

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. O desenvolvimento da Análise de Consistência de Dados Fluviométricos deve compreender, após assegurada a estruturação do projeto, no mínimo, as etapas que são descritas a seguir.

3.2. Coleta e Análise de Dados Básicos

3.2.1. Entre os dados básicos necessários ao desenvolvimento das análises estão:

- 3.2.1.1. As fichas de campo (boletins pluviométricos e fluviométricos, Fichas de medição de descarga líquida, Fichas de inspeção das estações, Fichas de levantamento de seção transversal etc.). A ANA disponibiliza tais fichas por meio do Sistema para Visualização de Fichas de Campo (disponível no endereço <http://www.snirh.gov.br/fichadecampo/>).
- 3.2.1.2. Os registros digitais em banco de dados das Estações em análise (cotas, resumo das medições de descarga líquida, levantamento de perfis da seção transversal, fichas descritivas das estações, histórico das estações etc.). A ANA disponibiliza esses registros por meio do Sistema para Gerenciamento de Dados Hidrológicos – Hidro (disponível no endereço em <http://www.snirh.gov.br/hidroweb>). Estes dados serão fornecidos pela ANA diretamente à Contratada no início da execução do Contrato.
- 3.2.1.3. Mapas com levantamentos topográficos, da rede hidrográfica, da geologia etc.
- 3.2.1.4. Levantamento bibliográfico sobre as obras de engenharia hidráulica e viária localizadas na bacia hidrográfica.
- 3.2.1.5. Levantamentos dos usos da água (abastecimento, irrigação, etc.)
- 3.2.1.6. Preparação de diagramas unifilares da bacia hidrográfica em estudo, com a localização das estações e das obras hidráulicas existentes na bacia (Figura 1 e Figura 2).

3.3. Avaliação da Bacia Hidrográfica

- 3.3.1. Essa etapa compreende, numa avaliação mais ampla, levantar e avaliar as características gerais da bacia tais como geologia, relevo, solos, clima, regime de chuvas, dentre outras informações que possam influenciar o regime fluviométrico e, em consequência, sejam elucidativas para as análises de consistência.
- 3.3.2. Num sentido mais específico, porém de forma a manter uma avaliação integrada, é importante avaliar o conjunto de informações fluviométricas dos postos buscando identificar, por exemplo, a natureza do leito, a forma da seção transversal, bem como o tipo de controle hidráulico que influencia o escoamento nas estações da bacia em estudo.

3.3.3. Nessa linha, alguns eventos que ocorrem no histórico das estações têm significativa importância na consistência de dados fluviométricos e, por esse motivo, precisam ser levantados, devendo ser inclusive informado no dossiê da estação nos relatórios. São exemplos: ocorrência de reinstalação de réguas, ocorrência de mudança de seção de medição, mudança de regime fluviométrico por ocasião de instalações de estruturas hidráulicas a montante ou a jusante da estação, alteração de metodologia de determinação de descarga líquida, seja devida a mudança de equipe ou mesmo dos equipamentos, período sem observador, ocorrência de bancos de areia e outras condições que impedem por exemplo a realização de medições de vazão, dentre outros.

3.4. Análise de Cotas

3.4.1. No início dos trabalhos de consistência de dados fluviométricos, devem ser realizadas análises de cotas para eliminação de erros grosseiros. Sempre que possível, recomenda-se analisar conjuntamente os cotagramas de estações localizadas em um mesmo rio, pois estes devem apresentar comportamento semelhante, sendo refletidas as flutuações observadas na estação de montante, também na estação de jusante, desde que os perfis transversais sejam compatíveis, e guardadas as devidas proporções. Na análise, devem ser consideradas a forma dos cotagramas das estações, a proporção entre valores e a defasagem no tempo. Incoerências mais sutis podem ser tratadas na comparação dos hidrogramas, que possui significado físico, pois a vazão que passa na estação de montante deve passar na estação de jusante, salvo situações excepcionais de extravasamento, retenção, barramento e/ou falhas geológicas. Em alguns casos, as seguintes falhas podem ser identificadas já na análise dos cotagramas:

3.4.1.1. Erros de cópia. No momento de inserir no sistema os dados dos boletins, podem ser transcritos valores diferentes dos originais (Figura 3).

3.4.1.2. Falsas leituras do observador: Pode ser identificado por um trecho mais regular do que acontece normalmente naquela época do ano, como um período de níveis constantes ou variando linearmente entre os extremos (Figura 4). Na estiagem, pode aparecer um salto entre o valor do último dia preenchido arbitrariamente e o valor real do dia seguinte.

3.4.1.3. Erro de metro: Erro comum e facilmente identificável, quando é anotado equivocadamente o valor da parte inteira da leitura realizada em metros (

3.4.1.4. Figura 5).

3.4.1.5. Erro de complemento – O observador soma os valores do nível d'água até a parte inteira em decímetros em vez de subtrair. Em geral, a leitura de metro está correta, mas comete erro em leituras intermediárias, resultando sempre um complemento de 10 cm. Uma leitura de 1,74m seria

lida, erroneamente, como 1,86m. Uma leitura de 2,38m seria lida, equivocadamente, como 2,42m (Figura 6).

- 3.4.1.6. Leitura errônea de cotas negativas – Quando o nível d’água fica a seguir do zero da régua, é comum que o observador se esqueça de colocar o sinal negativo ou comece a anotar as leituras negativas com o acréscimo de um metro, de modo que aparece um degrau brusco quando o cotograma atinge o nível zero, ou uma reflexão dos valores negativos (Figura 7). Como esse tipo de problema acontece nas estiagens, quando as águas costumam baixar lentamente, esse tipo de erro é facilmente identificável.
- 3.4.1.7. A avaliação dos cotogramas deve ser acompanhada da análise dos boletins, que podem indicar leituras ilegíveis, mudança de caligrafia ou do próprio observador, preenchimento incorreto das leituras de acordo com os dias do mês, preenchimento incorreto do cabeçalho (código, nome, mês e ano), além das próprias anotações do observador (desnívelamento de régua, atos de vandalismo, reinstalação feita pelo próprio observador, régua coberta, caída, “seca”, etc.).
- 3.4.1.8. A Planilha para Análise de Cotas (Anexo G), utiliza uma aba com três colunas: dados brutos, consolidados e revisados (Figura 8). A planilha apresenta o cotograma completo, e as subseqüentes destacam os períodos em que sofreram alterações. Para facilitar a análise, pode ser utilizado o aplicativo SiADH, que gera arquivos de cotogramas de dados brutos e consolidados para cada ano de dados existentes.

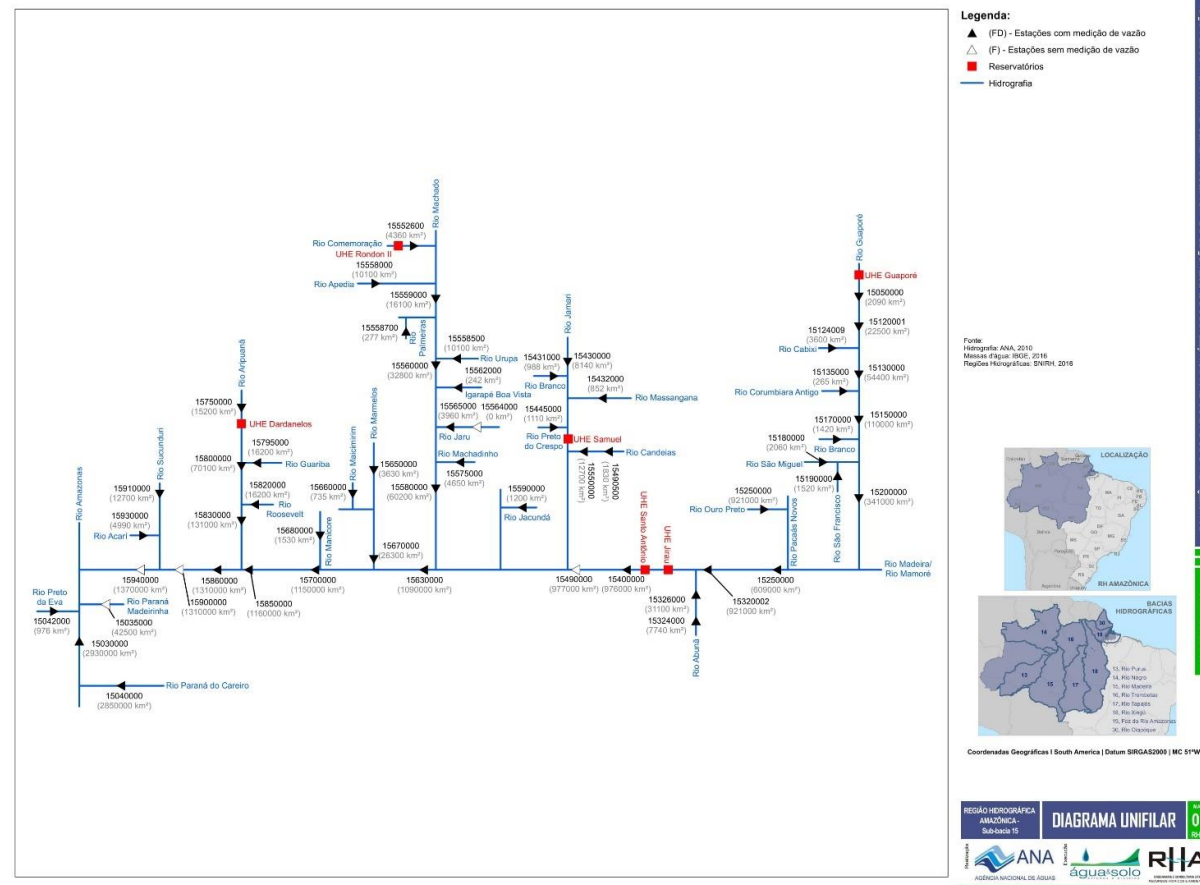


Figura 1. Exemplo de diagrama unifilar (Bacia do Rio Madeira).

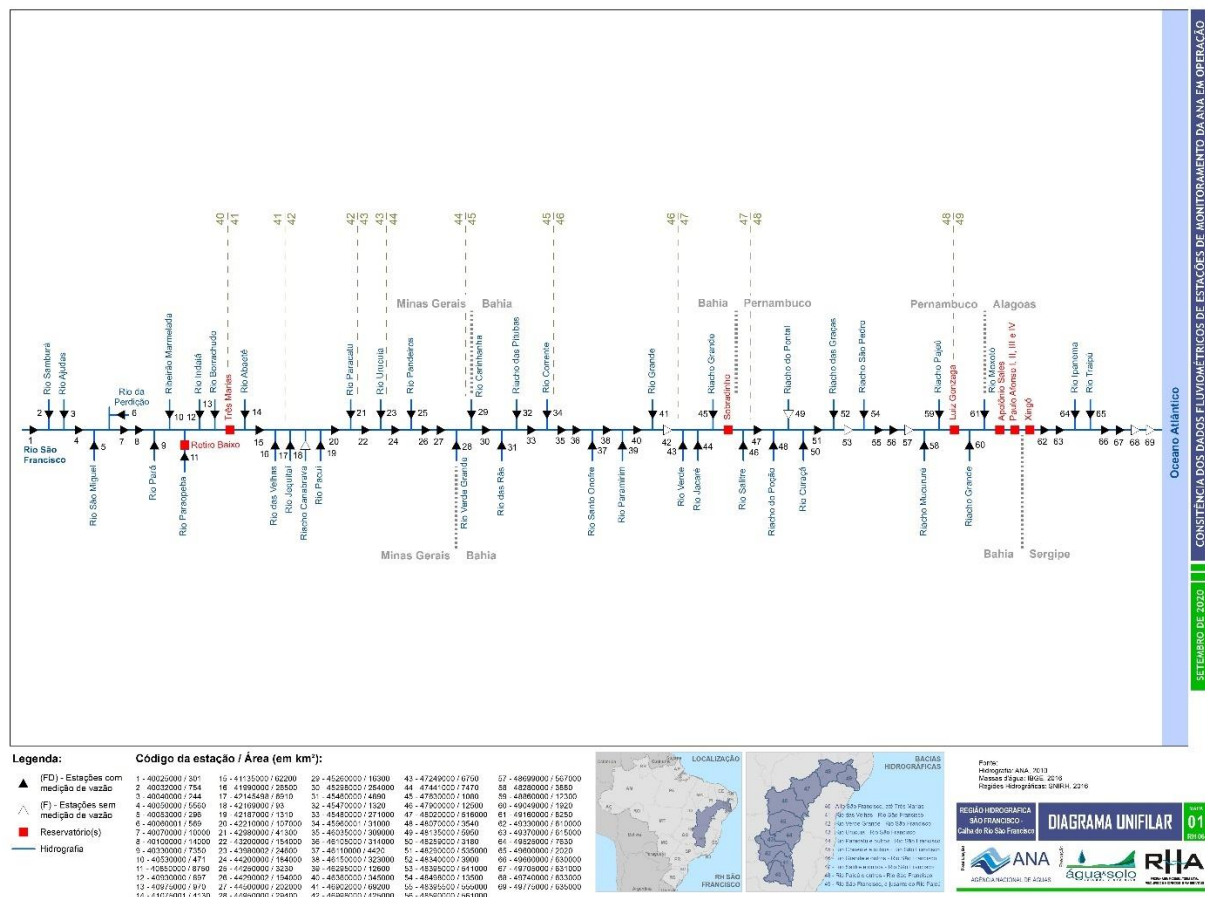


Figura 2. Exemplo de diagrama unifilar (Bacia do Rio São Francisco).

OBSERVAÇÕES FLU E PLUVIOMÉTRICAS 6.8 hidrologia s.a.

CÓDIGOS	HSA	09096302F	ONAE	13150000
NOME DO RIO	SOLIMÕES			MES
LOCALIDADE	ITAPÉUA			ANO

		MIRA (cm)	
		7:00h	17:00h
PLUVIOGRAFO	01	572	593
	02	589	590
	03	589	590
	04	589	590
	05	589	590
	06	589	590
	07	589	590
	08	589	590
TOTAL			
MÁXIMA			
Nº DE DIAS			

00688574

Hidro 1.2 - [Cotas 2 Leituras (13150000, 10/1991, 07:00, 17:00)]

Sistema Editar Exibir Janela Ajuda

Fechar

Estação

Nome: ITAPÉUA Código: 13150000 Área de drenagem (km2): 1780000.00 Responsável: ANA

Rio: RIO SOLIMÕES/AMAZONAS Município: COARI UF: AM Operadora: COHIDRO

Identificação

Nível de consistência: Bruto Data: 10/1991 1ª hora: 07:00 2ª hora: 17:00 Origem dos dados: Escala

Cotas Diárias (cm)

	1ª hora	2ª hora	Média		1ª hora	2ª hora	Média		1ª hora	2ª hora	Média
01	572	593	583	11	589	589	589	21	558	550	554
02	593	593	593	12	590	590	590	22	542	538	540
03	589	589	589	13	590	590	590	23	530	524	527
04	588	589	589	14	591	591	591	24	518	510	514
05	589	589	589	15	591	589	590	25	503	496	500
06	589	589	589	16	589	587	588	26	490	584	537
07	589	589	589	17	586	585	586	27	478	476	477
08	589	589	589	18	581	578	580	28	470	468	469
09	589	591	590	19	574	573	574	29	466	460	463
10	589	589	589	20	566	562	564	30	460	460	460
								31	464	466	465

* - estimado; ? - duvidoso; # - régua seca

Estatísticas

Máxima/Dia: 593 01 Média: 556 Mínima/Dia: 460 29

Alterar Status

☒ Normal ☐ Estimado ☐ Duvidoso ☐ Régua Seca

Figura 3. Exemplo de erros de cópia quando os dados são introduzidos no sistema.

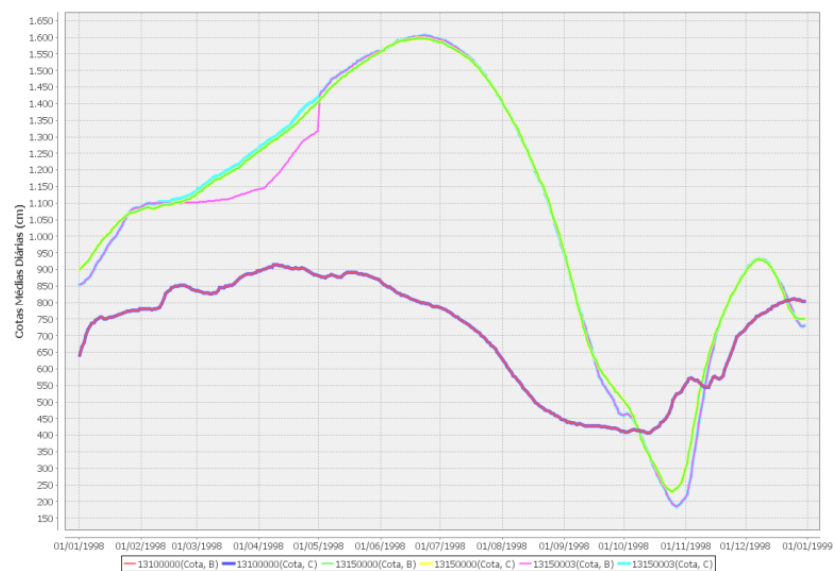
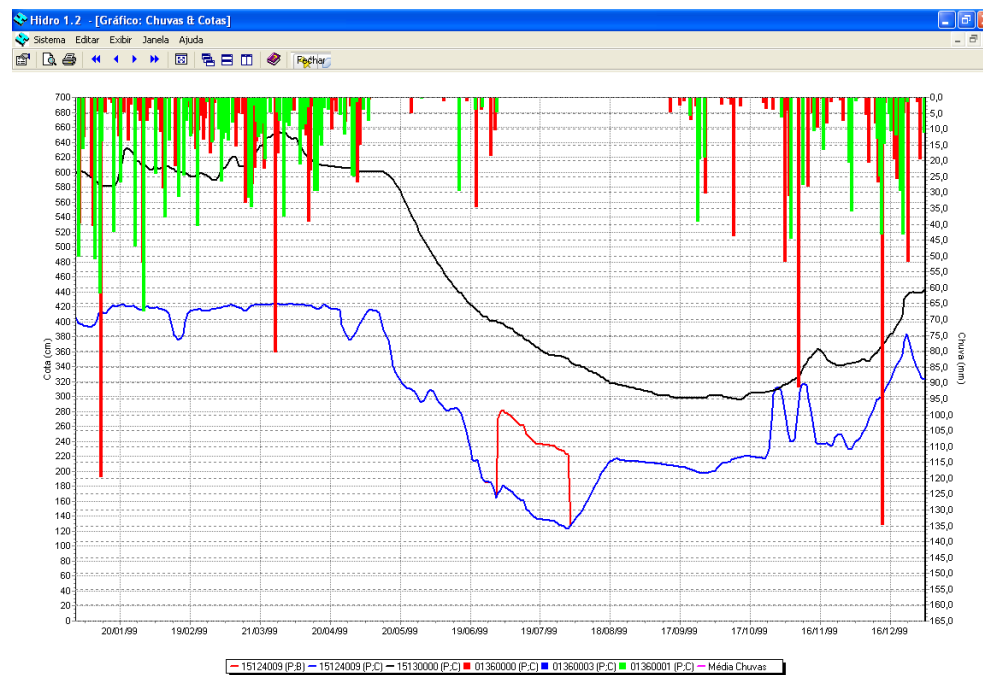


Figura 4. Exemplo de possível erro de falsa leitura do observador referente à estação Coari (13150003)



CPRM	LEITURAS DIÁRIAS DA RÉGUA (cm)			
SURF	MES/ANO	CODIGO	ROTA	
MANAUS	JUN/1999	15124009	8	
ESTACAO	CABIXI			
DIA	HORAS	CORREÇÃO	HORAS	CORREÇÃO
01	3:04		3:04	
02	3:10		3:10	
03	3:08		3:06	
04	3:03		3:06	
05	3:48		3:55	
06	3:53		3:58	
07	3:59		3:58	
08	3:56		3:58	
09	3:57		3:58	
10	3:55		3:58	
11	3:54		3:53	
12	3:54		3:53	
13	3:55		3:53	
14	3:54	284 *	3:53	331 *
15	3:59	373 *	3:55	373 *
16	3:53	363 *	3:54	363 *
17	3:52	362 *	3:54	364 *
18	3:46	346 *	3:40	340 *
19	3:39	328 *	3:36	326 *
20	3:29	319 *	3:23	313 *
21	3:29	318 *	3:24	314 *
22	3:27	317 *	3:25	315 *
23	3:27	311 *	3:08	303 *
24	3:24	304 *	3:08	300 *
25	3:28	303 *	3:02	290 *
26	3:25	303 *	3:06	298 *
27	3:26	304 *	3:06	297 *
28	3:29	305 *	3:04	295 *
29	3:27	301 *	3:04	294 *
30	3:22	292 *	3:06	296 *
31	3:22	292 *	3:06	296 *

04001463

NO ERRO DE METRO
NAO - 18.10.99.

0.05
1000 de 0.1
20/16 4 0.047
diversos

OBSERVADOR/NOME: _____
ASSINATURA: _____
VISITA: _____ HORA: _____ COTA: _____
TÉCNICO/INICIAIS: _____ VISTO: _____

1

Figura 5. Exemplo de cotograma e boletins fluviométricos onde pode ser identificado um caso de erro de metro.

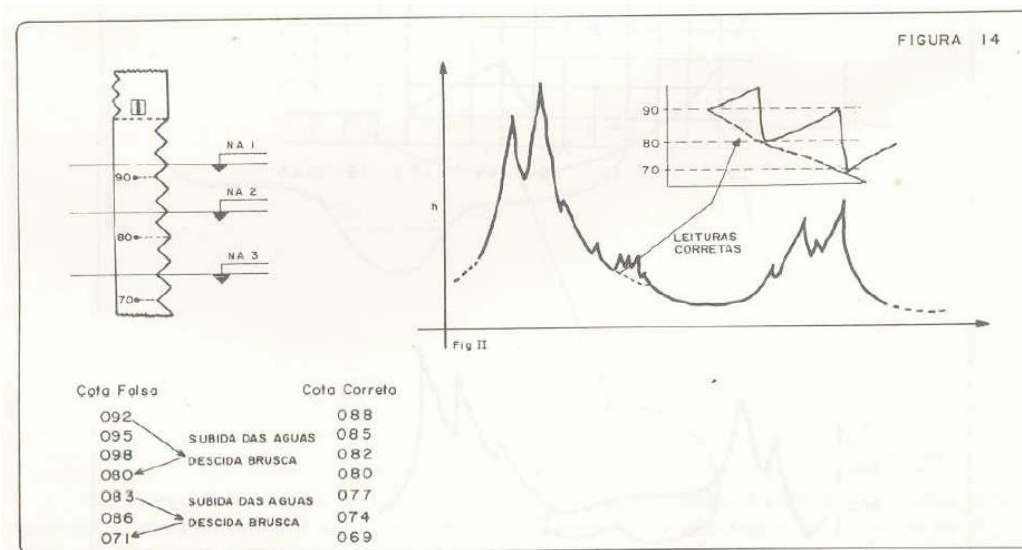
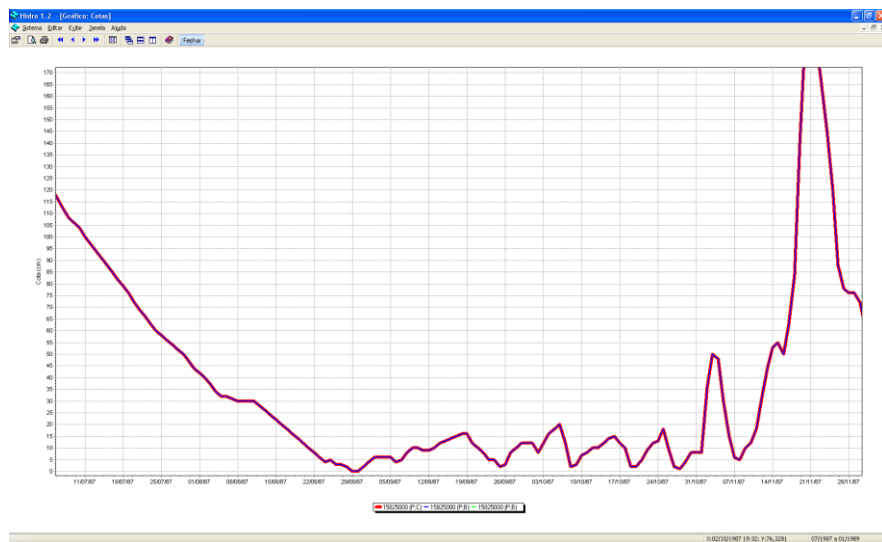


Figura 6. Esquema onde são apresentados exemplos de erros de complemento (DNAEE, 1982).



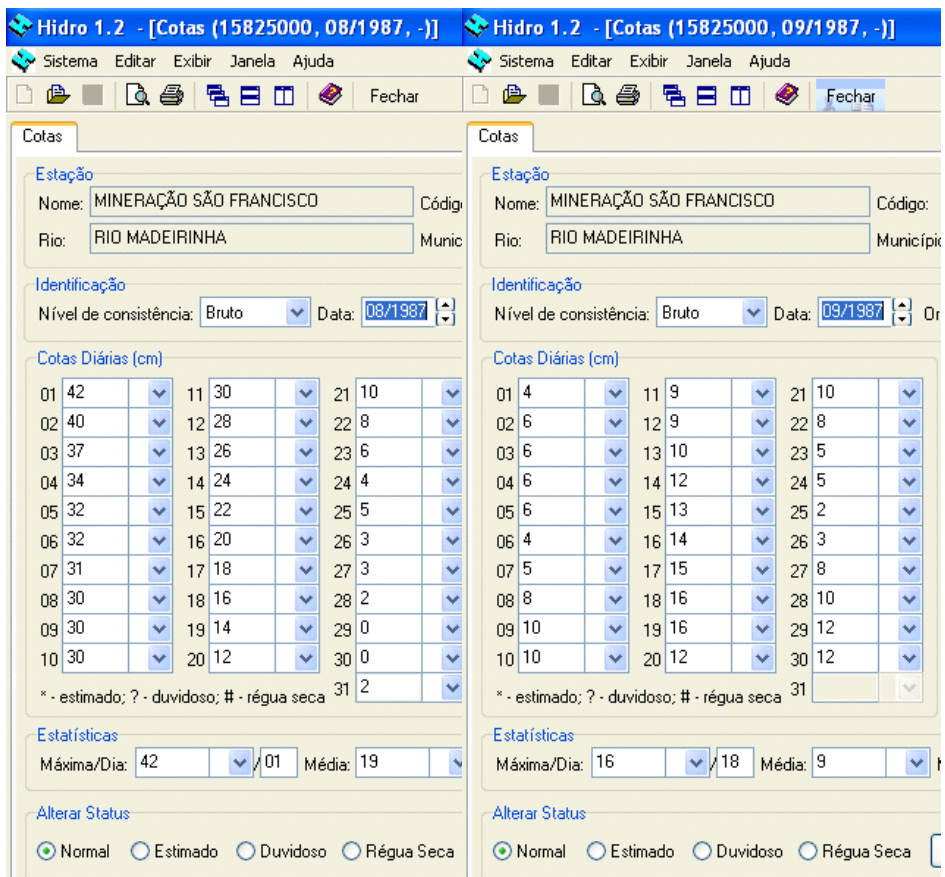


Figura 7. Exemplo de cotagrama e boletins fluviométricos onde pode ser identificado um caso de leitura errônea de cotas negativas.

13300000-13310000 [Modo de Compatibilidade] - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G
1		13300000 (Bruto)	13300000 (Consistido)	13300000 (Revisado)	13310000 (Bruto)	13310000 (Consistido)	13310000 (Revisado)
2	Máxima (cm)	1.445	1.445	1.445	1.551	0	1.551
3	Mínima (cm)	248	209	248	189	0	189
4	Comp. da série (anos)	20	18	20	5	0	5
5		COTAS (cm)					
6	Data	13300000 (Bruto)	13300000 (Consistido)	13300000 (Revisado)	13310000 (Bruto)	13310000 (Consistido)	13310000 (Revisado)
8808	29/10/05	353	353	353	342		342
8809	30/10/05	342	342	342	318.5		318.5
8810	31/10/05	337.5	337.5	337.5	304.5		304.5
8811	01/11/05	342.5	342.5	342.5	308		308
8812	02/11/05	338.5	338.5	338.5	311		311
8813	03/11/05	890.5	890.5	890.5	412		412
8814	04/11/05	1037	1037	1037	728		728
8815	05/11/05	942	942	942	839.5		839.5
8816	06/11/05	672	672	672	789.5		789.5
8817	07/11/05	570	570	570	633		633
8818	08/11/05	535	535	535	531.5		531.5
8819	09/11/05	506	506	506	485		485
8820	10/11/05	478.5	478.5	478.5	459		459
8821	11/11/05	482.5	482.5	482.5	433		433
8822	12/11/05	468	468	468	420		420
8823	13/11/05	479	479	479	431		431
8824	14/11/05	501.5	501.5	501.5	424		424
8825	15/11/05	480.5	480.5	480.5	436		436
8826	16/11/05	458	458	458	424.5		424.5
8827	17/11/05	488.5	488.5	488.5	432		432
8828	18/11/05	507	507	507	478		478
8829	19/11/05	495.5	495.5	495.5	494		494
8830	20/11/05	475	475	475	475		475
8831	21/11/05	567.5	567.5	567.5	490		490
8832	22/11/05	668.5	668.5	668.5	554		554
8833	23/11/05	728	728	728	738		738
8834	24/11/05	739	739	739	773		773
8835	25/11/05	579	579	579	715		715

PERFIS TRANSVERSAIS PERFIS TRANSVERSAIS-GRÁFICO COTAS COTAGRAMA COTAGRAMA AMPLIADO COTAGRAMA (1987) COTAGR

Figura 8. Exemplo de planilha utilizada para a análise de cotas (Anexo G).

3.5. Análise de Medições de Descarga Líquida

- 3.5.1. Sugere-se inicialmente elaborar planilhas eletrônicas com dados de cada estação fluviométrica, exportados da base de dados corporativa da ANA. Nesta etapa, recomenda-se gerar as seguintes planilhas eletrônicas (ver Modelo de Planilha para Análise de Curvas-Chave - Anexo H), dentre outras:
- 3.5.1.1. Planilhas resumo de dados topográficos de levantamentos de seções transversais de medição de descarga líquida;
 - 3.5.1.2. Planilhas completas de dados de levantamentos topográficos das seções de medições de descarga líquida; e
 - 3.5.1.3. Planilha de dados de medições de descarga líquida.
- 3.5.2. Os dados exportados do repositório institucional devem ser preservados sem alterações nas planilhas originadas da exportação. Já as informações resultantes da análise das medições, utilizadas para o ajuste de curvas-chave, devem constar de uma segunda planilha de medições de descarga líquida.
- 3.5.3. Adicionalmente, durante a análise recomenda-se gerar gráficos auxiliares, integrados ao trabalho, sendo esses:
- 3.5.3.1. Gráficos dos perfis transversais das seções de medição de descarga líquida;
 - 3.5.3.2. Gráficos de dispersão de pontos de cota por vazão e de vazão por cota; e
 - 3.5.3.3. Gráficos de dispersão de pontos correlacionando o produto da área molhada pela velocidade média da medição pela descarga líquida medida.
- 3.5.4. A Figura 9 contém parte da planilha eletrônica gerada para receber os dados exportados do repositório institucional, referente à estação fluviométrica 13740000 – Fazenda Borangaba, e exemplifica o formato da planilha de exportação de dados de medições de descarga líquida.

Código	Nível de consistência	Data	Hora	Número da medição	Cota (cm)	Vazão (m³/s)	Área molhada (m²)	Largura (m)	Velocidade média (m/s)	Profundidade (m)
13740000	Bruto	31953	7:00	10	241	446	125	3,6	0,539	3,56
13740000	Bruto	32415	7:00	14	308	54,7	182	116,3	0,301	1,56
13740000	Consistido	32415	7:00	14	308	54,7	182	116,3	0,301	1,56
13740000	Bruto	38621	14:20	76	312	62,9	212	113,3	0,297	1,87
13740000	Consistido	38621	14:20	76	312	62,9	212	113,3	0,297	1,87
13740000	Consistido	32048	7:00	11	333	65,2	202	118	0,323	1,71

Figura 9. Planilha de exportação de dados de medições de descarga líquida.

3.5.5. A Figura 10 exemplifica a planilha eletrônica que pode ser gerada para receber os dados exportados do repositório institucional, referente à estação fluviométrica 13849000 – Jurené, contendo os dados resumidos dos levantamentos topográficos de seções de medições de descarga líquida.

Estação - Código	Nível de consistência	Data	Hora	Número do levantamento	Tipo de seção	Número de verticais	Distância PI-PF (m)	Eixo X - Distância máxima (m)	Eixo X - Distância mínima (m)
13849000	Bruto	20/6/1999	07:00	40	Régua	74	160,1	160,1	0
13849000	Bruto	18/9/2000	07:00	45	Medição	81	160,1	160,1	0
13849000	Bruto	19/9/2001	12:35	49	Medição	75	160,1	160,1	0
13849000	Bruto	1/7/2003	08:10	56	Medição	75	16010	161,1	0
13849000	Bruto	26/6/2004	13:45	60	Medição	81	160,1	160,1	0
13849000	Bruto	25/12/2005	08:15	66	Medição	89	194	194	-29

Figura 10. Planilha de exportação de dados resumidos de levantamentos topográficos.

3.5.6. A Figura 11 reproduz parte da planilha eletrônica que deve ser gerada para receber os dados exportados do repositório institucional, referente à estação fluviométrica 13750000 – Seringal Fortaleza, contendo os dados dos levantamentos topográficos de seções de medições de descarga líquida. Exemplifica o uso de padrão de cores distintas para cada registro, com os registros do levantamento topográfico de 24 dez. 2005 relacionado às células de cor azul, e os registros do levantamento topográfico datado de 06 jun. 2007, relacionados à cor verde.

3.5.7. Para o gráfico do produto da área molhada pela velocidade média pela descarga líquida recomenda-se:

- Para facilitar a visualização de discrepâncias entre os dados de descarga líquida medida e os resultados do produto de área molhada da seção de medição pela velocidade média de escoamento, devem ser gerados gráficos de dispersão de pontos de pares correlacionando a vazão ao produto da velocidade pela área molhada, conforme Figura 12, na qual é ilustrado o gráfico gerado para avaliar as medições da estação fluviométrica 13885000 - Cristo.
- Adicionalmente, utilizando recursos do programa de gerenciamento de planilhas eletrônicas, deve ser inserida em cada gráfico uma linha de tendência retilínea e tracejada, para facilitar a identificação de pontos com maiores desvios em relação à tendência estabelecida pelo conjunto de pontos, o qual deve ser uma reta com inclinação de 45º e que passe pela origem dos eixos (Reta 1:1).

Estação			Estação		
=====			=====		
Nome:	SERINGAL FORTALEZA		Nome:	SERINGAL FORTALEZA	
Código:	13750000	24/12/05	Código:	13750000	6/6/2007
Rio:	RIO PURUS		Rio:	RIO PURUS	
Município:	PAUINI		Município:	PAUINI	
UF:	AM		UF:	AM	
Responsável:	ANA		Responsável:	ANA	
Operadora:	COHIDRO		Operadora:	COHIDRO	
Área de drenagem (km2):	154000		Área de drenagem (km2):	154000	
Identificação			Identificação		
=====			=====		
Nível de consistência:	Bruto		Nível de consistência:	Bruto	
Data:	24/12/05		Data:	6/6/2007	
Hora:	10:10		Hora:	08:20	
Núm. do levantamento:	248		Núm. do levantamento:	253	
Seção			Seção		
=====			=====		
Tipo de seção:	Medição		Tipo de seção:	Medição	
Distância P+PF (m):	384		Distância P+PF (m):	384	
Escala			Escala		
=====			=====		
Eixo X - Distância mínima (m):	-18,8		Eixo X - Distância mínima (m):	-40	
Eixo X - Distância máxima (m):	404,28		Eixo X - Distância máxima (m):	420	
Eixo Y - Cota mínima (cm):	200		Eixo Y - Cota mínima (cm):	100	
Eixo Y - Cota máxima (cm):	2400		Eixo Y - Cota máxima (cm):	2500	
Observações			Observações		
=====			=====		
Verticais			Verticais		
=====			=====		
#	Distância (m)	Cota (cm)	#	Distância (m)	Cota (cm)
1	-18,8	2384	1	-39	2353
2	-10,8	2374	2	-31	2372
3	-8,8	2362	3	-27	2377
4	0	2381	4	-23	2380
5	2,7	2363	5	-19	2397
6	3,7	2263	6	-15	2393
7	4,7	2101	7	-11	2390
8	5,2	2024			

Figura 11. Parte da planilha de exportação de dados de levantamentos topográficos

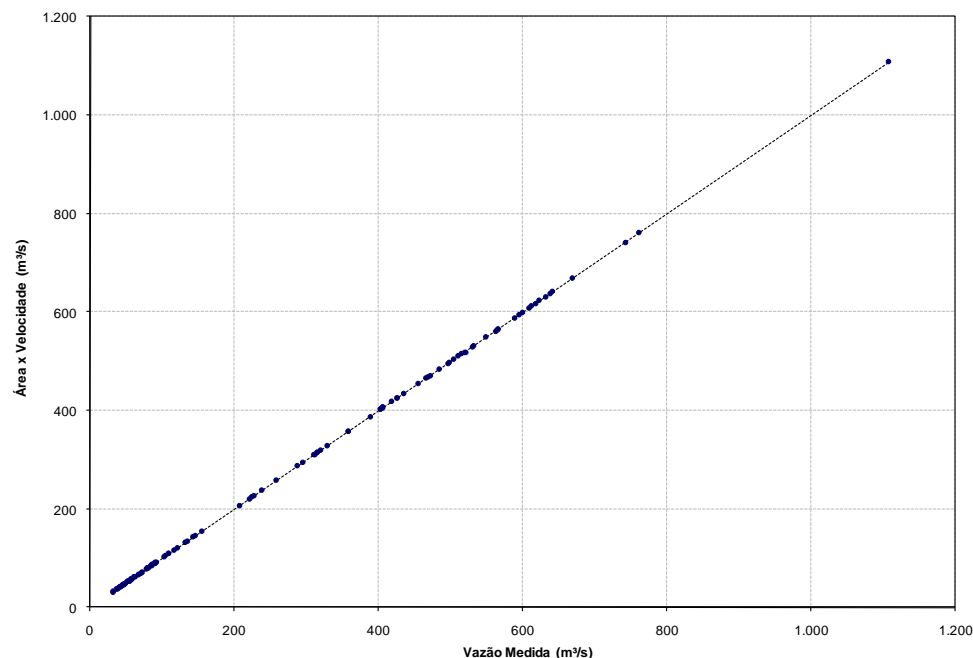


Figura 12. Gráfico de dispersão de pontos correlacionando vazão com o produto da velocidade média e da área molhada da seção de medição.

3.5.7.1. Para a elaboração dos gráficos de dispersão de pontos de cota por vazão e de vazão por cota recomenda-se:

- Os dados de vazão e de cota de cada medição de descarga líquida devem ser ordenados em pares para a elaboração de dois gráficos de dispersão de pontos, dotados de eixos ortogonais e escalas, em cada eixo, adaptadas ao melhor ajuste para a visualização do gráfico.
- Um dos gráficos de dispersão de pontos deve ter as cotas das medições relacionadas ao eixo das abscissas e o outro gráfico, ao eixo das ordenadas, conforme os exemplos apresentados na Figura 13 e na Figura 14, ilustrando os gráficos de dispersão de pontos gerados para a estação fluviométrica 13870000 – Lábrea.

3.5.7.2. Para a elaboração dos gráficos dos perfis transversais da seção de medição recomenda-se:

- Os dados exportados dos registros de levantamentos topográficos, das seções transversais dos rios na seção de medição de cada estação, podem ser utilizados para a elaboração de gráficos com eixos ortogonais, relacionando cotas às ordenadas e distâncias às abscissas, em escalas adaptadas à melhor visualização em tela.
- Os levantamentos topográficos devem ser identificados utilizando linhas de cores distintas para a caracterização da cronologia de perfis levantados. Aos gráficos devem ser introduzidas legendas, para a identificação da data de cada perfil desenhado.
- A Figura 15 ilustra o gráfico dos perfis da seção de medição, com dados da estação 13750000 – Seringal Fortaleza.

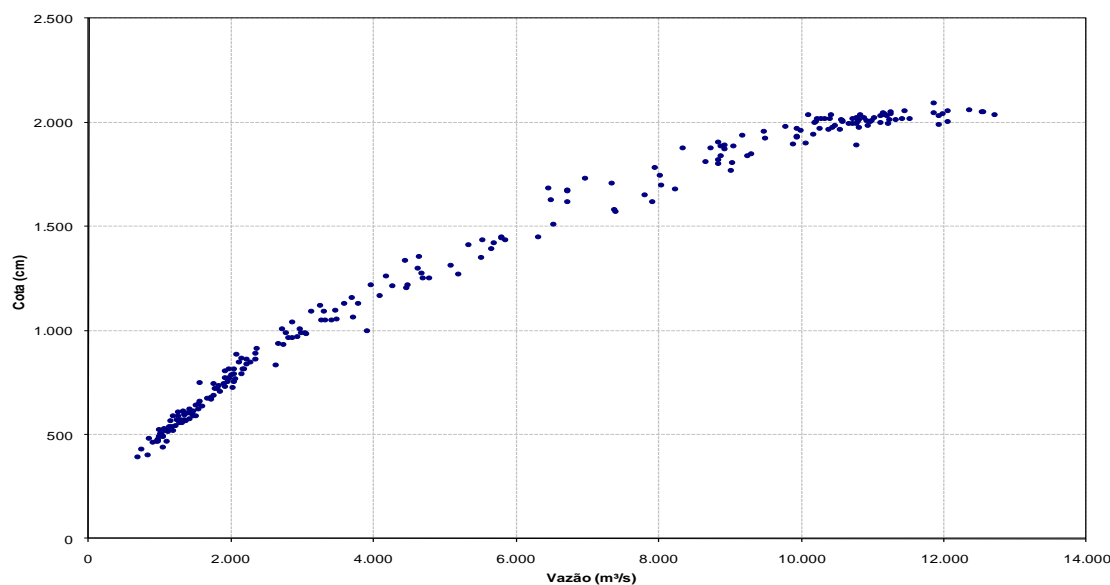


Figura 13. Gráfico de dispersão de pontos de vazão x cota das medições de descarga líquida.

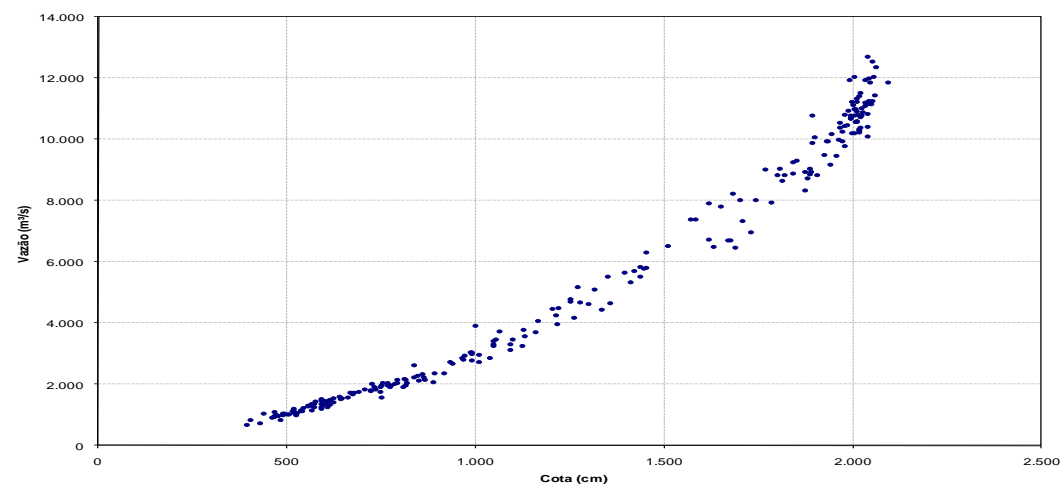


Figura 14. Gráfico de dispersão de pontos de cota x vazão das medições de descarga líquida.

2

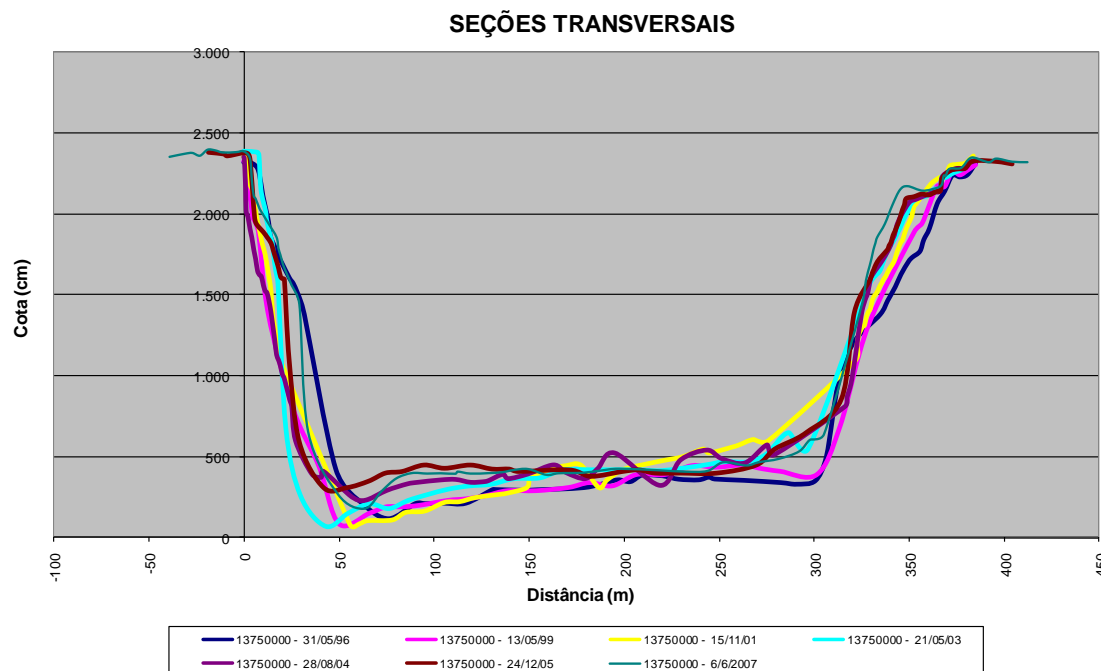


Figura 15. Gráfico dos perfis das seções transversais de medição.

3.5.7.3. Recomendações para a análise comparativa entre dados de cotas observadas e cotas medidas:

a. As estações fluviométricas, dotadas de réguas limnimétricas, são observadas duas vezes ao dia, às 7 e às 17 horas, por um observador residente local. As cotas observadas são registradas à mão, pelo observador leigo, em caderneta de campo e, periodicamente, essas cadernetas são recolhidas pelas entidades operadoras da rede hidrometeorológica para processamento em escritório. As equipes de escritório recebem as cadernetas de campo, analisam, corrigem possíveis erros de cota cometidos pelo observador e digitalizam os dados para bancos de dados eletrônicos locais, encaminhando-os para serem incorporados à base de dados institucional da ANA. Assim, nas datas em que são realizadas as medições de

descarga líquida, pelas equipes de hidrometristas, acontecem, também, as observações de cotas, pelo observador leigo da estação fluviométrica. Logo, ambos os registros de cotas devem manter coerência entre si, o que é verificado a partir da análise comparativa de cotas observadas e medidas, nos dias em que foram realizadas as medições de descarga líquida.

b. Para a verificação de coerência entre os dados de cotas observadas e medidas foi utilizado o Sistema para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH), em desenvolvimento na Coordenação de Dados e Informações Hidrometeorológicas da Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica, da ANA, para geração do Produto 112, que apresenta tabela comparando os dados das cotas observadas e das cotas obtidas nas medições de descarga líquida: cotas medidas.

c. O sistema conecta-se ao banco de dados indicado pelo usuário e relaciona para cada evento de medição de descarga líquida o valor da cota média diária, calculada pela média aritmética dos valores de cotas observadas às 7 e às 17h do mesmo dia.

d. Além de informar a cota média diária relacionada a cada evento de medição de descarga líquida, o sistema também calcula a diferença entre as cotas das medições – cotas medidas - e cotas médias diárias – médias das cotas observadas em cada dia.

e. Os resultados são individualizados por estação fluviométrica e apresentados em forma de tabela (resultado 112 do SiADH), sendo cada evento de medição de descarga líquida da estação a que se refere a tabela, relacionado a cada uma das linhas da tabela. O sistema também permite a exportação de tabelas na forma de planilhas eletrônicas.

f. A partir das tabelas geradas pelo SiADH, é possível verificar rapidamente a ocorrência de discrepâncias entre cotas, com diferenças muito grandes entre os valores de cotas medidas e observadas.

g. Para a análise dos resultados devem ser consideradas as áreas de drenagem das bacias hidrográficas associadas às seções de medição de cada estação fluviométrica. Em estações associadas a áreas de drenagem menores podem ser admitidas maiores variações nos dados de cotas observadas e medidas, o inverso valendo para estações com áreas de drenagem maiores.

h. A Figura 16 ilustra o formato da planilha eletrônica exportada do SiADH (resultado 112), com parte do relatório gerado para a estação fluviométrica 13885000 – Cristo.

Cota Medição X Cota Observada				
Diferença <= 10cm 10cm <= Diferença <= 50cm Diferença > 50cm				
CÓDIGO DA ESTAÇÃO	DATA	COTA DA MEDIÇÃO (cm)	COTA OBSERVADA MÉDIA(cm)	DIFERENÇA (cm)
13885000	20/01/2004	878.0	877.4	0.6
13885000	30/04/2004	965.0	966.0	1.0
13885000	12/01/2005	825.0	824.0	1.0
13885000	18/05/2005	686.0	686.5	0.5
13885000	24/02/2006	1123.0	1126.0	3.0
13885000	29/07/2006	470.0	469.9	0.1
13885000	31/10/2006	447.0	444.0	3.0

Figura 16. Parte do relatório da análise de diferenças de cotas do SiADH.

i. Além do Resultado 112 (Cota Medição x Cota Observada) do SiADH, também podem ser utilizadas as planilhas contendo o resultado da revisão de cotas, da avaliação de cotas de cada estação.

j. Os registros de medições, com diferenças significativas de cotas, devem ter suas fichas de campo analisadas, e todas as discrepâncias encontradas na análise devem ser corrigidas nos registros exportados da base de dados, passando tais informações a constar da planilha contendo o resultado da análise de medições de descarga líquida, e informados no dossiê da estação que faz parte do relatório.

3.5.7.4. Recomendações para a análise dos dados de vazão e sua comparação com o produto da área pela velocidade das medições:

a. A verificação de discrepâncias entre os dados de área molhada, velocidade de escoamento e vazão de medições de descarga líquida deve ser realizada comparando os dados de medições exportadas do repositório institucional com o cálculo do produto da área pela velocidade de cada registro de medição.

b. O produto da área molhada pela velocidade deve, então, ser comparado ao valor correspondente da descarga líquida da medição correspondente. Os dados das medições contendo discrepâncias são comparados aos dados de medições sem discrepâncias evidentes. Para isso, os registros das diversas medições podem ser ordenados pelas cotas, em ordem crescente, o que torna possível a análise dos dados de velocidade, área molhada e de vazão de medições com problemas, considerando o contexto dos dados das demais medições da mesma estação.

- c. Incoerências entre os valores de área molhada, velocidade de escoamento e de descarga líquida tornam necessária a análise da ficha de campo do evento de medição de descarga líquida correspondente.
- d. Por ter uma relação direta com a área molhada, também devem ser verificados os dados de profundidade média e de largura das medições de descarga líquida nesta análise. A profundidade média deve manter coerência com a cota medida e os dados dos levantamentos topográficos das seções de medição. Assim, os valores de profundidade média das medições podem ser comparados aos gráficos com os perfis das seções de medição de cada estação.
- e. Nos casos em que é possível identificar discrepâncias relacionadas aos dados de área molhada, esses dados devem ser substituídos, sempre que possível, pelos dados de área molhada dos levantamentos topográficos realizados em datas próximas aos eventos da medição de descarga líquida.
- f. As medições com dados incoerentes e que não puderem ser corrigidos devem ser descartadas.

3.5.7.5. Recomendações para a análise dos gráficos de dispersão de pontos de cota por vazão e de vazão por cota:

- a. Através dos gráficos de dispersão de pontos de cota por vazão e de vazão por cota é possível realizar a verificação da dispersão dos pontos com os dados das medições de cada estação fluviométrica.
- b. A dispersão desses mesmos pontos em relação à curva-chave traçada é um critério importante de avaliação do ajuste de curvas-chave, como será abordado adiante, na descrição da metodologia para o traçado de curvas-chave.
- c. Neste momento, estes gráficos podem ser utilizados para identificar os pontos com dispersão acentuada em relação ao conjunto de pontos similares da estação, o que pode indicar a ocorrência de erro grosseiro.
- d. As medições relacionadas aos pontos de dispersão acentuada devem ser analisadas em relação à conformidade com os dados das fichas de campo.
- e. Sempre que o dado exportado do banco de dados institucional não corresponder ao dado constante da ficha de campo, o registro deve ser corrigido e a informação passar a constar da planilha de medições de descarga líquida que consolida o resultado das análises efetuadas. As correções efetuadas devem constar do dossiê da estação no relatório.
- f. Todavia, quando não for possível acessar as fichas de campo das medições relacionadas aos pontos com dispersão acentuada, o registro exportado do repositório institucional deve ser excluído da planilha que consolida o resultado da análise e não ser utilizado para o ajuste de curvas-chave, independentemente do seu nível de consistência original.

3.6. Análise da cronologia de medições de descarga líquida

- 3.6.1. Outra verificação que deve ser realizada é a de duplicidade de registros com mesma data na cronologia de medições de uma mesma estação. Esta verificação deve ser realizada através do ordenamento cronológico dos registros, considerando as datas de realização das medições. Para este ordenamento, deve ser utilizada a função de classificação de dados no programa de gerenciamento de planilhas eletrônicas. Já para evidenciar os registros com datas repetidas, pode ser utilizada a formatação condicional do programa, para alterar o padrão de cor de fundo de células repetidas.
- 3.6.2. Nesta etapa do trabalho, todos os registros com datas duplicadas devem ser selecionados para descarte, para que o ajuste das curvas-chave não privilegie um período específico da validade da curva em detrimento de outros.
- 3.6.3. Para fins de elaboração das curvas-chave e realização de outras análises, na ocorrência de registros com mesma data com valores próximos, deverá ser utilizada a média das cotas das medições, das áreas medidas, das velocidades e das vazões de escoamento. Entretanto, nos casos em que as diferenças entre os valores de cotas medidas dos registros de mesma data forem significativas, a seleção de registros duplicados pode ser feita pela análise dos gráficos de dispersão de pontos de vazão por cota e de cota por vazão. Nesses casos, as medições duplicadas e com maiores desvios, no contexto dos demais pontos da mesma estação, devem ser avaliadas. Nesta avaliação deve ser considerada também a realização pela equipe de monitoramento de várias medições de forma a acompanhar uma cheia rápida do rio. Neste caso, após avaliação podem ser mantidos todos os registros de mesma data.

3.7. Análise de fichas de campo

- 3.7.1. As medições de descarga líquida são realizadas por equipes de campo das entidades operadoras da rede hidrometeorológica e é comum haver, como resultado desta atividade, a produção de fichas de campo com dados anotados a lápis ou caneta em formulários impressos. Essas fichas de campo são, posteriormente, digitalizadas manualmente, em um processo no qual uma equipe de escritório interpreta os dados das fichas preenchidas pelas equipes de campo. Assim, o processo de digitação do material elaborado em campo é suscetível a erros. Algumas vezes os registros da base de dados não conferem com as fichas de campo originais. Eventualmente são trocados algarismos que compõem datas, cotas, códigos de estação, entre outros itens cujo conteúdo pode alterar significativamente o conteúdo do registro.

- 3.7.2. Sempre que alguma medição apresenta discrepância em relação ao seu conteúdo, evidente pela análise dos gráficos produzidos para a análise de medições de descarga líquida, o conteúdo dos registros eletrônicos deve ser confrontado com os registros das fichas de campo, através do sistema para visualização de fichas de campo, disponível em: <http://www.snirh.gov.br/fichadecampo/>.
- 3.7.3. Devem ser corrigidos quaisquer dados de medições, oriundos do repositório institucional, apresentando discrepâncias em relação aos registros de campo, tais como datas das medições, códigos de estações, valores de cotas medidas, observações da ficha, entre outros.
- 3.7.4. Sempre que o código da estação for o dado do registro a ser alterado, os dados da medição devem ser utilizados na planilha de dados de medições da estação à que os dados correspondem.

3.8. Consolidação dos resultados da análise de medições

- 3.8.1. As informações geradas da análise de medições de descarga líquida devem ser consolidadas em uma planilha eletrônica específica, cujo conteúdo deve ser utilizado para o ajuste de curvas-chave.
- 3.8.2. Esta planilha eletrônica é gerada a partir de uma cópia da planilha de dados de medições, exportados do banco de dados institucional. Assim, esta planilha com a consolidação dos resultados da análise de medições deve ter o mesmo formato da planilha de dados exportados, ou seja, um registro de medição de descarga líquida por linha e colunas com os mesmos cabeçalhos das planilhas de origem.

3.9. Análise e traçado de curvas-chave

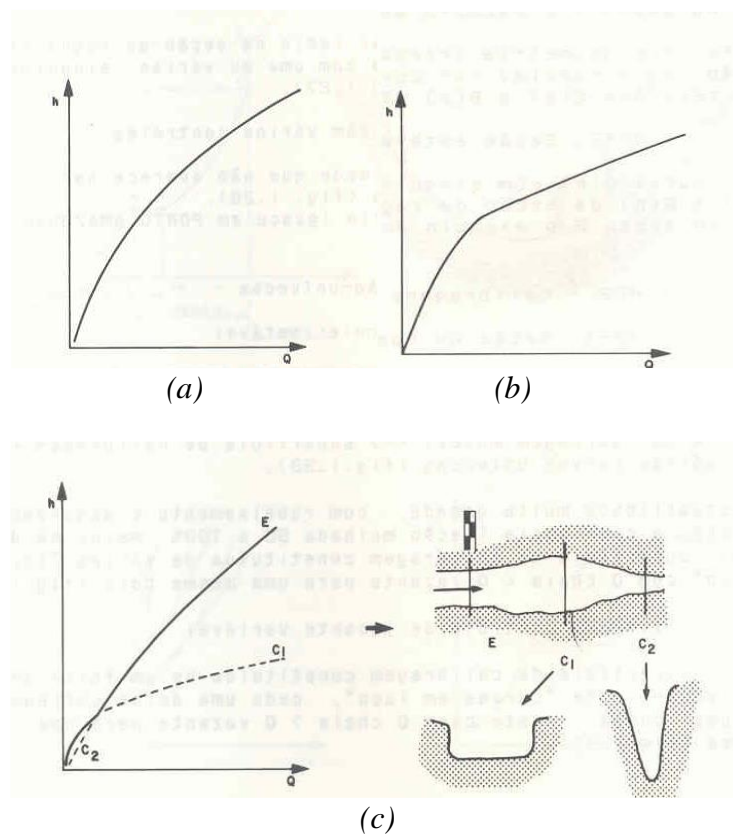
3.9.1. Análise da dispersão dos pontos cota x vazão

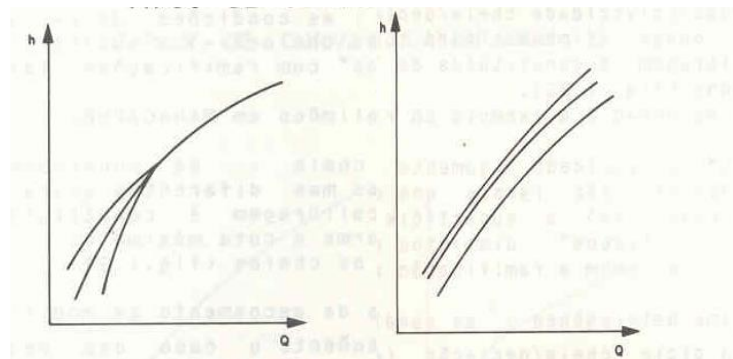
- 3.9.1.1. A análise da distribuição dos pontos formados pelos pares *cota x vazão* num gráfico com coordenadas aritméticas permite identificar, preliminarmente, o tipo de curva-chave a ser determinado. A relação entre a cota e a descarga pode ser simples ou complexa. No primeiro caso, a vazão depende apenas da cota. No outro caso, variáveis adicionais são requeridas para definir essa relação, tais como, a declividade da linha d'água ou a variação da cota com o tempo (Índia, 1999).

3.9.1.2. De acordo com Jaccon e Cudo (1989), os tipos de curvas-chave são os seguintes:

- a. Seção estável com um só controle e leito com geometria regular. Nesse caso, a curva não apresenta singularidade (Figura 17a).
- b. Seção estável com um só controle e leito com geometria irregular. Nesse caso, a curva apresenta uma ou várias singularidades (Figura 17b).
- c. Seção estável com vários controles. Nesse caso, há singularidades que não aparecem nas relações de área molhada versus cota e raio hidráulico versus cota da seção de réguas (Figura 17c).
- d. Seção ou controle com pequena instabilidade. Nesse caso, há uma superfície de calibragem em águas baixas (Figura 17d).
- e. Seção ou controle com grande instabilidade, mas descontínua. Nesse caso há uma superfície de calibragem constituída de várias curvas unívocas (Figura 17e).
- f. Seção ou controle com instabilidade muito grande com rebaixamento e assoreamento do leito a cada cheia. Nesse caso, há uma superfície de calibragem constituída de várias curvas em laço com vazões de cheia menores que as vazões de vazante para uma mesma cota (Figura 17f).
- g. Seção com controle de jusante variável. Nesse caso há uma superfície de calibragem constituída de um feixe de curvas unívocas ou de curvas em laço, cada uma delas correspondente a uma cheia; nesse caso a vazão de cheia é maior que a vazão de vazante para uma mesma cota (Figura 17g).
- h. Declividade hidráulica diferente entre cheia e vazante e pseudo-univocidade cheia/depleção. Nesse caso, as condições de escoamento são quase as mesmas para todas as cheias; a superfície de calibragem é formada por laços com ramificações laterais comuns (Figura 17h).
- i. Declividade hidráulica diferente entre cheia e vazante e pseudo-univocidade somente na cheia. Nesse caso, as condições de escoamento são iguais nas cheias, mas diferentes para cada depleção; a superfície de calibragem é constituída de vários laços distintos conforme a cota máxima de cheia, tendo em comum a ramificação para as cheias (Figura 17i).
- j. Declividade hidráulica diferente entre cheia e regime heterogêneo, nesse caso as condições de escoamento se modificam a cada ciclo cheia/depleção; a superfície de calibragem é constituída por laços múltiplos do mesmo tipo que os observados no posto com controle variável (Figura 17g).

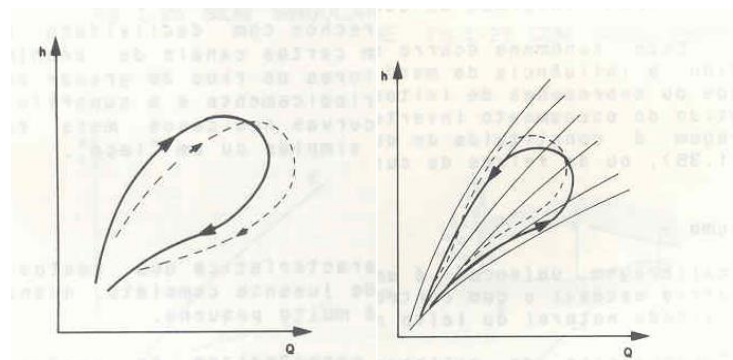
- k. **Inversão da declividade hidráulica.** Ocorre em trechos com declividade nula, submetido à influência de maré e em certos canais de enchimento de lagos ou depressões de leitos maiores de rios de grande porte; o sentido do escoamento inverte periodicamente e a superfície de calibragem é constituída de duas curvas ou de feixes de curvas simples ou em laço (Figura 17j).





(d)

(e)



(f)

(g)

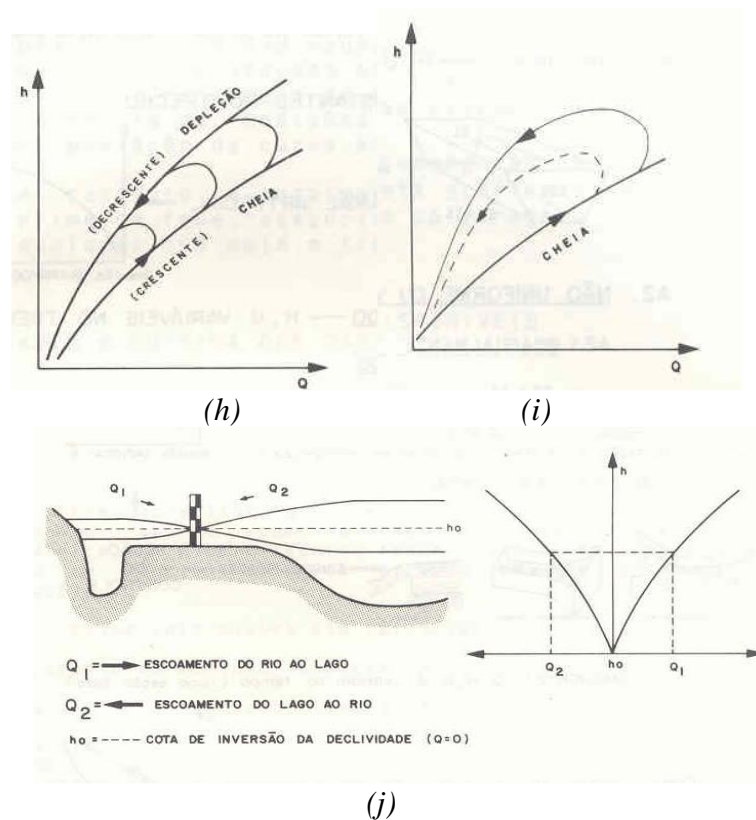


Figura 17. Tipos de curvas-chave (Jacon e Cudo, 1989).

3.9.2. Traçado da Curva-Chave

- 3.9.2.1. A determinação de curvas-chave deve ser feita buscando-se ajustar os pares de valores *cota* (h) x *vazão* (Q) a uma equação do tipo potencial, uma das formas mais utilizadas para representar a relação *nível* x *descarga*, segundo Jacon e Cudo (1989). A equação potencial é dada pela seguinte equação:

$$Q = a(h - h_0)^n$$

Equação 1

em que:

Q é vazão em m³/s;

h é o nível d'água em m (leitura na régua);

a , n e h_0 são constantes para o posto, a serem determinados;

h_0 corresponde ao valor de h para vazão $Q = 0$.

3.9.2.2. Em condições de fluxo permanente, os coeficientes da equação potencial refletem as condições físicas da estação sendo que a e h_0 são, respectivamente, medidas da rugosidade/declividade e geometria da seção e o expoente n é uma medida da geometria da seção (India, 1999). O valor do coeficiente n para os vários tipos de seção é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Valores aproximados do parâmetro n na equação potencial da curva-chave (India, 1999).

Tipo de seção	Valor aproximado de n
Composta com extravasamento	> 5
Irregular	1,6 a 1,9
Parabólica	2,0
Retangular	1,6
Triangular	2,5

3.9.2.3. O coeficiente h_0 , em termos físicos, corresponde ao valor do nível da superfície da água (cota) para o qual a vazão é zero. Numa estação fluviométrica o menor nível observado no posto pode dar uma indicação do valor desse coeficiente. Em termos práticos, é impossível estabelecer o valor do coeficiente a quando a seção é composta e o controle de canal muda progressivamente a jusante em condições de águas altas. Para os segmentos

mais altos da curva-chave, o coeficiente a possui um valor nominal, não sendo possível determiná-lo fisicamente (India, 1999).

3.9.2.4. Os valores dos parâmetros das equações potenciais podem ser estimados analiticamente, por métodos aritméticos ou por otimização, neste último caso é necessário o uso de ferramentas computacionais.

3.9.2.5. Para a estimativa do valor inicial do coeficiente h_0 pode ser utilizado o Método de Johnson, conforme descrito em Rantz et al (1982) e India (1999). Nesse procedimento, após o ajuste de uma curva média aos pares de cota x vazão disponíveis, são selecionados dois pontos da curva que representem o tramo inferior (h_1 , Q_1) e o superior (h_3 , Q_3), um terceiro ponto (h_2 , Q_2) é obtido por meio da seguinte forma:

$$Q_2^2 = Q_1 \cdot Q_3 \quad \text{Equação 2}$$

De onde temos:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_2}{Q_3} \quad \text{Equação 3}$$

Substituindo a Equação 1 na Equação 3:

$$\frac{a(h_1 - h_0)^n}{a(h_2 - h_0)^n} = \frac{a(h_2 - h_0)^n}{a(h_3 - h_0)^n} \quad \text{Equação 4}$$

De onde obtemos a seguinte expressão para o cálculo do coeficiente h_0 ,

$$h_0 = \frac{h_1 \times h_3 - h_2^2}{h_1 + h_3 - 2 \times h_2} \quad \text{Equação 5}$$

3.9.2.6. Para a obtenção dos parâmetros das equações das curvas-chave pode ser empregada, como ferramenta computacional, o *Solver* do *Excel* (*Microsoft*). Para tanto deve ser elaborada uma planilha semelhante à mostrada

na Figura 18 ou utilizado o SiADH para gerar a planilha (resultado 449). Nessa planilha, a vazão calculada é obtida a partir dos valores de a , h_0 e n , segundo a expressão da equação potencial (Equação 1).

- 3.9.2.7. Na planilha mostrada na Figura 18, é possível determinar os parâmetros de curvas-chave com até 2 (dois) tramos obtendo-se, portanto, duas equações potenciais válidas para uma amplitude de cotas e um período específico. Contudo, quando necessário adicionar mais tramos, a planilha deve ser adaptada para esse fim.
- 3.9.2.8. Além disso, os parâmetros da equação potencial podem ser obtidos de forma que a soma dos quadrados dos desvios seja mínima ou, alternativamente, a média dos desvios absolutos seja minimizada, de modo a aproximar, ao máximo, os valores de vazão calculados aos valores reais medidos. Dependendo do caso, outras funções objetivo podem ou devem ser utilizadas. Esse processo é iniciado definindo-se valores aleatórios para a e n e o valor inicial de h_0 estimado pelo Método de Johnson, mostrado anteriormente.

		a =	1,00					Células Auxiliares	
		Ho (m) =	-3,49					19.131.073	
		n =	2,83						
		Hmáx	2424						
		Hmín	739						
		Hlim							
Data	Hora	Número da medição	Cota (cm)	Vazão Medida (m³/s)	Vazão Calculada (m³/s)	Desvio²	Desvio (%)		
11/10/1998	07:00	7	739	909	863,6	2066	-5		
21/10/1999	07:00	11	842	1224	1115,6	11759	-9		
27/10/2005	14:30	35	844	1095	1120,9	669	2		
26/8/2006	14:25	38	848	1134	1131,5	6	0		
11/10/1997	07:00	3	853	1255	1145,0	12105	-9		
19/8/2005	12:15	34	859	1134	1161,2	742	2		
22/10/2002	09:40	23	865	1305	1177,6	16222	-10		
11/10/2001	14:40	19	891	1461	1250,4	44334	-14		
22/10/2000	11:25	15	898	1471	1270,5	40187	-14		
21/10/2003	08:30	27	949	1332	1423,2	8319	7		
21/11/2008	10:15	46	986	1588	1541,1	2201	-3		
6/11/2006	15:25	39	995	1601	1570,7	919	-2		
23/7/2010	09:17	51	1002	1495	1594,0	9791	7		
29/10/2004	07:45	31	1058	1761	1788,2	739	2		
19/7/1998	07:00	6	1081	1913	1872,2	1666	-2		
27/7/2008	11:40	45	1086	1662	1890,8	52340	14		
3/8/2004	10:40	30	1121	1720	2024,3	92585	18		
19/7/2007	10:53	42	1185	2022	2283,9	68571	13		
21/7/2000	07:00	14	1190	2305	2305,0	0	0		
26/11/2009	08:40	49	1223	2694	2447,7	60665	-9		
22/7/2002	13:30	22	1228	2344	2469,8	15826	5		
14/7/1997	07:00	2	1426	2346	3452,2	1223671	47		
17/7/2003	09:20	26	1449	2883	3580,4	486307	24		
9/7/2001	00:00	18	1546	4751	4154,7	355611	-13		
26/7/2009	10:10	48	1549	3722	4173,3	203689	12		
12/7/1999	07:00	10	1651	3962	4840,0	770969	22		

Figura 18. Exemplo de planilha do Excel para a obtenção dos parâmetros da curva-chave.

3.9.2.9. Em seguida, no menu de Ferramentas do *Excel*, deve ser escolhida a opção *Solver* para a qual devem ser definidas as condições e restrições seguintes (ver Figura 19):

- a. Minimizar o valor da soma dos desvios ou, alternativamente, minimizar a média dos valores absolutos dos desvios (célula de destino).
- b. Valores de a , n e h_0 como células variáveis.
- c. Impor limite superior para o valor de h_0 menor que o nível mínimo observado.
- d. Impor limite inferior para o valor de n maior que 1,2 .

3.9.2.10. Com base nas condições acima relacionadas, o *Solver* ajusta os valores das constantes a , n e h_0 .

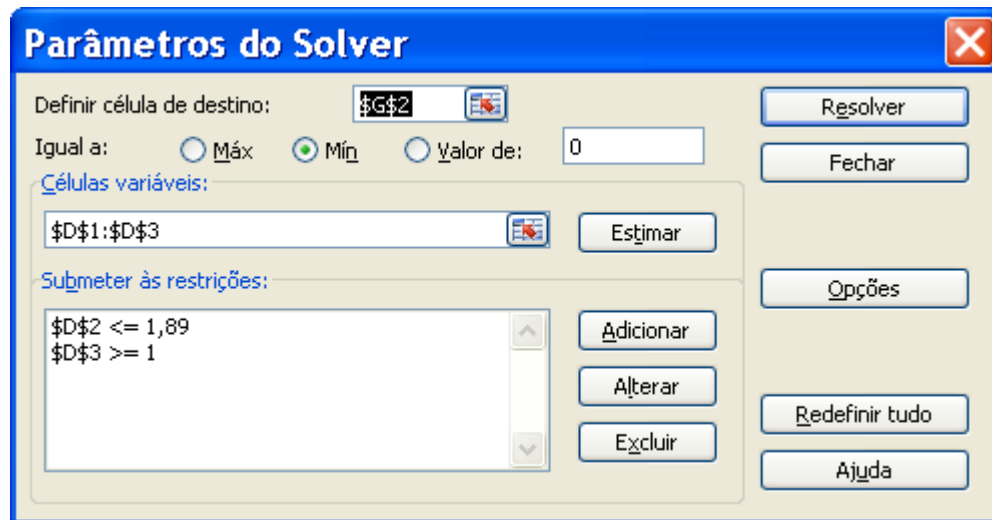


Figura 19. Exemplo de configuração do Solver para obtenção dos coeficientes da equação potencial.

3.9.3. Validação da Curva-Chave

3.9.3.1. Os seguintes critérios devem ser utilizados, no mínimo, para avaliar o ajuste da curva-chave às medições, são eles:

- a) Análise visual das curvas-chave traçadas, tanto em escala normal quanto em escala bilogaritmica, verificando suas compatibilidades entre si.

- b) Distribuição uniforme dos desvios nos gráficos de desvio versus cota, o que indicaria igual distribuição de pontos nos dois lados da curva.
- c) Distribuição uniforme dos desvios nos gráficos de desvio versus tempo, o que indicaria que a curva-chave representa bem a relação cota-descarga para todo o período de sua validade.
- d) Desvio absoluto médio percentual.
- e) Quantidade de medições acima e abaixo de cada curva, tanto em valores absolutos como em percentuais. O resultado n. 450 do SiADH fornece os gráficos para a avaliação explicitada acima, assim como outros dados e informações que podem auxiliar a avaliação das curvas-chave da estação.

3.9.3.2. O conceito de desvio a ser adotado deve ser a diferença percentual entre os valores de vazão calculados e medidos, conforme a expressão:

$$Desvio(\%) = \left(\frac{Q_{calc} - Q_{med}}{Q_{med}} \right) \times 100\% \quad \text{Equação 6}$$

onde Q_{calc} é a vazão calculada e Q_{med} é a vazão medida.

3.9.3.3. Para avaliar o atendimento aos critérios de validação pode ser realizado o exame visual da aderência da curva proposta às medições existentes. Nessa primeira análise é possível verificar, preliminarmente, os desvios das medições em relação à curva proposta. Para isso, devem ser utilizados gráficos *Cota x Vazão* em escala aritmética (ver exemplo na Figura 20) e escala bilogarítmica (ver exemplo na Figura 21). O último gráfico é particularmente útil para análise do ajuste da curva proposta às medições em águas baixas.

51240000 - ITAETÉ - RIO PARAGUAÇÚ - 16.500 km²
ANA - CPRM - Desvio Médio = 6% - 230 Med.(52%)[+] - 217 Med.(48%)[-]

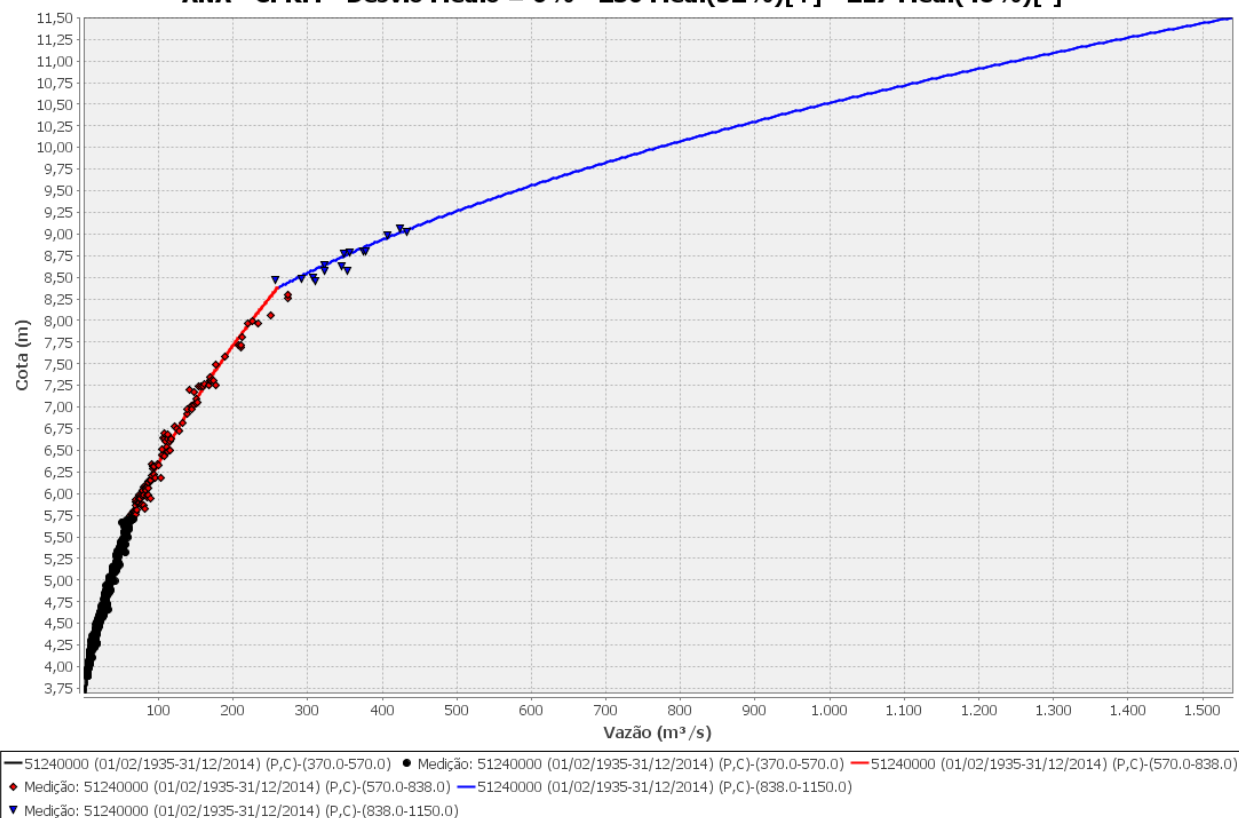


Figura 20. Exemplo de gráfico cota versus vazão em escalas aritméticas.

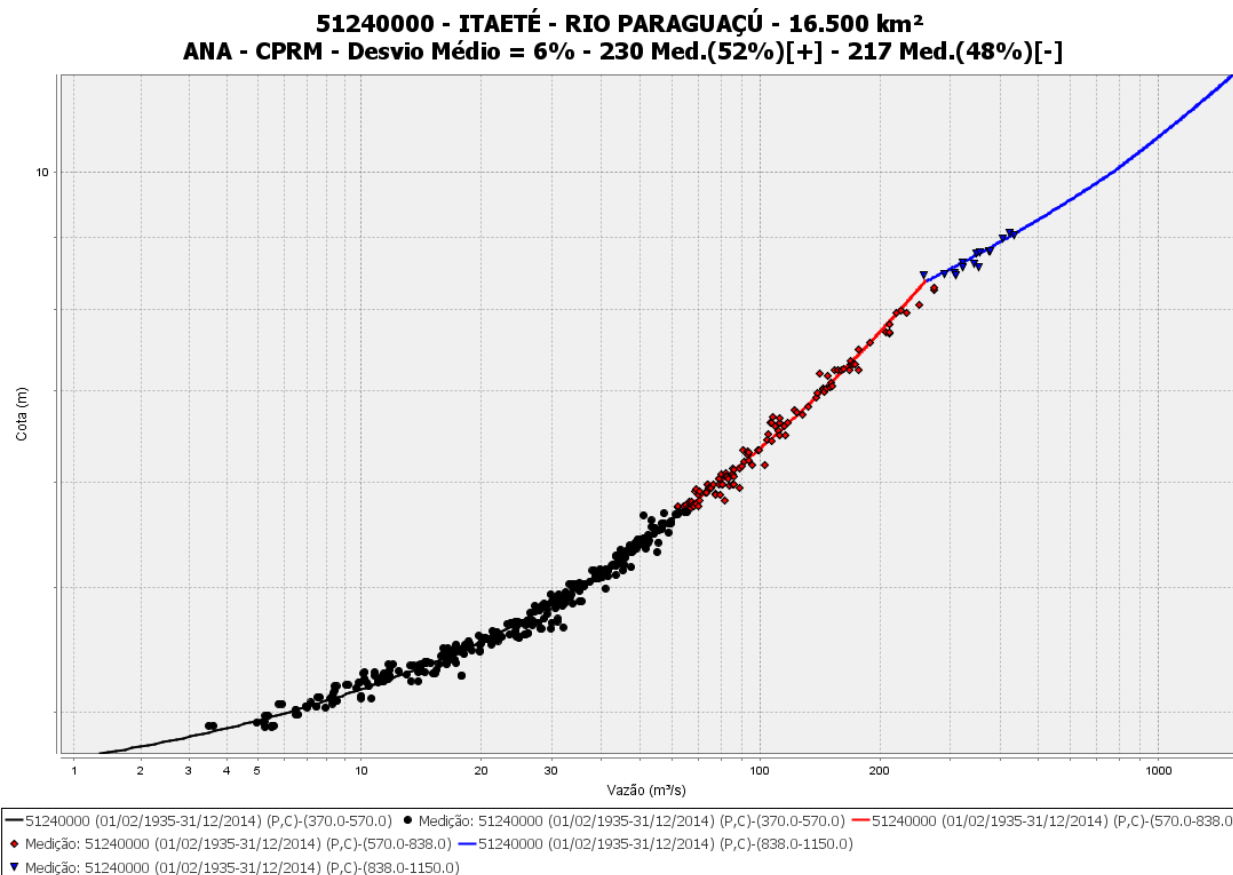


Figura 21. Exemplo de gráfico cota versus vazão em escalas logarítmicas.

3.9.3.4. Com base nos desvios obtidos nos ajustes de curvas-chave, devem ser construídos os gráficos *Desvio x Tempo* e *Desvio x Cota*.

3.9.3.5. A dispersão dos pontos no gráfico *Desvio x Tempo* possibilita a análise dos desvios de cada medição, sejam negativos ou positivos, em relação à curva-chave proposta e ainda mostra onde há possíveis mudanças

graduais ou bruscas de períodos, indicativos de uma possível tendenciosidade da curva analisada e, por consequência, da necessidade de revisão da curva em análise. O gráfico Desvio x Tempo (Figura 22) auxilia, numa análise preliminar, a identificação dos períodos que definirão a curva-chave.

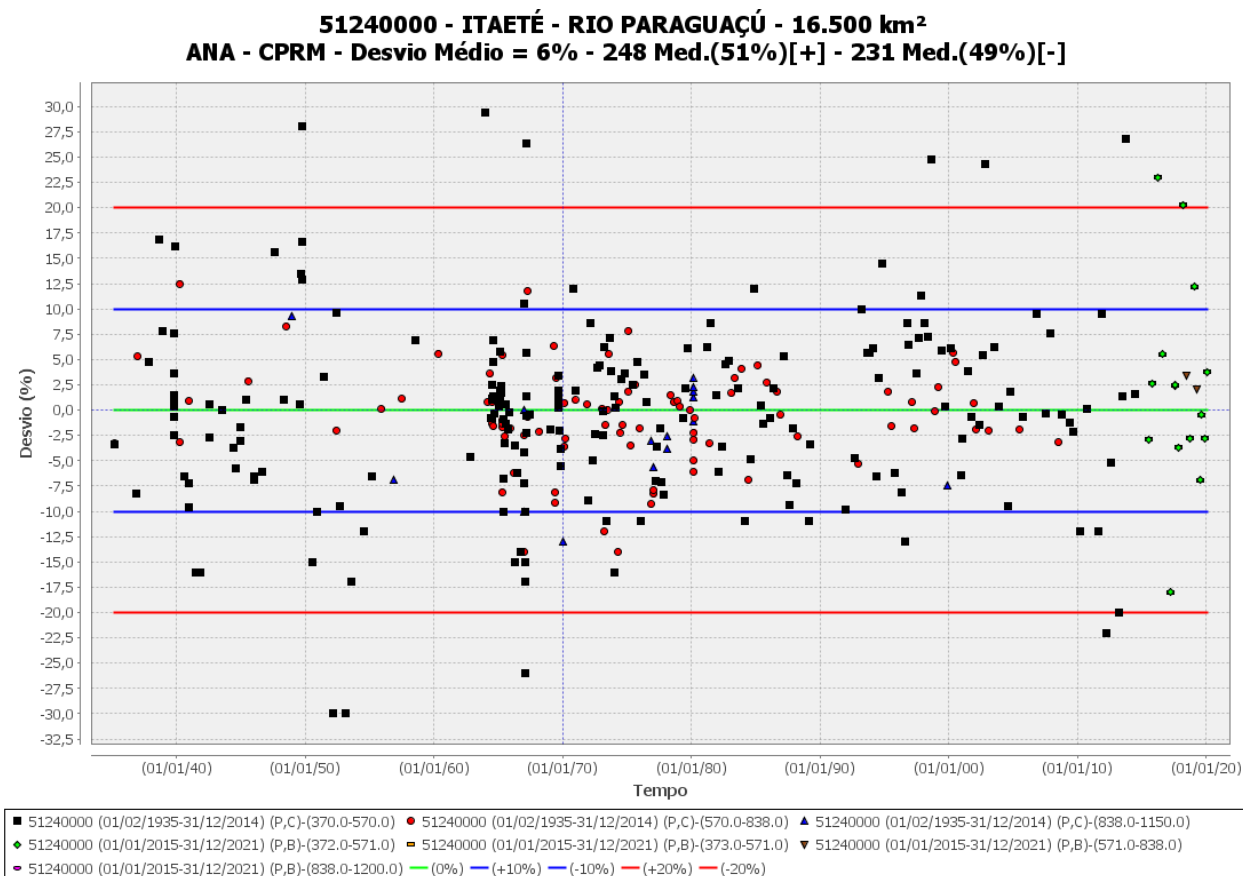


Figura 22. Exemplo de gráfico desvio versus tempo que indica a necessidade de divisão do período de validade da curva-chave traçada.

No gráfico *Desvio x Cota* (Figura 23) é possível observar o grau de ajuste da curva às medições, com base na identificação de uma dispersão equitativa dos desvios positivos e negativos em relação às cotas.

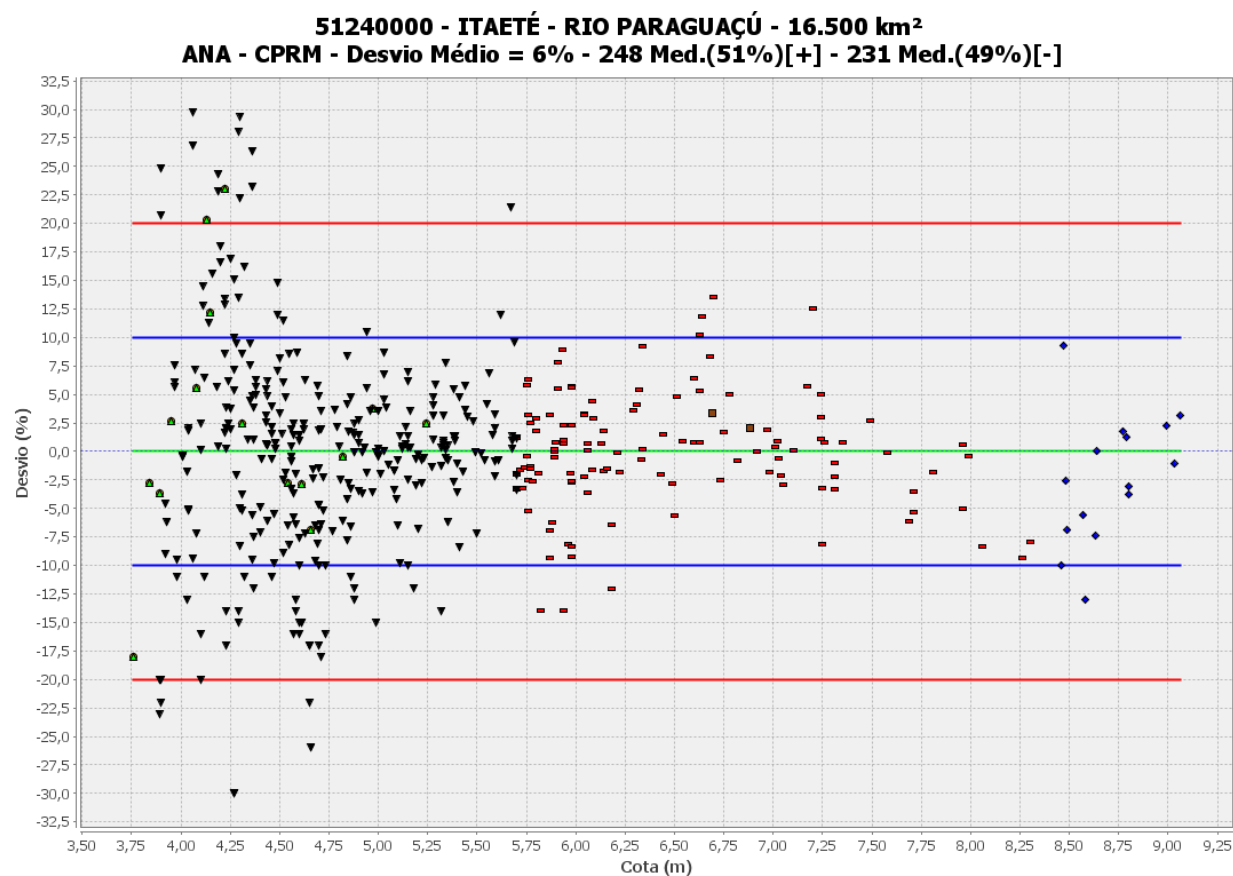


Figura 23. Exemplo de gráfico de Desvio versus Cota.

3.9.4. Análise e traçado de extrapolações de curvas-chave

- 3.9.4.1. A extrapolação de curvas-chave, seja para o tramo superior ou para o inferior, visa determinar a relação *Cota x Vazão* para todo o intervalo de variação do nível de água observado no posto uma vez que, em geral, seja por causa dos custos associados ou por dificuldades operacionais (principalmente no caso de águas altas), não há medições suficientes para cobrir toda a amplitude de cotas observadas nos registros históricos da estação.
- 3.9.4.2. A aplicação dos métodos de extrapolação depende das condições do canal, isto é, se há transbordamento das margens e se tem controle fixo ou variável (Índia, 1999).
- 3.9.4.3. No que se refere à extrapolação superior, alguns dos métodos que podem ser utilizados são: Logarítmico, Área x Velocidade, Stevens (Chézy), Stevens (Manning), Manning, Declividade-Conveyance.
- 3.9.4.4. O **Método Logarítmico** é aplicável quando as características hidráulicas do canal não se alteram significativamente para as águas altas. Nesse método, a extrapolação é realizada com o prolongamento do último segmento da curva ajustada para as medições, utilizando a equação potencial encontrada no ajuste até o limite da cota máxima observada. No gráfico da Figura 24 é apresentado como exemplo, a extrapolação logarítmica no tramo alto que foi realizada até a cota máxima observada cujo valor é 1.111 cm. Isso decorre do fato de que no método está implícito que a equação potencial encontrada no ajuste das medições também pode ser aplicada na extrapolação. Nos casos em que a seção é composta, isto é, em que há extravasamento, ocorre alteração nas características hidráulicas para cotas altas e, portanto, esse método não deve ser utilizado. Nesse caso, é possível que o método leve a uma subestimativa das vazões, uma vez que a contribuição da vazão de inundação não foi levada em consideração (Índia, 1999).

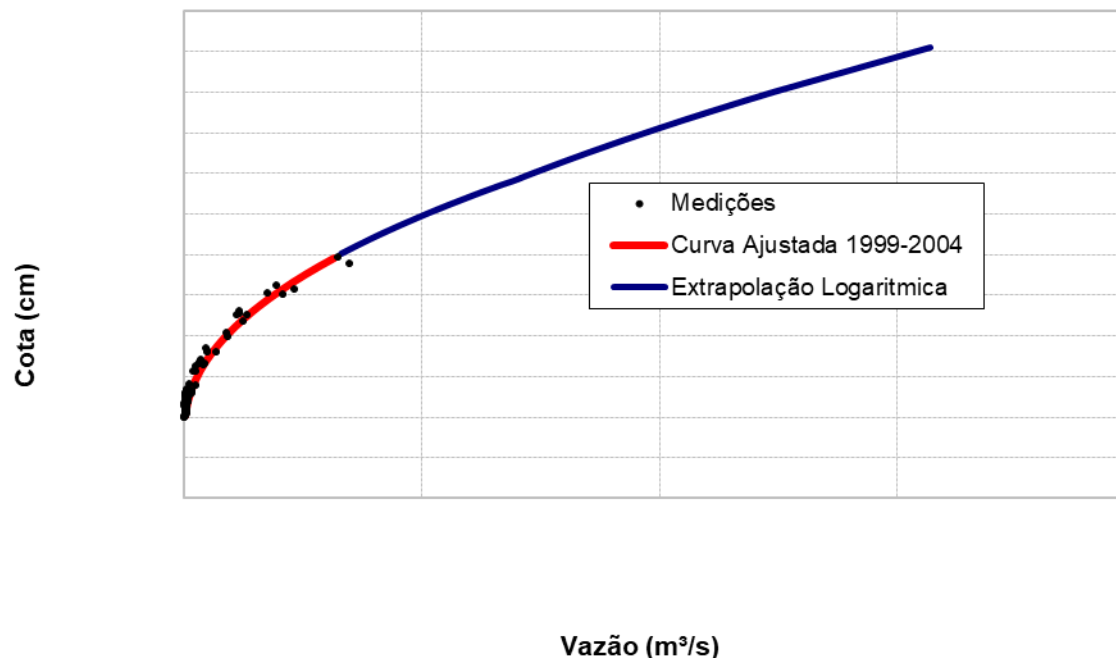


Figura 24. Exemplo de curva-chave com extrapolação logarítmica.

- 3.9.4.5. O **Método Área x Velocidade** é baseado no fato de que para canais estáveis, a relação *cota x área* se mantém para as cotas mais altas, bem como o incremento na velocidade para cotas mais altas é pouco significativo, portanto, a relação *cota x velocidade* pode ser extrapolada com pequena incidência de erros, raciocínio válido apenas no caso de canais onde não ocorre extravasamento. Com isso, a vazão na extrapolação é obtida por meio do produto *área x velocidade*, utilizando as relações obtidas para *cota x área* e *cota x velocidade* encontradas na extrapolação (India, 1999).
- 3.9.4.6. Os gráficos mostrados na Figura 25 e Figura 26 apresentam, respectivamente, exemplos de relações entre cota e área e entre cota e velocidade obtidas por análise de regressão das medições. Com base nas equações

encontradas, obtém-se a vazão para as cotas máximas observadas. Destaca-se que caso as relações não apresentem boa correlação para toda a amplitude de cotas, deve-se restringir às medições realizadas em cotas altas.

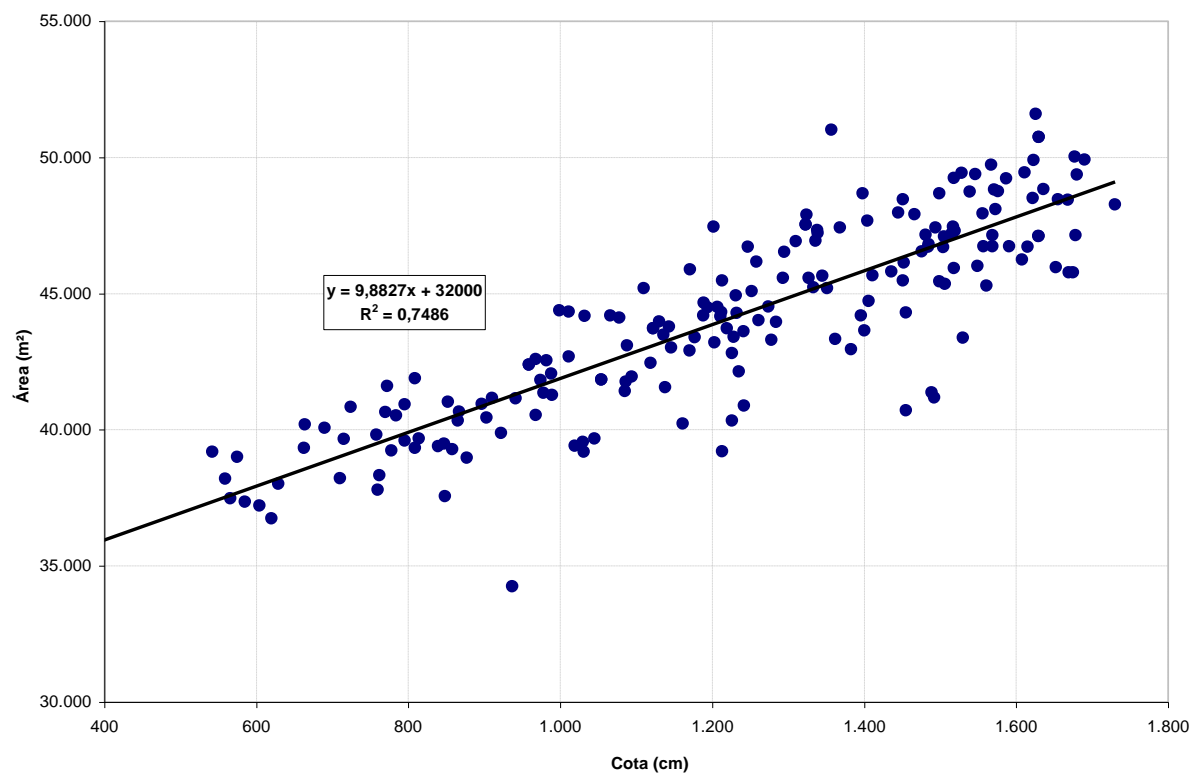


Figura 25. Relação *cota x área* obtida com base nas medições em cotas altas.

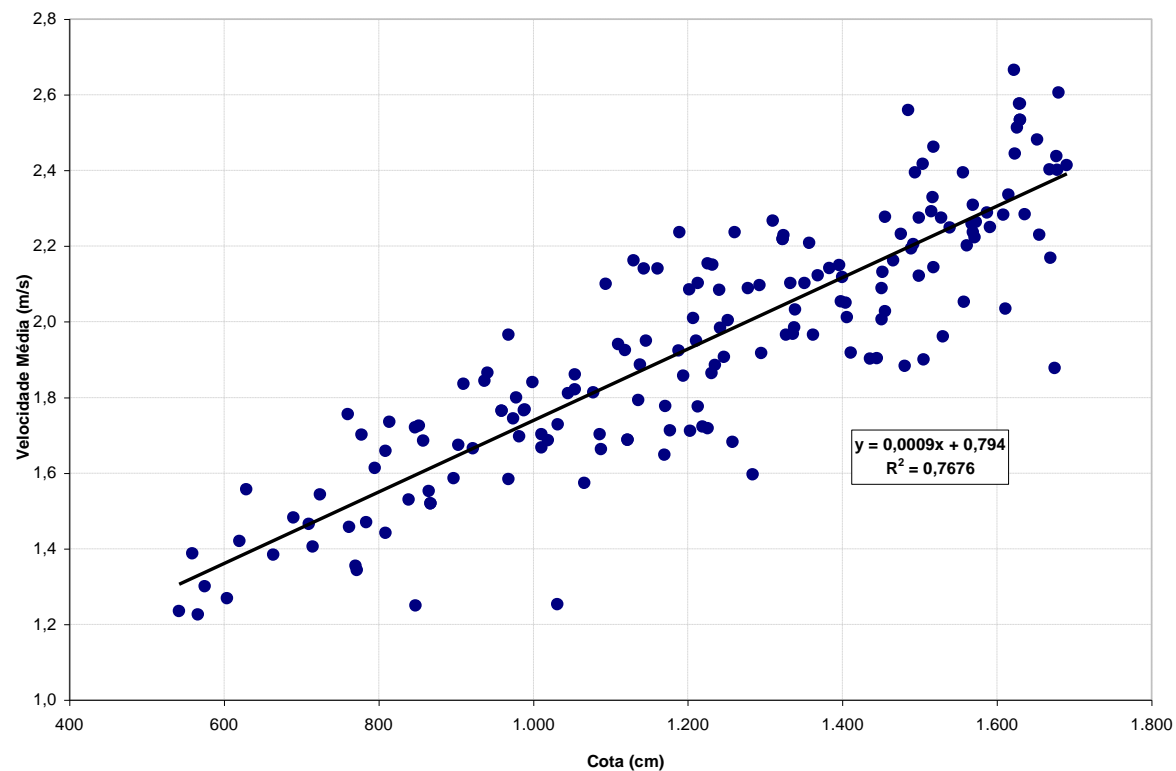


Figura 26. Relação *cota x velocidade* obtida com base nas medições em cotas altas.

3.9.4.7. O Método da Equação de Manning é uma variação do Método Área x Velocidade. Na equação de Manning a vazão é dada por:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} I^{1/2} \quad \text{Equação 7}$$

Para cotas altas o valor de $\frac{1}{n} I^{1/2}$ se aproxima de uma constante K , com isso a Equação 7 pode ser reescrita como:

$$Q = KAR^{2/3} \quad \text{Equação 8}$$

onde,

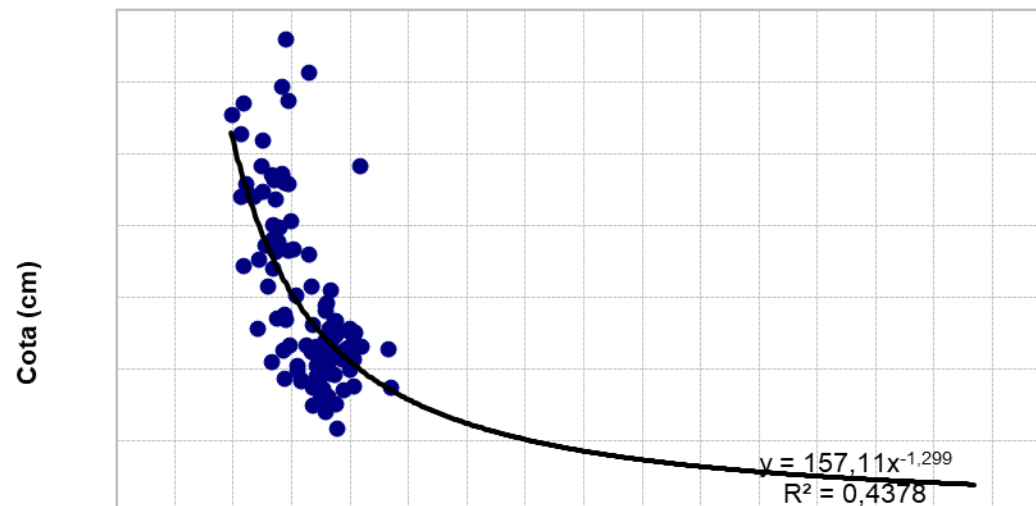
$$K = \frac{Q}{AR^{2/3}} \quad \text{Equação 9}$$

Onde: Q – Vazão; A - Área molhada; P - Perímetro molhado; Rh -Raio Hidráulico (Rh)o; I - Declividade da linha d'água; n – Parâmetro que depende da rugosidade do canal.

- 3.9.4.8. A relação entre a cota e o valor de K é plotada a partir das medições e, para cotas altas, o valor de K se aproxima de uma constante (ver exemplo na Figura 27). A vazão pode então ser calculada por:

$$Q = KAR^{2/3} \quad \text{Equação 10}$$

- 3.9.4.9. Nesse método, se ocorrer extravasamento a equação de Manning deve ser aplicada, separadamente, para o leito principal e para a área de inundação.



$$k = \text{Raiz}(I)/n = Q/(AR^{2/3})$$

Figura 27. Relação entre a cota e o valor de $K = \frac{Q}{AR^{2/3}}$.

3.9.4.10. O **Método Declividade-Conveyance** é bastante versátil, de acordo com India (1999), e pode ser aplicado também quando há extravasamento do leito principal. O método tem como base a equação de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} AR_h^{2/3} I^{1/2} \quad \text{Equação 11}$$

Considerando que o valor $K = \frac{1}{n} AR_h^{2/3}$, chamado *Conveyance*, então a equação anterior pode ser reescrita como:

$$Q = KI^{1/2}$$

Equação 12

- 3.9.4.11. No cálculo de K , os valores de A e de R_h são obtidos a partir das medições existentes e o valor de n é estimado. Esses valores de K são plotados contra a cota até o nível máximo requerido. A raiz quadrada da declividade (gradiente de energia) $I^{1/2}$ é obtida pelo quociente entre a vazão medida e o correspondente valor de K . A plotagem de $I^{1/2}$ contra a cota extrapolada para os valores altos observados tende a resultar num valor constante para cotas altas (Rantz *et al.*, 1982). Na Figura 28 observa-se um exemplo da relação entre $cota \times I^{1/2}$ e a tendência de $I^{1/2}$ alcançar um valor constante.
- 3.9.4.12. A vazão é calculada pelo produto do valor de K , calculado para a cota correspondente, pelo valor de $I^{1/2}$, valor constante obtido da curva $I^{1/2} \times Cota$.
- 3.9.4.13. Para extrapolação em condição de extravasamento, os valores do *Conveyance* devem ser calculados separadamente.

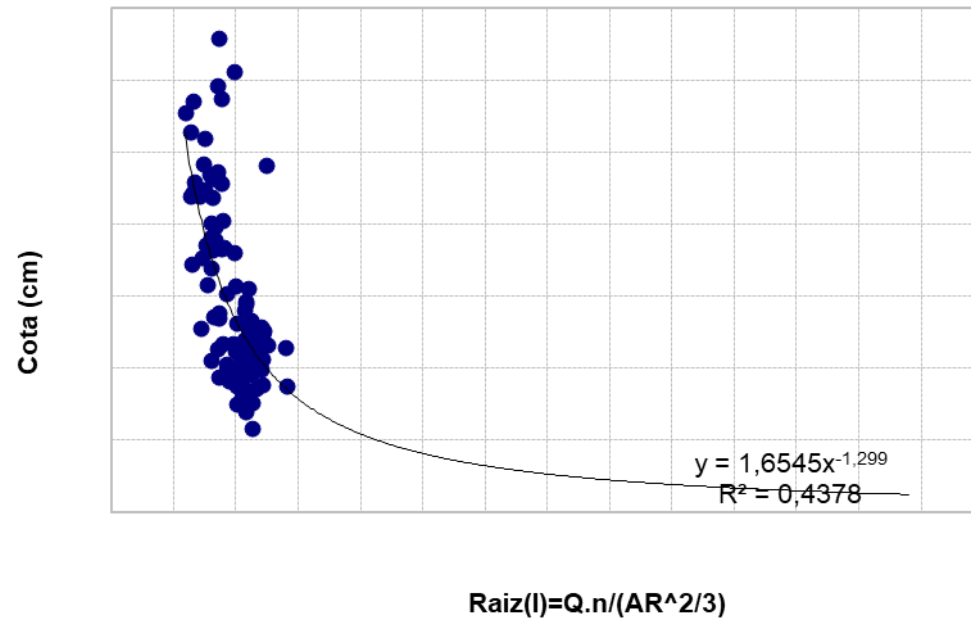


Figura 28. Relação entre a cota e o valor de Raiz(I)

3.9.4.14. O **Método de Stevens** utiliza a fórmula de Chézy dada por:

$$Q = C\sqrt{I}A\sqrt{R_h} \quad \text{Equação 13}$$

Em que C é o coeficiente de Chézy, S é a declividade da linha de energia, R_h é o raio hidráulico (aproximadamente igual a profundidade média para rios com largura maior do que 10 vezes a profundidade média). Jaccon e Cudo (1989) denominam as quantidades $A\sqrt{R_h}$ e $C\sqrt{I}$, respectivamente, de fator geométrico e fator de declividade.

3.9.4.15. Nesse método admite-se que para as cotas altas $C\sqrt{I}$ se aproxima de um valor constante. Disso resulta que $Q = f(A\sqrt{R_h})$ pode ser representada por uma reta, que traçada a partir das medições disponíveis, pode ser prolongada até o valor do fator geométrico correspondente a cota máxima observada.

3.9.4.16. Desse modo, plota-se o valor do fator geométrico contra as cotas, obtendo-se a relação *cota* x $A\sqrt{R_h}$ (Figura 29), em seguida obtém-se o valor da descarga a partir dos valores de $A\sqrt{R_h}$ calculados (ver Figura 30).

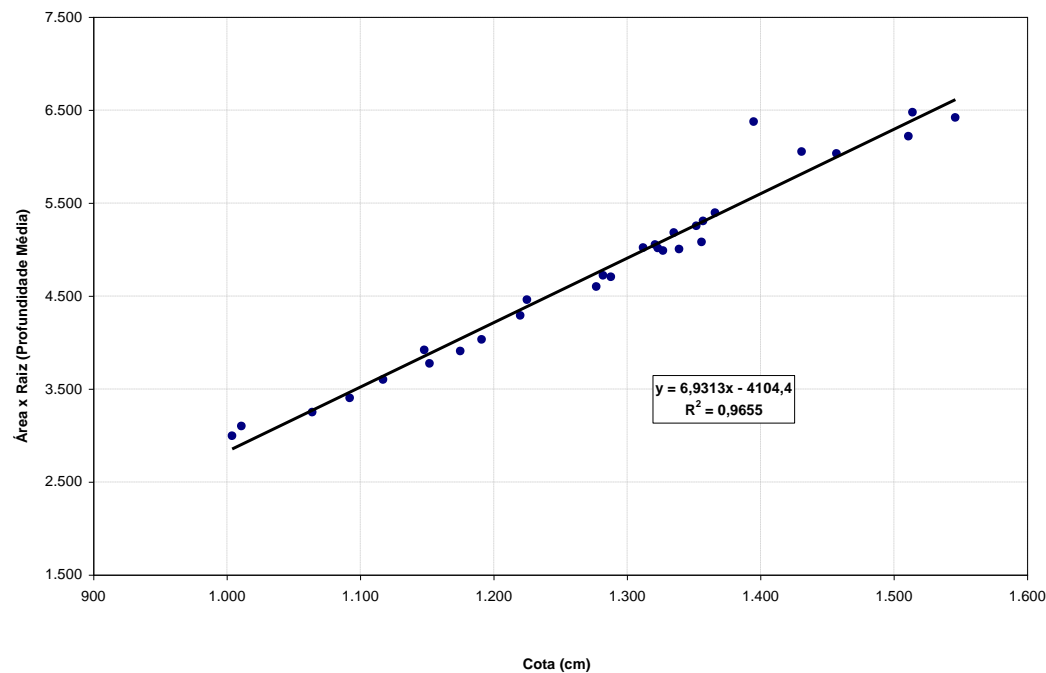


Figura 29. Relação *cota* x $A\sqrt{R_h}$ obtida com base nas medições em cotas altas.

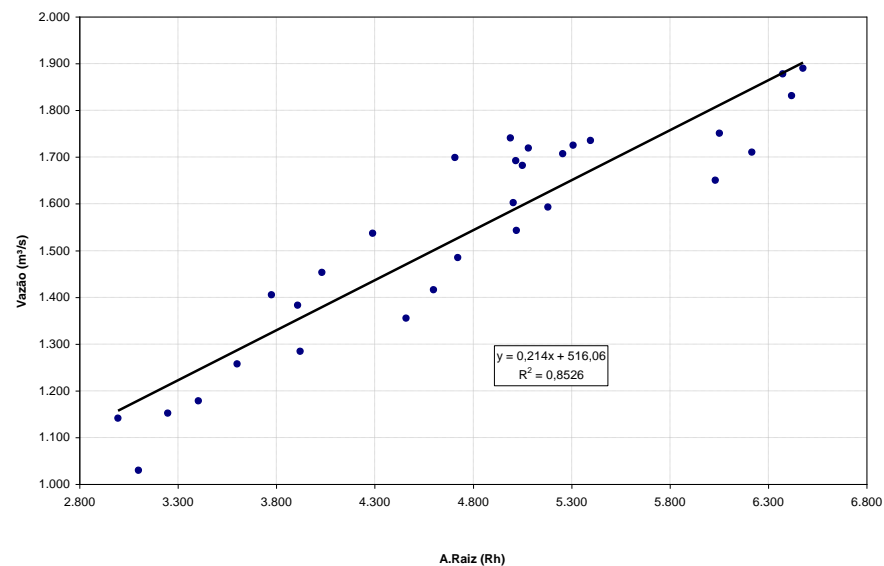


Figura 30. Relação entre a vazão e $A\sqrt{R_h}$ obtida com base em medições.

3.9.4.17. O Método de Stevens também admite a utilização da Equação de Manning (Equação 11). Com isso, a relação $cota \times AR_h^{2/3}$ deve ser determinada, bem como, a vazão é calculada em função dos valores $AR_h^{2/3}$ encontrados para a cota de extrapolação correspondente (ver exemplos na Figura 31 e na Figura 32).

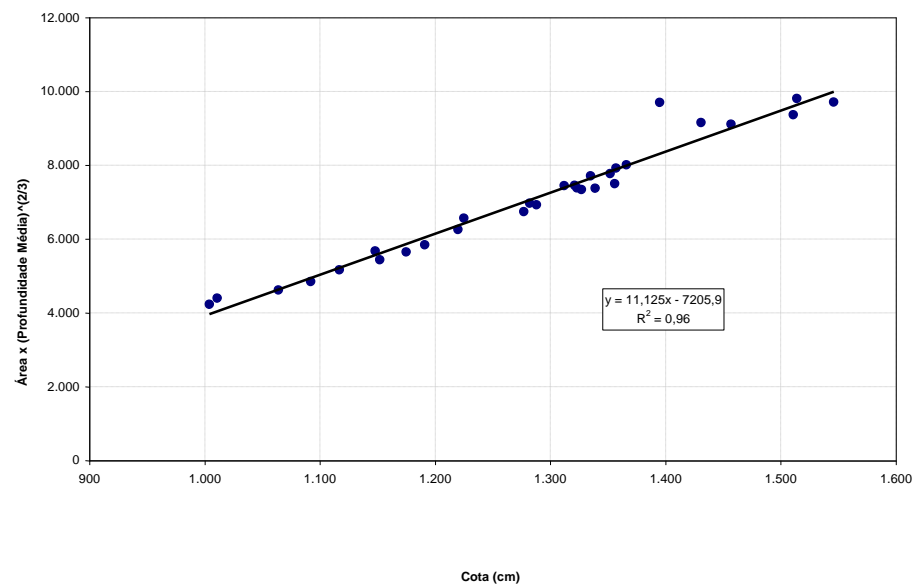


Figura 31. Relação entre a cota e $AR_h^{2/3}$ obtida com base nas medições.

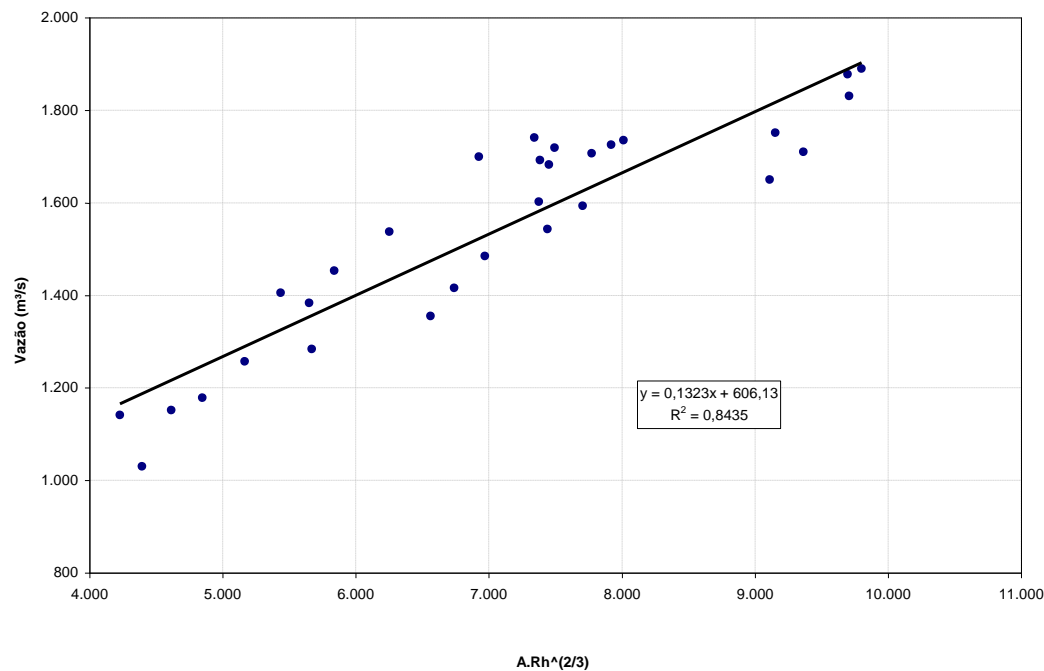


Figura 32. Relação entre a vazão e $A.Rh^{2/3}$ obtida com base nas medições.

3.9.4.18. No que se refere ao tramo inferior da curvas-chave, deve ser utilizada extrapolação logarítmica utilizando a equação potencial. Jaccon e Cudo (1989) alertam que esse método pode ser utilizado apenas para rios perenes e se existir um controle de jusante estável.

3.9.5. Descrição das planilhas/abas do Modelo de Planilha para Análise de Curvas- Chave (ver Anexo H)

3.9.5.1. Para a realização dos trabalhos de consistência de dados fluviométricos, devem ser elaboradas planilhas contendo tabelas de dados e cálculos e/ou gráficos gerados para o traçado de curvas-chave e para a aplicação dos diversos métodos de extrapolação de curvas-chave.

- 3.9.5.2. A quantidade de planilhas (abas) em cada arquivo pode variar de estação para estação, conforme a necessidade do serviço. Assim, em alguns casos, podem ser utilizadas planilhas específicas para o traçado de curvas-chave pelo método analítico, para a determinação dos primeiros parâmetros da equação potencial, a serem otimizados pela ferramenta *solver* na planilha de ajuste; entretanto, em outros casos esta estimativa inicial de parâmetros da curva-chave pode não ser necessária. Da mesma forma, para algumas estações podem ser introduzidas informações complementares e para outras pode não haver esta necessidade.
- 3.9.5.3. Além das planilhas e gráficos descritos nos parágrafos subsequentes, podem existir outras abas, em casos específicos, de acordo com a necessidade do serviço, como nas curvas-chave sob influência de remanso.
- 3.9.5.4. Nesse sentido, as planilhas/abas do Modelo de Planilha para Análise de Curvas- Chave (ver Anexo H) (resultado 449 do SiADH) são:
- e. Identificação
 - Planilha contendo os dados de identificação da estação, comum a todos os arquivos.
 - f. Cotas
 - Planilha contendo os dados resultantes da análise de cotas observadas da estação.
 - g. Perfis Transversais (1)
 - Planilha contendo dados resumidos dos registros de levantamentos topográficos de perfis transversais de seções de medição de descarga líquida da estação.
 - h. Perfis Transversais (2)
 - Planilha contendo dados completos dos registros de levantamentos topográficos de perfis transversais de seções de medição de descarga líquida da estação.
 - i. Perfis Transversais – gráfico
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética, com distância nas abscissas e cotas nas ordenadas, com a representação dos perfis transversais das seções de medições de descarga líquida da estação, em escalas ajustadas para a melhor visualização em tela.

- j. Medições de descarga
 - Planilha contendo os dados resumidos de medições de descarga líquida da estação.
- k. Medições de descarga (2)
 - Planilha contendo os dados e informações resumidos de medições de descarga líquida da estação. Nesta planilha são armazenados os resultados da análise de medições de descarga líquida. Também estão contidos nesta planilha os cálculos para a geração de gráficos necessários à aplicação de métodos de extrapolação de curvas-chave.
 - Eventualmente, a tabela de dados das medições está repetida nesta planilha, com diferença no critério de ordenamento. Assim, pode acontecer de os dados de medições aparecerem listados primeiramente em ordem crescente de cotas e posteriormente, em ordem cronológica crescente em relação às datas das medições. Além disso, pode ocorrer listagem de medições ordenadas por período de validade de curvas-chave e por cotas. A quantidade de vezes em que os dados de medições de descarga líquida foram listados e ordenados foi definida de acordo com a necessidade do serviço, considerando a necessidade de bases de dados distintas para a geração de gráficos, por exemplo.
- l. $A.V \times Q$
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com o produto da área molhada pela velocidade nas ordenadas e a vazão das medições de descarga líquida nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).
- m. Área x Cota
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com dados de área molhada das medições de descarga líquida nas ordenadas e cotas das medições nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).
- n. Velocidade x Cota
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com dados de velocidade média das medições de descarga líquida nas ordenadas e cotas das medições nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).

o. Prof. Média x Cota

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com dados de profundidade média das medições de descarga líquida nas ordenadas e cotas das medições nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).

p. A.Raiz (Rh) x Cota

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com o produto da área molhada pela raiz quadrada do raio hidráulico das medições de descarga líquida nas ordenadas e cotas nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).

q. $A.Rh^{(2div3)}$ x Cota

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com o produto da área molhada pela raiz de dois terços do raio hidráulico das medições de descarga líquida nas ordenadas e cotas nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).

r. Vazão x $A.Rh^{(2div3)}$

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com vazões das medições de descarga líquida nas ordenadas e o produto da área molhada pela raiz de dois terços do raio hidráulico nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).

s. Cota x $Q \div A.Rh^{(2div3)}$

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com cotas das medições de descarga líquida nas ordenadas e o quociente da vazão pelo produto da área molhada pela raiz de dois terços do raio hidráulico nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).

t. Cota x Raiz (I)

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com dados de cotas das medições de descarga líquida nas ordenadas e raiz da declividade nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).

u. Cota x Vazão

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com cotas das medições de descarga líquida nas ordenadas e vazões nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).
- v. Vazão x Cota
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com vazões das medições de descarga líquida nas ordenadas e cotas nas abscissas. A base de dados deste gráfico é a planilha Medições de descarga (2).
- w. Hidro – Curvas-chave
 - Planilha contendo os dados resumidos das curvas-chave da estação, existentes no banco de dados institucional.
- x. Hidro – Curva-chave – i de n
 - Planilhas contendo os dados completos e tabelas das “n” curvas-chave da estação, existentes no banco de dados institucional. Estas abas aparecem na quantidade correspondente às “n” curvas-chave, sendo uma aba para cada curva-chave.
- y. Hidro – Curva-chave – Gráfico
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética, contendo a representação das curvas-chave do repositório institucional no contexto da dispersão de pontos das medições de descarga líquida. Os gráficos possuem vazões nos eixos das abscissas e cotas nos eixos das ordenadas. As séries representadas neste gráfico possuem base de dados nas planilhas Hidro – Curva-chave – i de n.
- z. Hidro – Curva-chave – Graf Log
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala logarítmica, contendo a representação das curvas-chave do repositório institucional no contexto da dispersão de pontos das medições de descarga líquida. Os gráficos possuem vazões nos eixos das abscissas e cotas nos eixos das ordenadas. As séries representadas neste gráfico possuem base de dados nas planilhas Hidro – Curva-chave – i de n.
- aa. Curva-chave HIDRO (2, 3, ..., n)
 - Planilhas contendo os dados das medições de descarga líquida e cálculos necessários à elaboração de gráficos utilizados na análise das curvas-chave existentes no repositório institucional, como o cálculo de

incrementos de vazão e de desvios de medições de descarga líquida. Estas abas aparecem na quantidade correspondente às “n” curvas-chave, sendo uma aba para cada curva-chave.

bb. Curva-chave (Ajuste) (2, 3, ..., n)

- Planilhas contendo os dados das medições de descarga líquida e cálculos necessários ao ajuste e extrapolação de curvas-chave. Estas abas aparecem na quantidade correspondente às “n” curvas-chave, sendo, normalmente, uma aba para cada período de curva-chave.

cc. Curva-chave (Ajuste) – Graf (1, 2, 3, ..., “n”)

- Gráficos com eixos ortogonais e escala aritmética ou logarítmica, contendo a representação das curvas-chave ajustadas no contexto da dispersão de pontos das medições de descarga líquida. Alguns gráficos possuem ampliações dos ramos baixos, outros, do tramo alto e outros, da curva-chave como um todo. Além das curvas-chave também são apresentados os resultados das extrapolações pelos vários métodos empregados. Os gráficos possuem vazões nos eixos das abscissas e cotas nos eixos das ordenadas. As séries representadas neste gráfico possuem base de dados nas planilhas Curva-chave (Ajuste) (2, 3, ..., n).

dd. Desvio x Tempo (2, 3, ..., “n”)

- Gráficos com eixos ortogonais e escala aritmética com datas das medições de descarga líquida nas abscissas e desvios dos valores de vazão das medições em relação à curva-chave ajustada nas ordenadas. A quantidade de abas deste tipo de gráfico corresponde à quantidade de curvas-chave ajustadas para a estação. A base de dados destes gráficos são as planilhas Curva-chave (Ajuste) (n).

ee. Desvio x Cota (2, 3, ..., “n”)

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com cotas das medições de descarga líquida nas abscissas e desvios dos valores de vazão das medições em relação à curva-chave ajustada nas ordenadas. A quantidade de abas deste tipo de gráfico corresponde à quantidade de curvas-chave ajustadas para a estação. A base de dados destes gráficos são as planilhas Curva-chave (Ajuste) (n).

ff. Desvio x Cota HIDRO

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com cotas das medições de descarga líquida nas abscissas e desvios dos valores de vazão das medições em relação à curva-chave existente no repositório institucional nas ordenadas. A base de dados deste gráfico são as planilhas Curva-chave HIDRO (2, 3, ..., n).
- gg. Desvio x Tempo HIDRO (2, 3, ..., “n”)
 - Gráficos com eixos ortogonais e escala aritmética com datas das medições de descarga líquida nas abscissas e desvios dos valores de vazão das medições em relação à curva-chave existente no repositório institucional nas ordenadas. A quantidade de abas deste tipo de gráfico corresponde à quantidade de curvas-chave existente no repositório institucional para a estação. A base de dados destes gráficos são as planilhas Curva-chave HIDRO (2, 3, ..., n).
- hh. Inc. Vazão x Cota (2, 3, ..., “n”)
 - Gráficos com eixos ortogonais e escala aritmética com cotas das medições de descarga líquida nas abscissas e incrementos de vazão calculados a partir da curva-chave ajustada nas ordenadas. A quantidade de abas deste tipo de gráfico corresponde à quantidade de curvas-chave ajustadas para a estação. A base de dados destes gráficos são as planilhas Curva-chave (Ajuste) (n).
- ii. Curva-Chave – Método Analítico
 - Planilha contendo os dados de medições de descarga líquida e cálculos necessários ao ajuste de curvas-chave pelo método analítico – ajuste da curva-chave a partir de três pontos arbitrados.
- jj. Cota x Vazão – Método Analítico
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com a representação da curva-chave ajustada pelo método analítico no contexto das cotas das medições de descarga líquida nas abscissas e vazões nas ordenadas. A base de dados deste gráfico é a planilha Curva-Chave – Método Analítico.
- kk. Desvio x Cota – Método Analítico
 - Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com cotas das medições de descarga líquida nas abscissas e desvios dos valores de vazão das medições em relação à curva-chave ajustada pelo método analítico nas ordenadas. A base de dados deste gráfico é a planilha Curva-Chave – Método Analítico.
- ll. Desvio x Tempo – Método Analítico

- Gráfico com eixos ortogonais e escala aritmética com datas das medições de descarga líquida nas abscissas e desvios dos valores de vazão das medições em relação à curva-chave ajustada pelo método analítico nas ordenadas. A base de dados deste gráfico é a planilha Curva-Chave – Método Analítico.
- mm. Coeficiente n (Manning)
 - Planilha de cálculo para a estimativa de valor do coeficiente de rugosidade “ n ” de Manning. Nesta planilha também estão contidas fotos selecionadas para a estimativa do fator de rugosidade adicional relacionado à vegetação, além de uma figura obtida do Google Earth (2011) com a localização da estação.
- nn. Complementar
 - Planilha com dados complementares da estação, tais como cópia ficha de campo com registro de reinstalação da estação.

3.9.6. Análise de Vazões

- 3.9.6.1. Para a análise das vazões, verifica-se a coerência entre os hidrogramas de estações localizadas em um mesmo rio, de forma que as perturbações observadas na estação de montante apareçam também na estação de jusante. Na análise do hidrograma devem ser consideradas a forma do hidrograma da estação analisada e das estações de apoio, a proporção entre valores e a defasagem no tempo. Adicionalmente, espera-se que as vazões à jusante sejam sempre superiores, pois toda água que passou à montante deve passar ali, salvo nas situações citadas anteriormente (extravasamento, barramento, falhas geológicas, etc.) acrescida da contribuição resultante das precipitações e escoamento de base na área incremental entre elas. Não havendo outras estações para comparação, podem ser investigados os trechos que fujam do padrão apresentado pela estação ao longo do tempo.
- 3.9.6.2. A análise dos dados fluviométricos de estações de monitoramento da ANA localizadas na bacia hidrográfica deve ser realizada utilizando, principalmente, o Sistema para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH). Essa ferramenta está disponível em <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/sistemas>.
- 3.9.6.3. Em resumo, o SiADH apresenta vários gráficos e tabelas referentes às análises de vazões e cotas que permitem ao usuário identificar inconsistências e possíveis incoerências nos dados hidrológicos armazenados em

banco de dados no formato do Sistema para Gerenciamento de Dados Hidrológicos da ANA (Hidro 1.4). Tais gráficos e tabelas referem-se a:

- 090-Cotas Versus Tempo com Medições – Telemetria
- 091-Cotas Médias Diárias e Cotas Telemétricas Versus Tempo
- 100-Cotas Médias Diárias Consolidadas Versus Tempo com Medições
- 101-Cotas Médias Diárias Consolidadas Versus Tempo
- 102-Cotas Médias Diárias Brutas Versus Tempo
- 103-Cotas Médias Diárias Consolidadas-Brutas Versus Tempo
- 104-Cotas Duplas Brutas Versus Tempo
- 105-Cotas Duplas-Médias B-C Versus Tempo
- 106-Diagrama de Dados
- 107-Perfil Transversal
- 108-Frequência de Cotas Abaixo da Mínima por Ano
- 109-Frequência de Cotas Acima da Máxima por Ano
- 110-Cotas Abaixo da Mínima-Período de Validade de Curva-chave
- 111-Cotas Acima da Máxima-Período de Validade de Curva-chave
- 112-Cota Medição Versus Cota Observada
- 114-Planilha Excel para Análise de Dados de Cotas
- 115-Envoltórias de Cotas por Percentis
- 116-Cotas Médias Diárias Consolidadas e Percentis Versus Tempo
- 117-Cotas Médias Diárias Brutas e Percentis Versus Tempo
- 118-Cotas Médias Diárias Consolidadas-Brutas e Percentis Versus Tempo
- 119-Permanência de Cotas
- 120-Estatística Mensal dos Dados de Cotas
- 200-Vazões Médias Diárias Versus Tempo com Medições - Telemetria
- 201-Vazões Médias Diárias Versus Tempo - Telemetria
- 202-Cotas Médias Diárias Brutas Versus Tempo - Telemetria
- 206-Diagrama de Dados de Cotas - Telemetria
- 208-Vazões Específicas Médias Diárias Versus Tempo - Telemetria

- 214-Planilha Excel para Análise de Dados de Cotas - Telemetria
- 216-Vazões Específicas Diárias para Diversas Permanências Versus Área - Telemetria
- 217-Vazões Específicas Mensais para Diversas Permanências Versus Área - Telemetria
- 220-Curvas de Permanência de Vazões Médias Diárias - Telemetria
- 221-Curvas de Permanência de Vazões Médias Mensais - Telemetria
- 222-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Diárias - Telemetria
- 223-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Mensais - Telemetria
- 224-Diagrama de Dados de Vazões - Telemetria
- 225-Planilha Excel para Análise de Dados de Vazões - Telemetria
- 252-Pares Cota Vazão e Curva-Chave - Telemetria
- 257-Vazões Médias Diárias Brutas e Percentis Versus Tempo - Telemetria
- 280-Velocidades Médias Diárias Versus Tempo com Medições - Telemetria
- 281-Velocidades Médias Diárias Versus Tempo - Telemetria
- 282-Vazões Médias Diárias e Vazões Telemétricas Versus Tempo
- 299-Vazões e Cotas Médias Diárias Versus Tempo com Medições - Telemetria
- 390-Vazões Versus Tempo com Medições - Telemetria
- 399-Vazões e Cotas Médias Diárias Versus Tempo com Medições
- 400-Vazões Médias Diárias Versus Tempo com Medições
- 401-Vazões Médias Diárias Versus Tempo
- 402-Vazões Médias Mensais Versus Tempo
- 403-Vazões Máximas Mensais Versus Tempo
- 404-Vazões Mínimas Mensais Versus Tempo
- 405-Vazões Médias Anuais Versus Tempo
- 406-Vazões Máximas Anuais Versus Tempo
- 407-Vazões Mínimas Anuais Versus Tempo
- 408-Vazões Específicas Médias Diárias Versus Tempo
- 409-Vazões Específicas Médias Mensais Versus Tempo
- 410-Vazões Específicas Máximas Mensais Versus Tempo
- 411-Vazões Específicas Mínimas Mensais Versus Tempo

- 412-Vazões Específicas Médias Anuais Versus Tempo
- 413-Vazões Específicas Máximas Anuais Versus Tempo
- 414-Vazões Específicas Mínimas Anuais Versus Tempo
- 415-Vazões Específicas Médias Anuais Versus Área de Drenagem
- 416-Vazões Específicas Diárias para Diversas Permanências Versus Área
- 417-Vazões Específicas Mensais para Diversas Permanências Versus Área
- 418-Vazões Médias Mensais (Incremental Negativo – Incrementais Mensais)
- 419-Teste de Continuidade de Vazões Médias Mensais
- 420-Curvas de Permanência de Vazões Médias Diárias
- 421-Curvas de Permanência de Vazões Médias Mensais
- 422-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Diárias
- 423-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Mensais
- 424-Diagrama de Dados
- 425-Planilha Excel para Análise de Dados de Vazões
- 426-Vazão Versus Produto Área Molhada e Velocidade Média
- 427-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Diárias Normalizadas
- 428-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Mensais Normalizadas
- 429-Vazões Médias Diárias Transferidas Versus Tempo com Medições
- 448-Planilha Excel para Análise e Traçado de Curva-chave
- 449-Características das Curva-Chave
- 450-Curva-Chave
- 452-Pares Cota Vazão e Curva-Chave
- 454-Permanência de Vazões
- 455-Envoltórias de Vazões por Percentis
- 456-Vazões Médias Diárias Consolidadas e Percentis Versus Tempo
- 457-Vazões Médias Diárias Brutas e Percentis Versus Tempo
- 458-Vazões Médias Diárias Consolidadas-Brutas e Percentis Versus Tempo
- 459-Estatística Mensal dos Dados de Vazões
- 480-Velocidades Médias Diárias Versus Tempo com Medições

- 481-Velocidades Médias Diárias Versus Tempo

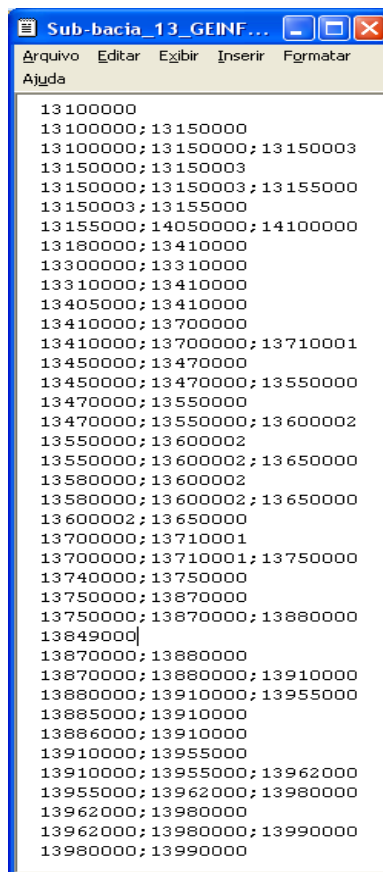
3.10. Utilização do SIADH

3.10.1. Inicialmente, devem ser elaborados os arquivos de entrada do SiADH (exemplos são mostrados nas figuras 32 e 33) para elaboração automática dos gráficos e tabelas apresentados referidos anteriormente. Tais arquivos de entrada representam o diagrama unifilar e permitem ao usuário do sistema, comparar dados de cotas e/ou vazões entre estações vizinhas. Na montagem desses arquivos de entrada, devem ser consideradas todas as comparações possíveis entre estações fluviométricas que podem ressaltar alguma possível inconsistência entre os dados de vazão e/ou cotas consolidados. De maneira análoga, devem ser evitadas comparações que provavelmente não auxiliarão na análise de consistência realizada, tais como comparações entre estações localizadas em diferentes bacias, salvo em situações devidamente justificadas.

3.10.2. Para a realização dessas análises, devem ser utilizadas as diversas funcionalidades do aplicativo SiADH, principalmente:

oo. Vazões médias diárias versus tempo – Permite uma investigação mais refinada dos hidrogramas, especialmente nos períodos que apresentaram possíveis inconsistências no gráfico de vazões médias mensais versus tempo (Figura 35).

pp. Vazões médias mensais versus tempo – Permite visualizar graficamente as possíveis inconsistências apontadas na análise de incrementais mensais. Hidrogramas de estações em um mesmo rio normalmente não devem apresentar cruzamentos (Figura 36).

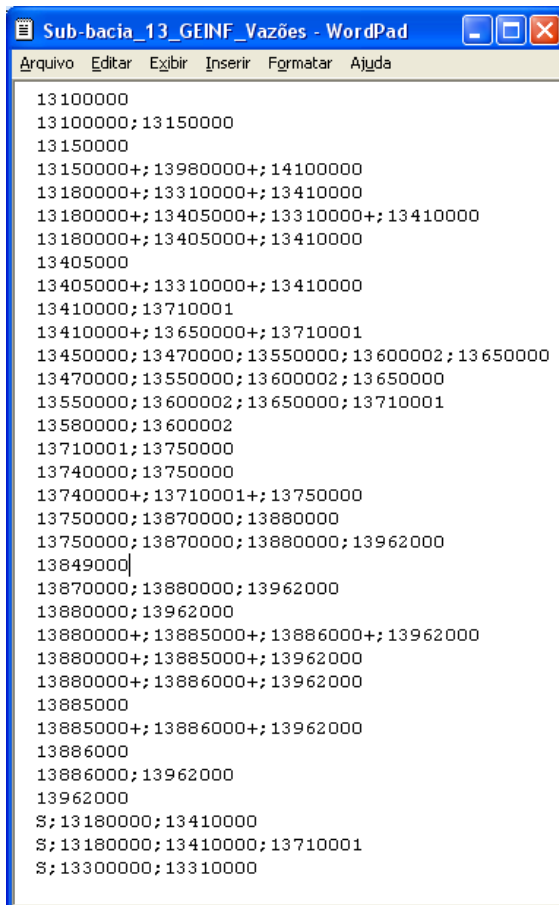


```

Sub-bacia_13_GEINF...
Arquivo  Editar  Exibir  Inserir  Formatar
Ajuda

13100000
13100000;13150000
13100000;13150000;13150003
13150000;13150003
13150000;13150003;13155000
13150003;13155000
13155000;14050000;14100000
13180000;13410000
13300000;13310000
13310000;13410000
13405000;13410000
13410000;13700000
13410000;13700000;13710001
13450000;13470000
13450000;13470000;13550000
13470000;13550000
13470000;13550000;13600002
13550000;13600002
13550000;13600002;13650000
13580000;13600002
13580000;13600002;13650000
13600002;13650000
13700000;13710001
13700000;13710001;13750000
13740000;13750000
13750000;13870000
13750000;13870000;13880000
13849000
13870000;13880000
13870000;13880000;13910000
13880000;13910000;13955000
13885000;13910000
13886000;13910000
13910000;13955000
13910000;13955000;13962000
13955000;13962000;13980000
13962000;13980000
13962000;13980000;13990000
13980000;13990000
  
```

Figura 33. Arquivo de entrada do SiADH elaborado pela ANA/SGH/CODIH para análise de cotas referente às estações fluviométricas da ANA localizadas na bacia do Rio Purus.



```

Sub-bacia_13_GEINF_Vazões - WordPad
Arquivo  Editar  Exibir  Inserir  Formatar  Ajuda

13100000
13100000;13150000
13150000
13150000+;13980000+;14100000
13180000+;13310000+;13410000
13180000+;13405000+;13310000+;13410000
13180000+;13405000+;13410000
13405000
13405000+;13310000+;13410000
13410000;13710001
13410000+;13650000+;13710001
13450000;13470000;13550000;13600002;13650000
13470000;13550000;13600002;13650000
13550000;13600002;13650000;13710001
13580000;13600002
13710001;13750000
13740000;13750000
13740000+;13710001+;13750000
13750000;13870000;13880000
13750000;13870000;13880000;13962000
13849000
13870000;13880000;13962000
13880000;13962000
13880000+;13885000+;13886000+;13962000
13880000+;13885000+;13962000
13880000+;13886000+;13962000
13885000
13885000+;13886000+;13962000
13886000
13886000;13962000
13962000
S;13180000;13410000
S;13180000;13410000;13710001
S;13300000;13310000
  
```

Figura 34. Arquivo de entrada do SiADH elaborado pela ANA/SGH/CODIH para análise de vazões referente às estações fluviométricas da ANA localizadas na bacia do Rio Purus.

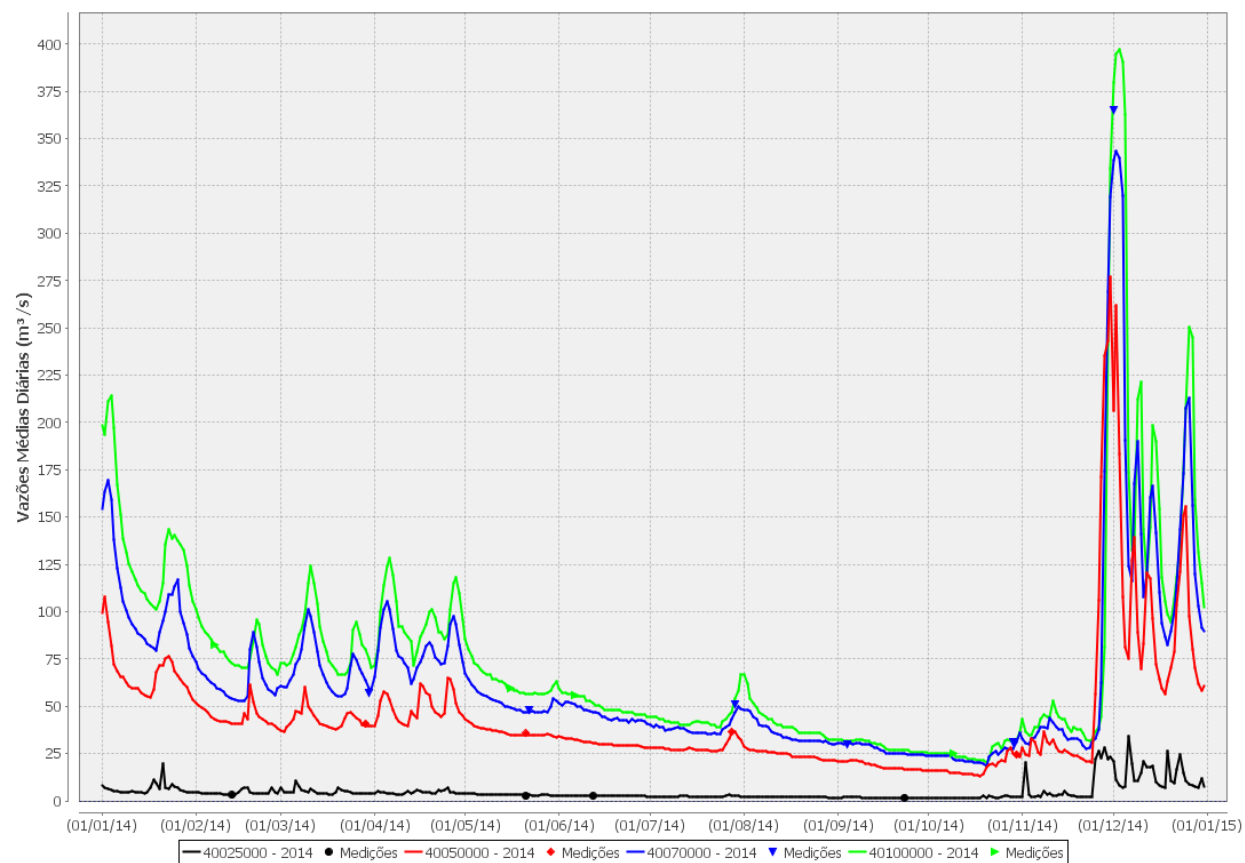


Figura 35. Exemplo de gráfico de vazões médias diárias versus tempo.

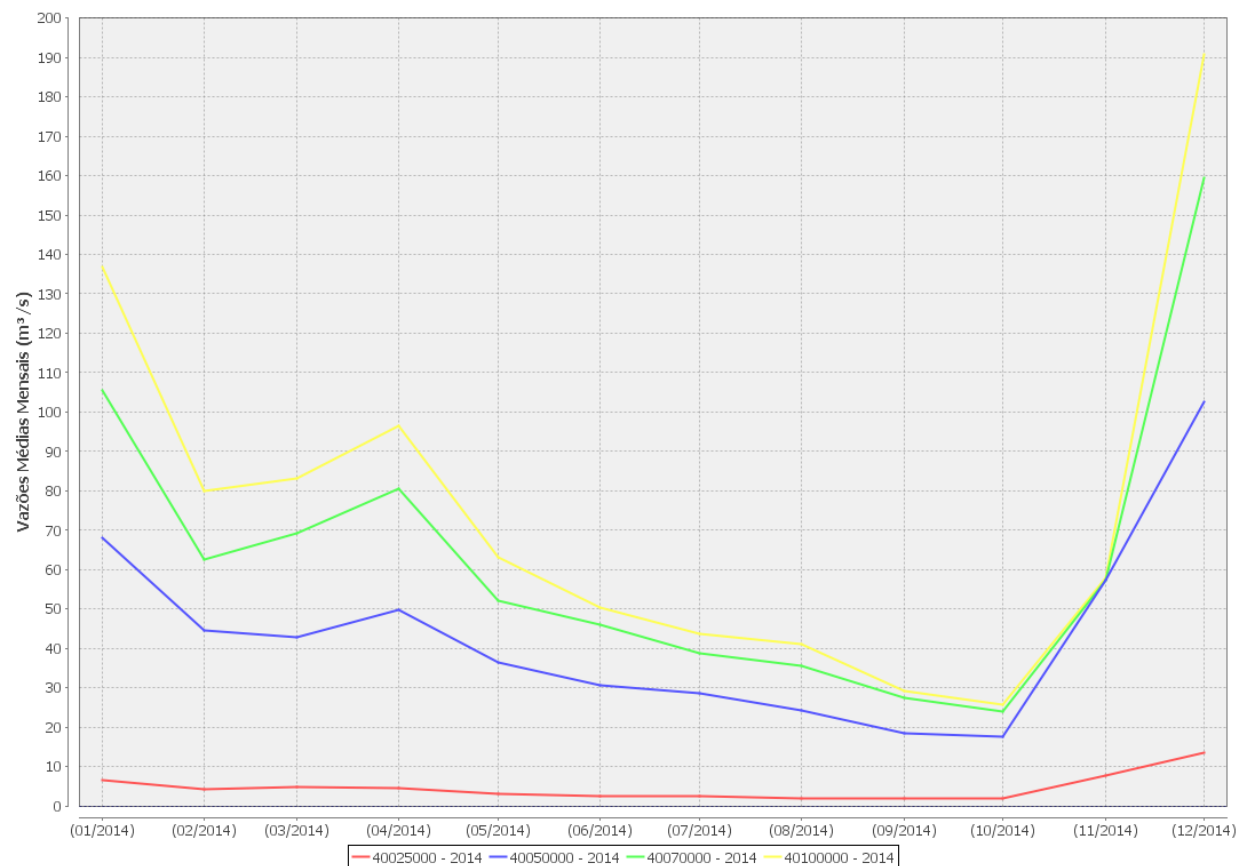


Figura 36. Exemplo de gráfico de vazões médias mensais versus tempo.

qq. Vazões específicas médias diárias versus tempo – Evidencia possíveis inconsistências que podem ser mascaradas na análise 1 por conta da diferença na ordem de grandeza entre as estações analisadas. Também pode indicar erros de cotas (Figura 37).

rr. Vazões específicas médias mensais versus tempo – Na análise do comportamento do hidrograma pode ser verificado se as diferenças na vazão específica são justificáveis pelas características da área incremental entre as estações (Figura 38).

ss. Vazões específicas médias versus área de drenagem – Normalmente, pelas condições de altitude, declividade e precipitação, as vazões específicas são inversamente proporcionais à área de drenagem, porém pequenos aumentos de vazão específica com o aumento da área de drenagem devem ser tolerados (Figura 39).

tt. Vazões Específicas Diárias para Diversas Permanências Versus Área de Drenagem. – Nesta análise, pode ser verificada a necessidade de revisão dos tramos inferior ou superior da curva-chave traçada referente a determinado ano, uma vez que é esperado que as vazões específicas para qualquer permanência diminuam com o aumento da área de drenagem (Figura 40).

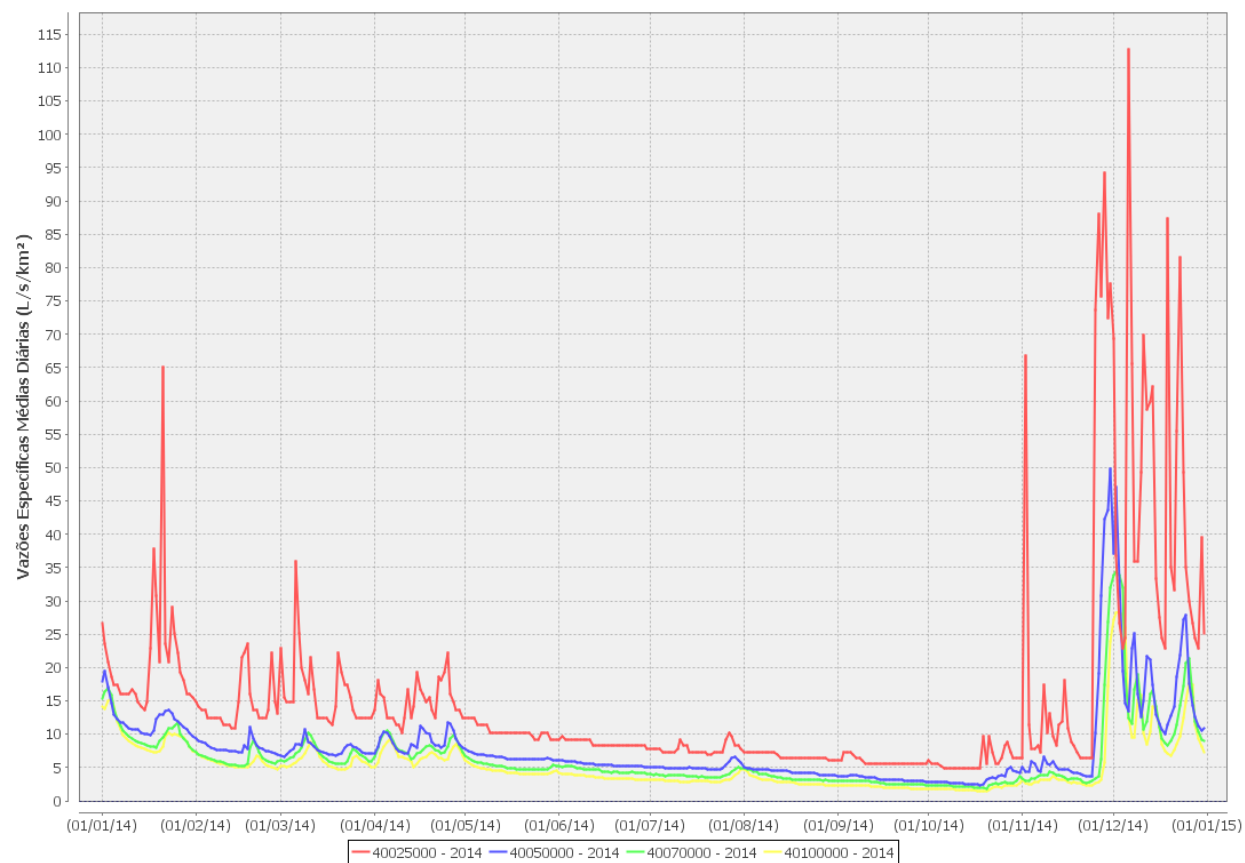


Figura 37. Exemplo de gráficos de vazões específicas médias diárias versus tempo.

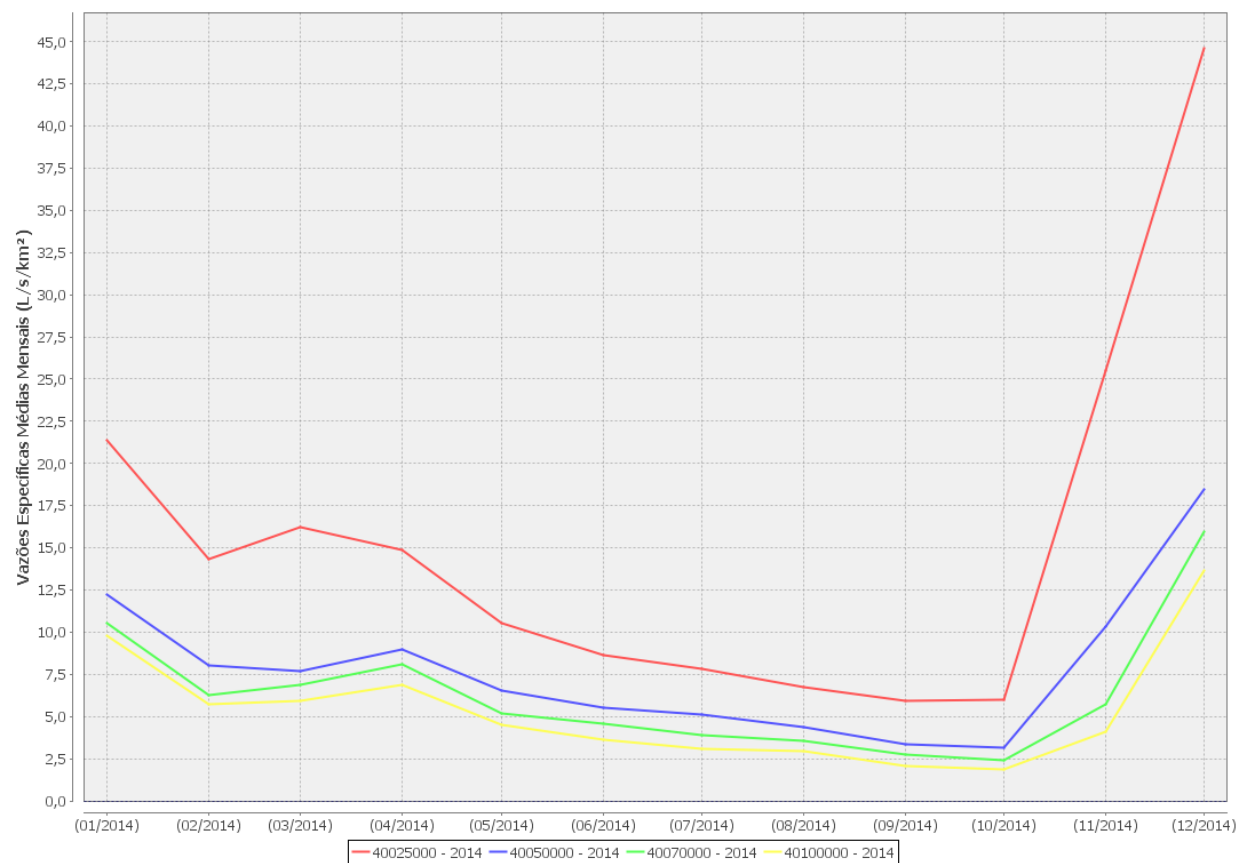


Figura 38. Exemplo de gráficos de vazões específicas médias mensais versus tempo.

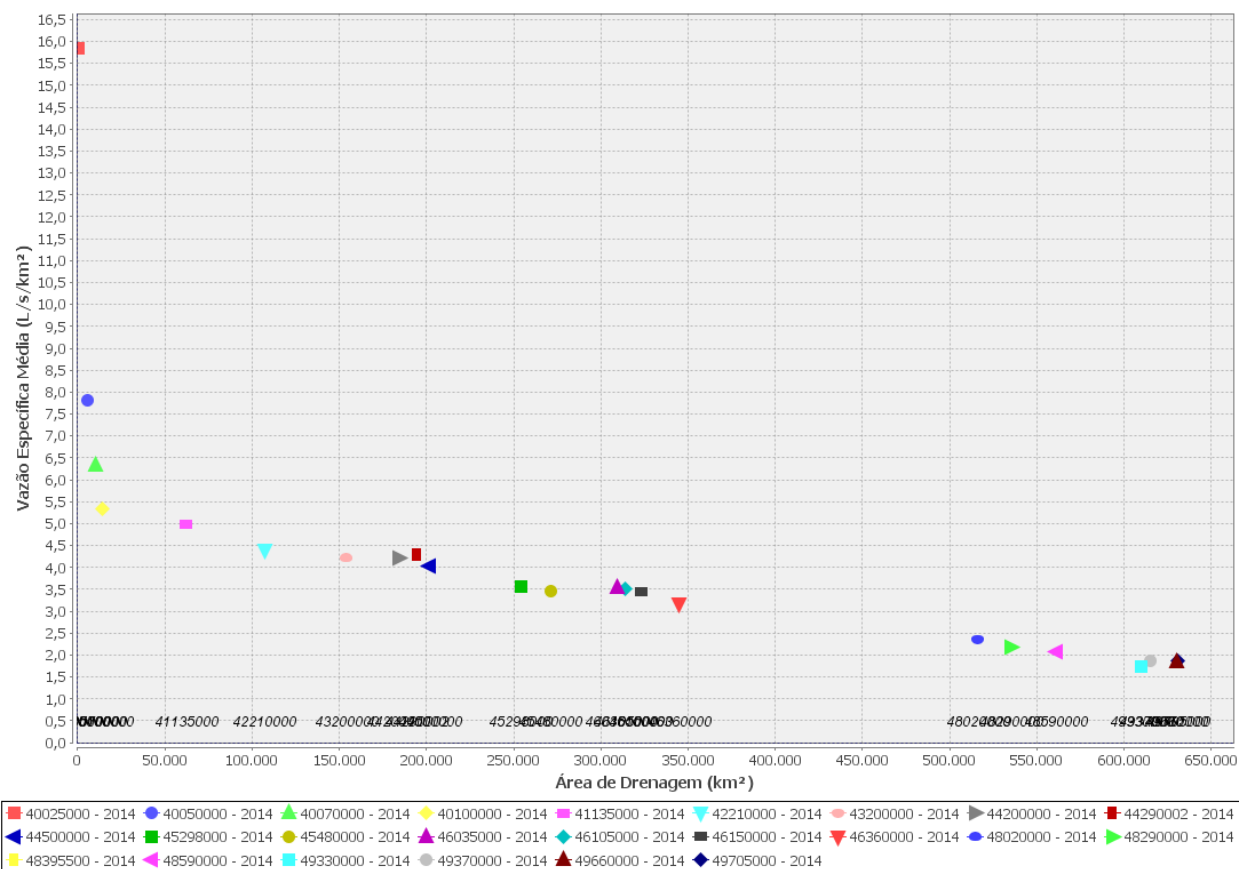


Figura 39. Exemplo de gráfico de vazões específicas médias versus área de drenagem

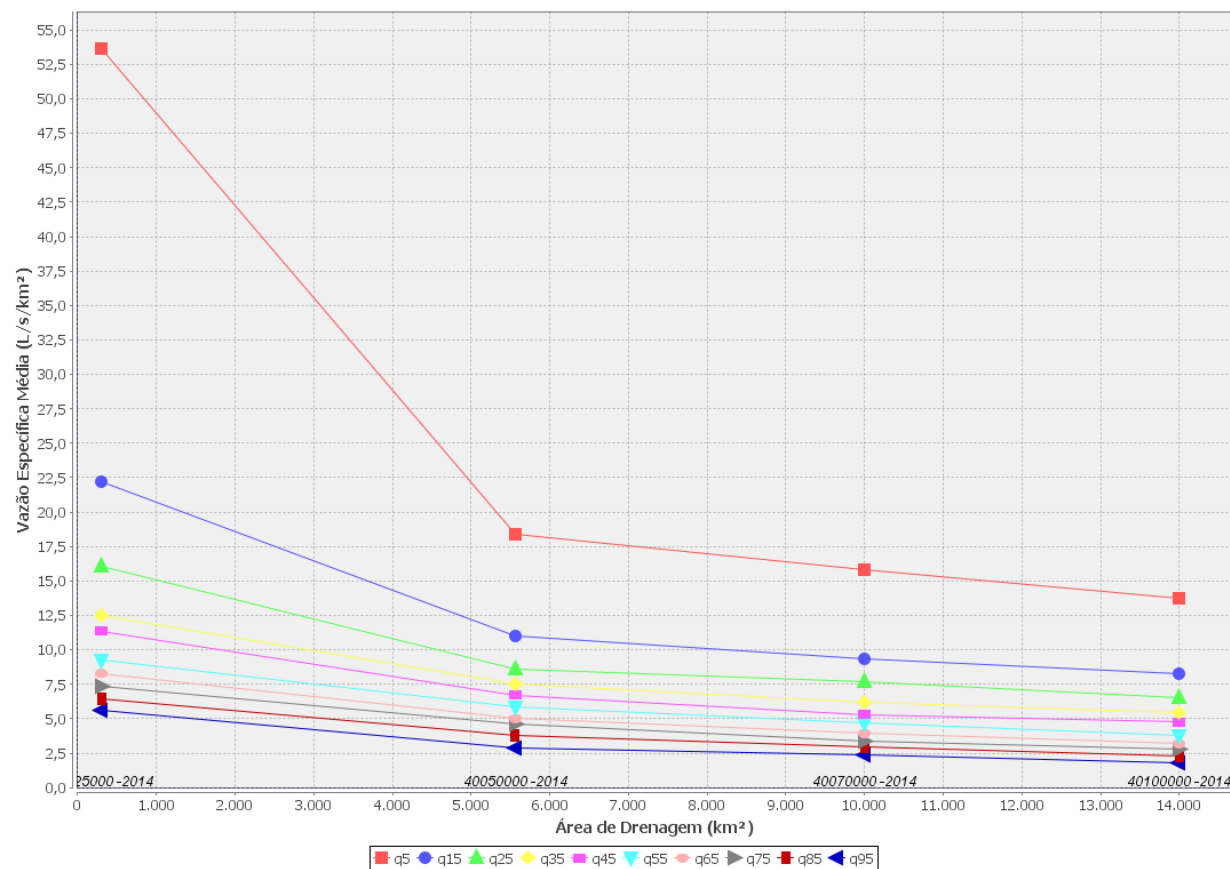


Figura 40. Exemplo de gráfico de vazões específicas diárias para diversas permanências versus área de drenagem.

uu. Vazões Específicas Mensais para Diversas Permanências Versus Área de Drenagem. – Nesta análise, pode ser verificada a necessidade de revisão dos ramos inferior ou superior da curva-chave traçada referente a determinado período de observação, uma vez que é esperado que as vazões específicas para qualquer permanência diminuam com o aumento da área de drenagem (Figura 41).

vv. Vazões Médias Mensais (Incremental Negativo – Incrementais Mensais). – Nesta análise podem ser identificados possíveis erros grosseiros, uma vez que normalmente a vazão média mensal em um mesmo curso d'água aumenta de montante para jusante, não assumindo, portanto, valores negativos de incrementais mensais de vazão (Figura 42).

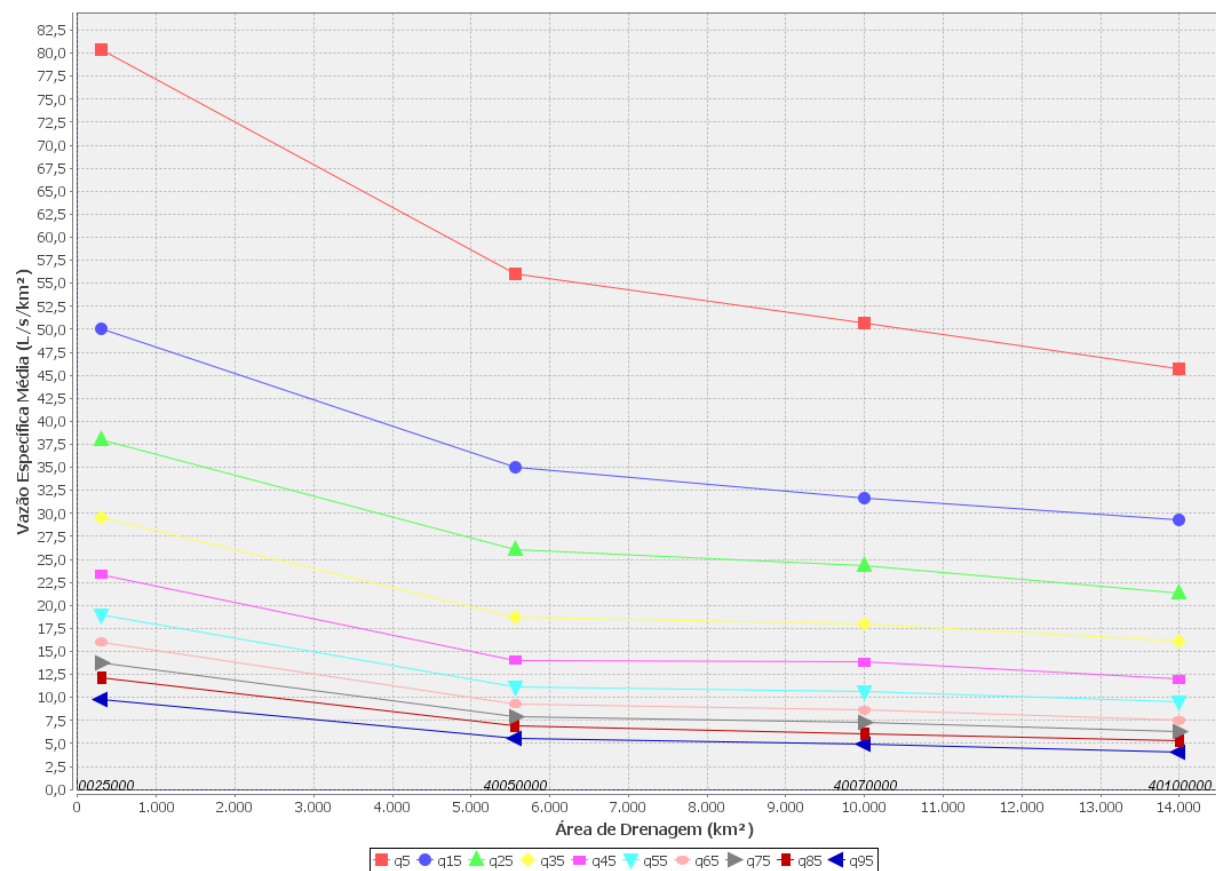


Figura 41. Exemplo de gráfico de vazões específicas mensais para diversas permanências versus área de drenagem.

Vazões Médias Mensais (Incremental Negativo – Incrementais Mensais) - Incremental Negativo (Percentual) - 40050000-40070000												
	Ausência de Dados	Acima da Média + 1DP	Abaixo da Média - 1DP	Valor Negativo								
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965										34,0	36,0	19,0
1966	32,0	35,0	30,0	36,0	38,0	37,0	35,0	34,0	33,0	37,0	41,0	32,0
1967	42,0	42,0	23,0	40,0	37,0	36,0	33,0	32,0	30,0	27,0	36,0	34,0
1968	37,0	37,0	52,0	46,0	46,0	48,0	50,0	47,0	39,0	37,0	37,0	30,0
1969	29,0	47,0	40,0	34,0	35,0	33,0	29,0	28,0	28,0	33,0	42,0	47,0
1970	44,0	51,0	49,0	42,0	43,0	42,0	41,0	37,0	48,0	40,0	38,0	45,0
1971	28,0	21,0	41,0	36,0	28,0	28,0	29,0	27,0	21,0	30,0	36,0	44,0
1972	44,0	34,0	32,0	35,0	30,0	30,0	30,0	28,0	28,0	40,0	36,0	41,0
1973	39,0	40,0	37,0	35,0	38,0	36,0	37,0	36,0	33,0	43,0	48,0	39,0
1974	41,0	40,0	30,0	38,0	33,0	31,0	34,0	33,0	29,0	42,0	43,0	33,0
1975	45,0	25,0	36,0	44,0	40,0	34,0	35,0	35,0	35,0	36,0	12,0	40,0
1976	37,0	26,0	30,0	34,0	31,0	38,0	36,0	37,0	30,0	38,0	33,0	39,0
1977	35,0	38,0	35,0	35,0	35,0	34,0	33,0	33,0	32,0	32,0	38,0	42,0
1978	39,0	39,0	38,0	40,0	40,0	42,0	38,0	37,0	38,0	41,0	22,0	41,0
1979	38,0	35,0	54,0	45,0	39,0	40,0	40,0	37,0	35,0	38,0	35,0	21,0
1980	19,0	49,0	41,0	32,0	39,0	40,0	42,0	38,0	37,0	36,0	48,0	42,0
1981	38,0	45,0	32,0	45,0	39,0	45,0	43,0	40,0	39,0	44,0	50,0	29,0
1982	36,0	56,0	37,0	51,0	44,0	45,0	46,0	42,0	40,0	32,0	28,0	43,0
1983	57,0	50,0	44,0	43,0	46,0	41,0	41,0	43,0	41,0	46,0	43,0	33,0
1984	47,0	42,0	40,0	38,0	37,0	36,0	33,0	33,0	36,0	39,0	32,0	43,0
1985	30,0	55,0	43,0	42,0	40,0	39,0	37,0	36,0	34,0	34,0	31,0	21,0
1986	41,0	40,0	40,0	40,0	38,0	36,0	35,0	32,0	30,0	27,0	32,0	16,0
1987	40,0	40,0	35,0	40,0	38,0	37,0	36,0	33,0	32,0	32,0	38,0	44,0
1988	43,0	37,0	42,0	36,0	37,0	36,0	33,0	30,0	27,0	25,0	39,0	33,0
1989	35,0	34,0	37,0	36,0	35,0	33,0	31,0	32,0	31,0	30,0	35,0	37,0
1990	38,0	39,0	32,0	31,0	31,0	29,0	28,0	25,0	28,0	22,0	26,0	28,0
1991	41,0	49,0	36,0	37,0	42,0	40,0	39,0	37,0	34,0	40,0	33,0	33,0
1992	15,0	50,0	47,0	42,0	41,0	40,0	38,0	40,0	39,0	39,0	49,0	42,0
1993	44,0	27,0	45,0	39,0	42,0	42,0	41,0	40,0	40,0	38,0	40,0	42,0
1994	37,0	48,0	38,0	40,0	43,0	42,0	42,0	39,0	37,0	25,0	30,0	45,0
1995	35,0	28,0	47,0	39,0	40,0	40,0	39,0	36,0	32,0	36,0	42,0	38,0
1996	45,0	39,0	31,0	36,0	37,0	36,0	36,0	35,0	31,0	33,0	40,0	39,0
1997	41,0	46,0	45,0	43,0	44,0	43,0	40,0	38,0	35,0	38,0	30,0	43,0
1998	43,0	35,0	44,0	42,0	42,0	42,0	39,0	38,0	33,0	29,0	42,0	42,0
1999	41,0	32,0	46,0	43,0	42,0	41,0	39,0	37,0	36,0	36,0	55,0	56,0
2000	41,0	44,0	46,0	45,0	46,0	45,0	44,0	42,0	39,0	36,0	40,0	43,0
2001	34,0	34,0	38,0	42,0	37,0	37,0	33,0	32,0	38,0	45,0	45,0	43,0
2002	55,0	30,0	47,0	41,0	37,0	37,0	35,0	33,0	31,0	23,0	41,0	34,0
2003	25,0	35,0	35,0	35,0	36,0	35,0	34,0	31,0	33,0	25,0	23,0	40,0
2004	38,0	29,0	52,0	48,0	43,0	43,0	42,0	38,0	30,0	26,0	29,0	15,0
2005	40,0	46,0	47,0	43,0	44,0	41,0	39,0	34,0	29,0	32,0	38,0	40,0
2006	36,0	36,0	50,0	49,0	42,0	40,0	37,0	32,0	29,0	38,0	53,0	51,0
2007	33,0	49,0	47,0	42,0	44,0	43,0	41,0	38,0	30,0	23,0	27,0	40,0
2008	26,0	45,0	41,0	44,0	43,0	41,0	41,0	38,0	40,0	43,0	40,0	34,0
2009	37,0	38,0	48,0	41,0	43,0	42,0	42,0	41,0	40,0	41,0	48,0	45,0
2010	43,0	42,0	38,0	43,0	41,0	38,0	36,0	32,0	27,0	49,0	51,0	57,0
2011	41,0	45,0	35,0	48,0	43,0	41,0	40,0	38,0	32,0	39,0	41,0	52,0
2012	20,0	35,0	44,0	45,0	40,0	42,0	38,0	36,0	30,0	31,0	44,0	43,0
2013	46,0	47,0	36,0	43,0	34,0	39,0	34,0	32,0	29,0	36,0	12,0	40,0
2014	36,0	29,0	38,0	38,0	30,0	33,0	27,0	32,0	32,0	26,0	0,00	36,0
Média	37,7	39,5	40,2	40,4	39,0	38,6	37,2	35,4	33,6	34,8	36,6	38,2
Mínimo	15,0	21,0	23,0	31,0	28,0	28,0	27,0	25,0	21,0	22,0	12,0	15,0
Máximo	57,0	56,0	54,0	51,0	46,0	48,0	50,0	47,0	48,0	49,0	55,0	57,0
Desvio Padrão	7,97	8,10	6,79	4,54	4,47	4,40	4,75	4,36	4,89	6,58	10,5	9,04
Coef. Variação(%)	21,2	20,5	16,9	11,2	11,5	11,4	12,8	12,3	14,5	18,9	28,8	23,7
Média - 1DP	29,7	31,4	33,4	35,9	34,6	34,2	32,4	31,0	28,7	28,3	26,0	29,1
Média + 1DP	45,7	47,6	47,0	45,0	43,5	42,9	41,9	39,8	38,5	41,4	47,1	47,2
Estação	Nome	Rio	UF	Município	Área de Dr...	Diferença ...	Desvio Ab...	Somatório...	Tolerância...			
40070000	PONTE D...	RIO SÃO F...	MG	MOEMA	10.000	44,4	4,00	9,00	0,00			
40050000	IGUATAMA	RIO SÃO F...	MG	IGUATAMA	5.560	44,4	5,00	9,00	0,00			

Figura 42. Exemplo de tabela com resultados de cálculo de incrementais mensais de vazão.

ww. Teste de Continuidade de Vazões Médias Mensais. – Indica os meses em que a relação entre as estações fugiu ao padrão e possíveis problemas com a curva-chave (Figura 43).

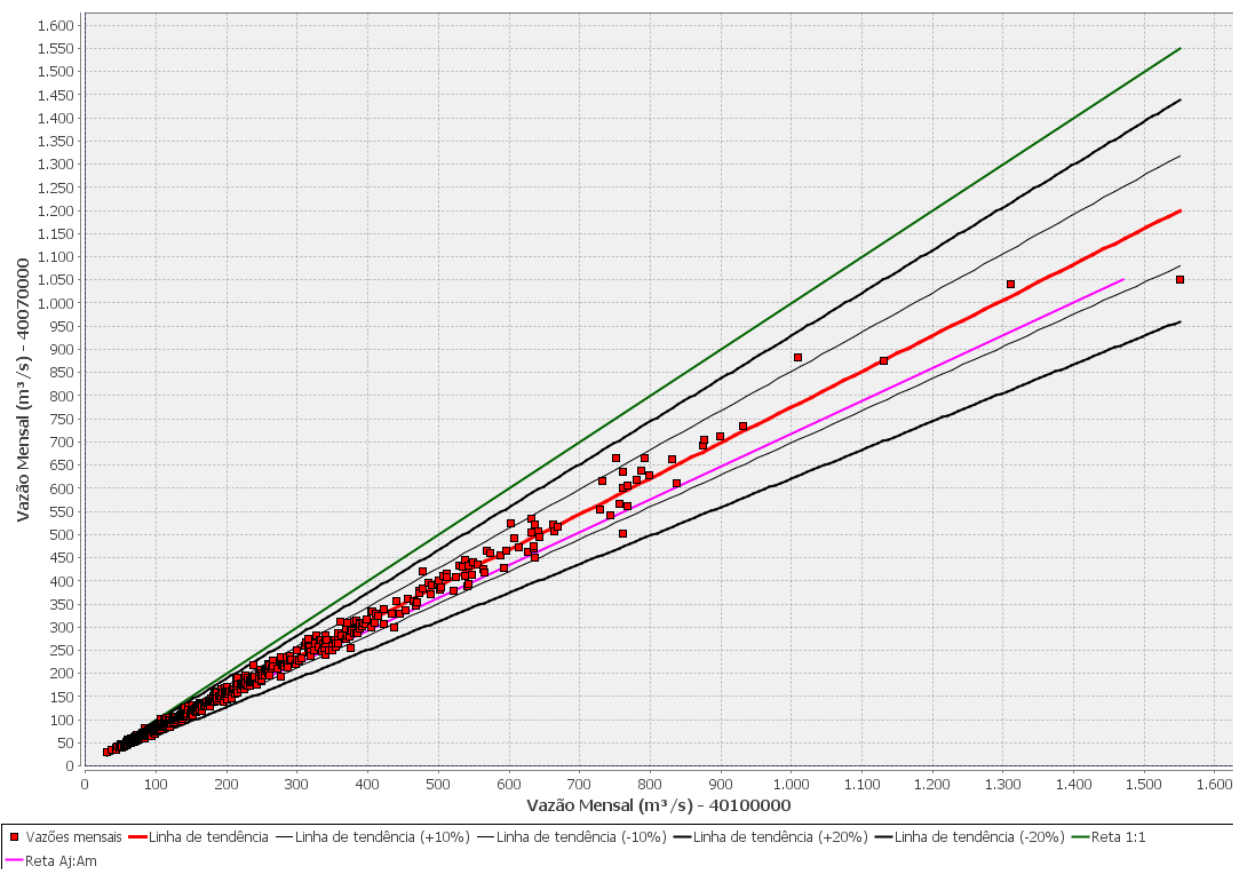


Figura 43. Exemplo de gráfico do teste de continuidade de vazões médias mensais.

xx. Curvas de Permanência de Vazões Médias Diárias. – Ressalta possíveis deficiências na curva-chave referente a determinado ano (Figura 44).

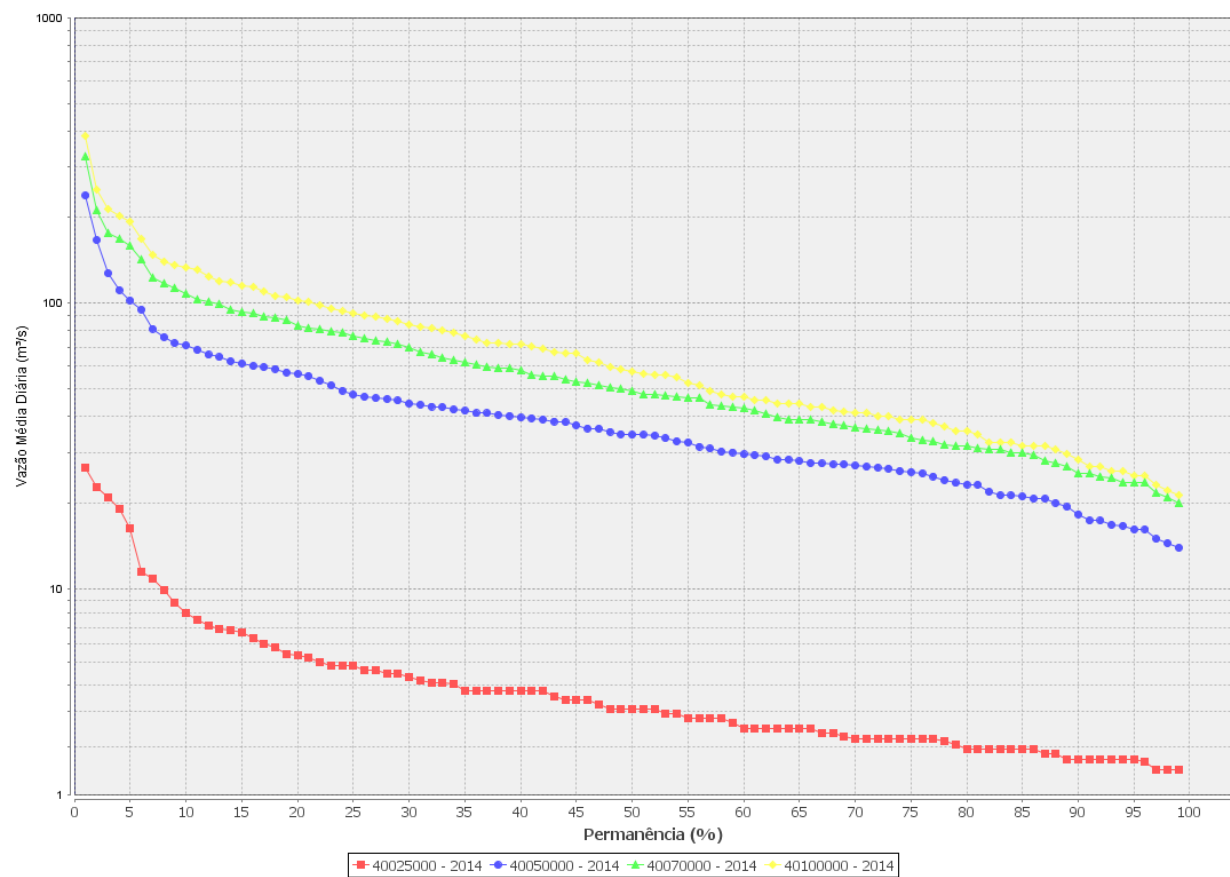


Figura 44. Exemplo de gráfico de curvas de permanência de vazões médias diárias.

yy. Curvas de Permanência de Vazões Médias Mensais. – Ressalta possíveis deficiências nas curvas-chave referentes ao período total de observação (Figura 45).

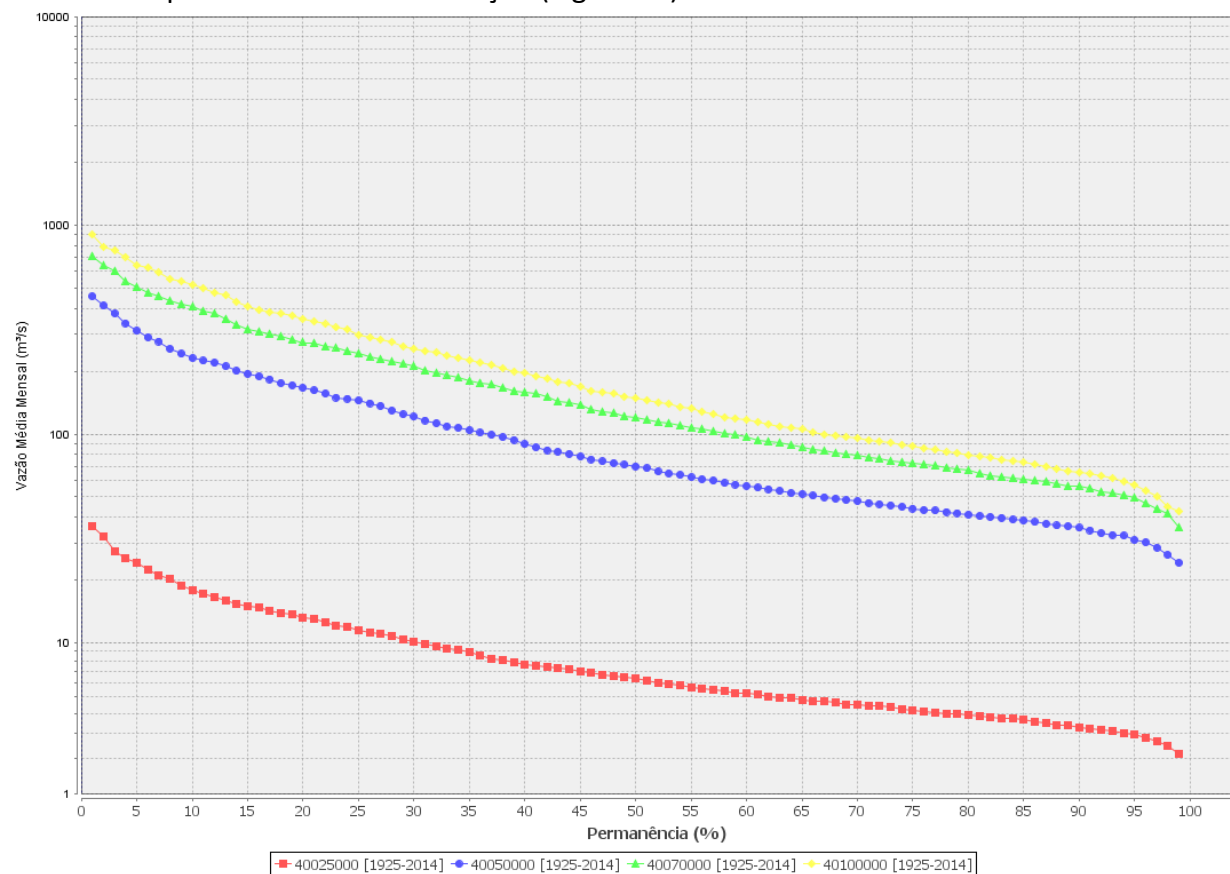


Figura 45. Exemplo de gráfico de curvas de permanência de vazões médias mensais.

zz. Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Diárias. – Ressalta possíveis deficiências na curva-chave referente a determinado ano (Figura 46).

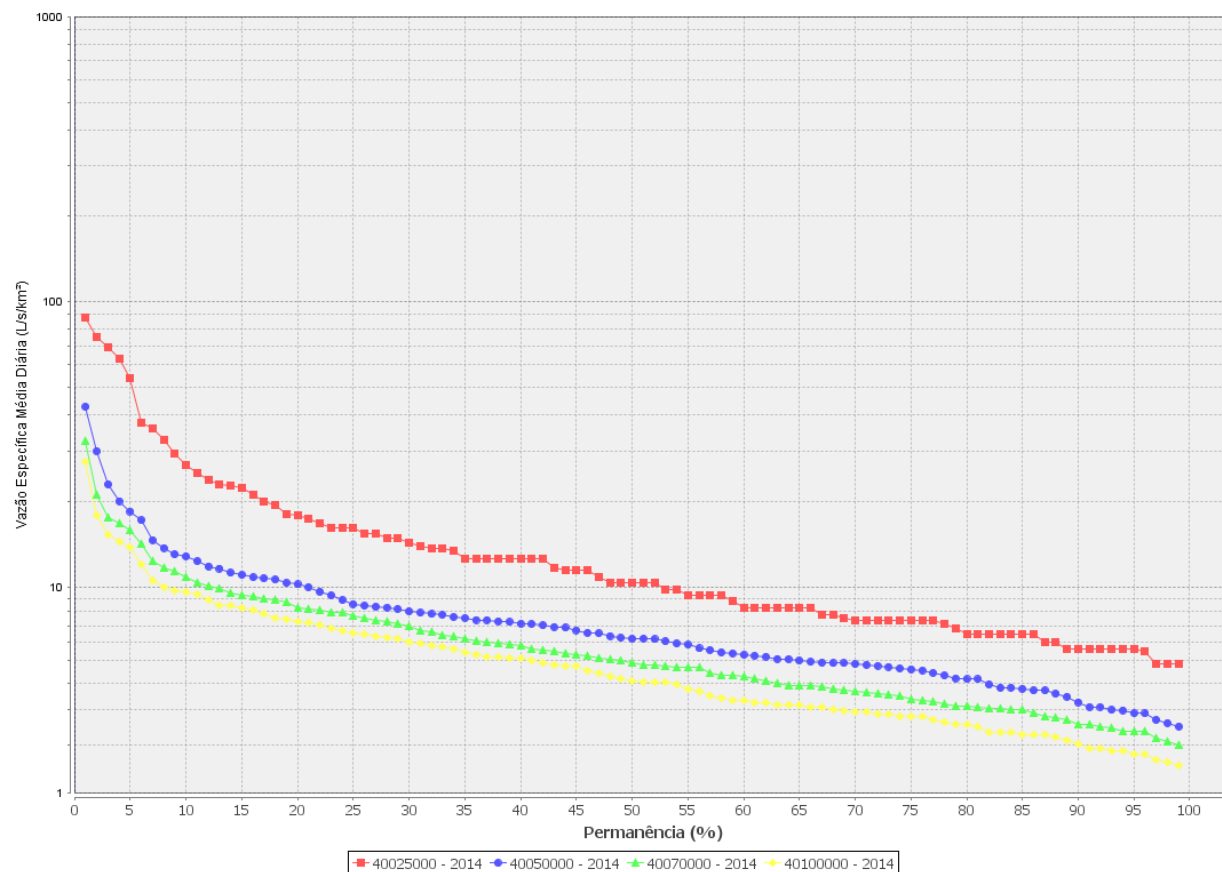


Figura 46. Exemplo de gráfico de curvas de permanência de vazões específicas médias diárias.

aaa. Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Mensais. – Ressalta possíveis deficiências nas curvas-chave referentes ao período total de observação (Figura 47).

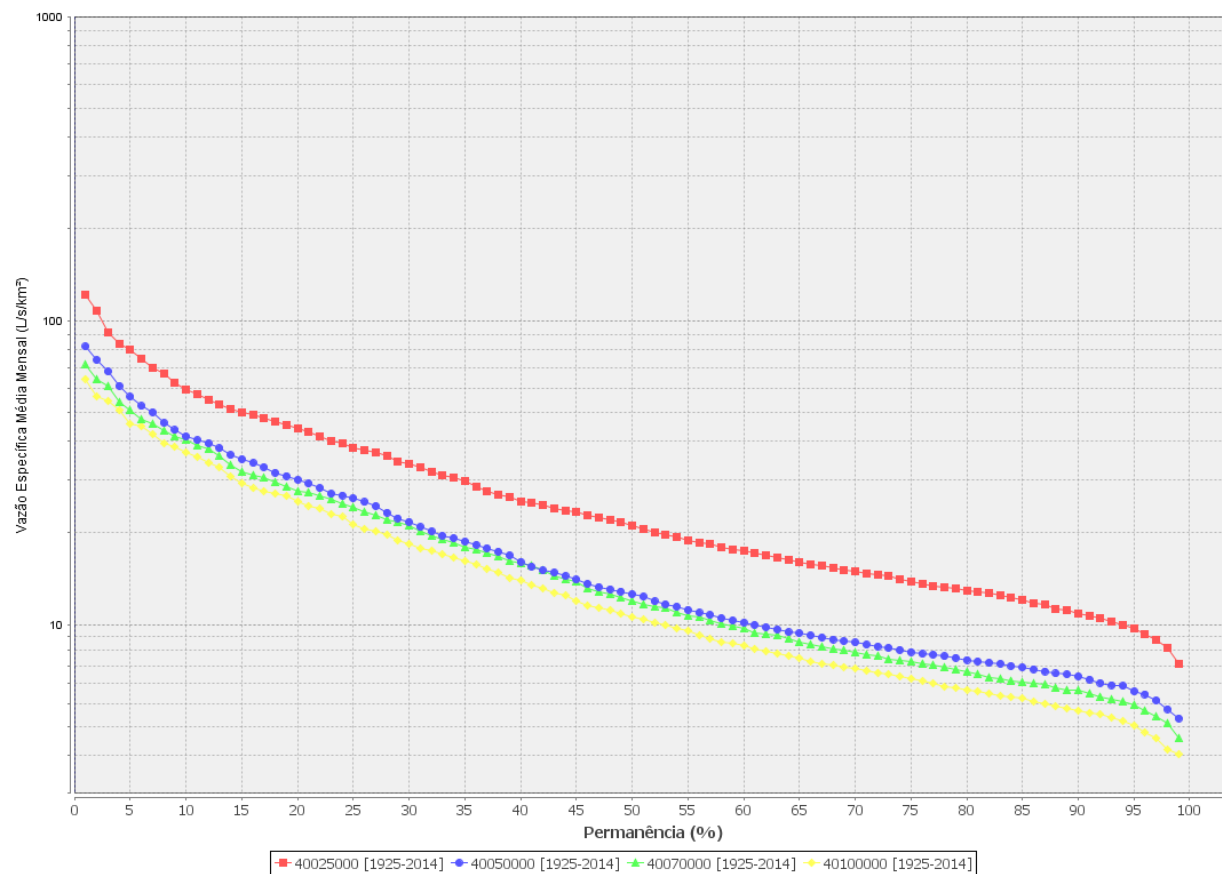


Figura 47. Exemplo de gráfico de curvas de permanência de vazões específicas médias mensais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1.1. Devem ser apresentados observações e comentários sobre as análises realizadas para cada uma das estações ao longo do relatório de análise de consistência.

- 4.1.2. Os relatórios parciais de consistências de dados fluviométricos para cada uma das Regiões Hidrográficas devem apresentar recomendações às equipes de campo e de escritório responsáveis pela operação da rede de monitoramento da ANA, de modo a melhorar a qualidade do dado bruto que está sendo coletado e que foi objeto de análise.
- 4.1.3. Os relatórios devem ser acompanhados dos seguintes documentos e/ou arquivos, dentre outros julgados pertinentes:
- a. Banco de dados, no formato Hidro, com registros consolidados. Quando for pertinente, deve-se disponibilizar os registros brutos que eventualmente tenham sido alterados pela Empresa.
 - b. Todos os arquivos pertinentes associados à memória técnica do trabalho realizado.
 - c. Diagrama unifilar.
 - d. Mapas da bacia hidrográfica.
 - e. Planilhas utilizadas para análise de cotas.
 - f. Planilhas utilizadas para análise e traçado de curvas-chave.
 - g. Planilhas utilizadas para análise de vazões.
 - h. Programas computacionais utilizados.
 - i. Resultados do Sistema para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH).

5. BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

ACRE. Ministério Público. **Caracterização socioambiental das bacias hidrográficas do Estado do Acre**. [S.l.: s.n.], 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas Brasil Abastecimento Urbano de Água**. Brasília: ANA, 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>> Acesso em: 05 abr. 2021.

_____. **Diretrizes e análises recomendadas para a consistência de dados fluviométricos**. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/Diretrizes Analises Recomendadas Consistencia de Dados Fluviometricos.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/Diretrizes_Analises_Recomendadas_Consistencia_de_Dados_Fluviometricos.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2021.

_____. Cartazes MDA - PRS-01 e MDA - PRS-02, bacia hidrográfica do Purus e interbacia Purus – Juruá, recursos hídricos - disponibilidades e demandas e aspectos econômicos e sociais. In: _____. **Plano estratégico de recursos hídricos da bacia amazônica** - afluentes da margem direita. Brasília: [s.n.], [2011].

_____. **Sistema para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH)**. Brasília: ANA, [2021]. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/sistemas>> Acesso em: 5 abr. 2021.

_____. **Sistema para Gerenciamento de Dados Hidrológicos**. Versão Hidro 1.4, compilação 1.4.0.83. Brasília: ANA, [2021]. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>>. Acesso em: 5 abr. 2021.

_____. **Sistema para Visualização de Fichas de Campo**. Brasília: ANA, [2010]. Permite acesso a quase dois milhões de cópias eletrônicas de fontes primárias de registros de séries históricas de dados da rede hidrometeorológica da ANA. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/fichadecampo/>>. Acesso em: 05 abr. 2021.

ARCEMENT, G. J. Jr.; SCHNEIDER, V. R. **Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains**. Metric version. [S.l.]: U.S. Government Printing Office, 1989. (Water Supply Paper 2339). Disponível em: <<http://www.fhwa.dot.gov/bridge/wsp2339.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2021.

BARNES J.R., Harry H. **Roughness characteristics of natural channels**. Washington: U.S. Government Printing Office, 1967. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/wsp/wsp_1849/pdf/wsp_1849_h.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2021.

CHANSON, Hubert. **The hydraulics of open channel flow: an introduction**. 2nd ed. [S.l.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.

CHOW, Ven Te. **Handbook of applied hydrology**. [S.l.]: MacGraw-Hill, 1964.

CHOW, Ven Te. **Applied hydrology**. [S.l.]: MacGraw-Hill, 1988. (McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Volume 1 – calibragem de parte da bacia hidrográfica do rio Purus na Amazônia. In: _____. **Modelo SSARR – uso e aplicações**. Brasília: [s.n.], 1979.

_____. **Sistemática para análise de consistência de dados fluviométricos**. Brasília: [s.n.], 1982.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Edgar Blucher, 1988.

GOOGLE. **Google Earth**, 7.3.3. [S.l. : s.n.], [2021]. Disponível em: < <http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>> Acesso em: 5 abr. 2021.

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 em: 5 abr. 2021.

_____. **How to extrapolate rating curve.** New Delhi: Hydrology Project, 1999. Disponível em: <<http://nhp.mowr.gov.in/Docs/HP-2/Manuals/WaterLevel-31Howtoextrapolate.pdf>> Acesso em: 5 abr. 2021.

_____. **How to validate rating curve.** New Delhi: Hydrology Project, 1999. Disponível em: <<http://nhp.mowr.gov.in/Docs/HP-2/Manuals/WaterLevel-30HOWTOVALIDATERAT.pdf>> Acesso em: 5 abr. 2021.

JACCON, G.; CUDO, K.J. **Curva-chave.** Análise e traçado. Brasília: [s.n.], 1989.

KENNEDY, E.J. **Discharge Ratings at Gaging Stations.** Washington: U.S. Government Printing Office, 1984. (Techniques of Water-Resource Investigation Series, 03-A10). Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/twri/twri3-a10/>>. Acesso em: 5 abr. 2021.

LOPES, W. T. A. ; Lemos, G.M. ; SILVA, L. R. S. ; Silva, M.C.A.M. ; PISCOYA, R.C.C.C. ; GOMES, A. O. ; SANTOS, A. G. . Sistema para análise de dados hidrológicos. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves - RS. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013.

MICROSOFT **Office package.** 2007. [S.l. : s.n.], [2007].

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (Brasil). **Relatório de análise dos dados fluviométricos.** Bacia do rio Paranaíba. [S.l.: s.n.], 2004.

_____. **Relatório de análise dos dados fluviométricos.** Bacia do rio São Francisco. [S.l.: s.n.], 2004.

_____. **Relatório de análise dos dados fluviométricos.** Bacias do rio Paraíba do Sul e ribeirão das Lajes. [S.l.: s.n.], 2008.

_____. **Relatório de análise dos dados fluviométricos.** Bacias dos rios Parnaíba, Jequitinhonha e Doce. [S.l.: s.n.], 2008.

PEREIRA FILHO, D.L.B.; SANTOS, I.; FILL, H.D.A. Sistema de ajuste e extrapolação de curva de descarga – STEVENS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABRH, 2003.

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: 5 abr. 2021.

ROBERSON, John A.; CASSIDY, John J.; CHAUDHRY, M. Hanif. **Hydraulic Engineering.** 2. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 1998.

SAUER, V.B. **Standards for the analysis and processing of surface-water data and information using electronic methods.** Reston: U.S. Geological Survey, 2002. (Water-Resources Investigations Report 2001-4044). Disponível em: <<http://water.usgs.gov/osw/pubs/WRIR01-4044.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2021.

SCHMIDT, A.R. **Analysis of stage-discharge relations for open-channel flow and their associated uncertainties**. Illinois :University of Illinois, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/236847190_Analysis_of_Stage-Discharge_Relations_for_Open-Channel_Flows_and_Their_Associated_Uncertainties>. Acesso em: 5 abr. 2021.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, R.L. **Análise de consistência de dados fluviométricos**. Porto Alegre: IPH – UFRGS, 1985. (Série Recursos Hídricos, 14).