães *et al.* (2017), e a parte 11 de 16 do diagrama unifilar que contém a estação 87374000 pode ser observado na Figura 3.

A seção está inserida na sub-bacia 87 que compreende a área de drenagem dos rios que drenam para a lagoa dos Patos e Oceano Atlântico, situada entre a foz do Mampituba, exclusive, e a saída da lagoa dos Patos. Inclui o rio Jacuí a jusante da confluência com o rio Taquari. Na Figura 4 é possível verificar o comportamento da precipitação na região. Os valores variam de 1.379 mm.ano<sup>-1</sup> ao sul até 1.705 mm.ano<sup>-1</sup> ao norte da bacia, sendo que a estação Taquara Montante (87374000) está localizada em um intervalo de precipitação que varia de 1530 a 1621 mm.

Os tipos de solo predominantemente são Cambissolos Húmicos Distróficos nas regiões de maiores altitudes, Neossolo Litóricos Eutróficos na região central e Argissolo Vermelho-Amarelos Distróficos na região próxima ao exutório (Figura 5). Observa-se na Figura 5 que a estação Taquara Montante (87374000) está localizada sob o solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, cujas principais características são baixa fertilidade e susceptibilidade à erosão. Na mesma Figura 5, verifica-se que os solos a montante da estação são Neossolo Litórico Eutrófico e Cambissolo Húmico Distrófico, cujas características são, respectivamente, alta fertilidade, mesmo sendo solos rasos, e baixa fertilidade, uso mais restrito para o pastejo.



Os mapas apresentados neste trabalho, com a localização da estação sedimentológica, podem ser baixados no seguinte endereço eletrônico: [https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1GL6\\_AjD-TxPXuntp-g8xZIMgNDsUvLmg2](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1GL6_AjD-TxPXuntp-g8xZIMgNDsUvLmg2).

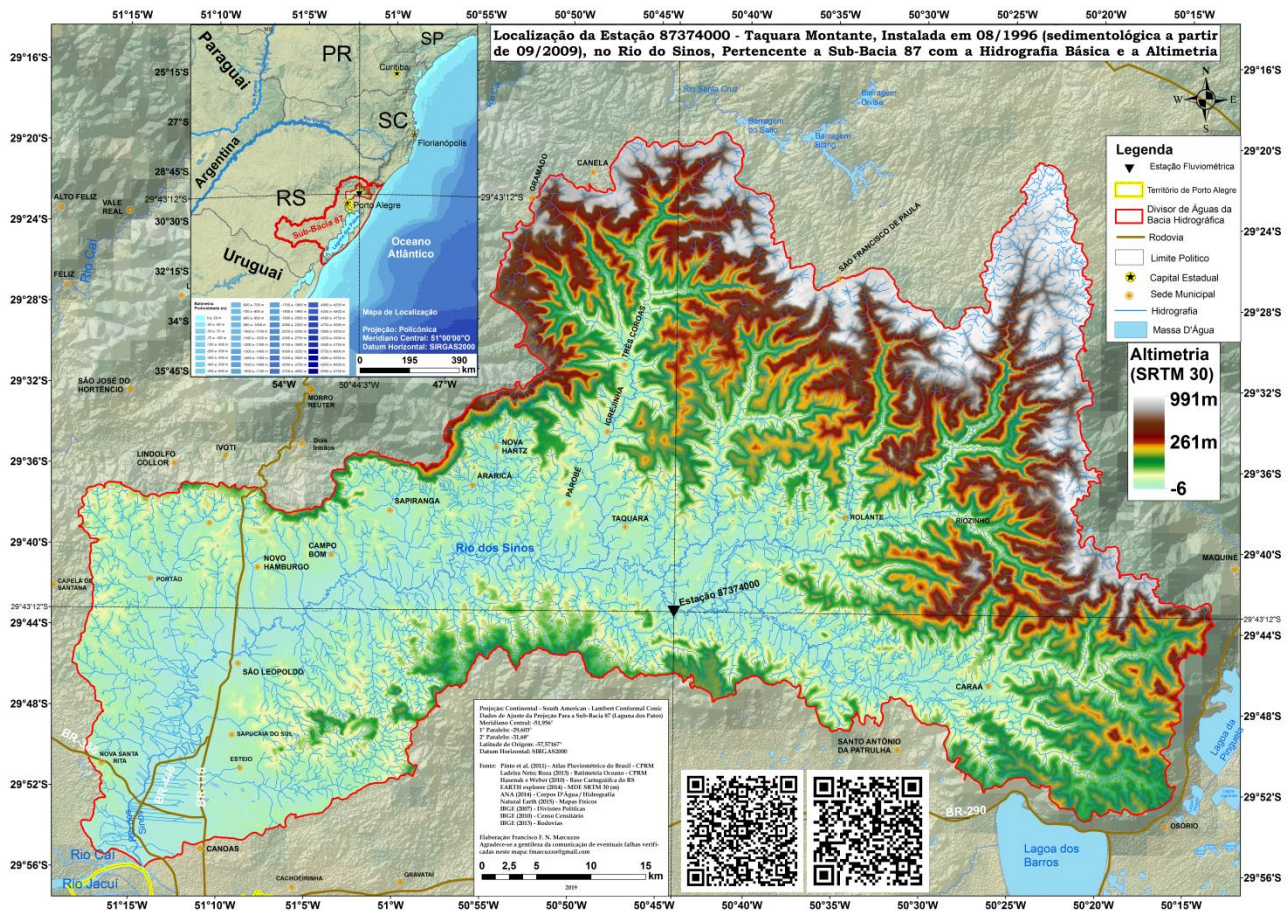


Figura 1 – Localização da estação 87374000.



Figura 2 – Imagens de satélite com a localização da estação. Fonte: Google Earth (2018).

Os dados de vazão (Q) e concentração de sedimentos em suspensão (CSS) foram obtidos através do banco de dados HIDRO, disponível em [http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes\\_historicas\\_abas.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf) para o período de 2009-2018, totalizando 38 medições e coletas a campo. Esses dados foram coletados pela equipe de monitoramento hidrológico da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) em parceria com a Agência Nacional das Águas (ANA). Um estudo detalhado do regime hídrico fluvial da bacia do rio dos Sinos pode ser observado em Simon *et al.* (2013).







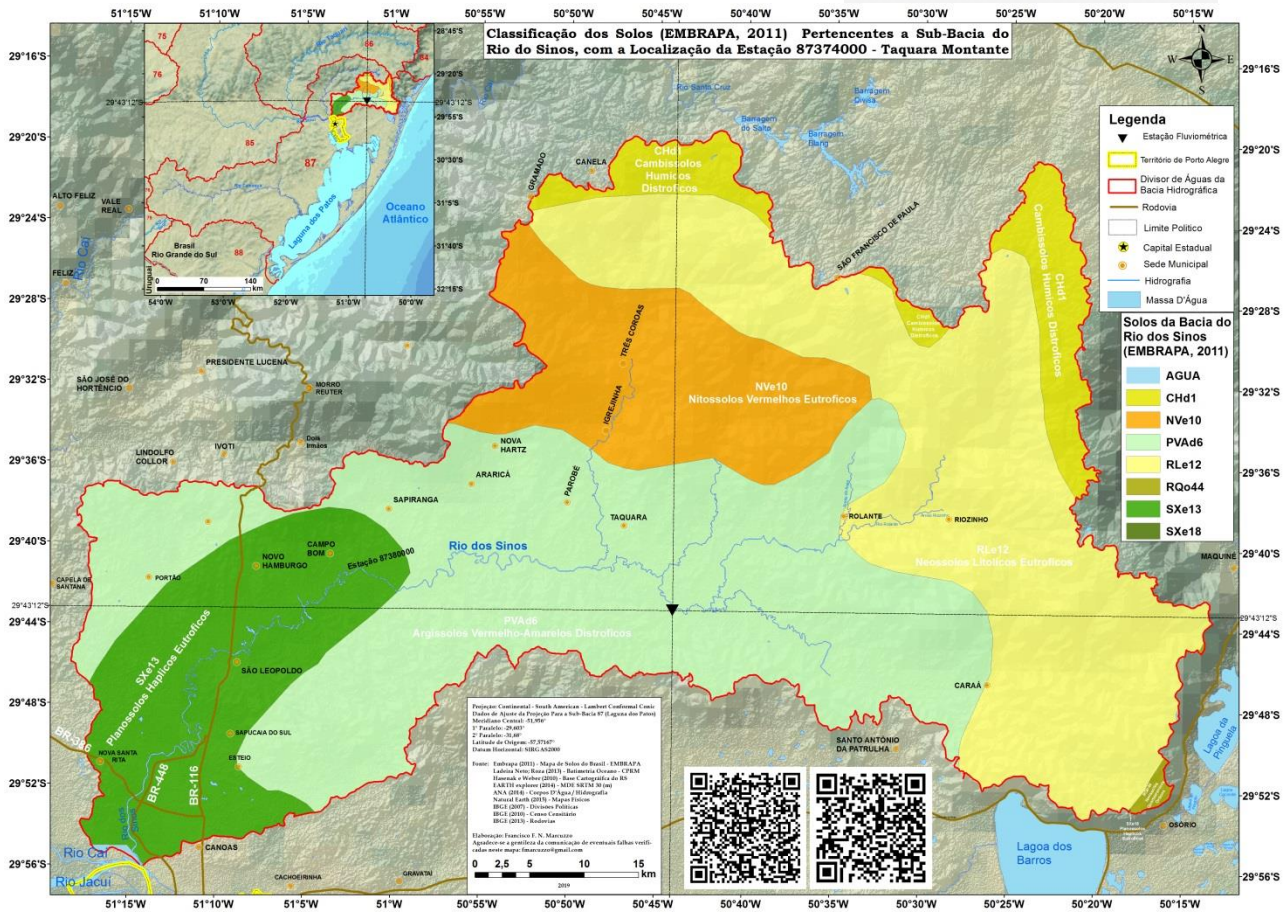


Figura 5 – Solos da bacia do rio dos Sinos com a localização da estação Taquara Montante (87374000).

## 2.2. Construção da curva-chave de sedimentos

Para a construção da curva-chave foi calculada, primeiramente, a descarga sólida total ( $Q_{st}$ ) pelo método simplificado de Colby (1957) descrito com mais detalhes por Carvalho (2008). O método utiliza três ábacos e dados de descarga líquida, velocidade média, profundidade média, largura da seção e CSS para estimar a descarga sólida não medida, a qual foi calculada diretamente pelo HIDRO. Assim, a descarga sólida total é calculada pela soma da descarga sólida medida e pela descarga sólida não medida (equações 1, 2 e 3).

$$Q_{st} = Q_{sm} + Q_{nm} \quad (1)$$

$$Q_{sm} = 0,0864 Q C's \quad (2)$$

$$Q_{nm} = q'nm K L \quad (3)$$

Em que,  $Q_{st}$  é a descarga sólida total ( $t.d^{-1}$ );  $Q_{sm}$  é a descarga sólida medida ( $t.d^{-1}$ );  $Q_{nm}$  é a descarga sólida não medida ( $t.d^{-1}$ );  $Q$  é a descarga líquida ( $m^3.s^{-1}$ );  $C's$  é a concentração de sedimentos em suspensão medida (ppm);  $L$  é a largura do rio (m) e  $K$  é o fator de correção.

O método utilizado é o da regressão que possui a forma de uma equação do tipo exponencial (equação 4) que representa o melhor comportamento da relação dos dados.

$$Q_{st} = a Q^n \quad (4)$$

Em que,  $Q_{st}$  é a descarga sólida total ( $t.d^{-1}$ );  $Q$  é a descarga líquida ( $m^3.s^{-1}$ ) e  $a$  e  $n$  são valores adimensionais de ajuste da equação. Os parâmetros  $a$  e  $n$  são dados pelas equações 5 e 6. Esse tratamento permite a obtenção da equação, onde posteriormente é avaliada a diferença, pelo método dos mínimos quadrados, dos desvios entre os valores obtidos pela equação encontrada e os valores medidos.

$$n = \frac{\sum(\log Q \cdot \log Q_{st}) - N \cdot \log Q_m \cdot \log Q_{stm}}{\sum(\log Q)^2 - N \cdot (\log Q_m)^2} \quad (5)$$

$$a = 10^{\log Q_{stm} - n \cdot \log Q_m} \quad (6)$$

em que,  $\log Q_m$  e  $\log Q_{stm}$  correspondem a média dos logaritmos dos valores medidos da descarga líquida e descarga sólida, respectivamente, e  $N$  é o número de pontos observados.

De posse desses parâmetros, foi efetuado um ajuste dos dados no solver (conforme descrito em Marcuzzo (2015), Marcuzzo (2016), Marcuzzo (2017)), primeiramente utilizando um único tramo e, posteriormente, efetuando a divisão temporal dos dados. Frequentemente, é realizada apenas a determinação da curva com a aplicação do método de regressão, entretanto, com o ajuste do solver, os desvios entre os valores calculados e observados são menores. Dessa forma, foram calculados os desvios relativos, absolutos e o desvio pelo método dos mínimos quadrados.

Um detalhamento teórico e prático sobre otimização de equações lançando mão de Programação Matemática Não-Linear (PMNL), cujos princípios foram utilizados no ajuste da curva-chave deste estudo, pode ser observado em Marcuzzo (2008) e Ferreira (2012). Um detalhamento de regressões matemática para hidrologia é observado em Naghettini e Pinto (2007), Marcuzzo (2014) e Melati e Marcuzzo (2015).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 38 coletas realizadas na seção, ao longo dos nove anos, não representam significativamente todas as variações de Q e CSS. Mesmo que a diferença entre a maior cota com coleta de CSS e a maior cota observada foi de 1,04 metros – uma das menores diferenças entre todas as seções de monitoramento da CPRM/SUREG – PA - os dados não assumem um comportamento crescente com o aumento da vazão, pelo contrário, apresentam valores distintos de CSS para diferentes valores de Q. A Figura (6) mostra que a relação entre as variáveis não apresentou bom coeficiente de determinação, isto porque as medições apresentam valores distintos de CSS. Ou seja, não há relação direta entre essas variáveis.

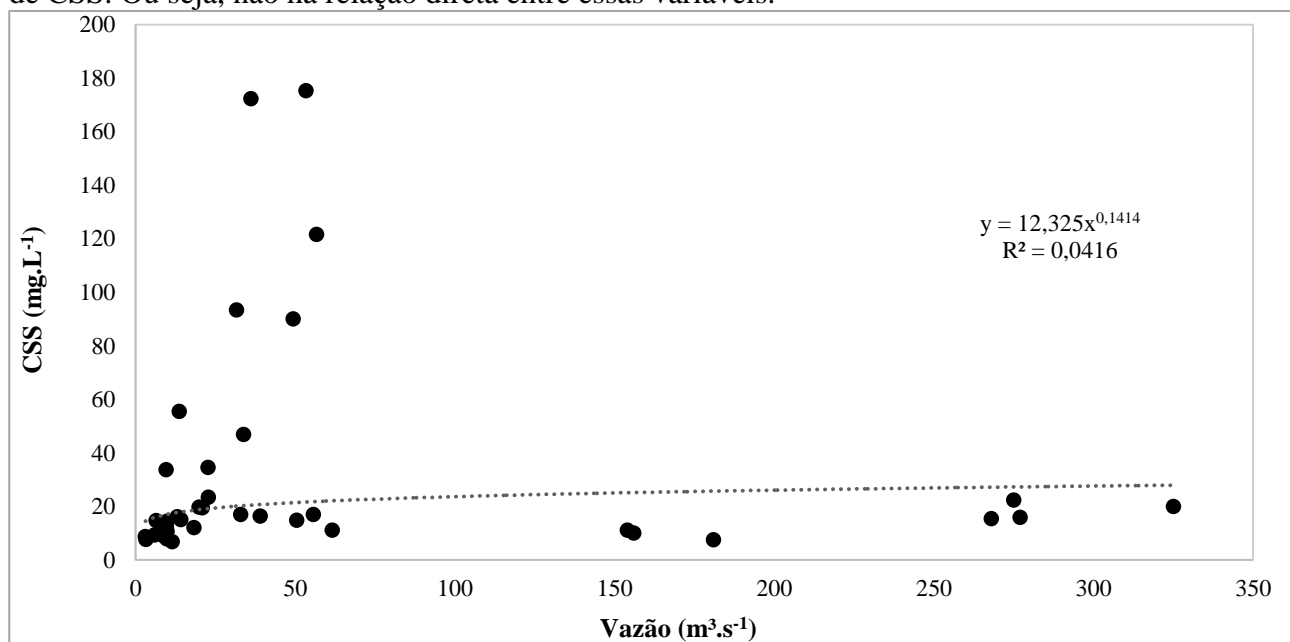


Figura 6 – Relação entre Q e CSS não apresentou boa correlação.

#### 3.1 Único tramo

Por outro lado, quando comparado com a descarga sólida, o comportamento da Q versus  $Q_{st}$  foi mais representativo (Figura 7, a-b). Isso se deve ao fato de ser relacionado uma variável (Q) obtida por meio dela mesmo ( $Q_{st} = f(Q, CSS)$ ), o que aumenta a dependência entre as variáveis.

Por meio do método da regressão, a curva-chave de sedimentos para esse conjunto de dados está representada na Figura 7(a) e na equação 7, que apresentou  $R^2=0,7385$ .

$$Q_{st} = 1,0649 * Q^{1,1414} \quad (7)$$

Já com a utilização e ajuste do solver a curva-chave encontrada é representada pela equação 8, demonstrada na Figura 4(b) ( $R^2= 0,7385$ ).

$$Q_{st} = 0,2050 * Q^{1,975} \quad (8)$$

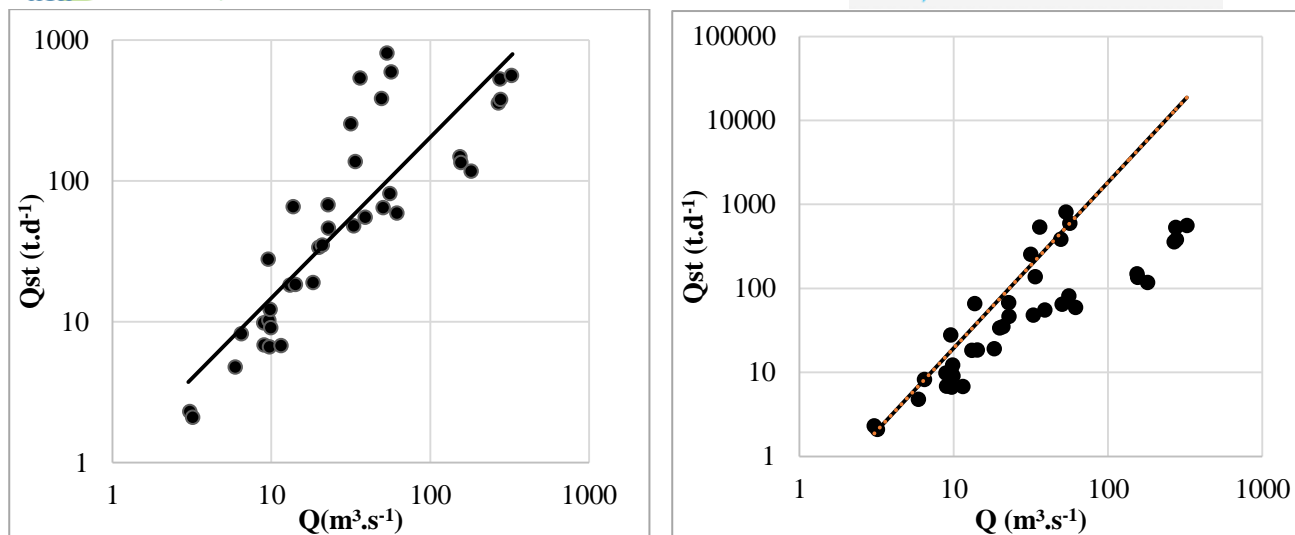


Figura 7 – Relação entre Q e Qst pelo (a) método da regressão e (b) com ajuste do solver.

Em uma análise visual é possível observar alguma diferença, já quando comparado com os valores dos desvios, a diferença é menos significativa, como pode ser observado na Tabela (1).

### 3.2 Divisão temporal

Após análise visual dos dados de desvio relativo versus tempo, verificou-se que os dados de 2009 até 2012 apresentavam um comportamento com menor variância dos dados quando comparado com o observado aos dados de 2013 a 2018 (Figura 8).

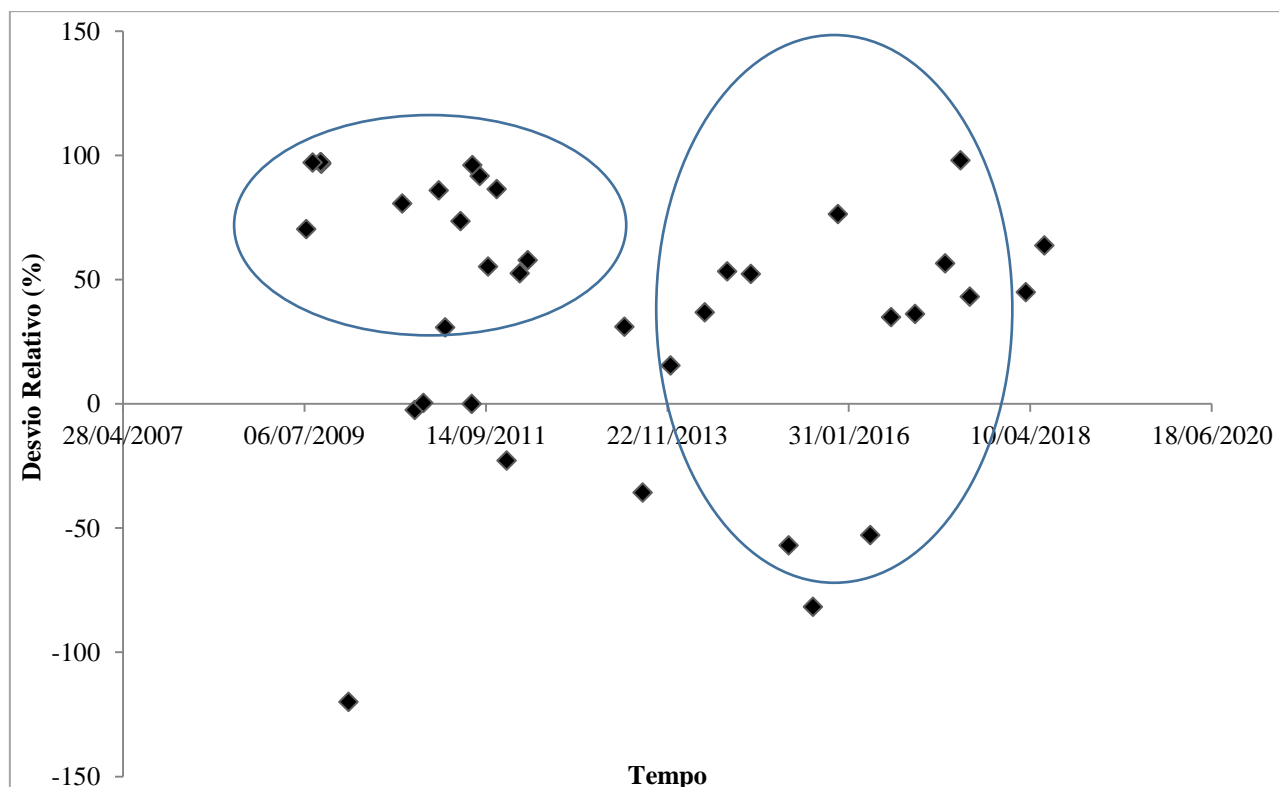


Figura 8 – Comportamentos distintos dos dados entre 2009 e 2018.

Além disso, foi realizada a análise dos dados do desvio relativo com os valores de vazão. Na Figura (9) é possível observar o comportamento dessa relação. É possível identificar que os dados não apresentaram um comportamento padrão. Ocorreu grande variação do desvio para os valores de Q abaixo de  $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ . Para os valores de Q acima de  $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ , os desvios relativos foram praticamente iguais, conforme observado na Figura 9.

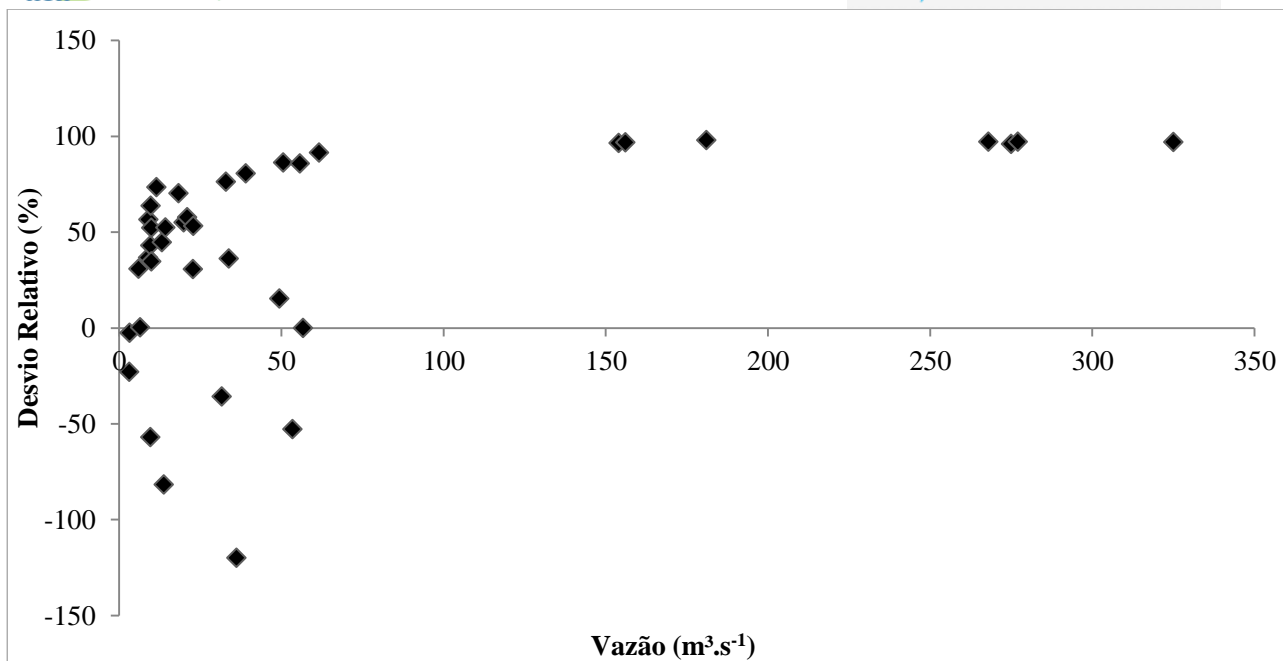


Figura 9 – Gráfico desvio (%) versus vazão ( $m^3.s^{-1}$ ): Comportamentos distintos dos dados para diferentes valores de vazão.

Dessa forma, entende-se que a separação temporal das medições adequar-se-iam melhor aos dados. Com a separação, foi realizada a construção de duas curvas para cada período, considerando o método da regressão linear (CARVALHO, 2008) e utilizando o solver do Excel. A Figura 9 (a) mostra as duas curvas encontradas para período de 2009-2012. A Figura 10 (b) representa o período de 2013-2018.

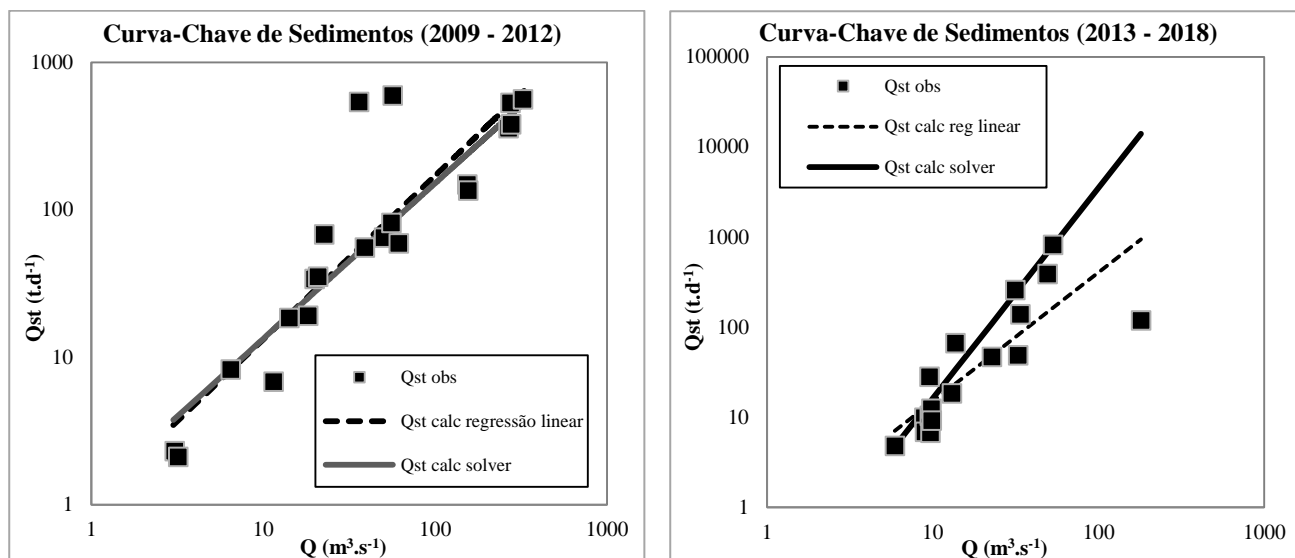


Figura 10 – Curva-chave sedimentológica para o período de (a) 2009-2012 e (b) 2013-2018.

A Tabela 1 mostra o somatório do desvio padrão absoluto e relativo das 38 medições, da  $Q_{st}$  observada com a  $Q_{st}$  calculada pelas quatro diferentes maneiras. Quando da utilização da regressão para um único tramo o valor médio do desvio absoluto é 107,20. Já utilizando o ajuste do solver o valor reduz a 60,01. Quando efetuado a divisão dos tramos por período temporal (dois tramos) a diferença também é verificada. Entretanto, com a utilização de dois tramos com ajuste os valores de desvio são os menores, obtendo, por exemplo, um valor médio de desvio absoluto igual a 56,6. Assim, o método que apresentou o menor desvio foi o que mais se aproximou da  $Q_{st}$  observada. Portanto, o método que utiliza ajuste do solver com dois tramos é o mais indicado para construção da curva-chave de sedimentos.



Tabela 1 – Desvios absolutos, relativos e média dos desvios absolutos dos métodos.

	Tramo único		Dois tramos	
	Regressão	Ajuste solver	Regressão	Ajuste solver
Desvios Absolutos (%)	4073,58	2.280,33	3.498,43	2.192,82
Desvios Relativos (%)	-2228,95	1.532,81	-1.896,14	1523,14
Média Desv Abs (%)	107,20	60,01	91,75	56,6

#### 4. CONCLUSÃO

A relação entre CSS e Q não é direta. Já quando a Q foi comparada com a descarga sólida, o comportamento da relação entre Q versus  $Q_{st}$  foi mais representativo. Isso se deve ao fato de ser relacionado uma variável (Q) obtida por meio dela mesmo ( $Q_{st} = f(Q, CSS)$ ), o que tende a aumentar a dependência entre as variáveis.

Nesse sentido, a curva-chave de sedimentos construída considerando a  $Q_{st}$  permite o conhecimento do comportamento sedimentológico de locais onde a coleta de amostras é dificultada, seja por questões financeiras ou de pessoal. Entretanto, o melhor ajuste da curva evita super ou sub estimativas das variáveis.

Assim, é possível concluir que o método da regressão necessita de ajuste do solver para aproximar os valores calculados do observado. Além disso, a divisão por tramos temporais possibilitou diminuir ainda mais essa diferença.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao SGB/CPRM (Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- FERREIRA, P. A. V. **Otimização Não linear**. 2012. Disponível em: <<http://www.dt.fee.unicamp.br:80/~valente/ia543.html>>. Acesso em 03 dez. 2018.
- GOOGLE. Google Earth, 7.3.2.5495 (64-bit) [S.l. : s.n.], Compilação de 31/10/2018. 2019. Localização da estação fluviométrica 87374000. Disponível em: <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>> Acesso em: 20 jan. 2019.
- GUIMARÃES, G. M.; FINCK, J. S.; MARCUZZO, F. F. N. Construção de diagramas unifilares da rede hidrometeorológica nacional e de aproveitamentos hidrelétricos das sub-bacias 85 a 88, na bacia hidrográfica do Atlântico – trecho sudeste. **Geographia Meridionalis** - Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, v. 03, n. 3. p. 276–300, jul-dez. 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18953>>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Sistema de otimização hidráulica e econômica de rede de irrigação localizada usando algoritmos genéticos. **Tese de doutorado**. EESC/USP, São Carlos, 361 p. 2008. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/304>>. Acesso: 03 dez. 2018.
- MARCUZZO, F. F. N. Modelagem hidrológica utilizando regressão: conceituação matemática, logaritmização e avaliação. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 12, Natal. **Anais...** Natal: ABRH, 2014. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17447>>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Curva-chave com três tramos consecutivos ajustada com uma única função objetivo não linear. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18484>>. Acesso em: 28 jan. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Algoritmos genéticos e programação matemática não linear na otimização de curva-chave. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21., 2015, Brasília, DF. **Anais...**

- Brasília, DF: ABRH, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15054>>. Acesso em: 23 jan. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Curva-chave traçada pelo MATLAB com diferentes tipos de equações suportadas pelo programa HIDRO. In: Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente, 26.; Encontro Técnico AESABESP, 26., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: AESABESP, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15127>>. Acesso em: 25 set. 2015.
- MARCUZZO, F. F. N. Traçado de curva-chave unívoca utilizando a regressão simples e robusta do MATLAB. In: Simpósio dos Recursos Hídricos do Nordeste, 13., 2016, Aracaju. **Anais...** Aracaju: ABRH, 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17188>>. Acesso em: 28 jan. 2019.
- MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Regionalização da Q7,10 na Bacia do Taquari-Antas (RS) usando regressão simples e robusta: o problema da variável explicativa precipitação. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21, 2015, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: ABRH, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15059>>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. de A. Correlação e regressão. In: NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. de A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007b. cap. 9, p. 355-400. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Livro-%22Hidrologia-Estatistica%22-981.html>>. Acesso em: 03 dez. 2018.
- PELLEGRINI, J.B.R.; RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVES, C.S.; COPETTI, A.C.C.; BORTOLUZZI, E.C.; TESSIER, D. 2009. Impacts of anthropic pressures on soil phosphorus availability, concentration, and phosphorus forms in sediments in a Southern Brazilian watershed. **Journal of Soils and Sediments** 10: p 451\_460. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-009-0125-6>>. Acesso em: 03 dez 2018.
- PICKBRENNER, K.; PEDROLLO, M. C. R.; MERTEN, G. H.. Comparativo entre diferentes metodologias de estimativa da produção de sedimentos: caso da bacia hidrográfica de linha Colombo-RS. VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. **Anais**. Porto Alegre. 2006. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1299>>. Acesso em: 03 dez 2018.
- PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos. Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1.5:000.000. Equipe Executora: Da Costa, Margarida Regueira; Dantas, Carlos Eduardo de Oliveira; Melo, De Azambuja, Andressa Macêdo Silva; De Rezende, Denise C.; Do Nascimento, Jean Ricardo da Silva; Dos Santos, André Luis M. Real; Farias, José Alexandre Moreira; Machado, Érica C.; Marcuzzo, Francisco Fernando Noronha; Medeiros, Vanesca Sartorelli; Rodrigues, Paulo de Tarso R.; Weschenfelder, Adriana Burin; SIG - versão 2.0 - atualizada em 11/2011; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- SIMON, F. W.; PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo do regime hídrico pluvial e fluvial em bacia hidrográfica com precipitação homogênea. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20. Bento Gonçalves. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2013. v.1. p.1-8. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17428>>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- SOUZA, C. F., DORNELLES, A. M., ACIOLI, L. A., MERTEN, G. Comparação dentre estimativas de produção de sedimentos na bacia do rio Potiribu. VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. **Anais...** Porto Alegre. 2006. Disponível em: <[http://rigeo.cprm.gov.br/xmli/bitstream/handle/doc/15298/AR-Eventos\\_VEIGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://rigeo.cprm.gov.br/xmli/bitstream/handle/doc/15298/AR-Eventos_VEIGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em 14 nov. 2018
- VEIGA, A. M., SOARES, A. K. COELHO FILHO, J. A. P., SOUZA, D. N., & OLIVEIRA, W. N. D. Determinação da produção de sedimento através da curva-chave sedimentométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia-GO. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais**. Brasília. 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15298>>. Acesso: 03 dez 2018.