

## **CURVA-CHAVE TRAÇADA COM DIVISÃO DE TRAMOS SEPARADOS PELO GRÁFICO DE DESVIO VERSUS TEMPO E COTA**

*Francisco F. N. Marcuzzo<sup>1</sup>*

**Resumo** – O traçado da curva-chave, seguindo uma boa distribuição entre desvios versus tempo e/ou desvios versus cota, é de fundamental importância para a estimativa de vazão de forma segura. O objetivo deste estudo foi analisar e discutir a curva-chave traçada com divisão de tramos separados pelo gráfico de desvio versus tempo e desvio versus cota, utilizando a estação fluviométrica Cerâmica Cherubini (87401600), na sub-bacia do rio Gravataí no Rio Grande do Sul. A estação fluviométrica com medição de descarga líquida (FrD) utilizada neste estudo (Cerâmica Cherubini – código: 87401600) esta localizada no município de Gravataí/RS na bacia do rio Gravataí, pertencente a sub-bacia 87. A bacia do rio Gravataí faz parte da região hidrográfica de número 12, chamada Região Hidrográfica do Atlântico Sul, e da Bacia Hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste (número 8). Neste estudo notou-se a necessidade da avaliação das equações produzidas observando o somatório dos desvios de cada equação separadamente, em conjunto e os desvios unitários, de modo que os mesmos nunca ultrapasse um valor máximo pré-estabelecido pelo hidrólogo. Verificou-se que apenas com o gráfico desvio versus tempo foi possível estabelecer a partição da curva-chave em diferentes equações objetivando um melhor ajuste quanto à curva e as vazões medidas.

**Palavras-Chave** – estação fluviométrica; Cerâmica Cherubini; rede hidrometeorológica nacional.

**Abstract** – The tracing of the key curve, following a good distribution between deviations versus time and / or deviations versus quota, is of fundamental importance for the estimation of flow safely. The objective of this study was to analyze and discuss the key curve plotted with division of sections separated by the deviation versus time plot and deviation versus height using the Cerâmica Cherubini fluvial gauge (87401600), in the Gravataí river sub-basin in Rio Grande do Sul. The fluviometric gauge with liquid discharge measurement (FrD) used in this study (Cerâmica Cherubini - code: 87401600) is located in the Gravataí / RS municipality in the Gravataí river basin, belonging to sub-basin 87. The Gravataí river basin is part of the hydrographic region number 12, called the South Atlantic Hydrographic Region, and the Atlantic Hydrographic Basin - Southeast Section (number 8). In this study it was noted the need to evaluate the equations produced by observing the sum of the deviations of each equation separately, together and the unit deviations, so that they never exceed a maximum value pre-established by the hydrologist. It was verified that only with the deviation versus time graph it was possible to establish the partition of the key curve in different equations aiming at a better adjustment in the curve and the measured flows.

**Keywords** – fluviometric gauge; Ceramics Cherubini; national hydrometeorological network.

---

1) Pesquisador em Geociências, SGB /CPRM - Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Rua Banco da Província, nº105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90840-030, Tel.:(51) 3406-7300. [francisco.marcuzzo@cprm.gov.br](mailto:francisco.marcuzzo@cprm.gov.br).

## 1. INTRODUÇÃO

O correto traçado da curva referente à relação nível d'água e descarga líquida possui particular importância para se converter dados de alturas de nível d'água em descarga líquida.

Falhas mais pontuais na concepção de curva-chave podem ser atribuídos a diversos fatores, como os relatados por Melati e Marcuzzo (2014), que verificaram a frequência de falhas de transcrição de dados fluviométricos, e como em alguns casos podem influenciar as características hidráulicas da seção transversal de um rio, acarretando erros no cálculo de vazão. Maldonado (2009) expõe que quando a jusante de seção de controle há alguma interferência na vazão, como um sistema de bombeamento, pode-se aplicar o método das isotáquias, que utiliza valores de velocidades e níveis d'água para o cálculo da vazão. Lemos *et al.* (2013) citam que no traçado e análise de curvas-chave deve ser considerada, principalmente, a uniformidade de pontos nos gráficos de desvios versus cota e de desvios versus tempo. Conforme citam Naghettini e Pinto (2007), após a estimativa dos coeficientes da reta de regressão, é necessário verificar se os dados amostrais são descritos pelo modelo das equações, além disso, determinar a parcela da variabilidade amostral que foi, de fato, explicada pela regressão. Maldonado e Wendland (2013) concluíram que, de modo geral, o medidor eletromagnético apresentou bons resultados, considerando-o de baixo custo, principalmente em locais que apresentam remanso e em locais com velocidades inferiores a  $0,20\text{m.s}^{-1}$ . Gamaro *et al.* (2014) dissertam que os métodos para a determinação da velocidade e da área da seção transversal de fluxo de água em canais abertos, e consequentemente vazão, são normatizados pelo padrão internacional ISO 748:2007 da International Standard Organization. Lopes *et al.* (2013), em seu trabalho que apresentam o Sistema Para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH), citam que todos os dados hidrometeorológicos observados (monitorados) necessitam de tratamentos e processamentos básicos para que os mesmos possam ser utilizados com confiabilidade.

As incertezas envolvidas nos dados medidos de precipitação, evaporação, nível de rio (cotas), descargas líquidas e sólidas, parâmetros de qualidade de água, etc., muito raramente, podem ser desprezadas sem passarem, pelo menos, por análises preliminares. Adicionalmente, dependendo da finalidade dos estudos que estejam sendo desenvolvidos com a utilização desses dados, mais análises e processamentos tornam-se necessários para diminuir, minimizar ou eliminar os possíveis erros existentes nas séries de dados coletados, aumentando a confiabilidade desses estudos e diminuindo os impactos negativos que as incertezas produziriam nos seus resultados. Os autores também citam que as ferramentas computacionais que auxiliem a padronizar, sistematizar e facilitar as análises de dados hidrológicos é bastante útil e devem ser prioritariamente utilizadas. Maldonado e Gamaro (2013) relatam que para esta situação de histerese, durante a ascensão do nível d'água, a curva-chave indica valores inferiores ao real e durante o descenso do nível d'água, a curva-chave indica valores superiores ao real. O trabalho apresentado por Maldonado *et al.* (2014) mostram que a determinação de eleger a melhor curva comparada a outra existente (ou a uma tabela de calibragem) é baseada nos desvios de vazão estimados pela curva comparada à vazão medida. Segundo Sefione (2001) a curva-chave é a ferramenta criada para determinação dos valores do nível d'água (cota) numa dada seção de um curso d'água.

Bartels *et al.* (2010) mostram a importância de se analisar bem a validade de uma curva-chave antes de utilizá-la e que pode ser necessário estabelecer mais de uma curva-chave para o intervalo de cotas observado ao longo da série, a fim de melhorar a representação dos dados. Equacionar esta relação entre dados hidrológicos e/ou dados físicos e/ou geomorfológicos, que os gráficos de dispersão destas variáveis fornecem é de suma importância para o hidrologista compreender o fenômeno (MARCUIZZO, 2008; 2014; 2015; 2016, 2019). Reitz e Dias (2014) citam que o traçado de curvas-chave em estações instáveis é complexo, especialmente quando os dados de vazão exibem distorções, pelos efeitos de remanso.

O objetivo deste estudo foi analisar e discutir a curva-chave traçada com divisão de tramos separados pelo gráfico de desvio versus tempo e desvio versus cota, utilizando a estação fluviométrica Cerâmica Cherubini (87401600), na sub-bacia do rio Gravataí no Rio Grande do Sul.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

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

A estação fluviométrica com medição de descarga líquida (FrD) utilizada neste estudo (Cerâmica Cherubini – código: 87401600) está localizada no município de Gravataí/RS na bacia do rio Gravataí (Figuras 1, 2 e 3), pertencente a sub-bacia 87 (ANA, 2009). A bacia do rio Gravataí faz parte da região hidrográfica de número 12, chamada Região Hidrográfica do Atlântico Sul, e da Bacia Hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste, que recebe o número 8. A precipitação pluviométrica média anual na bacia do rio Gravataí varia de 1.310 a 1.585mm.ano<sup>-1</sup>, segundo os dados apresentados por Pinto *et al.* (2011) e interpretados para este estudo (Figura 1). Fotos do local da estação podem ser observados na Figura 2. O perfil transversal utilizado na extrapolação da curva-chave pode ser observado na Figura 3. A Figura 3 também mostra o diagrama unifilar de parte da bacia hidrográfica do rio Gravataí com a estação. Neste link obtêm-se diagramas unifilares da sub-bacia 87: <https://drive.google.com/open?id=0B5VdVLRtE05QESkMtMzldzGZvTTQ>.

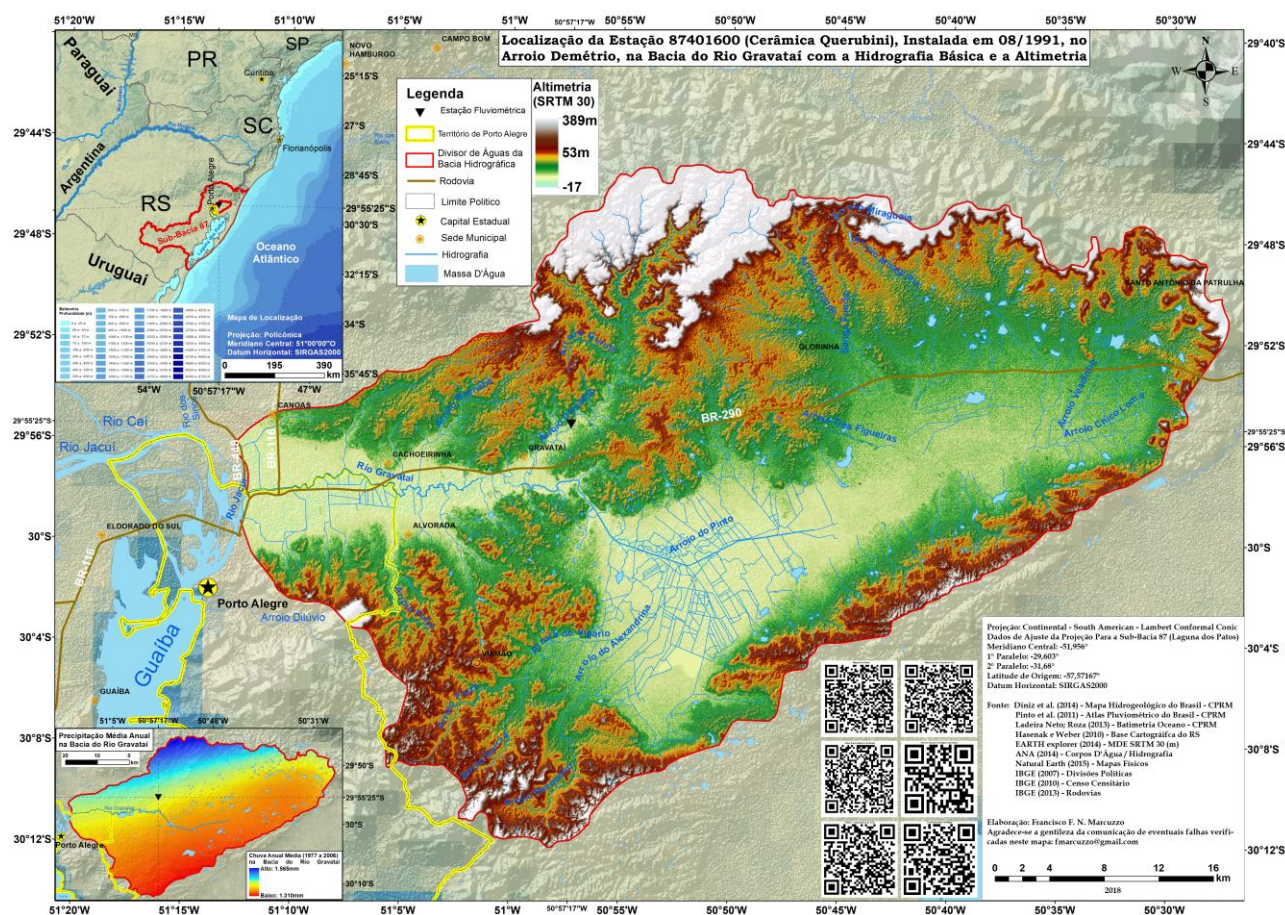


Figura 1 – Localização da estação 87401600 na bacia do rio Gravataí, pertencente à sub-bacia 87.



Hidro 1.3 - [Estação (87401600, CERÂMICA CHERUBINI)]  
Sistema Editar Exibir Imagens Janela Ajuda

Estação Descrição Histórico Imagens

Identificação  
Código: 87401600 Nome: CERÂMICA CHERUBINI Código adicional: Tipo: Fluviométrica

Localização  
Bacia (código/nome): 0 ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE  
Sub-bacia (código/nome): 87 LAGOA DOS PATOS  
Rio (código/nome): 87240100 ARROIO DEMÉTRIO  
Estado (código/nome): 24 RIO GRANDE DO SUL  
Município (código/nome): 24031000 GRAVATAÍ

Coleta/Período  
Escala (F): 08/1991 a /  
Registrador de nível (F): 08/1991 a /  
Descarga líquida (D): 08/1991 a /  
Sedimentos (S): 01/2009 a /  
Qualidade da água (Q): a /  
Pluviômetro (P): a /  
Registrador de chuva (P): a /  
Evaporimetria (E): a /  
Climatológica (C): a /  
Piezometria (Z): a /  
Telemática (T): a /

Enidades  
Responsável (código/UF/Autodisção/sigla): 00001 27 01 ANA  
Operadora (código/UF/Autodisção/sigla): 00082 24 13 CFRM

Coordenadas  
Latitude (±GGG MM.SS): -29.55.25 Altitude (m): 20.00  
Longitude (±GGG MM.SS): 050.57.17 Área de drenagem (km²): 199.00

Rede  
Básica: N5o Curso d'água: Afluente Sedimentos: N5o  
Energética: N5o Estratégica: N5o Qualidade da água: Água doce classe 2  
Navegação: N5o Captação: Uto geral Classe de vazão: Vazão observada

Atualização  
Última atualização: 20/02/2017



Figura 2 – Imagens de satélite (GOOGLE EARTH, 2017) da localização da estação fluviométrica 87401600 e dados do inventário da estação 87401600 atualizado em 20/02/2017, na sub-bacia 87, e fotos da estação.

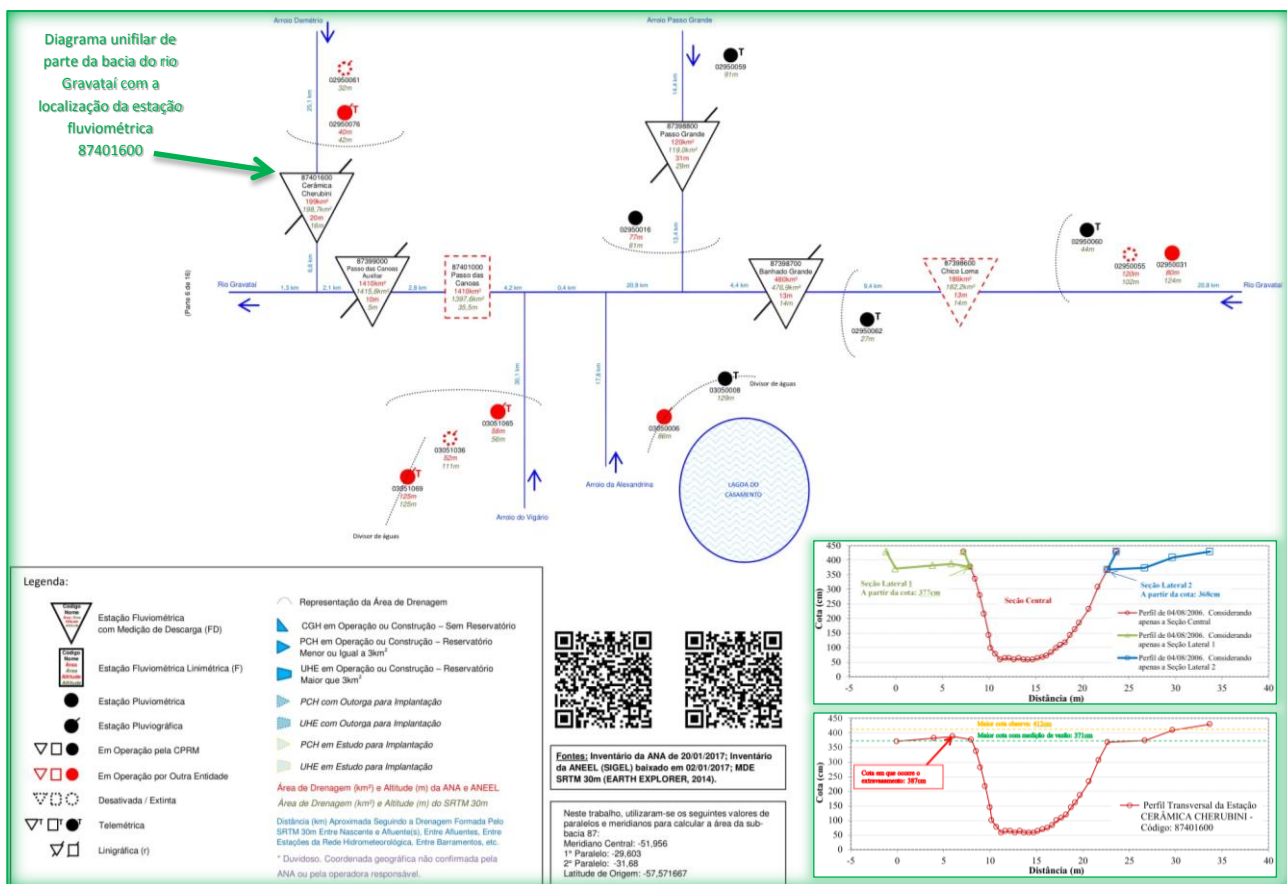


Figura 3 – Diagrama unifilar (FINCK *et al.* (2017) e KOEFENDER *et al.* (2017)) de parte da bacia do rio Gravataí com a localização da estação fluviométrica 87401600 e o perfil transversal, de 04/08/2006, particionado em seção central, seção lateral 1 e 2, e a maior cota observada (412cm) e com medição de vazão até o ano de 2009 (371cm).

Ativa, é a única estação localizada no Arroio Demétrio (Figuras 1, 2 e 3), na zona rural do município de Gravataí/RS. Situa-se nos fundos da empresa Cerâmica Cherubini. Esta estação não possui observador. Os valores de cotas, portanto, são todos retirados de linigramas. Possui muitas falhas, que não podem ser preenchidas, pois os dados são medidos apenas por linígrafo (FrD), que possui problemas frequentes e pela falta concomitante de dados do único apoio razoável, que é a estação Passo Grande (87398800). A contratação de um observador é muito difícil, devido à estação ficar em um ponto muito isolado e de difícil acesso. O apoio fluviométrico utilizado para preencher / corrigir falhas de cotas desta estação é a estação Passo Grande (87398800), localizada no arroio Passo Grande, na mesma bacia hidrográfica. Os apoios pluviométricos utilizados foram às estações de Glorinha (02950016) e Morungava (02950016). Nesta estação foram efetuadas 64 medições de

descarga líquida no período que vai da instalação ao dia 31/12/2009. As velocidades médias das medições de descarga líquida em cotas baixas nesta estação são superiores às verificadas na estação Passo Grande (87398800), o que indica uma menor ou nula influência de remanso à jusante, com uma relação unívoca consistente entre cota e vazão.

O arroio Demétrio (afluente do rio Gravataí), onde está localizada a estação fluviométrica FrD Cerâmica Cherubini (87401600) pertencente à sub-bacia 87 (Laguna dos Patos), e mais precisamente a região hidrográfica do Guaíba, nasce próximo ao litoral do estado do Rio Grande do Sul, no município de Santo Antônio da Patrulha, percorre 65km no sentido Leste para Oeste, até sua foz no Delta do Jacuí, entre os municípios de Canoas e Porto Alegre. Sua bacia hidrográfica com aproximadamente 2.020km<sup>2</sup> de área de drenagem, é caracterizada por ocupação agropecuária junto às nascentes e urbana e industrial próximo à foz. Atravessa os municípios de Santo Antônio da Patrulha, Glorinha, Gravataí, Cachoeirinha, Viamão, Alvorada, Canoas e Porto Alegre. O rio Gravataí possui um regime hidrológico bastante peculiar e complexo: parte da bacia apresenta área plana, o que propicia um mau escoamento e difícil aeração; existem inúmeros barramentos por açudes em vários cursos d'água afluentes, retendo água em períodos de estiagem e ocorre inversão de fluxo nos trechos inferiores devido ao represamento provocado pelo Guaíba. Mais informações poderão ser obtidas pelo seguinte endereço: <http://projetoriolimpo.com.br/mapa-de-preservacao>.

## 2.2. Traçado da curva-chave

O traçado e ajuste da equação (1) da curva-chave traçada neste estudo seguiu os parâmetros preconizados nas publicações de India (1999), Agência Nacional de Águas (2011a,b), Lopes *et al.* (2013), Lemos *et al.* (2013), Maldonado *et al.* (2014) e Marcuzzo (2017).

$$Q = a(h - h_0)^n \quad (1)$$

Em que:  $a$  e  $n$  são coeficientes;  $h$  é a cota a ser considerada que gerará a vazão pela equação;  $h_0$  é a cota cuja vazão resultante é zero.

Um detalhamento teórico e prático sobre otimização de equações lançando mão de Programação Matemática Não-Linear (PMNL), cujos princípios foram utilizados neste estudo, pode ser observado em Marcuzzo (2008), Marcuzzo e Wendland (2010; 2014) e Ferreira (2012). Um detalhamento de regressões matemática para hidrologia é observado em Naghettini e Pinto (2007).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de medição de vazão proporcionaram o traçado de três curvas-chave históricas para a estação Cerâmica Cherubini (87401600). O primeiro período vai de 27/06/1991 a 25/02/1994, o segundo período vai de 26/02/1994 a 27/09/2002 e o terceiro período vai de 28/09/2002 a 31/12/2009.

A Figura 4 a seguir apresenta os desvios das medições de descarga líquida em relação ao tempo e as cotas. Segundo Lopes *et al.* (2013) ferramentas computacionais que auxiliem a padronizar, sistematizar e facilitar as análises de dados hidrológicos são bastante úteis e devem ser prioritariamente utilizadas.

Para a extrapolação da curva-chave desta estação foram testados os métodos Stevens - Manning, Stevens - Chezy, área versus velocidade, logarítmica e Conveyance. Foi adotada para esta estação a extrapolação pelo método Conveyance (MARCUIZZO, 2018), utilizando a junção de curvas-chave. A extrapolação e as curvas-chave são ilustradas na Figura 5.

Na Tabela 1, mostram-se as equações das curvas da Figura 5 obtidas pelo método prático de utilização da ferramenta *Solver*, disponível em planilhas de gerenciamento de dados pagas ou gratuitas, no ajuste da equação potencial de uma mesma curva-chave subdividida em cinco tramos, que são equações unidas por relações cota e vazão para formar um mesmo seguimento de curva-chave. Conforme relatado por Maldonado *et al.* (2014) a decisão de escolher a melhor curva comparada a outra existente (ou a uma tabela de calibragem) é baseada nos desvios de vazão estimados. A extrapolação desta curva-chave, que não foi objetivo deste estudo, e, portanto, não será detalhada, foi obtida pelo método Conveyance.

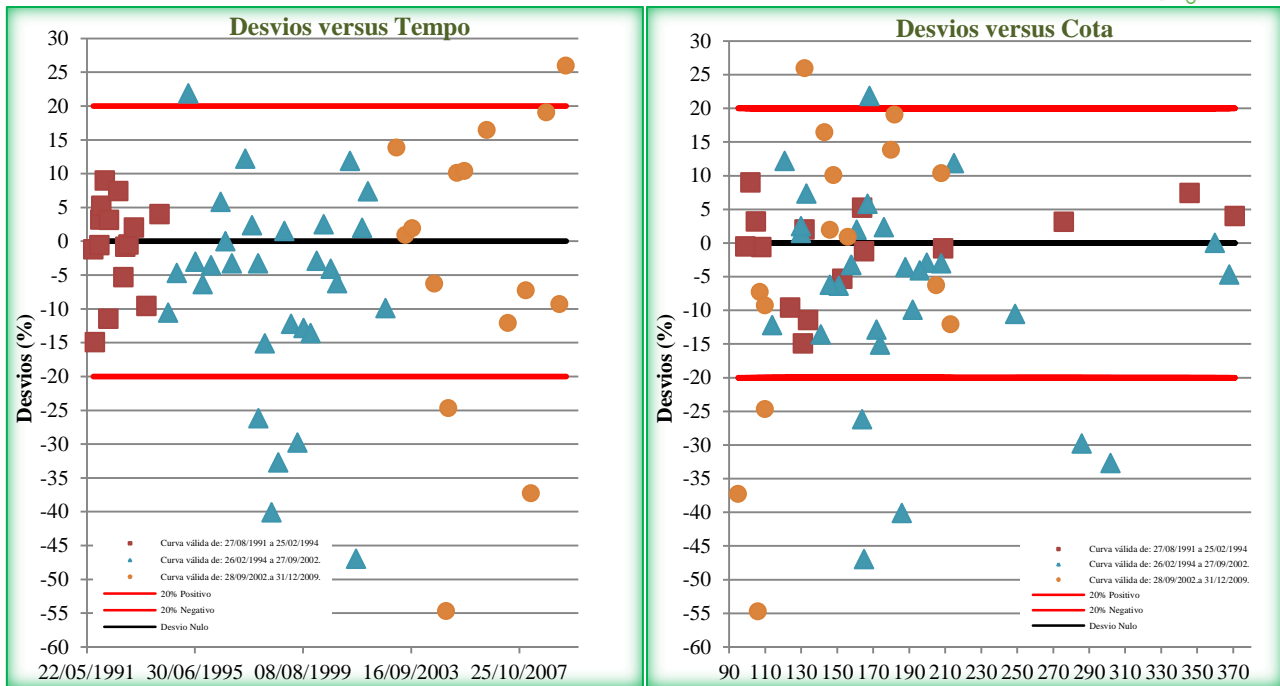


Figura 4 – Gráficos de desvios em relação ao tempo e cota para a estação Cerâmica Cherubini (87401600).

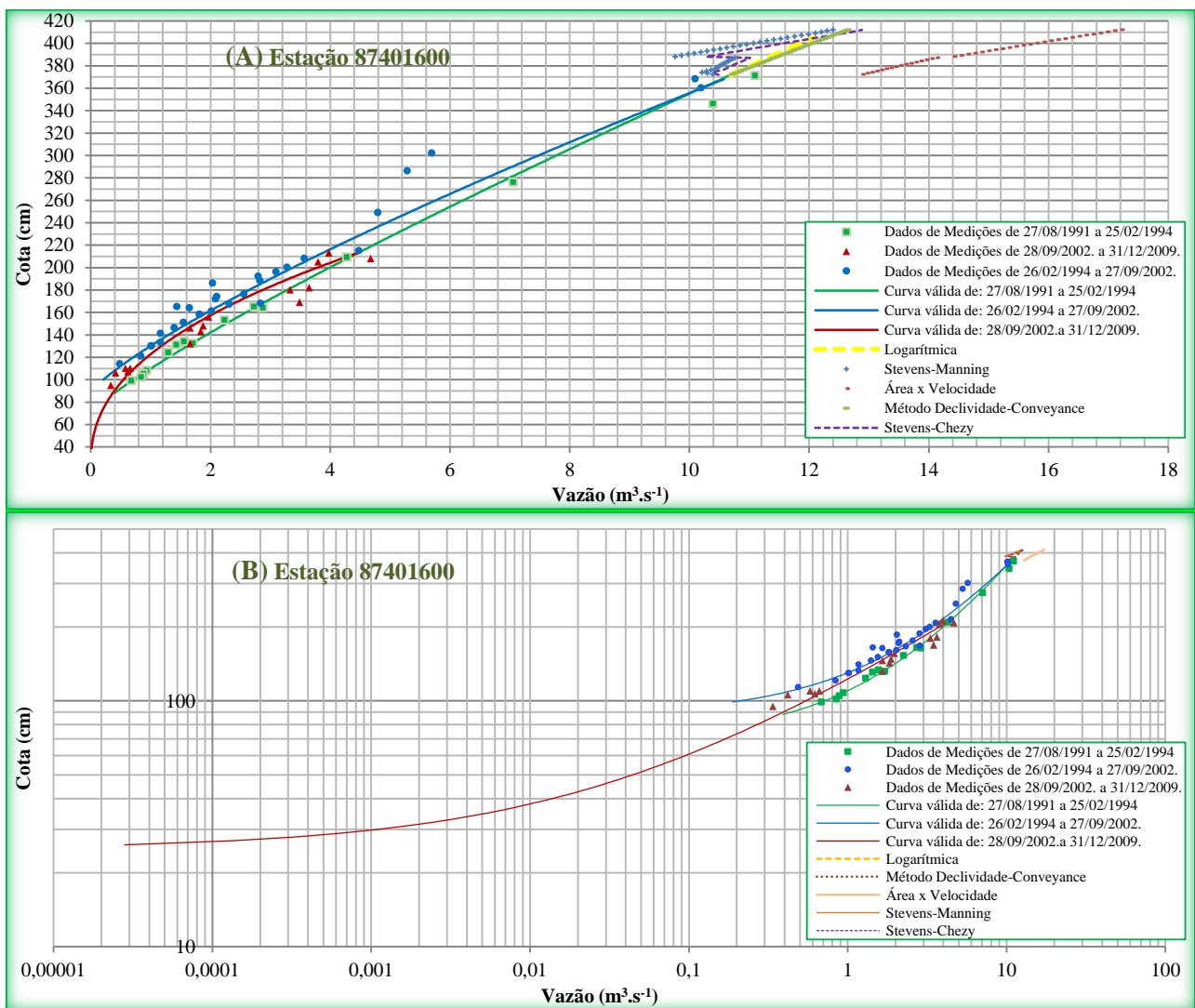


Figura 5 – Curvas-chave e extrapolações para a estação 87401600 (Cerâmica Cherubini), com os eixos dos gráficos com números reais (A) e logaritmizados (B), com série histórica até 2009.

Tabela 1 – Tramos da curva-chave traçada e ajustada para a estação fluviométrica 87401600 (Cerâmica Cherubini).

Validade início	Validade fim	Cota máxima (cm)	Cota mínima (cm)	Número da curva	Equação: $Q=a(h-h_0)^n$	a	$h_0$	n
27/08/1991	25/02/1994	371	88	00/01	$Q=2,9434(h-0,70)^{1,1683}$	2,9434	0,7	1,1683
26/02/1994	27/09/2002	368	99	00/02	$Q=2,9294(h-0,88)^{1,2466}$	2,9294	0,88	1,2466
28/09/2002	31/12/2009	214	25	00/04	$Q=2,5156(h-0,66)^{1,4842}$	2,5156	0,66	1,4842
<sup>1</sup> 28/09/2002	31/12/2009	371	214	00/05	$Q=2,9434(h-0,70)^{1,1683}$	2,9434	0,7	1,1683
<sup>2</sup> 27/08/1991	31/12/2009	412	372	00/06	$Q=2,4084(h-0,69)^{1,3448}$	2,4084	0,69	1,3448
<sup>3</sup> 26/02/1994	27/09/2002	371	369	00/03	$Q=2,9434(h-0,70)^{1,1683}$	2,9434	0,7	1,1683

<sup>1</sup> Devido a junção da curva marrom na verde, a partir da cota 214cm o período de validade da curva marrom passa a ser também a curva verde para as cotas acima de 214cm; <sup>2</sup> Método de extrapolação escolhido para estação: Declivity-Conveyance. <sup>3</sup> Devido a junção da curva azul na verde, a partir da cota 368cm o período de validade da curva azul passa a ser também a curva verde para as cotas acima de 368cm.

O material apresentado neste trabalho, e/ou o material utilizado em sua execução, pode ser baixado pelos endereços (“links”) na internet disponibilizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Material produzido e/ou utilizado direta ou indiretamente como apoio, neste estudo, para baixar da internet.

Material	Endereços (“links”) para Baixar Utilizando o Navegador de Internet
--- Material Produzido e/ou Utilizado no Estudo e Mapas Para Impressão ---	
Figura 1 - Mapa Localização da Estação, Altimetria, etc. em PNG 200dpi	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOSEoxbXhpZl90cEU/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOSEoxbXhpZl90cEU/view?usp=sharing</a>
Figura 1 - Mapa Localização da Estação, Altimetria, etc. em PDF 150dpi	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgONjIQW1hOGNydeE/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgONjIQW1hOGNydeE/view?usp=sharing</a>
Figura 1 - Mapa Localização da Estação, Altimetria, etc. em PDF 500dpi	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOTUVFds1rd1NER00/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOTUVFds1rd1NER00/view?usp=sharing</a>
Figura 2 – Imagens de Satélite Localização Estação	<a href="https://drive.google.com/drive/folders/0B6T7sNg_aVgObIV3LTgwUFUtekE?usp=sharing">https://drive.google.com/drive/folders/0B6T7sNg_aVgObIV3LTgwUFUtekE?usp=sharing</a>
Google Earth - Localização da Estação 87401600	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOVESQSWNKQU40X2M/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOVESQSWNKQU40X2M/view?usp=sharing</a>
Google Earth - Bacia do Rio Gravataí	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOWG1YUGhSUHdzQ1k/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOWG1YUGhSUHdzQ1k/view?usp=sharing</a>
Google Earth - Hidrografia da Bacia do Rio Gravataí	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOYmFOX0hobUtGcVU/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOYmFOX0hobUtGcVU/view?usp=sharing</a>
Google Earth - Limite Município Porto Alegre	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOZiVjSEI3NFFINTe/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOZiVjSEI3NFFINTe/view?usp=sharing</a>
Mapas das Bacias do Brasil – 100 a 2000dpi	<a href="https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrVlImSXB3ZUE&amp;usp=sharing">https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrVlImSXB3ZUE&amp;usp=sharing</a>
Diagramas Unifilares da Bacia do Rio Gravataí e da Sub-Bacia 87	<a href="https://drive.google.com/open?id=0B5VdVLE05QESkMtMzldGZvTTQ">https://drive.google.com/open?id=0B5VdVLE05QESkMtMzldGZvTTQ</a>
Tutorial de Construção de Diagrama Unifilar	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B5VdVLE05QEEGw4MHN3b2V6b2s/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B5VdVLE05QEEGw4MHN3b2V6b2s/view?usp=sharing</a>
Altimetria do Estado do Rio Grande do Sul	<a href="https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfb1FrVlImSXB3ZUE/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/0B5YK_fCaGOyfb1FrVlImSXB3ZUE/view?usp=sharing</a>
Dados Utilizados do Atlas Pluviométrico do Brasil	<a href="http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&amp;sid=9">http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&amp;sid=9</a>
Livro Hidrologia Estatística em PDF	<a href="http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Livro-%22Hidrologia-Estatistica%22-981.html">http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Livro-%22Hidrologia-Estatistica%22-981.html</a>
Trabalhos Sobre Curva-Chave Publicados no SGB/CPRM	<a href="http://repositorio.cprm.gov.br/xmlui/search?scope=%2F&amp;query=%22curva+chave%22+francisco+fernando+moronah%22+curva+chave&amp;mp=100&amp;sort=0&amp;order=DESC&amp;submit=ir">http://repositorio.cprm.gov.br/xmlui/search?scope=%2F&amp;query=%22curva+chave%22+francisco+fernando+moronah%22+curva+chave&amp;mp=100&amp;sort=0&amp;order=DESC&amp;submit=ir</a>

#### 4. CONCLUSÃO

Neste estudo notou-se a necessidade da avaliação das equações produzidas observando o somatório dos desvios de cada equação separadamente, em conjunto e os desvios unitários, de modo que os mesmos nunca ultrapasse um valor máximo pré-estabelecido pelo hidrólogo. Verificou-se que apenas com o gráfico desvio versus tempo foi possível estabelecer a partição da curva-chave em diferentes equações objetivando um melhor ajuste quanto à curva e as vazões medidas.

#### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Análise de consistência de dados fluviométricos de estações de monitoramento da ANA localizadas na bacia hidrográfica do Rio Purus (sub-bacia 13)**. 2011. Nota Técnica nº 245/2011/SGH-ANA. 30 de setembro de 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Diretrizes e análises recomendadas para a consistência de dados fluviométricos**. Brasília: ANA. 2011. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/infoidrologicas/cadastro/Diretrizes\\_Analises\\_Recomendadas\\_Consistencia\\_de\\_Dados\\_Fluviometricos.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/infoidrologicas/cadastro/Diretrizes_Analises_Recomendadas_Consistencia_de_Dados_Fluviometricos.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Inventário das estações fluviométricas**. 2. ed. DF, 2009. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/infoidrologicas/InventariodasEstacoesFluviometricas.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

BARTELS, G. K.; BESKOW, S.; AQUINO, L. S.; TAVARES, V. E. Q.; TIMM, L. C. Avaliação dos dados de vazão gerados pela curva-chave no Arroio Pelotas (Ponte Cordeiro de Farias). In: XIX

- Congresso de Iniciação Científica, 2010, Pelotas. **Anais...** 2010. Disponível em: <[http://wp.ufpel.edu.br/rhima/files/2010/09/CIC-UFPeL-2010\\_01028.pdf](http://wp.ufpel.edu.br/rhima/files/2010/09/CIC-UFPeL-2010_01028.pdf)>. Acesso: 28 Jan. 2017.
- COLLISCHONN W.; DORNELLES F. **Hidrologia para engenharias e ciências ambientais**. Vol. 1. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH. 310p.
- FERREIRA, P. A. V. **Otimização Não linear**. 2012. Disponível em: <<http://www.dt.fee.unicamp.br:80/~valente/ia543.html>>. Acesso em 12 fev. 2019.
- FINCK, J. S.; GUIMARÃES, G. M.; KOEFENDER, A.; SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B.; MARCUZZO, F. F. N. Diagrama unifilar de dados hidrológicos em bacia hidrográfica: proposta de modelo e passo a passo de como fazer consistindo os dados. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22, 2017, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/>>. Acesso em: 29 mar. 2019.
- GAMARO, P. E.; MALDONADO, L. H.; SANTOS, J. M. Comparativo entre medições de vazão com micromolinete e flowtracker para a estação São Francisco Falso. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Porto Alegre: ABRH. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/579cd3a94951f7f86576318234b74346\\_3e706bdeb90ccc5bb34257e08bd60429.pdf](https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/579cd3a94951f7f86576318234b74346_3e706bdeb90ccc5bb34257e08bd60429.pdf)>. Acesso em: 28 Jan. 2019.
- GOOGLE. **Google Earth**, 7.1.8.3036. [S.l. : s.n.], Compilação de 17/01/2017. 2017. Localização da estação 77500000. Disponível: <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso: 30mar2019.
- INDIA. **How to establish stage discharge rating curve**. Training module # SWDP – 29. New Delhi: Hydrology Project, 1999. Disponível em: <<http://www.mahahp.gov.in/pdfFiles/resource/modules/29HOWTOESTABLISHSTAGEDISCHARGERATINGCURVE.pdf>>. Acesso: 15 mar. 2018.
- KOEFENDER, A.; SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B.; GUIMARÃES, G. M.; FINCK, J. S.; MARCUZZO, F. F. N. **A CONCEPÇÃO DE DIAGRAMA UNIFILAR DE BACIA HIDROGRÁFICA PARA ESTUDOS DE INTERESSE HIDROLÓGICO: O passo a passo de como obter as informações, como montar o diagrama unifilar e como verificar e corrigir seus dados inventariais básicos**. 2017. 90p. Tutorial. 4ª Versão. Manual desenvolvido durante estágio no projeto de regionalização de vazões na CPRM-PA/GEHITE. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B5VdVLRrE05QEeGw4MHN3b2V6b2s/view?usp=sharing>>. Acesso em: 28 mai. 2019.
- LEMOS, G. M.; LOPES, W. T. A.; SILVA, L. R. S.; DE PISCOYA, R. de C. C. C.; DA SILVA, M. C. A.; REITZ, K. Análise de consistência de dados fluviométricos de estações localizadas na sub-bacia 12 (rios Solimões, Juruá e Japurá). In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2013. p. 1 a 8. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131119\\_PAP013828\\_05.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131119_PAP013828_05.pdf)>. Acesso: 29 jun. 2019.
- LOPES, W. T. A.; LEMOS, G. M.; SARMENTO SILVA, L. R.; DA SILVA, M. C. A. M.; DE PISCOYA, R. de C. C.; GOMES, A. de O.; DOS SANTOS, A. G. Sistema para análise de dados hidrológicos - SiADH. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2014. p. 1 - 8. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131118\\_PAP013844.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131118_PAP013844.pdf)>. Acesso em: 28 Jan. 2019.
- MALDONADO, L. H. Validação experimental de metodologias para quantificação contínua de vazão no Ribeirão da Onça. 2009. **Dissertação** (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-27042010-154503/>>. Acesso: 29mar.2019.
- MALDONADO, L. H.; GAMARO, P. E.; SANTOS, J. M.; SANTOS, F. A. M. Alteração de curva-chave devido a assoreamento: caso da Estação de Flórida, MS. In: XI ENES, 2014, **Anais...** João Pessoa. XI ENES, 2014. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/5017322205a6ee548ab306876bfd35fb\\_fc8e1745328977f048ed9ebab8685ee6.pdf](https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/5017322205a6ee548ab306876bfd35fb_fc8e1745328977f048ed9ebab8685ee6.pdf)>. Acesso: 28Jan.2019.



- MALDONADO, L. H.; GAMARO, P. Métodos de correção de vazões em tramos superiores de curvas-chaves e para o caso de histerese. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2013. p. 1 a 8. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=155&SUMARIO=3362&ST=metodos\\_de\\_correcao\\_de\\_vazoes\\_em\\_tramos\\_superiores\\_de\\_curvas\\_chaves\\_e\\_para\\_o\\_caso\\_de\\_histerese](https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=155&SUMARIO=3362&ST=metodos_de_correcao_de_vazoes_em_tramos_superiores_de_curvas_chaves_e_para_o_caso_de_histerese)>. Acesso: 5 mar. 2019.
- MALDONADO, L. H.; WENDLAND, E. Aplicação de medidores de vazão não-convencionais em rios: eletromagnético e vertedor circular móvel. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2014. p. 1-8. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/e62af33544f06382bbefac354d6cc03f\\_26c78165c859500fad1245dab3f44617.pdf](https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/e62af33544f06382bbefac354d6cc03f_26c78165c859500fad1245dab3f44617.pdf)>. 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...** Porto Alegre: ABRH, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/15054>>.
- 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...** Porto Alegre: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/>>. 29 mar. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Curva-chave sob efeito de assoreamento e dragagem traçada e ajustada pelo SiADH. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 23., 2019, Foz do Iguaçu, PR. **Anais[...]** Foz do Iguaçu: ABRH, 2019. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21531>>.
- 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/xmlui/handle/doc/15127>>. Acesso em: 29 mar. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Extrapolação de curva-chave, com e sem a partição do perfil transversal, pelo método declividade-transmissão. In: XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2018, Nordeste. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2018. p. 1 a 10. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/>>. Acesso em: 18 Jan. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Extrapolação de curva-chave, com e sem a partição do perfil transversal, pelo método declividade-transmissão. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 23., 2019, Foz do Iguaçu, PR. **Anais[...]** Foz do Iguaçu: ABRH, 2019. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21535>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- MARCUZZO, F. F. N. **Mapa das regiões hidrográficas, bacias e sub/bacias hidrográficas do Brasil.** Escala 1cm:79 m. Porto Alegre: 2017. Disponível em: <[https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK\\_fCaGOyfb1FrV1lmSXB3ZUE&usp=sharing](https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrV1lmSXB3ZUE&usp=sharing)>. Acesso em: 01 jan. 2017.
- MARCUZZO, F. F. N. Modelagem Hidrológica Utilizando Regressão: Conceituação Matemática, Logaritmização e Avaliação. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Natal. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2014. p. 1 a 10. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17447>>. Acesso em: 28 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://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-11112008-091041/pt-br.php>>. Acesso: 12 fev. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N. Traçado de curva-chave unívoca utilizando a regressão simples e robusta do MATLAB. In: XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2016, Aracajú. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2016. p. 1-9. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17188>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

- MARCUZZO, F. F. N.; MALDONADO, L. H.; SOUZA, S. A. de. Curva-chave sob efeito de histerese: traçado e ajuste de curva-chave média e em laço. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 23., 2019, Foz do Iguaçu, PR. **Anais[...]** Foz do Iguaçu: ABRH, 2019. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21532>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- MARCUZZO, F. F. N.; WENDLAND, E. Efeito da variação na tarifação pelo uso da água no dimensionamento otimizado de rede de irrigação localizada usando algoritmos genéticos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 15, 109 a 118. 2010. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/603>>. Acesso em 12 fev. 2019.
- MARCUZZO, F. F. N.; WENDLAND, E. The Optimization of irrigation networks using genetic algorithms. **Journal of Water Resource and Protection**, 2014, 6, 1124-1138. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2014.612105>>. Acesso em 12 fev. 2019.
- MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo de Perfis de Estações Fluviométricas: Transcrições de Campo, Ajuste de Escritório e Efeito nos Atributos Hidráulicos. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Natal. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2014. p. 1-10. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17448>>. Acesso em: 28 Jan. 2019.
- MENEZES, D.; MARCUZZO, F. F. N. Curva-chave de sedimentos com tramos separados por vazão e tempo: elementos do traçado e ajuste. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 23., 2019, Foz do Iguaçu, PR. **Anais[...]** Foz do Iguaçu: ABRH, 2019. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21583>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. de A. Correlação e regressão. In: NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. de A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 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: 3 jan. 2019.
- 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. SIG - versão 2.0 - atualizada em 11/2011; Levantamento da Geodiversidade.
- PORTO, R. de M. **Hidráulica básica**. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006. Disponível em: <<http://www.edusp.com.br/detlivro.asp?ID=600571>>. Acesso em: 23 ago. 2019.
- RANTZ, S.E. **Measurement and computation of streamflow**: volume 2, computation of discharge. [S.l.]: U.S. Government Printing Office, 1982. (Water supply paper series, 2175). Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2175/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.
- REITZ, K.; DIAS, S. F. Calibragem de curva-chave de estação instável pelo método do desnível normal. Estudo de caso: Estação Bacaba, código 13886000, no Rio Tapauá, na bacia hidrográfica do Rio Amazonas. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Natal. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2014. p. 1 - 8.
- SEFIONE, A. L. Estudo comparativo de métodos de extrapolação superior de curvas-chave. **Dissertação de Mestrado**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2001. 96p. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3258>>. Acesso em: 02 ago. 2019.
- SEFIONE, A. L.; MEDEIROS, J. D.; DORNELLES, A. M.; GOLDENFUM, J. A. Metodologia de pseudo-extrapolação para avaliação de métodos de extrapolação superior de curvas-chave. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2001. p. 1-13.