



HÁ *50 anos* GERANDO E DISSEMINANDO
O CONHECIMENTO GEOCIENTÍFICO
COM EXCELÊNCIA



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



CURVA-CHAVE SOB EFEITO DE ASSOREAMENTO E DRAGAGEM TRAÇADA E AJUSTADA PELO SiADH

francisco.marcuzzo@cprm.gov.br

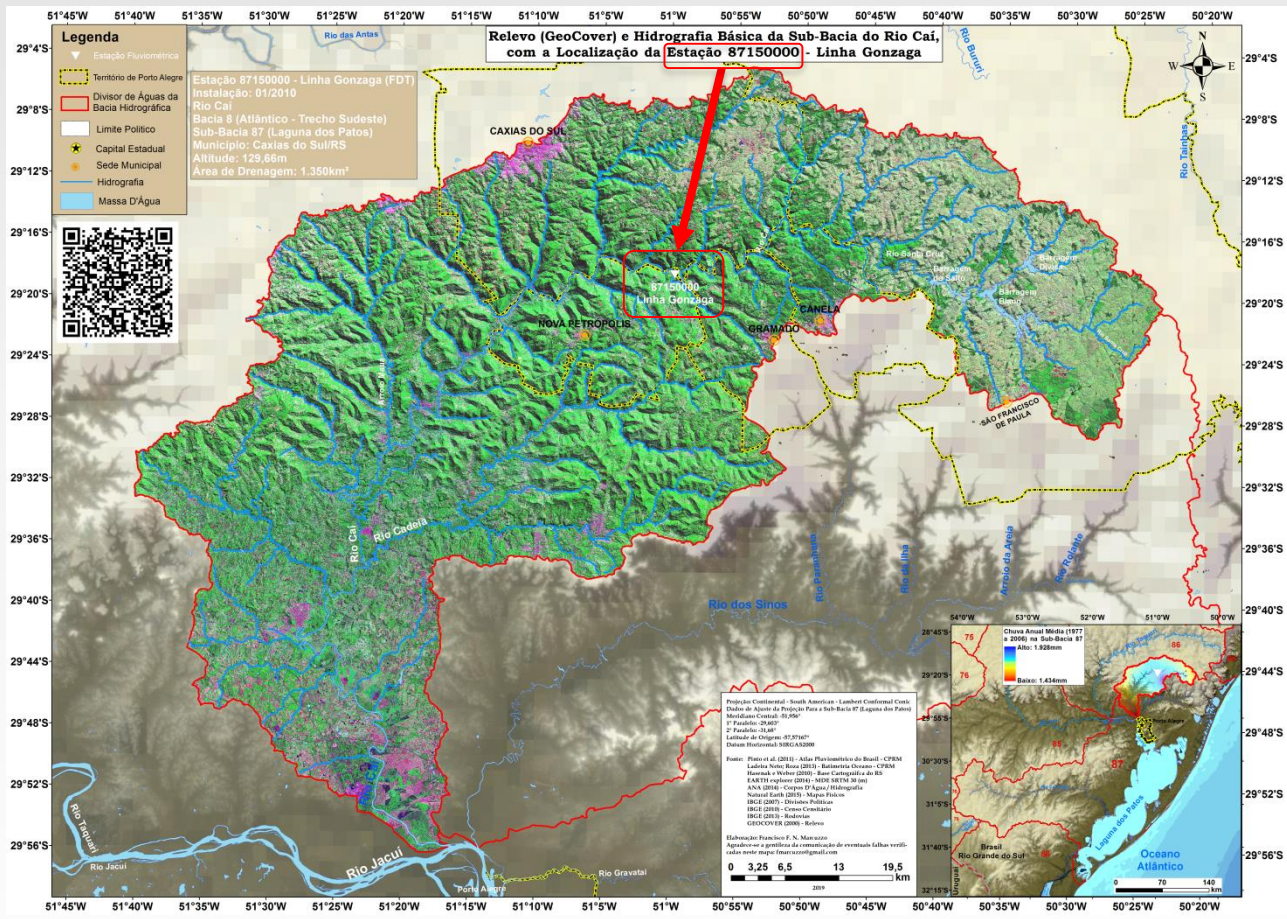


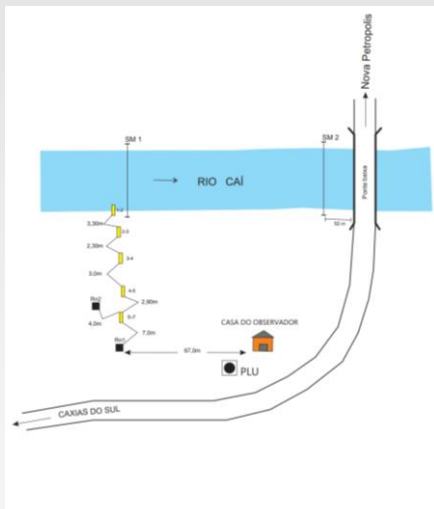
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM



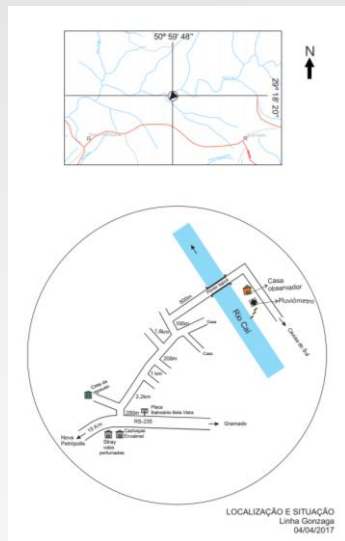
O objetivo deste estudo foi traçar e ajustar uma curva-chave com instabilidade nas medições, sob efeito de assoreamento e dragagem, de modo a se analisar e discutir a otimização do ajuste frente às restrições da equação potencial, para curva-chave, e as limitações das ferramentas disponíveis na montagem do problema para o traçado e ajuste de curva-chave do tipo “vassoura”.



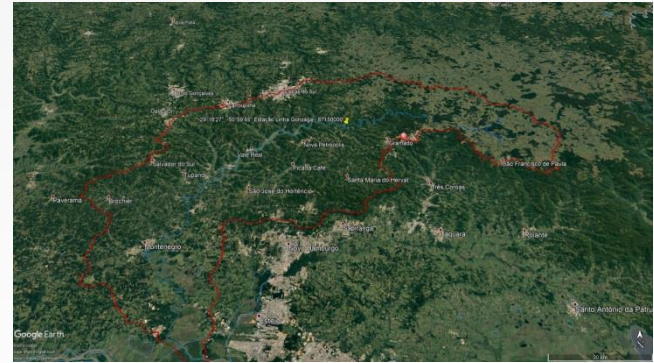
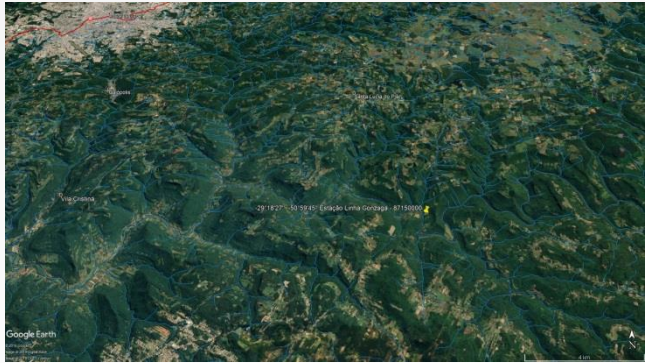
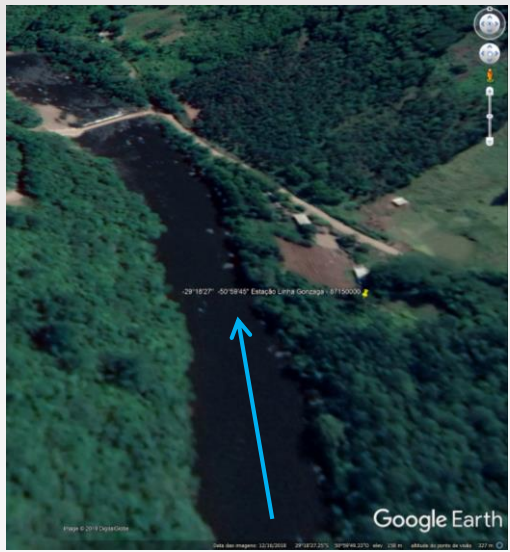




RN1: 8670
RN2: 4815

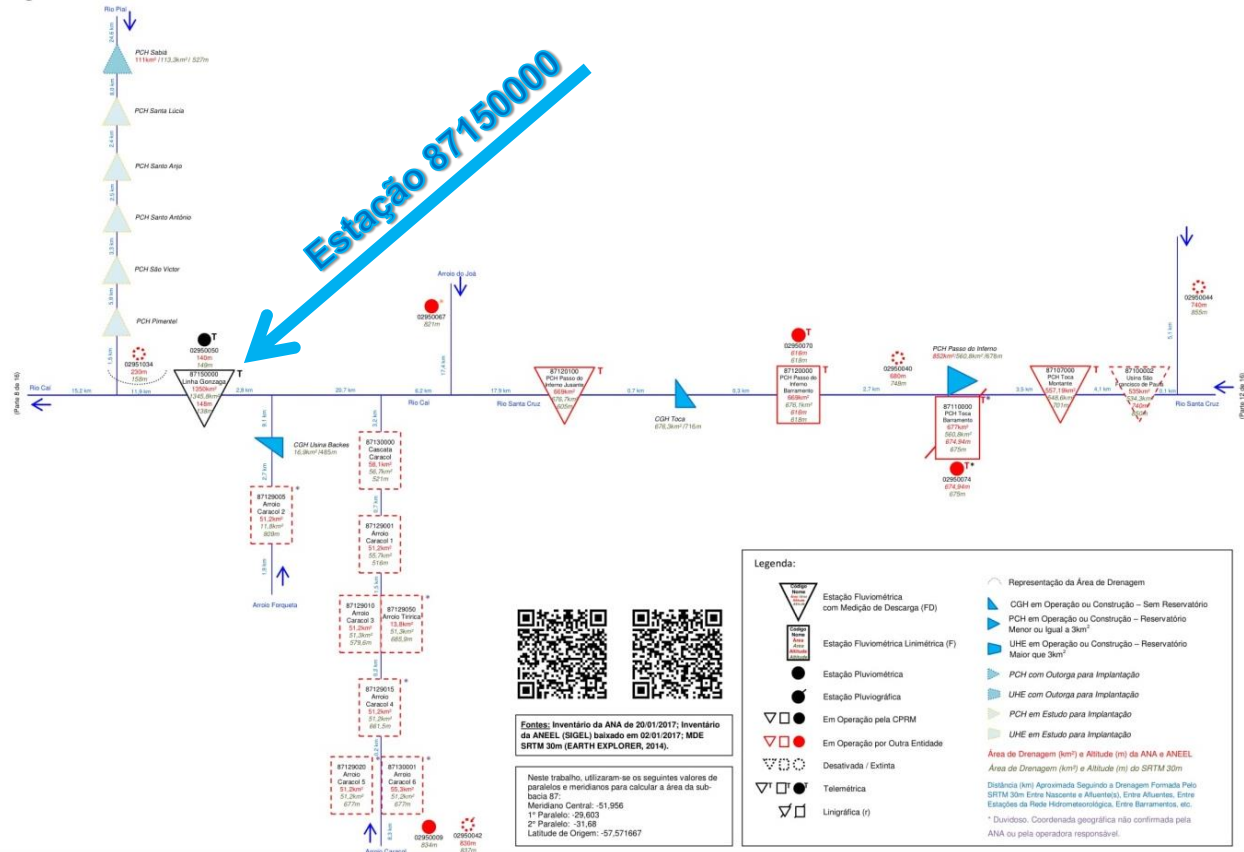


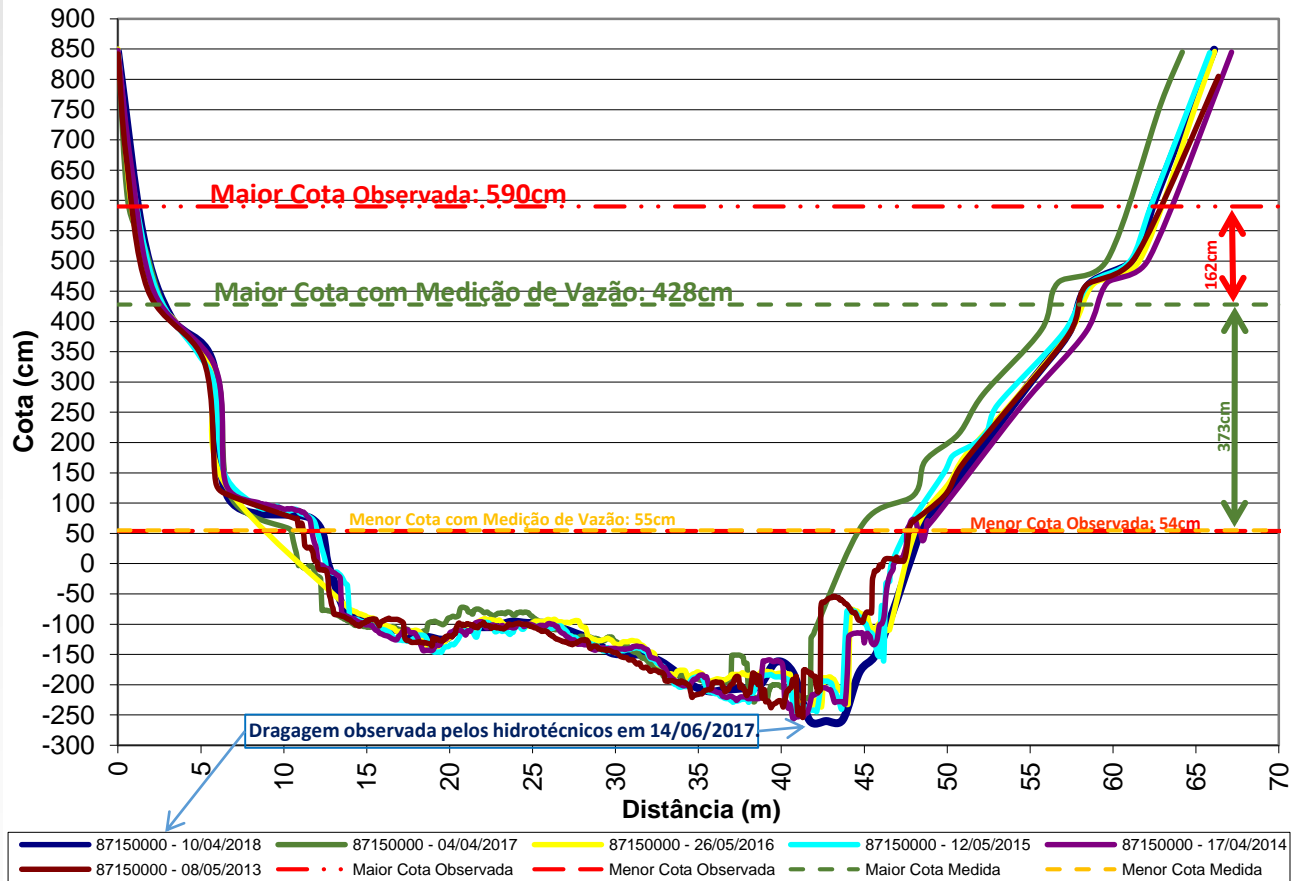
LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO
Linha Gonzaga
04/04/2017



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

Diagrama Unifilar da Sub-Bacia 87 – Parte 14 de 16

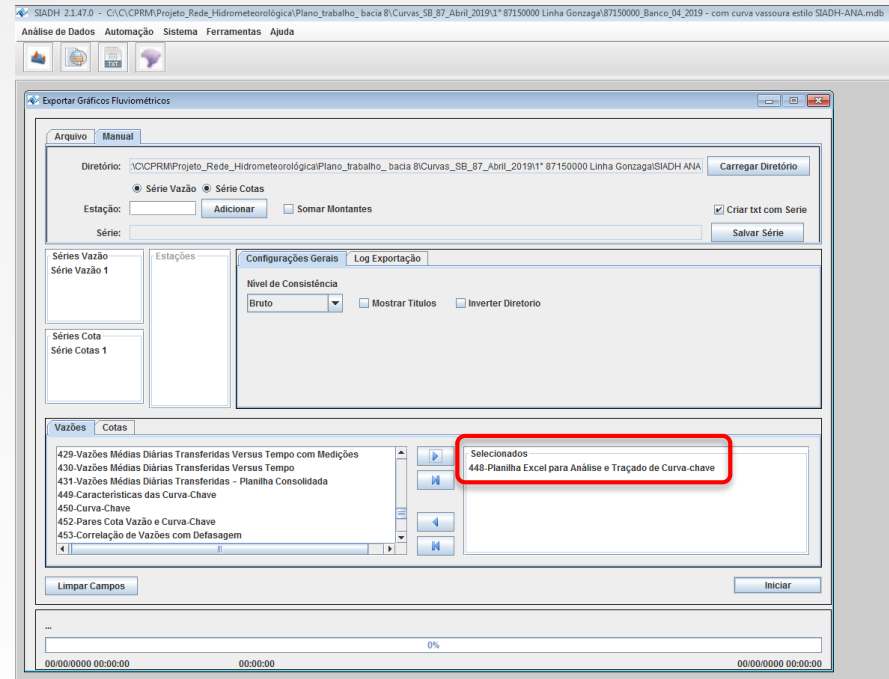




$$Q_{Calculada} = a(h - h_0)^n$$

em que, h , em metros, é a cota para a descarga $Q_{Calculada}$, em $m^3.s^{-1}$; h_0 , em metros, é a cota para a descarga Q_0 ; a é a constante que, se não alterada os outros elementos da equação, quanto maior for o seu valor, maior será a vazão calculada para todo o intervalo de cotas e que, quanto menor for o seu valor, menor será a vazão calculada para todo o intervalo de cotas.

Para montar a estrutura necessária para um correto traçado e ajuste da curva-chave aqui estudada, optou-se por lançar mão do processo 448 do Sistema Para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH) da Agência Nacional de Águas (ANA), melhor descrito na publicação de Lopes *et al.* (2013). Contudo, como se pretende mostrar nos resultados, especificamente para este tipo de curva-chave, “vassoura”, fez-se diversas modificações na planilha gerada pelo SiADH para melhor controle qualitativo e otimizado do seu traçado e ajuste.



O 448 do SiADH gera uma planilha com 57 abas

Nome da aba na planilha:
Curva-chaves (Ajuste)

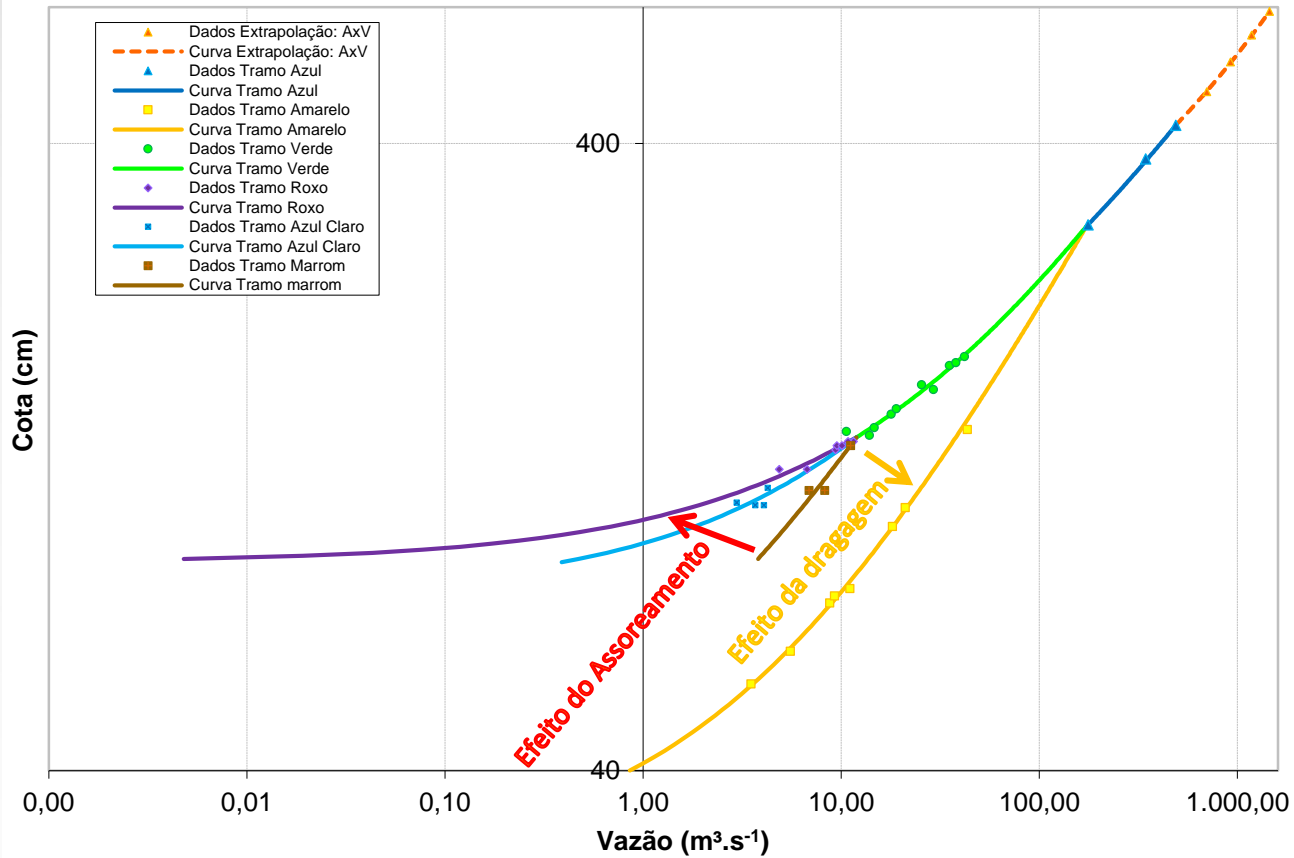
Nome da aba na planilha:
Curva-chave - Mét. Analítico
"Johnson's Method"

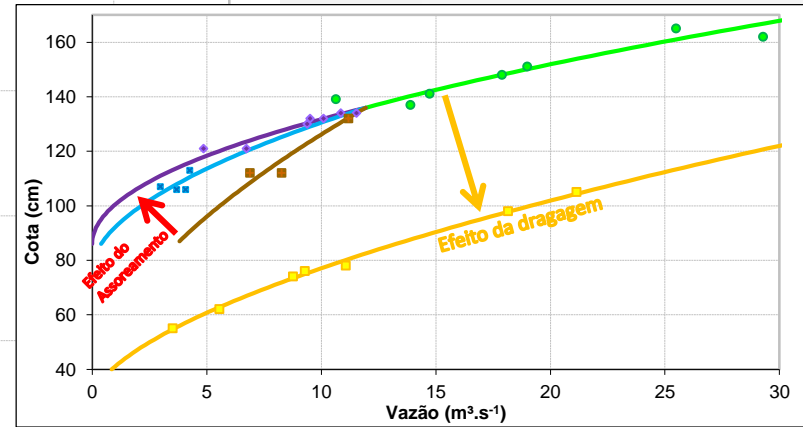
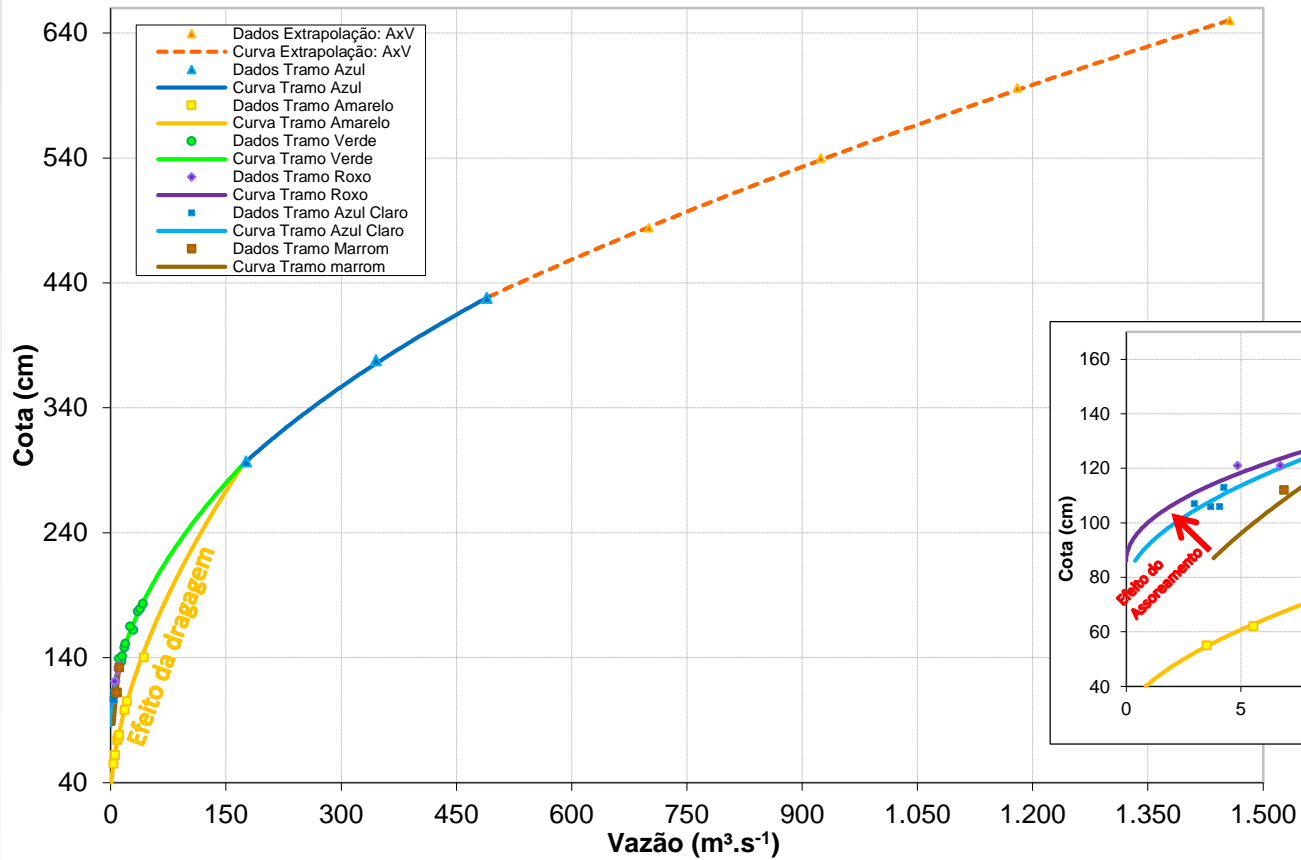
Adaptação da aba
"Curva-chaves (Ajuste)"
para Curva-Chave tipo
"vassoura" com tramos
para diferentes períodos de
tempo e intervalos de cotas.

Tramo		Intervalo de Cota de Validade		Período de Validade		Coeficientes das Equações Potenciais		
		Início	Fim	Início	Fim	a	$h_0 (m)$	n
01/07	Marrom	87	136	01/01/2010	31/01/2012	11,3322	0,33	1,771
02/07	Azul Claro	98	136	01/02/2012	31/05/2013	31,1941	0,77	1,821
03/07	Roxo	110	136	01/06/2013	13/06/2017	47,7225	0,86	1,999
04/07	Verde	136	295	01/01/2010	13/06/2017	43,5627	0,86	1,868
05/07	Amarelo	40	295	14/06/2017	29/03/2019	33,8481	0,29	1,666
06/07	Azul Escuro	295	429	01/01/2010	29/03/2019	47,4970	1,03	1,979
07/07	Laranja Escura	429	650	01/01/2010	29/03/2019	149,1100	2,12	1,542

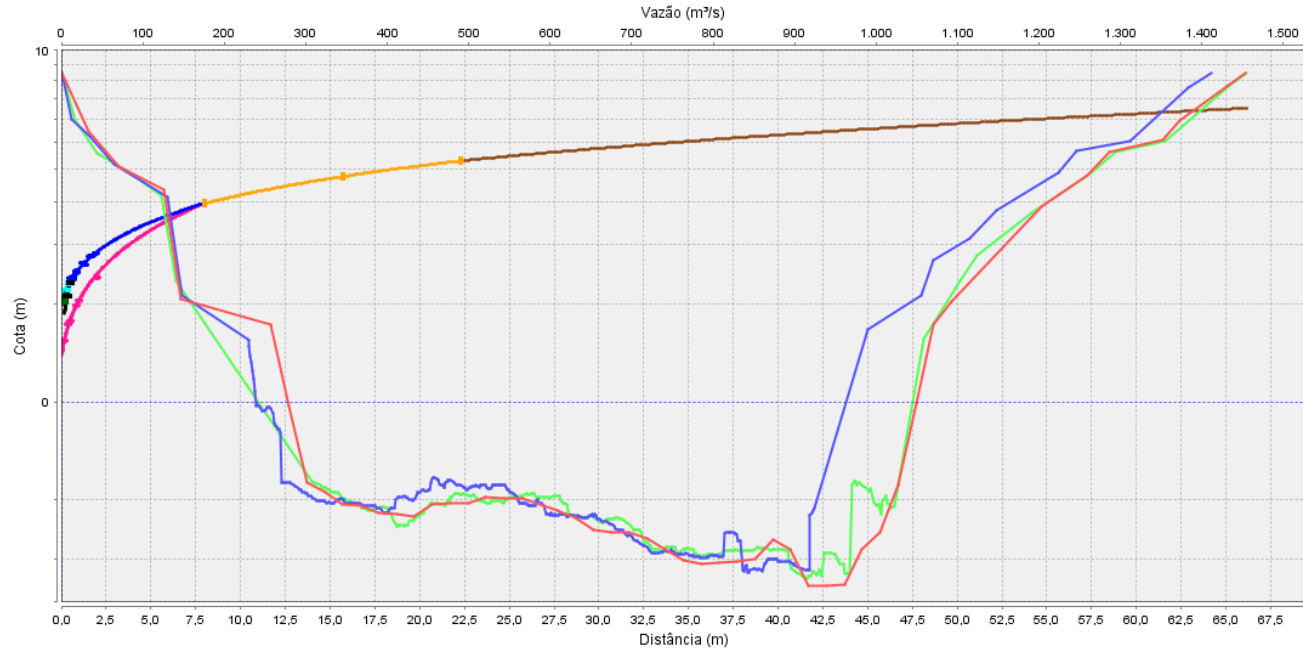
Verificações em Cada Tramo	-----Tramos-----							Curva-Chave Completa
	01/07	02/07	03/07	04/07	05/07	06/07	07/07	
Continuidade m.s ⁻¹	0,0071	0,0001	0,0048	-0,0681	0,0270	-0,0044		
Continuidade	0,06%	0,00%	0,04%	0,04%	0,02%	0,00%		
Desvio Absoluto	6,26%	15,39%	6,72%	6,87%	3,39%	0,63%	0,48%	5,82
Desvio Relativo	-0,70%	-0,12%	1,18%	1,37%	-1,13%	0,6%	0,20%	0,33
% de Desvios Positivos / Negativos	33%	50%	43%	50%	63%	67%	50%	51%







87150000 - LINHA GONZAGA - RIO CAÍ - 1.350 km²
ANA - CPRM - Desvio Médio = 7% - 16 Med.(47%)[+] - 18 Med.(53%)[-]

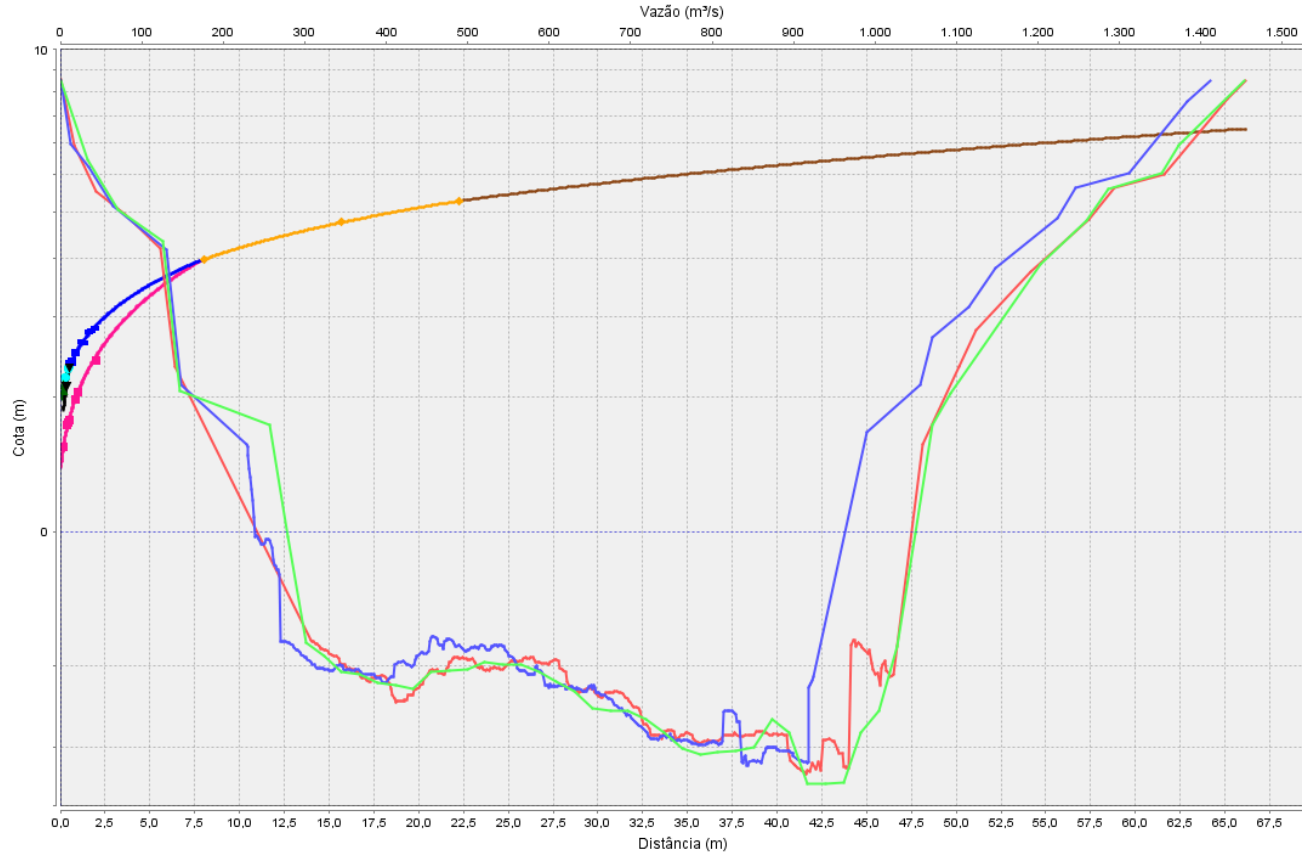


- 87150000 (2018) — 87150000 (2017) — 87150000 (2016) — 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B)-(87.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B)-(87.0-136.0) — 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B)-(136.0-295.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B)-(136.0-295.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(295.0-429.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(295.0-429.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(429.0-650.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(429.0-650.0) — 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B)-(98.0-136.0)
- ▲ Medição: 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B)-(98.0-136.0) — 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B)-(110.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B)-(110.0-136.0) — 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B)-(40.0-295.0)
- Medição: 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B)-(40.0-295.0)

450 do SiADH



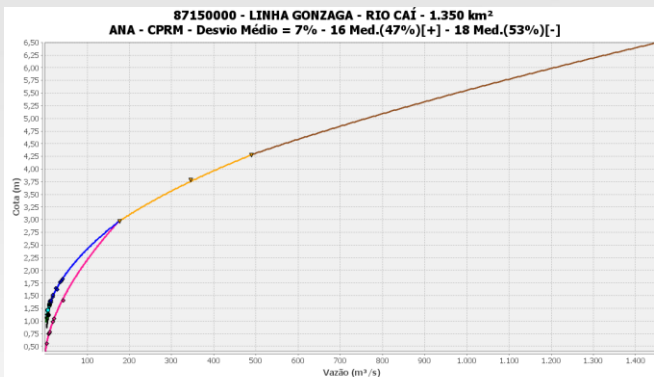
87150000 - LINHA GONZAGA - RIO CAÍ - 1.350 km²
ANA - CPRM - Desvio Médio = 7% - 16 Med.(47%)[+] - 18 Med.(53%)[-]



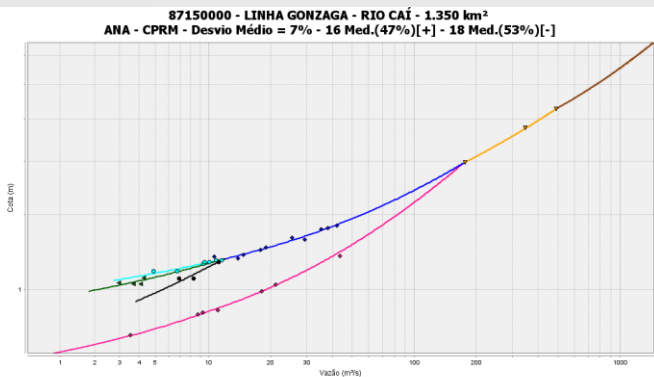
450 do SiADH



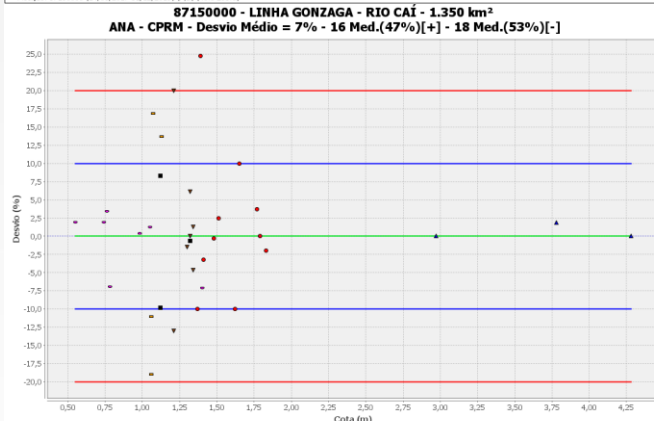
450 do SiADH



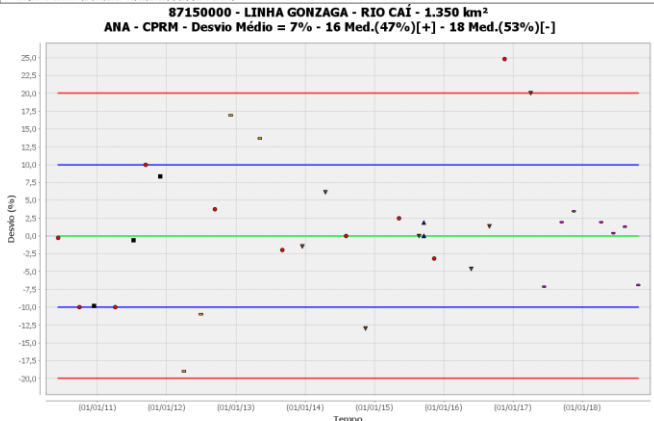
- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B) (87.0-136.0) — 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B) (136.0-295.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B) (136.0-295.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (295.0-429.0)
- ▼ Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-429.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-650.0)
- ▲ Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-650.0) — 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B) (98.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B) (98.0-136.0) — 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B) (110.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B) (110.0-136.0) — 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B) (40.0-295.0)
- Medição: 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B) (40.0-295.0)



- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B) (87.0-136.0) — 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B) (136.0-295.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B) (136.0-295.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (295.0-429.0)
- ▼ Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-429.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-650.0)
- ▲ Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-650.0) — 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B) (98.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B) (98.0-136.0) — 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B) (110.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B) (110.0-136.0) — 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B) (40.0-295.0)
- Medição: 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B) (40.0-295.0)



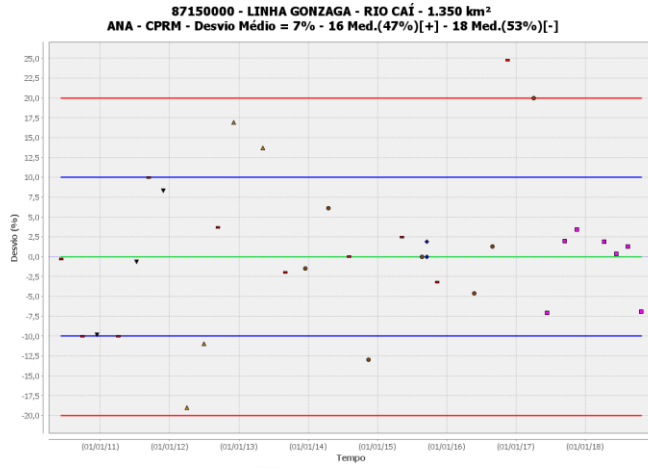
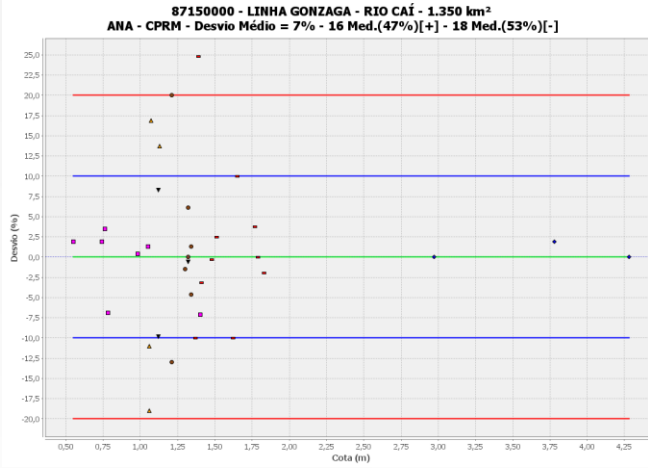
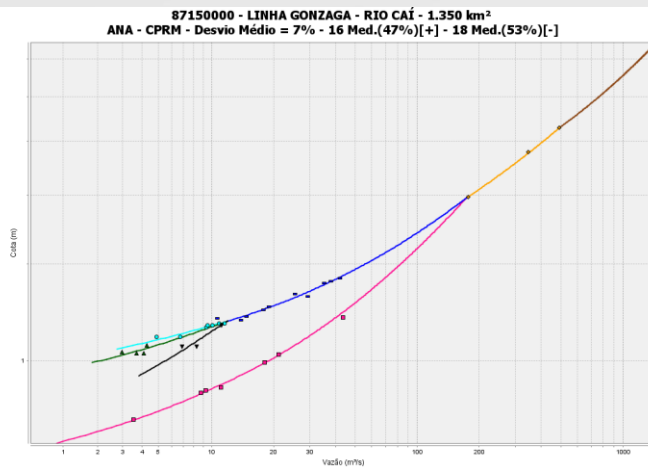
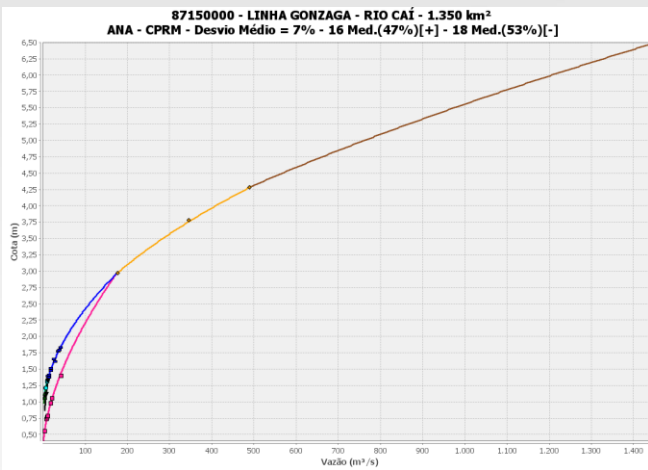
- 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B) (87.0-136.0) ● 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B) (136.0-295.0) ▲ 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (295.0-429.0)
- 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-429.0) ● 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B) (98.0-136.0) ● 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B) (110.0-136.0)
- 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B) (40.0-295.0) — (0%) — (+3%) — (+10%) — (+20%) — (+30%)



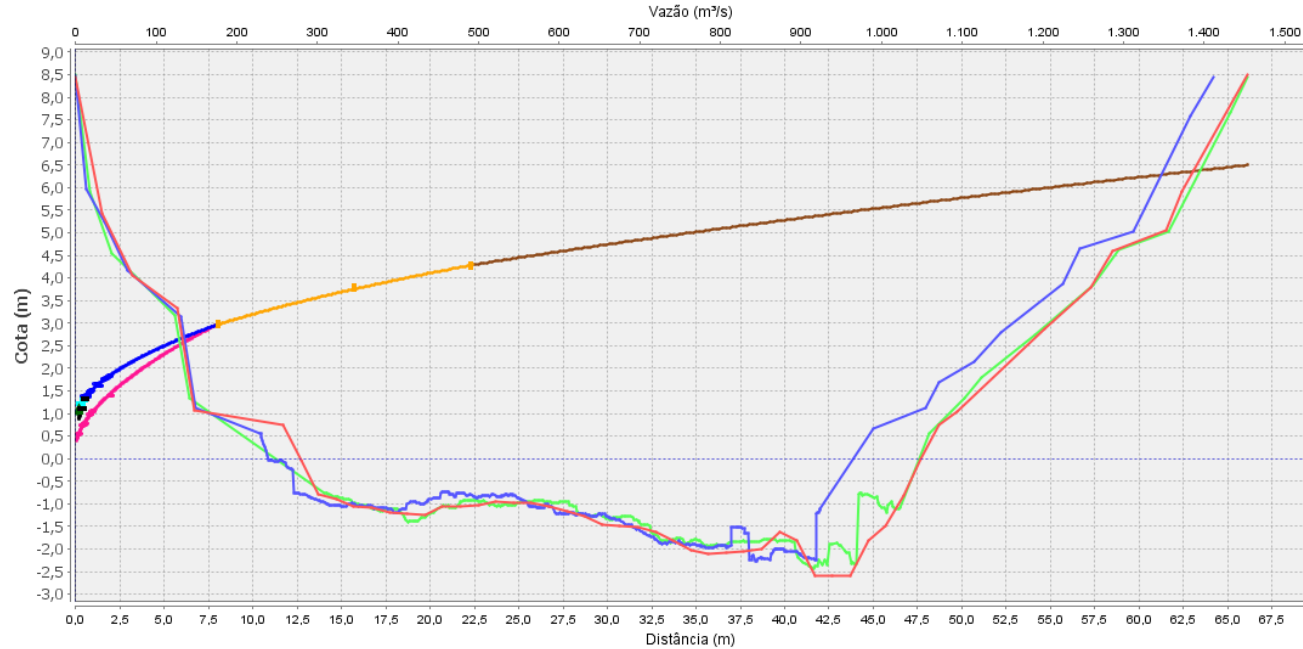
- 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B) (87.0-136.0) ● 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B) (136.0-295.0) ▲ 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (295.0-429.0)
- 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B) (429.0-429.0) ● 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B) (98.0-136.0) ● 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B) (110.0-136.0)
- 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B) (40.0-295.0) — (0%) — (+3%) — (+10%) — (+20%) — (+30%)



450 do SiADH



87150000 - LINHA GONZAGA - RIO CAÍ - 1.350 km²
ANA - CPRM - Desvio Médio = 7% - 16 Med.(47%)[+] - 18 Med.(53%)[-]

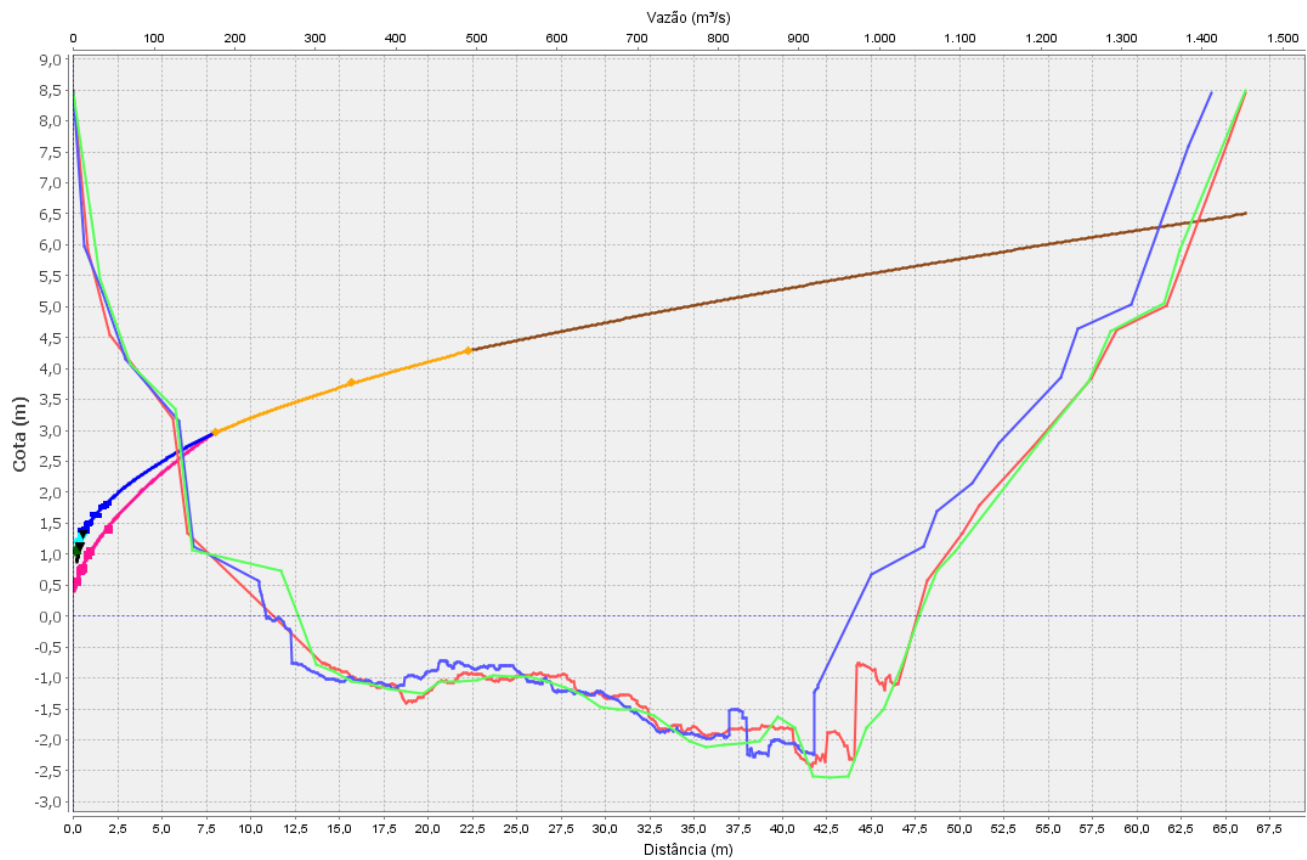


- 87150000 (2018) — 87150000 (2017) — 87150000 (2016) — 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B)-(87.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/01/2012) (P,B)-(87.0-136.0) — 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B)-(136.0-295.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-13/06/2017) (P,B)-(136.0-295.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(295.0-429.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(295.0-429.0) — 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(429.0-650.0)
- Medição: 87150000 (01/01/2010-31/12/2019) (P,B)-(429.0-650.0) — 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B)-(98.0-136.0)
- ▲ Medição: 87150000 (01/02/2012-31/05/2013) (P,B)-(98.0-136.0) — 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B)-(110.0-136.0)
- Medição: 87150000 (01/06/2013-13/06/2017) (P,B)-(110.0-136.0) — 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B)-(40.0-295.0)
- Medição: 87150000 (14/06/2017-31/12/2019) (P,B)-(40.0-295.0)

450 do SiADH



87150000 - LINHA GONZAGA - RIO CAÍ - 1.350 km²
ANA - CPRM - Desvio Médio = 7% - 16 Med.(47%)[+] - 18 Med.(53%)[-]



450 do SiADH



CONCLUSÃO

Entende-se que na hidrologia o traçado e ajuste de curva-chave, também denominada de curva de calibragem, é o ponto chave para transformação de cotas em descargas líquidas. A curva-chave tipo “vassoura” traçada e ajustada neste estudo é considerada de baixa instabilidade, com feixes de curvas para as cotas mais baixas. Isto se deve a seção ou controle instável, ou seja, a existência de uma superfície de calibragem para cotas mais baixas que, comumente, sofrem o processo de assoreamento e/ou erosão, sendo no caso deste estudo assoreamento e dragagem. Neste estudo fica evidente que a variação geométrica da seção transversal do rio, no decorrer do tempo, determinou a não univocidade da curva-chave, por, em um primeiro momento, apresentar deposição de sedimentos (assoreamento) e em um segundo momento uma escavação artificial do leito do rio (dragagem). A deformação do leito do rio, em primeiro momento foi contínua, na fase de assoreamento e, em um segundo momento, repentina, com a dragagem com máquinas.



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

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
Apresentação Deste Artigo - Pôster	https://drive.google.com/file/d/1cNRvMyMyQuruUxP3NpkSs-BhqUrfmIh/view?usp=sharing
Apresentação Deste Artigo - Oral	https://drive.google.com/file/d/1QQQG8ZYLhF1YEw6aDp-SikNRjSoh79RH/view?usp=sharing
Figura 1 - Mapa Localização da Estação, Precipitação, etc.	https://drive.google.com/drive/folders/1G5xTgxOJQ8SpC8s7zwLnNm5YKts1tT7b?usp=sharing
Google Earth - Localização da Estação 87150000	https://drive.google.com/file/d/1cZd6GvENQ1i0HOPyngQ2BusR8j3I9tPd/view?usp=sharing
Planilha de Traçado e Ajuste da Curva-Chave	https://drive.google.com/file/d/1z56TjL--CI8wwN72CPI3Q-Tfa4JcEGcm/view?usp=sharing
Mapas das Bacias do Brasil – 100 a 2000dpi	https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrV11mSXB3ZUE&usp=sharing
Diagramas Unifilares da Bacia do Rio Caí e da Sub-Bacia 87	https://drive.google.com/open?id=0B5VdVLRtE05QESkMtMzldGZvTTQ
Mapas de Sub-Bacias e Altimetria do Rio Grande do Sul	http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19906
Trabalhos Sobre Curva-Chave Publicados no SGB/CPRM	http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/simple-search?query=curva-chave





SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM



Francisco Marcuzzo
Pesquisador em Geociências - Hidrologia

Superintendência Regional de Porto Alegre / RS
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza
Porto Alegre/RS - CEP 90.840-030
Tel.: (51) 3406-7326
E-mail: francisco.marcuzzo@cprm.gov.br



Apresentação Oral



Apresentação Pôster



Este Artigo



RIGEO - CPRM



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

