

# ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

## RELATÓRIO 4

Área de Atuação da Superintendência  
Regional da CPRM de Belo Horizonte

2014



**CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL**

**RELATÓRIO 4**

**Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo  
Horizonte**

**BELO HORIZONTE  
AGOSTO/2014**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Ministro de Estado**

Edison Lobão

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

**Diretor Presidente**

Manoel Barreto da Rocha Neto

**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Thales de Queiroz Sampaio

**Chefe do Departamento de Hidrologia**

Frederico Cláudio Peixinho

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE**

**Superintendente Regional**

Marcelo de Araújo Vieira

**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

Márcio de Oliveira Cândido

**Supervisora de Hidrologia**

Elizabeth Guelman Davis

## **CRÉDITOS**

### **Equipe Técnica**

Ader Antônio Silva – Alimentador de Base de Dados

Alessandro José da Silva – Técnico em Geociências

Alice Silva de Castilho – Pesquisadora em Geociências - M. Sc.

Éber José de Andrade Pinto – Pesquisador em Geociências - D. Sc.

Elizabeth Guelman Davis – Pesquisadora em Geociências

Fernando Silva Rego – Pesquisador em Geociências - M. Sc.

Ivete Souza de Almeida – Técnica em Geociências

Márcio de Oliveira Cândido – Pesquisador em Geociências - M. Sc.

Maurina Soares Siqueira de Freitas – Técnica em Geociências

### **Equipe de Campo**

Alexandre Henrique, Altamir Texeira da Gama, Avilmar Gomes de Assis, Breno Guerreiro da Motta, Carlos Rubens G. Pereira, Emilia Yumi Kawaguchi, Francisco Magela Dias, Frederico Ernesto C. Carvalho, Gerson Lima Alves, Gesler Ferreira, Gustavo Guedes de Faria Cruz, Helton Roberto Gomes de Sousa, João de Matos Leão, José Ismael Bento, José Júlio de Souza, Moacyr Francisco Cândido, Oscar Alves da Silva, Oscar João Reis Martinelli, Rodney Geraldo do Nascimento, William Jhones Guimarães Assis

### **Foto da Capa**

Rio das Velhas em Honório Bicalho por Alice Silva de Castilho

## Sumário

1	Apresentação .....	5
2	Introdução.....	6
3	Metodologia .....	8
4	Resultados .....	10
4.1	Análise das precipitações .....	10
4.2	Análise das vazões.....	13
4.2.1	Vazões observadas em junho de 2014.....	13
4.2.2	Vazões medidas em julho de 2014.....	24
4.2.3	Prognóstico das vazões de estiagem.....	32
4.2.4	Simulação de cenários futuros de precipitação .....	32
4.3	Programação da campanha de medição de vazões de agosto de 2014 .....	42
5	Considerações Finais .....	46
6	Referências Bibliográficas .....	49
	ANEXO I – Gráfico de vazão medida x cota .....	50
	ANEXO II – Prognóstico de vazões de estiagem.....	69

## 1 Apresentação

A água, um recurso natural de valor incalculável para a humanidade, cria imensos desafios quando se observam situações relacionadas com a ocorrência de eventos extremos como as secas e as inundações. Eventos deste tipo geram conflitos e degradam substancialmente a vida das populações.

Em períodos de estiagem pronunciada é extremamente importante que a sociedade brasileira e as autoridades tenham instrumentos para gerenciar possíveis situações de escassez de água. Um destes instrumentos é o conhecimento da quantidade realmente disponível atualmente e a possibilidade de fazer prognósticos da situação futura.

Nos meses de janeiro a março de 2014, em grande parte do sudeste brasileiro, as chuvas foram bem abaixo da média histórica, indicando que durante o período seco do ano, nos meses de maio a setembro, poderão ser registrados níveis e vazões mínimas recordes nos principais rios da região.

Consciente desta situação, o Serviço Geológico do Brasil, em consonância com a sua missão de gerar e difundir conhecimento hidrológico e, em parceria com Agência Nacional de Águas (ANA), alteraram o planejamento de operação da rede Hidrometeorológica Nacional para acompanhar este período de estiagem. O replanejamento da operação da rede Hidrometeorológica Nacional permitiu o remanejamento das equipes de campo para realizar as medições extras de vazões mínimas.

A obtenção das vazões mínimas e o acompanhamento dos níveis dos rios possibilitará que se analise e se registre para as gerações futuras este período que talvez seja excepcional. Bem como, contribuirá bastante para melhorar a definição do ramo inferior das curvas chave das estações fluviométricas monitoradas, diminuindo as incertezas na estimativa das vazões a partir das cotas dos níveis dos rios.

A CPRM-Serviço Geológico do Brasil publica o quarto volume de uma série de relatórios demonstrando a situação atual das vazões e/ou níveis dos principais rios da região sudeste e, em alguns casos, efetuando prognósticos da situação futura. A divulgação dessas informações permitirá que os diversos setores que necessitam da água (abastecimento público, energia, agricultura etc) possam utilizá-las para se planejarem.

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe do Departamento de Hidrologia

## 2 Introdução

A CPRM-Serviço Geológico do Brasil opera há mais de 40 anos cerca de 75% da rede básica nacional de responsabilidade da ANA-Agência Nacional de Águas. A Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte-SUREG/BH, por sua vez, é responsável pela operação da rede nas seguintes sub-bacias:

- sub-bacia 40 – Área de drenagem do Alto São Francisco até a barragem de Três Marias, inclusive;
- sub-bacia 41 – Área de drenagem compreendida entre a barragem de Três Marias, exclusive, e a confluência do rio das Velhas, inclusive;
- sub-bacia 42 – Área de drenagem compreendida entre a confluência do rio das Velhas, exclusive, e a confluência do rio Urucuia, inclusive;
- sub-bacia 43 – Área de drenagem compreendida entre a confluência do rio Paracatu, exclusive, e a confluência do rio Urucuia, inclusive;
- sub-bacia 44 – Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Urucuia, exclusive, e a confluência do rio Verde Grande, inclusive;
- sub-bacia 45 – Área de drenagem compreendida entre a confluência do rio Verde Grande, exclusive, e a confluência do rio Carinhanha, inclusive (parcialmente);
- sub-bacia 54 – Bacia do rio Jequitinhonha;
- sub-bacia 55 – Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Jequitinhonha, exclusive, e a foz do rio Doce, exclusive;
- sub-bacia 56 – Bacia do rio Doce;
- sub-bacia 57 – Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Doce, exclusive, e a foz do rio Paraíba do Sul, exclusive;
- sub-bacia 60 – Bacia do rio Paranaíba (parcialmente);
- sub-bacia 61 – Bacia do rio Grande (parcialmente).

A Figura 1 apresenta a localização das sub-bacias descritas acima.

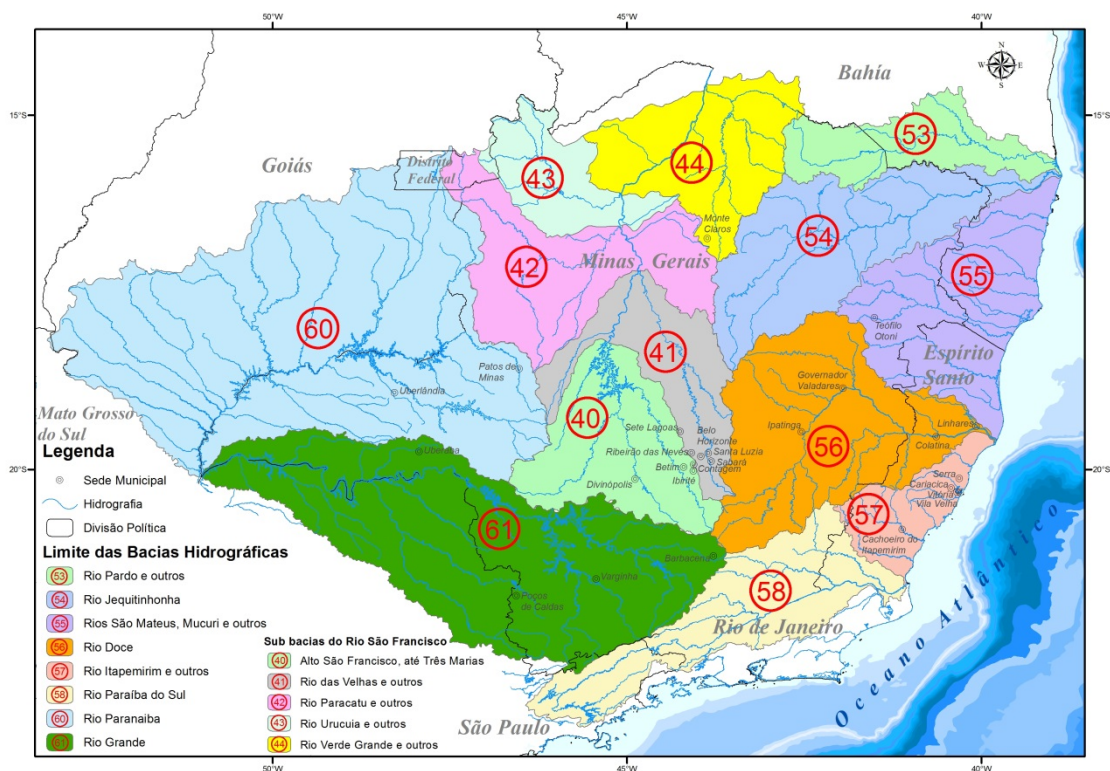


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas relacionadas ao Estado de Minas Gerais.

Na área de atuação da SUREG/BH o ano hidrológico vai de outubro a setembro, sendo o período chuvoso de outubro a março e o seco de abril a setembro. Nos três últimos anos hidrológicos: outubro de 2011 a setembro de 2012, outubro de 2012 a setembro de 2013 e outubro de 2013 em diante, tem sido registradas precipitações abaixo da média histórica. Em função disto, as vazões dos rios nesta região estão muito abaixo das vazões médias já registradas. Estas condições podem acarretar problemas de escassez de água para diversos segmentos econômicos, tais como, abastecimento público e industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, etc.

Assim, a CPRM estabeleceu uma rotina de acompanhamento das chuvas e níveis dos rios nas áreas de atuação das SUREGs de Belo Horizonte e São Paulo para intensificar as medições realizadas para melhor definição do ramo inferior das curvas chaves, bem como estabelecer prognósticos de vazões para o período seco.

Este é o quarto relatório do monitoramento da estiagem de 2014 na Região Sudeste considerando a área de atuação da SUREG/BH e apresenta uma análise das vazões observadas no mês de junho de 2014. Neste volume constam, também, as medições de vazões realizadas durante o mês de julho de 2014 e a programação prevista para a campanha de medições a serem realizadas em agosto de 2014. Além disso, é apresentado um prognóstico de vazões do período de estiagem para algumas estações até o mês de setembro de 2014, bem como uma análise de cenários futuros de precipitação.

O relatório é composto por esta Introdução, a descrição da Metodologia, apresentação dos Resultados, Considerações Finais e Anexos.



### 3 Metodologia

A metodologia utilizada foi proposta pelo pesquisador Éber José de Andrade Pinto e submetida ao DEHID no início de abril de 2014 e encontra-se apresentada na íntegra no ANEXO I do Relatório 1 (CPRM, 2014).

O objetivo da metodologia é definir as regiões prioritárias para a realização de medições extras de vazões na área de atuação da SUREG/BH, bem como indicar possibilidades de replanejamento de operação da rede hidrometeorológica nacional e sugestões sobre a forma de divulgação das informações.

Para tanto, o primeiro passo foi comparar os totais anuais de precipitação, dos trimestres chuvosos (outubro/dezembro e janeiro/março) e mensais dos três últimos anos hidrológicos com os totais médios registrados na série histórica.

Identificadas as áreas com precipitações abaixo da média histórica, a metodologia utilizada consistiu em selecionar estações fluviométricas chaves (denominadas estações indicadoras) distribuídas na área de atuação da SUREG/BH para o acompanhamento mensal do monitoramento de cotas e vazões diárias. Na seleção destas estações levou-se em conta: a distribuição espacial, rios com usos mais importantes, regiões de conflito de uso, estações fora da influência de estruturas hidráulicas que regularizam as vazões a jusante, estações de referência para análise de continuidade de vazões e facilidade de obtenção dos dados.

Após as análises descritas nos parágrafos anteriores foram estabelecidas 68 (sessenta e oito) estações fluviométricas chaves, as quais estão apresentadas na Tabela 1 no item 4.2.1. Ressalta-se que as estações fluviométricas indicadoras consistem num indicativo das áreas onde devem ser intensificadas as medições. As medições extras serão realizadas no maior número possível de estações destas áreas.

Assim, ao final de cada mês do período seco será realizada, além da avaliação das precipitações, a análise das vazões mensais nas estações fluviométricas. A análise consiste na comparação da vazão do mês na estação fluviométrica com a:

- Vazão média do mês;
- Vazão mensal com percentil de 10% (10% dos valores da série histórica de vazões são menores que a vazão correspondente ao percentil 10%);
- Vazão mínima medida da série histórica de medições de vazão ou a vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada  $Q_{7,10}$ , a qual é utilizada como vazão de referência para outorga pelo Estado de Minas Gerais.

A comparação foi feita através do cálculo das razões entre a vazão mensal e as três vazões adotadas como referência e indicadas no parágrafo anterior. A razão calculada é analisada graficamente por bacia e espacialmente com o uso de mapas.

A vazão mensal com percentil de 10% é aquela associada a frequência acumulada (Fac) de 10%, ou seja,  $Fac = m/N = 0,10$ , onde  $m$  é o número de ordem e  $N$  o tamanho da amostra. O número de ordem é definido ordenando a série de vazões mensais de forma crescente e atribuindo 1 a menor vazão e  $N$  a maior vazão.

O prognóstico das vazões de estiagem para as estações fluviométricas indicadoras é realizado com um modelo de previsão de vazões de intervalo de tempo mensal válido para o período de estiagem. Este modelo consiste em estabelecer as razões entre as vazões médias mensais de meses subsequentes, por exemplo, a vazão de Maio dividida pela vazão de Abril. Assim, utilizando toda a série histórica de vazões mensais é possível constituir séries de razões entre as vazões de meses subsequentes. A previsão de vazão para o mês subsequente é realizada com a razão mediana. Também foi definido um intervalo de variação desta previsão baseado nas razões calculadas com percentil de 5% e 95%.

Os prognósticos das vazões de estiagem são apresentados em forma gráfica. Nestes gráficos são apresentadas as vazões médias mensais, as vazões observadas em 2014, as vazões previstas até setembro de 2014 e os respectivos limites de 5% e 95% e, também, a vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada  $Q_{7,10}$ , a qual é utilizada como vazão de referência para outorga pelo Estado de Minas Gerais.

Foi feita a simulação de cenários futuros de precipitação. Os cenários estudados consideraram que no ano hidrológico de outubro de 2014 a setembro de 2015 a precipitação seja:

- Igual a média histórica;
- Igual às menores precipitações registradas na série;
- Menor do que as menores precipitações registradas na série.

A partir das séries de precipitações e vazões foi calibrado um modelo de transformação de chuva em vazão. O SMAP, que foi o modelo utilizado, é baseado em reservatórios superficial e subterrâneo. Após a calibração do modelo foram simuladas as vazões para os cenários definidos.

Este estudo foi feito para a estação Honório Bicalho, localizada no rio das Velhas, a montante de uma das maiores captações a fio d'água para abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

## 4 Resultados

Neste capítulo serão apresentadas as seguintes informações:

- Análise de precipitações;
- Análise das vazões:
  - Observadas em junho de 2014 nas estações indicadoras;
  - Medidas em julho de 2014;
- Prognóstico das vazões de estiagem;
- Simulação de cenários futuros de precipitação;
- Programação da próxima campanha de medição de estiagem de agosto de 2014.

### 4.1 Análise das precipitações

A análise das precipitações registradas de outubro de 2013 a junho de 2014 encontra-se apresentada nos relatórios 1, 2 e 3, emitidos em abril, junho e julho de 2014 respectivamente. O ano hidrológico em grande parte da região sudeste do Brasil é muito bem definido por dois períodos: o chuvoso, que vai de outubro a março, e o seco, que vai de abril a setembro, sendo que as precipitações registradas nos meses de junho a agosto são muito baixas. A Figura 2 ilustra esta variação da precipitação mensal que em grande parte do Estado de Minas Gerais. Assim, não há previsão que neste período sejam registradas precipitações significativas, que possam aumentar consideravelmente as vazões dos cursos d'água.

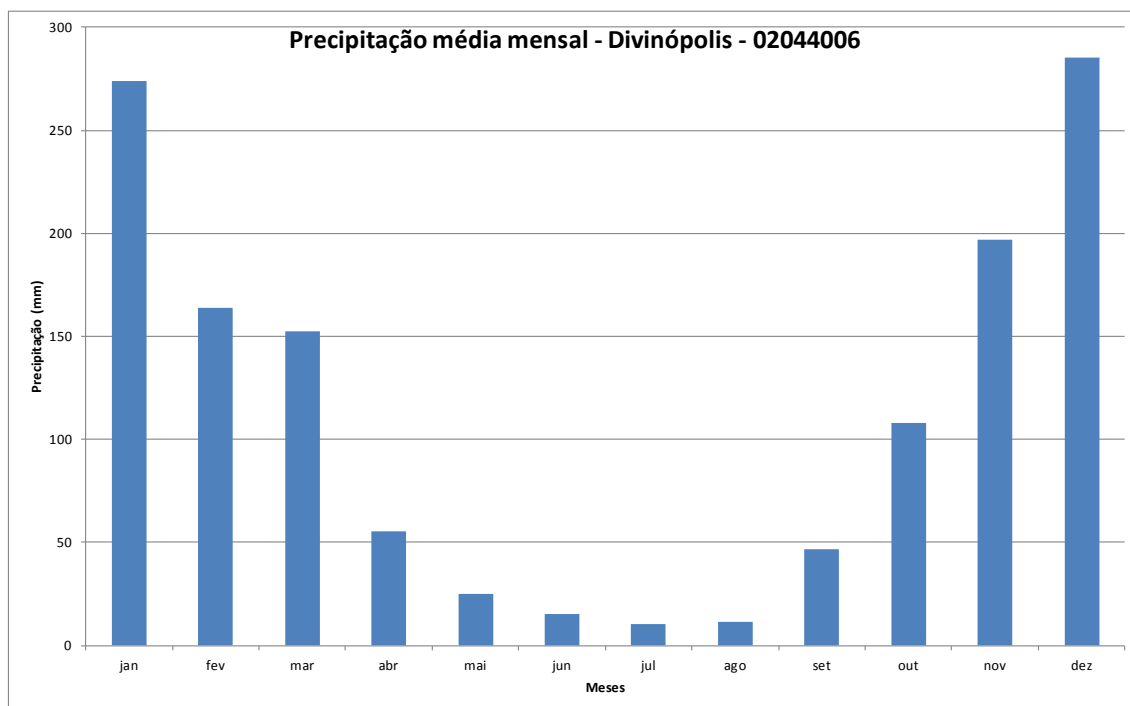


Figura 2 – Precipitação média mensal de 1941 a 2013 na estação de Divinópolis – 02044006

Conforme apresentado nos relatórios 1, 2 e 3 as precipitações registradas no trimestre de janeiro a março de 2014, na região Sudeste foram significativamente abaixo da média histórica, como ilustra a Figura 3.

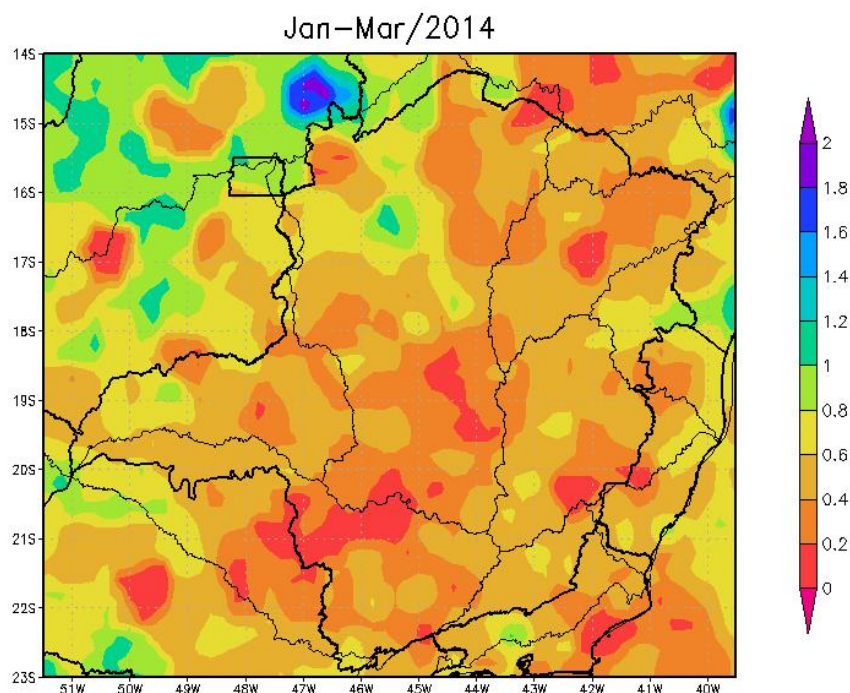


Figura 3 – Razão entre o total precipitado no período de janeiro a março de 2014 e a média histórica de janeiro de 1998 a março de 2014.

A Figura 4 apresenta a razão entre a precipitação registrada no trimestre de abril a junho de 2014 e a precipitação média mensal de abril a junho. Analisando esta figura verifica-se que no trimestre de abril a junho de 2014 as precipitações registradas foram:

- Acima da média nas nascentes do rio Paracatu, grande parte da bacia do Paranaíba, nascentes dos rios Jequitinhonha, Doce e Grande;
- Abaixo da média em grande parte das bacias dos rios São Francisco, Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus, Doce e Grande.

Todavia, é importante ressaltar que as precipitações em junho normalmente são muito baixas, tendo pouca influência na alteração das vazões.

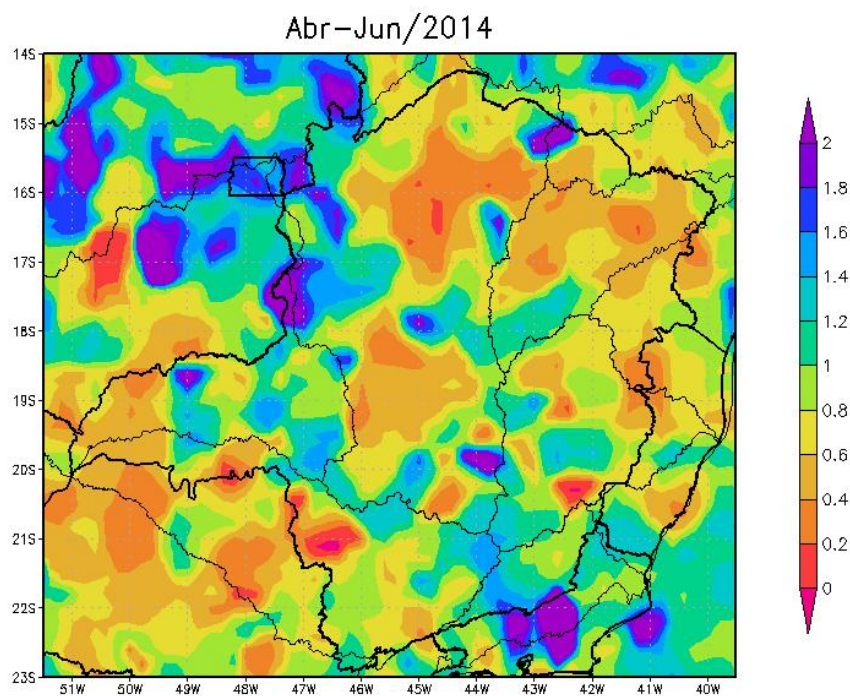


Figura 4 – Razão entre o total precipitado no período de abril a junho de 2014 e a média histórica de abril a junho de 1998 a abril a junho de 2014.

A Figura 5 apresenta a razão entre a precipitação registrada no mês de julho de 2014 e a precipitação média mensal de julho. Analisando a figura verifica-se que no mês de julho de 2014 as precipitações registradas foram:

- Acima da média histórica nas bacias do rio Paranaíba, Grande e Doce; grande parte das bacias dos rios Jequitinhonha e São Francisco; sendo que nesta nas sub-bacias do Alto São Francisco, rio das Velhas e rio Paracatu;
- Abaixo da média em parte das bacias dos rios Jequitinhonha e São Francisco; sendo que nesta nas sub-bacias dos rios Urucuia, Verde Grande e Carinhanha.

Ressalta-se que as precipitações registradas no mês de julho foram concentradas principalmente em dois períodos: nos dias 10 e 11 (menor do que 30mm) e nos dias 25, 26, 27 e 28 (menor do que 100mm).

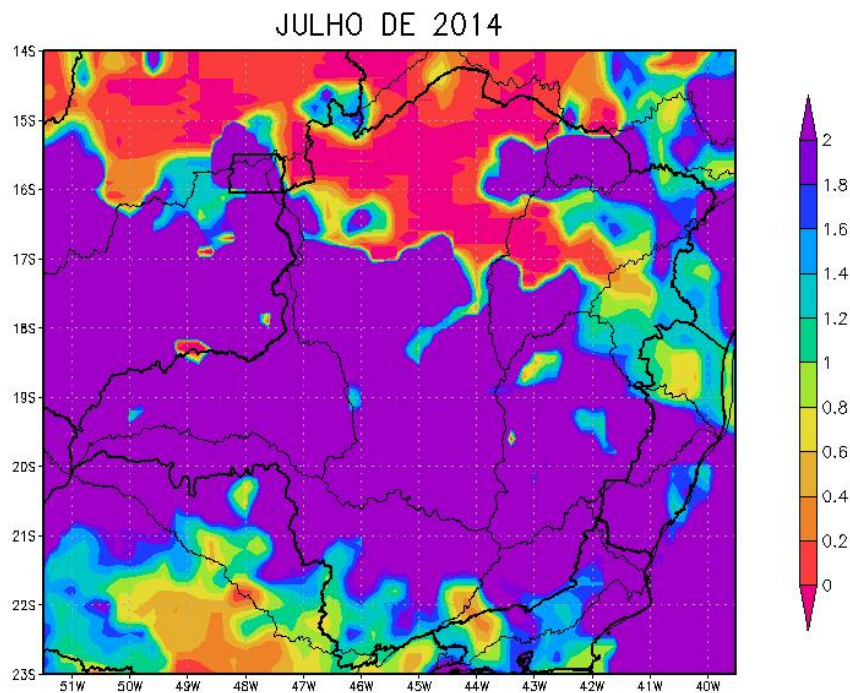


Figura 5 - Razão entre o total precipitado em julho de 2014 e a média histórica de julho de 1998 a julho de 2014.

## 4.2 Análise das vazões

Antes de descrever os resultados, é importante diferenciar o conceito de vazões medidas e vazões observadas.

Entende-se por vazões medidas aquelas obtidas utilizando equipamentos de medição de vazão, durante as campanhas realizadas pela equipe de hidrometria. Estas vazões são representativas do dia e horário em que são realizadas as medições. Estas vazões medidas juntamente com as cotas do nível dos cursos d'água no dia da medição são utilizadas para a definição das curvas-chaves.

Com as leituras das cotas do nível dos cursos d'água levantadas duas vezes por dia pelos observadores hidrológicos e o uso das curvas-chaves são obtidas as vazões observadas.

### 4.2.1 Vazões observadas em junho de 2014

A SUREG/BH opera cerca de 300 estações fluviométricas em sua área de atuação, destas foram selecionadas 68 estações como indicadoras para o acompanhamento da estiagem na região e a programação das campanhas de medição. A relação das estações indicadoras está apresentada na Tabela 1.

Ressalta-se que a partir do presente relatório foram acrescentadas mais 5 estações indicadoras localizadas na bacia do rio Doce: Cachoeira dos Óculos no rio Doce; Nova Era e Mário de Carvalho no rio Piracicaba; Naque Velho no rio Santo Antônio e Vila Matias no rio Suaçuí Grande.

Tabela 1 – Relação das estações indicadoras

Código	Nome	Rio	Área (km²)	Lat (°)	Long (°)
40025000	Vargem Bonita	São Francisco	299	-20,3286	-46,3661
40070000	Ponte do Chumbo	São Francisco	9255	-19,7761	-45,4792
40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco	13087	-19,2817	-45,2814
40150000	Carmo do Cajuru	Pará	2402	-20,1811	-44,7939
40330000	Velho da Taipa	Pará	7109	-19,6922	-44,9325
40810350	Faz. Laranjeiras	Mato Frio	10,2	-20,0942	-44,4936
40811100	Jardim	Serra Azul	112,4	-20,0475	-44,4089
40823500	Suzana	Mateus Leme	152,8	-19,9614	-44,3661
40549998	São Brás do Suaçuí	Paraopeba	446	-20,6047	-43,9086
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5663	-19,9492	-44,3053
40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	8571	-19,4231	-44,5494
41151000	Fazenda Água Limpa Jus.	Das Velhas	173	-20,3053	-43,6164
41199998	Honório Bicalho	das Velhas	1642	-20,0239	-43,8228
41410000	Jequitibá	das Velhas	6292	-19,2311	-44,0247
41818000	Santo Hipólito	das Velhas	16528	-18,3061	-44,2258
41990000	Várzea da Palma	das Velhas	25940	-17,5947	-44,7139
42250000	Fazenda Limoeiro	Claro	470	-17,9150	-47,0108
42251000	Faz. Córrego do Ouro	Escuro	1840	-17,6131	-46,8586
42395000	Santa Rosa	Paracatu	12880	-17,2550	-46,4728
42690001	Porto Extrema	Paracatu	29060	-17,0306	-46,0133
42460000	Fazenda Limeira	Preto	3830	-16,2089	-47,2325
42490000	Unai	Preto	5250	-16,3494	-46,8775
42600000	Porto dos Poções	Preto	9370	-16,8397	-46,3567
43250002	Buritis Jusante	Urucuia	3187	-15,6097	-46,4122
43429998	Arinos Montante	Urucuia	11856	-15,9239	-46,1094
43980002	Barra do Escuro	Urucuia	24658	-16,2681	-45,2369
44630000	Capitão Enéas	Verde Grande	3592	-16,3406	-43,7831
44670000	Colônia Jaíba	Verde Grande	12401	-15,3431	-43,6756
45131000	São Gonçalo	Carinhanha	5986	-14,3136	-44,4594
45260000	Juvenília	Carinhanha	15600	-14,2572	-44,1606
41135000	Pirapora Barreiro	São Francisco	61880	-17,3594	-44,9478
44290002	Pedras de Maria da Cruz	São Francisco	191063	-15,5936	-44,3953
45298000	Carinhanha	São Francisco	251209	-14,3044	-43,7633
54001000	Povoado de Vau	Jequitinhonha	379	-18,4172	-43,5250
54195000	Barra do Salinas	Jequitinhonha	23815	-16,6178	-42,3089
54580000	Itaobim	Jequitinhonha	47000	-16,5686	-41,5039
54780000	Jacinto	Jequitinhonha	62365	-16,1386	-40,4578
55560000	Fazenda Diacuí	Mucuri	5193	-17,4917	-41,2392
55630000	Carlos Chagas	Mucuri	9607	-17,7042	-40,7619
55699998	Nanuque Montante	Mucuri	12799	-17,8414	-40,3814

Continua...

Tabela 1 – Continuação

Código	Nome	Rio	Área (km²)	Lat (°)	Long (°)
55779000	Fidelândia Montante	São Mateus	755	-18,1936	-41,2486
55850000	S. João Cach. Grande	São Mateus	6732	-18,5639	-40,3361
55960000	Boca da Vala	São Mateus	11973	-18,6511	-40,0889
56075000	Porto Firme	Piranga	4251	-20,6703	-43,0917
56110005	Ponte Nova	Piranga	6132	-20,3839	-42,9028
56539000	Cachoeira dos Óculos	Doce	15836	-19,7769	-42,4764
56610000	Nova Era Telemétrica	Piracicaba	3203	-19,7667	-43,0261
56696000	Mário de Carvalho	Piracicaba	5060	-19,5242	-42,6408
56719998	Cenibra	Doce	24245	-19,3278	-42,3975
56825000	Naque Velho	Santo Antônio	10170	-19,1880	-42,4228
56850000	Governador Valadares	Doce	40484	-18,8822	-41,9508
56891900	Vila Matias Montante	Suaçuí Grande	10189	-18,5747	-41,9178
56994500	Colatina	Doce	76400	-19,5333	-40,6297
57350000	Us. Fortaleza	Itapemirim	223	-20,3714	-41,4069
57400000	Itaici	Itapemirim	1045	-20,5283	-41,5114
57450000	Rive	Itapemirim	2217	-20,7469	-41,4661
57580000	Us. Paineiras	Itapemirim	5166	-20,9536	-40,9508
60220000	Desemboque	Araguari	1205	-20,0139	-47,0172
60250000	Faz. São Mateus	Quebra Anzol	1231	-19,5164	-46,5706
60381000	Faz. Letreiro	Uberabinha	924	-18,9883	-48,1903
60110000	Abadia dos Dourados	Dourados	1906	-18,4908	-47,4064
60845000	Ituiutaba	Tejuco	6154	-18,9414	-49,4517
60850000	Faz. Buriti da Prata	da Prata	2526	-19,3592	-49,1803
60925001	Ponte São Domingos	São Domingos	3540	-19,2194	-50,6761
61173000	Usina Couro do Cervo	do Cervo	385	-21,3422	-45,1714
61565000	Cachoeira Poço Fundo	Machado	339	-21,7883	-46,1222
61770000	Fazenda Carvalhais	do Pinheirinho	226	-21,1353	-47,0125
61788000	Fazenda São Domingos	Sapucaí Paul.	6260	-20,2000	-48,2833

Para estas estações foi criada uma rotina de obtenção das informações de dados de forma mais ágil através de telefone diretamente com o observador. Porém, não foi possível levantar todas as vazões observadas em julho de 2014. Assim, no presente relatório estão apresentadas as vazões observadas das estações indicadoras no mês de junho de 2014.

Como descrito na metodologia, a análise das vazões mensais nas estações fluviométricas consiste na comparação da vazão do mês na estação fluviométrica com a:

- Vazão média do mês;
- Vazão mensal com percentil de 10% (10% dos valores da série histórica de vazões são menores que a vazão correspondente ao percentil 10%);



- Vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada  $Q_{7,10}$ , a qual é utilizada como vazão de referência para outorga pelo Estado de Minas Gerais.

A comparação foi feita através do cálculo das razões entre a vazão mensal e as três vazões adotadas como referência e indicadas no parágrafo anterior.

As vazões observadas no mês de junho de 2014 e as razões entre estas e as vazões características estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Vazões e razões das estações indicadoras para junho de 2014

Código	Nome da Estação	Rio	Q7,10 (m³/s)	Q Jun14 (m³/s)	Qmed Jun (m³/s)	Q10% Jun (m³/s)	Q Jun14 / Qmed Jun	Q Jun14 / Q10% Jun	Q Jun14 / Q7,10
40025000	Vargem Bonita	São Francisco	1,49	2,21	4,68	3,06	0,47	0,72	1,48
40070000	Ponte do Chumbo	São Francisco	38,13	46,4	105,59	66,17	0,44	0,70	1,22
40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco	35,72	57,45	112,91	70,44	0,51	0,82	1,61
40150000	Carmo do Cajuru	Pará	9,87	7,75	24,56	16,47	0,32	0,47	0,78
40330000	Velho da Taipa	Pará	23,29	13,15	66,18	37,78	0,20	0,35	0,56
40549998	São Brás do Suaçuí-Mont.	Paraopeba	1,25	1,99	4,59	3,04	0,43	0,65	1,59
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	15,41	24,57	51,44	34,54	0,48	0,71	1,59
40811100	Jardim	Serra Azul	0,15	0,16	1,13	0,67	0,14	0,24	1,02
40823500	Suzana	Mateus Leme	0,44	0,58	1,27	0,84	0,45	0,69	1,31
40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	18,79	25,27	69,91	41,92	0,36	0,60	1,34
41135000	Pirapora-Barreiro	São Francisco	316,67	266,77	621,62	493,34	0,43	0,54	0,84
41151000	Fazenda Água Limpa-Jusante	Das Velhas	0,98	1,22	1,82	1,36	0,67	0,90	1,25
41199998	Honório Bicalho-Mont.	Das Velhas	10,25	12,76	19,31	14,07	0,66	0,91	1,24
41410000	Jequitibá	Das Velhas	23,47	28,07	51,85	35,85	0,54	0,78	1,20
41818000	Santo Hipólito (ANEEL/CEMIG)	Das Velhas	45,45	44,48	99,05	65,27	0,45	0,68	0,98
41990000	Várzea da Palma	Das Velhas	42,34	57,22	131,41	76,97	0,44	0,74	1,35
42250000	Fazenda Limoeiro	Claro	0,9	3,28	5,03	2,1	0,65	1,57	3,63
42251000	Fazenda Córrego do Ouro	Escuro	2,96	6,84	18,49	7,31	0,37	0,94	2,31

continua...

Tabela 2 – Continuação

Código	Nome da Estação	Rio	Q7,10 (m³/s)	Q Jun14 (m³/s)	Qmed Jun (m³/s)	Q10% Jun (m³/s)	Q Jun14 / Qmed Jun	Q Jun14 / Q10% Jun	Q Jun14 / Q7,10
42490000	Unai	Preto	7,75	37,68	48,35	24,02	0,78	1,57	4,86
42600000	Porto dos Poções	Preto	13,18	44,69	58,14	33,25	0,77	1,34	3,39
42690001	Porto Extrema	Paracatu	28,58	95,18	163,98	86,79	0,58	1,10	3,33
43250002	Buritis-Jusante	Urucuia	2,07	9,79	16,41	9,11	0,60	1,07	4,73
43429998	Arinos-Montante	Urucuia	9,99	31,04	60,31	31,6	0,51	0,98	3,11
43980002	Barra do Escuro (PCD)	Urucuia	16,35	58,81	85,16	48,65	0,69	1,21	3,60
44630000	Capitão Enéas	Verde Grande	0	0,68	1,54	0,19	0,44	3,61	-
44670000	Colônia do Jaíba	Verde Grande	0,08	0,33	4,5	0,75	0,07	0,44	4,25
45131000	São Gonçalo	Carinhanha	34,79	37,79	53,74	42,09	0,70	0,90	1,09
45260000	Juvenília (PCD)	Carinhanha	76,79	75,82	120,85	96,8	0,63	0,78	0,99
45298000	Carinhanha	São Francisco	481,72	596,5	1219,9	809,7	0,49	0,74	1,24
54195000	Barra do Salinas	Jequitinhonha	12,36	66,88	52,47	27,44	1,27	2,44	5,41
54580000	Itaobim	Jequitinhonha	34,14569	90,82	131,02	60,2	0,69	1,51	2,66
54780000	Jacinto	Jequitinhonha	32,35	0	168,14	79,11	0	0	0
55560000	Fazenda Diacuí	Mucuri	3,6	20,24	31,89	10,49	0,63	1,93	5,62
55630000	Carlos Chagas	Mucuri	10,52	26,32	62,58	24,19	0,42	1,09	2,5
55699998	Nanuque-Montante	Mucuri	7,91	37,39	82,72	22,24	0,45	1,68	4,73
55779000	Fidelândia-Montante	São Mateus / Braço Norte	0,02	0,89	1,78	0,3	0,50	2,93	43,38
55850000	São João da Cach. Grande	São Mateus / Braço Norte	1,39	24,05	21,43	5,54	1,12	4,34	17,25

continuação...

Tabela 2 – Continuação

Código	Nome da Estação	Rio	Q7,10 (m³/s)	Q Jun14 (m³/s)	Qmed Jun (m³/s)	Q10% Jun (m³/s)	Q Jun14 / Qmed Jun	Q Jun14 / Q10% Jun	Q Jun14 / Q7,10
56539000	Cachoeira dos Óculos	Doce	77,60	83,53	150,27	103,09	0,56	0,81	1,08
56696000	Mário de Carvalho	Piracicaba	26,43	32,08	55,34	37,85	0,58	0,85	1,21
56719998	Cenibra	Doce	97,69	103,96	208,18	151,87	0,5	0,68	1,06
56825000	Naque	Santo Antônio	30,12	70,61	105,35	75,48	0,67	0,94	2,34
56850000	Governador Valadares (PCD)	Doce	171,37	201,74	355,41	250,41	0,57	0,81	1,18
56891900	Vila Matias	Suaçuí Grande	13,48	29,63	53,17	26,90	0,56	1,10	2,20
56994510	Colatina Corpo de Bombeiros	Doce	216,28	253,39	571,2	362,70	0,44	0,70	1,17
57400000	Itaici	Braço Norte Esquerdo	3,33	6,67	11,53	6,89	0,58	0,97	2,00
57450000	Rive	Itapemirim	8,26	16,07	23,21	15,47	0,69	1,04	1,94
57580000	Usina Paineiras	Itapemirim	16,77	23,24	44,69	27,30	0,52	0,85	1,39
60110000	Abadia dos Dourados	Dourados	2,84	6,77	17,25	9,75	0,39	0,69	2,39
60250000	Fazenda São Mateus	Quebra Anzol	8,60	11,36	21,02	14,90	0,54	0,76	1,32
60381000	Fazenda Letreiro	Uberabinha	2,68	4,43	9,21	6,28	0,48	0,70	1,65
60845000	Ituiutaba	Tejuco	9,6	35,14	60,69	34,37	0,58	1,02	3,66
60850000	Faz. Buriti da Prata	da Prata	4,72	11,13	21,43	12,24	0,52	0,91	2,36
60925001	Ponte São Domingos	São Domingos	1,67	10,19	16,19	7,77	0,63	1,31	6,10
61173000	Usina Couro Do Cervo	Couro do Cervo	1,58	1,62	4,84	2,92	0,33	0,55	1,03
61565000	Cachoeira Poço Fundo	Do Machado	1,10	1,20	4,91	2,41	0,24	0,50	1,08
61770000	Fazenda Carvalhais	Do Pinheirinho	0,41	1,47	2,56	1,66	0,57	0,88	3,56
61788000	Fazenda São Domingos	Sapucaí Paulista	16,64	38,1	79,37	51,18	0,48	0,74	2,29

As razões entre as vazões apresentadas na Tabela 2 foram mapeadas e encontram-se apresentadas nas Figuras 6 a 8 referentes ao mês de junho de 2014.

Analisando a Figura 6 e a Tabela 2 verifica-se que na maior parte da área de atuação da SUREG/BH as vazões observadas no mês de junho/2014 foram menores do que 78% da média histórica mensal, as exceções foram as estações de Barra do Salinas no rio Jequitinhonha, localizada a jusante da usina de Irapé, e São João da Cachoeira Grande no rio São Mateus.

Ressalta-se que as vazões nas estações de Porto Mandacaru e Barra do Salinas, localizadas no rio Jequitinhonha a jusante da usina de Irapé, estão com as vazões mensais maiores do que a média histórica. Este fato pode ser decorrente das precipitações elevadas registradas em dezembro de 2013 que podem ter enchido o reservatório da usina de Irapé. Já na estação Itaobim, no Jequitinhonha a jusante de Porto Mandacaru e Barra do Salinas, após a confluência com o rio Araçuaí, as vazões mensais estão abaixo da média histórica.

Na Figura 7 observa-se que em grande parte da área de atuação da SUREG/BH as vazões observadas no mês de junho/2014 foram menores ou próximas do que a vazão mensal com percentil de 10%, as exceções foram principalmente as estações localizadas nas bacias dos rios Paracatu, Mucuri e São Mateus.

Avaliando a Figura 8 verifica-se que as vazões de junho de 2014 já são menores ou próximas a  $Q_{7,10}$  nas seguintes bacias: Alto São Francisco, rio das Velhas, rio Carinhanha, calha principal do rio São Francisco, rio Doce, parte do rio Grande e do rio Paranaíba.

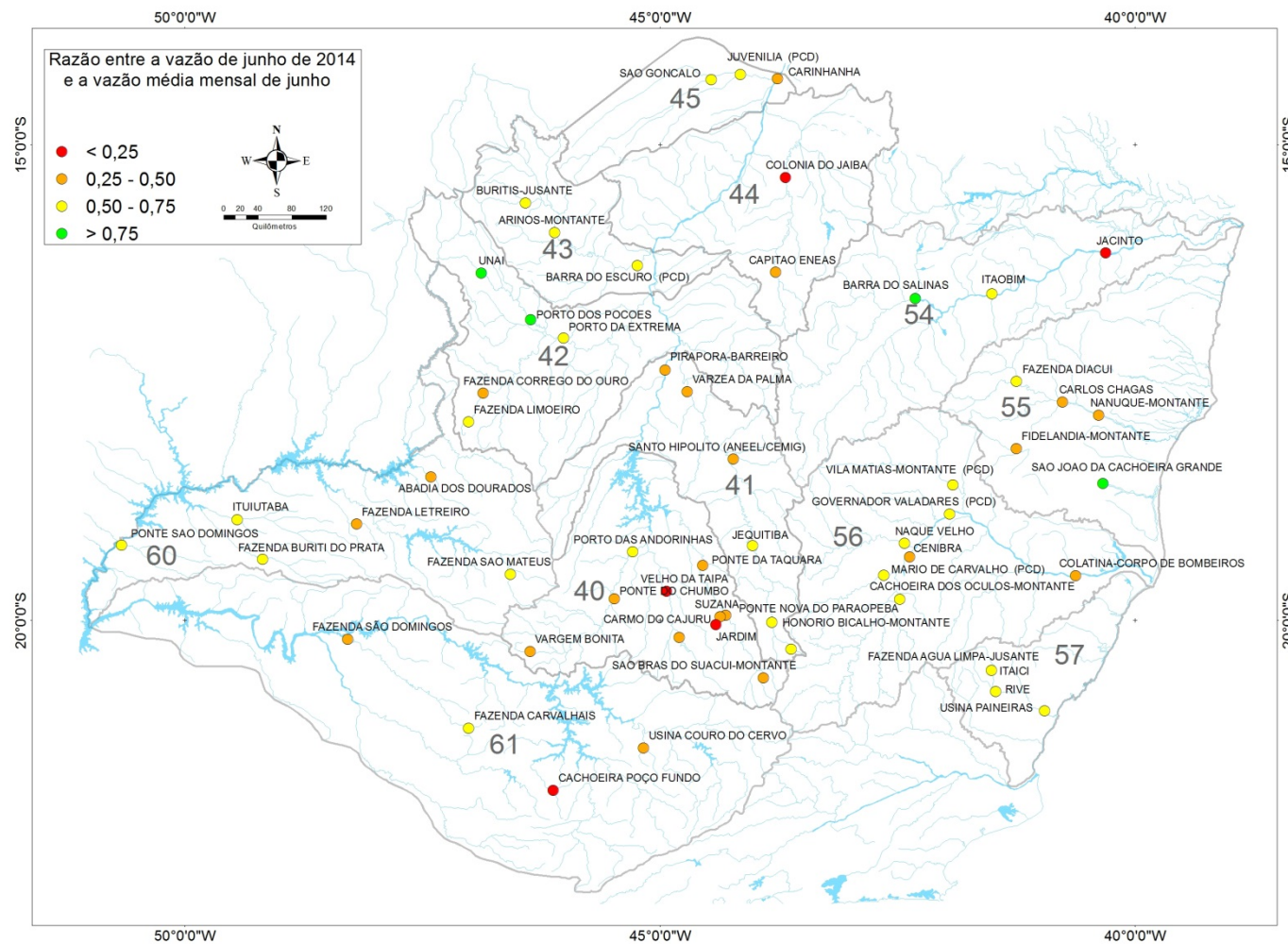


Figura 6 – Mapa com a razão entre a vazão de junho de 2014 e a vazão média mensal de junho

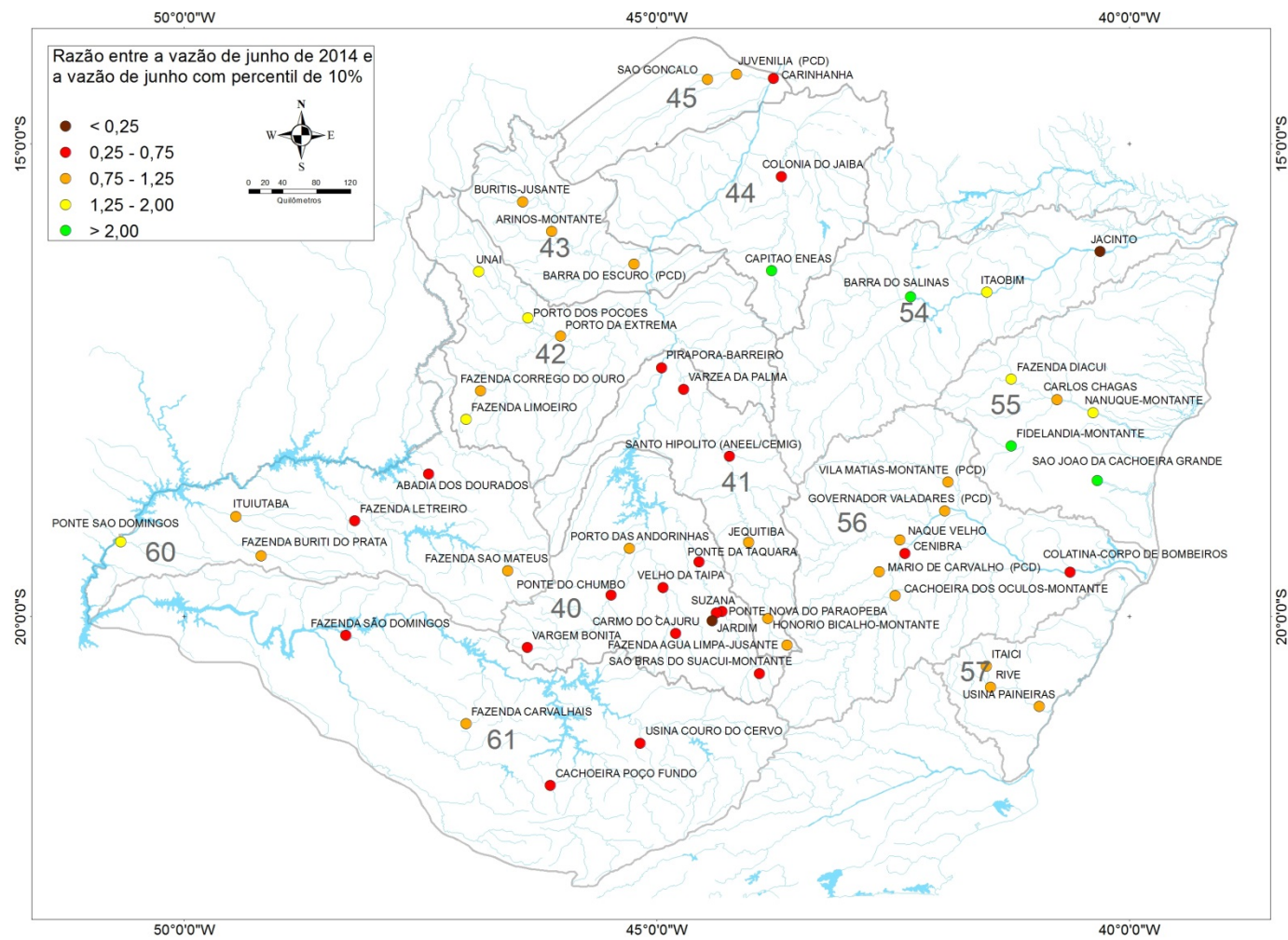


Figura 7 – Mapa com a razão entre a vazão de junho de 2014 e a vazão de junho com percentil de 10%.

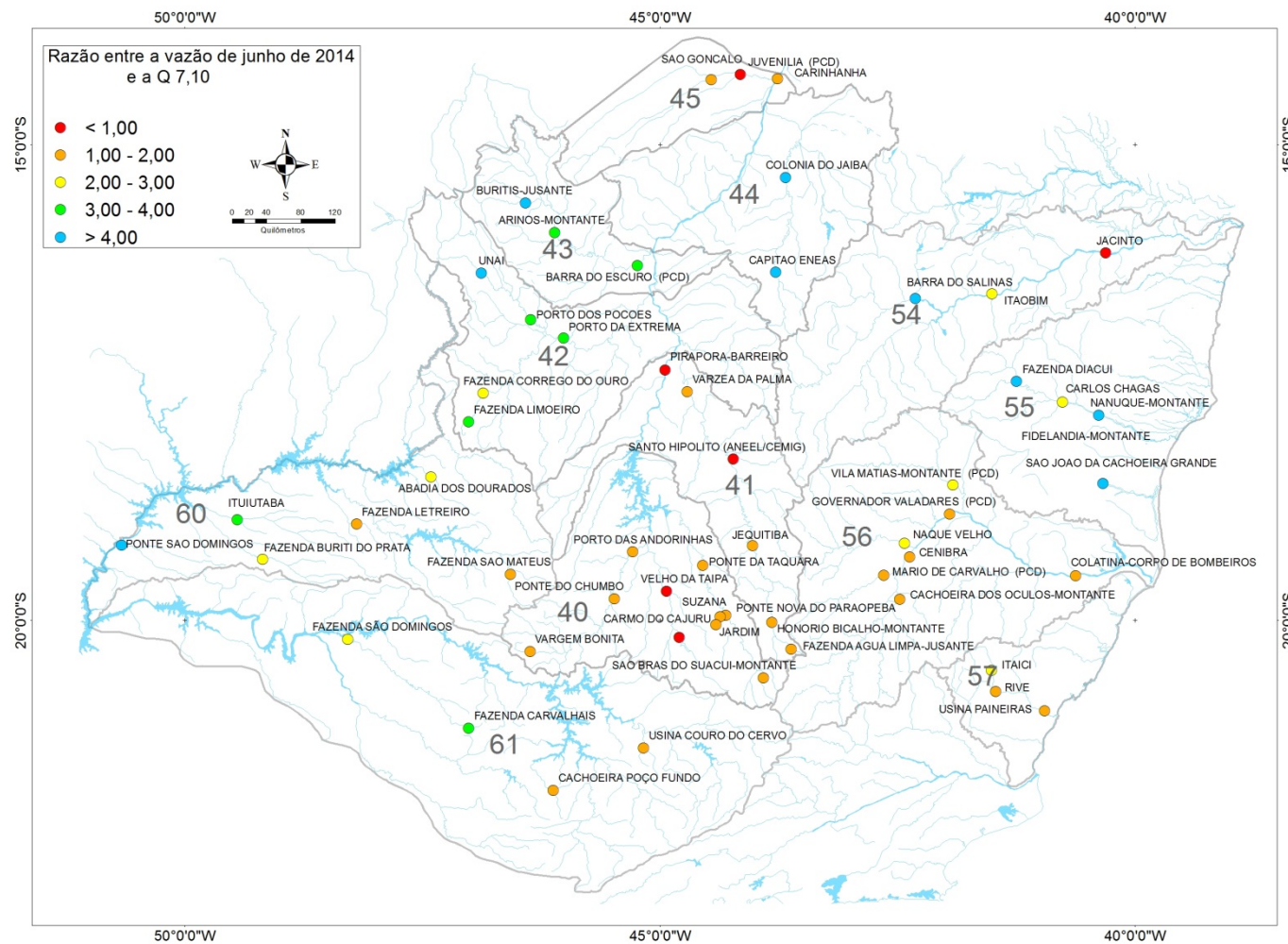


Figura 8 – Mapa com a razão entre a vazão de junho de 2014 e a Q<sub>7,10</sub>.



#### 4.2.2 Vazões medidas em julho de 2014

No mês de julho de 2014 foram realizadas 115 medições de vazões nas estações localizadas nas bacias dos rios Paranaíba, Jequitinhonha, Grande, Mucuri, São Mateus, nascentes dos rios São Francisco e das Velhas e Alto rio Doce, sendo 102 medições da programação normal e 13 de medições extras, estas realizadas no Alto rio Doce.

As medições realizadas encontram-se apresentadas na Tabela 3, bem como a razão entre a vazão medida em julho de 2014 e a vazão mínima medida da série histórica até 2013. Em algumas estações observou-se que a vazão em julho de 2014 era menor ou muito próxima ao valor da mínima vazão medida. Essas informações são de grande importância para a definição da curva-chave no ramo inferior. Além disso, como o período seco deverá se estender até o mês de setembro, vazões ainda menores serão verificadas nos cursos d'água da região.

Ressalta-se que nas estações localizadas na bacia do rio Mucuri as medições de vazão realizadas em julho de 2014 foram muito maiores do que a vazão mínima já medida, o que também foi observado em algumas estações na bacia do rio Jequitinhonha.

Tabela 3 – Medições de vazões realizadas em Julho de 2014

Código	Nome	Rio	Data	Cota (cm)	Vazão medida 2014 (m³/s)	Vazão mínima medida até 2013 (m³/s)	Razão entre vazão de 2014 e a vazão mínima medida
40050000	IGUATAMA	SÃO FRANCISCO	28/07/2014	141	36,41	25,0	1,46
40053000	CALCIOLÂNDIA	SÃO MIGUEL	28/07/2014	57	0,54	0,31	1,74
40070000	PONTE DO CHUMBO	SÃO FRANCISCO	29/07/2014	91	51,35	39,7	1,29
40150000	CARMO DO CAJURU	PARÁ	23/07/2014	188	2,75	8,95	0,31
40170000	MARILÂNDIA (PONTE BR-494)	ITAPECIRICA	24/07/2014	38	0,99	2,32	0,43
40185000	PARI	ITAPECIRICA	25/07/2014	71	1,74	3,93	0,44
40269900	ITAÚNA-MONTANTE	SÃO JOÃO	26/07/2014	83	1,02	1,25	0,82
40400000	ESTAÇÃO ÁLVARO DA SILVEIRA	LAMBARI	30/07/2014	37	5,63	5,01	1,12
40549998	SÃO BRÁS DO SUACUI-MONTANTE	PARAOPEBA	21/07/2014	5	1,81	1,59	1,14
40579995	CONGONHAS-LINÍGRAFO	MARANHÃO	18/07/2014	90	2,24	1,90	1,18
40680000	ENTRE S DE MINAS	BRUMADO	22/07/2014	144	1,60	1,25	1,28
40710000	BELO VALE	PARAOPEBA	16/07/2014	15	10,44	11,02	0,95
40730000	MARQUES	RIBEIRÃO PIEDADE	11/07/2014	52	0,20	0,16	1,25
40740000	ALBERTO FLORES	PARAOPEBA	15/07/2014	149	10,48	13,85	0,76
40810350	FAZENDA LARANJEIRAS	CÓRREGO MATO F	16/07/2014	15	0,03	0,01	2,55
40810400	FAZENDA LARANJEIRAS - JUSANTE	CÓRREGO MATO F	16/07/2014	38	0,02	0,04	0,50
40810800	FAZENDA PASTO GRANDE	RIBEIRÃO SERRA AZUL	17/07/2014	55	0,09	0,14	0,64
40811100	JARDIM	RIBEIRÃO SERRA AZUL	17/07/2014	100	0,16	0,30	0,53
40821900	BOM JARDIM - MONTANTE	RIBEIRÃO SESMÁRIA	10/07/2014	41	0,05	0,02	2,50
40822995	MATEUS LEME-ALDEIA	RIBEIRÃO MATEUS LEME	11/07/2014	52	0,16	0,12	1,33
40823500	SUZANA	RIBEIRÃO MATEUS LEME	14/07/2014	93	0,27	0,40	0,67
41151000	FAZENDA AGUA LIMPA-JUSANTE	DAS VELHAS	14/07/2014	43	1,04	1,06	0,98
41180000	ITABIRITO-LINÍGRAFO	ITABIRITO	07/07/2014	69	3,35	3,38	0,99
44630000	CAPITÃO ENÉAS	VERDE GRANDE	14/07/2014	148	0,47	0,22	2,14

continua...

Tabela 3 – Continuação

Código	Nome	Rio	Data	Cota (cm)	Vazão medida 2014 (m³/s)	Vazão mínima medida até 2013 (m³/s)	Razão entre vazão de 2014 e a vazão mínima medida
54001000	POVOADO DE VAU	JEQUITINHONHA	21/07/2014	151	0,69	0,51	1,36
54010005	VILA TERRA BRANCA-JUSANTE	JEQUITINHONHA	25/07/2014	23	13,44	11,5	1,17
54110002	GRÃO MOGOL (FAZ. JAMBEIRO)	ITACAMBIRUCU	08/07/2014	62	1,70	0,38	4,47
54150000	PORTO MANDACARU	JEQUITINHONHA	07/07/2014	314	74,84	14,4	5,20
54165000	PONTE VACARIA	VACARIA	04/07/2014	50	0,47	0,20	2,35
54193000	RUBELITA	SALINAS	10/07/2014	201	0,15	0,02	7,50
54195000	BARRA DO SALINAS	JEQUITINHONHA	09/07/2014	158	53,88	16,1	3,35
54220000	SÃO GONÇALO DO PRETO	PRETO	22/07/2014	132	0,63	0,46	1,37
54225000	SENADOR MODESTINO	ARAÇUAÍ	22/07/2014	80	1,91	1,50	1,27
54230000	CARBONITA	ARAÇUAÍ	24/07/2014	15	6,23	4,76	1,31
54234000	ITAMARANDIBA	ITAMARANDIBA	23/07/2014	76	0,68	0,50	1,36
54235000	PONTE MG-214	ITAMARANDIBA	17/07/2014	227	6,12	3,56	1,72
54260000	PONTE ALTA	ARAÇUAÍ	15/07/2014	199	13,89	9,35	1,49
54390000	PEGA	ARAÇUAÍ	14/07/2014	151	15,99	9,37	1,71
54430000	SETUBINHA	SETUBAL	16/07/2014	62	1,06	0,68	1,56
54485000	FAZENDA FACÃO	GRAVATA	11/07/2014	165	0,26	0,06	4,33
54500000	ARACUAÍ	ARAÇUAÍ	10/07/2014	78	20,83	9,45	2,20
54540000	CBL	PIAUI	11/07/2014	110	0,22	0,07	3,16
54547000	PONTE BR-367	CÓRREGO TEIXEIRÃO	07/07/2014	**	**	-	-
54548000	TEIXEIRINHA II	CÓRREGO TEIXEIRINHA	07/07/2014	**	**	-	-
54548500	TEIXEIRINHA - BR367	CÓRREGO TEIXEIRINHA	07/07/2014	**	**	-	-
54549000	TEIXEIRINHA - JUSANTE	CÓRREGO TEIXEIRINHA	07/07/2014	**	**	-	-
54560000	ITINGUINHA	CÓRREGO ITINGUINHA	07/07/2014	**	**	-	-
54580000	ITAOBIM	JEQUITINHONHA	08/07/2014	187	76,5	27,00	2,83
54590000	SÃO JOÃO GRANDE	RIBEIRÃO SÃO JOÃO	08/07/2014	47	1,44	0,22	6,55
54710000	JEQUITINHONHA (PCD)	JEQUITINHONHA	14/07/2014	65	86,77	30,9	2,81
54730005	FAZENDA BOA SORTE-JUSANTE	SÃO MIGUEL	14/07/2014	175	3,41	1,21	2,82
54770000	FAZENDA CAJUEIRO	SÃO FRANCISCO	16/07/2014	47	0,26	0,12	2,14
54780000	JACINTO	JEQUITINHONHA	16/07/2014	184	84,76	29,3	2,89

continua...

Tabela 3 - Continuação

Código	Nome	Rio	Data	Cota (cm)	Vazão medida 2014 (m³/s)	Vazão mínima medida até 2013 (m³/s)	Razão entre vazão de 2014 e a vazão mínima medida
55170000	FAZENDA LIMOEIRO	BURANHÉM	18/07/2014	131	12,30	3,35	3,67
55241000	PONTE BR-101	DO FRADE	18/07/2014	130	7,89	1,11	7,11
55330000	JUCURUÇU	JACURUÇU - BRAÇO NORTE	19/07/2014	51	3,39	0,79	4,29
55340000	ITAMARAJU	JACURUÇU - BRAÇO NORTE	18/07/2014	152	18,86	3,90	4,84
55360000	SÃO JOSÉ DO PRADO	JUCURUÇU - BRAÇO SUL	20/07/2014	189	10,02	1,94	5,16
55370000	CACHOEIRA GRANDE	JUCURUÇU - BRAÇO SUL	15/07/2014	269	13,82	3,56	3,88
55380000	FAZENDA DO SUL	JUCURUÇU - BRAÇO SUL	16/07/2014	110	18,16	3,84	4,73
55460000	MEDEIROS NETO	ALCOBAÇA OU ITANHÉM	21/07/2014	168	10,25	2,78	3,69
55490000	FAZENDA CASCATA	ALCOBAÇA OU ITANHÉM	16/07/2014	70	15,11	3,35	4,51
55510000	HELVÉCIA	PERUÍPE	14/07/2014	105	7,77	2,21	3,52
55520001	MUCURI	MUCURI	08/07/2014	136	3,76	2,02	1,86
55560000	FAZENDA DIACUÍ	MUCURI	07/07/2014	85	13,45	3,17	4,24
55610000	FRANCISCO SÁ	TODOS OS SANTOS	10/07/2014	55	2,24	0,15	14,93
55630000	CARLOS CHAGAS	MUCURI	11/07/2014	184	20,17	5,12	3,94
55660000	SAO PEDRO DO PAMPA	PAMPA	22/07/2014	91	6,56	0,48	13,67
55699998	NANUQUE-MONTANTE	MUCURI	12/07/2014	140	30,47	3,39	8,99
56028000	PIRANGA	PIRANGA	23/07/2014	79	5,85	6,75	0,87
56055000	BRÁS PIRES	XOPOTÔ	23/07/2014	116	5,73	5,99	0,96
56065000	SENADOR FIRMINO	TURVO	23/07/2014	102	1,44	1,66	0,87
56075000	PORTO FIRME	PIRANGA	23/07/2014	19	19,86	25,00	0,79
56085000	SERIQUEITE	TURVO SUJO	22/07/2014	10	1,39	1,47	0,95
56090000	FAZENDA VARGINHA	TURVO LIMPO	22/07/2014	93	1,33	1,40	0,95
56110005	PONTE NOVA-JUS. (PCD)	PIRANGA	22/07/2014	71	23,85	28,40	0,84
56240000	FAZENDA PARAÍSO	GUALAXO DO SUL	21/07/2014	39	5,40	5,73	0,94
56335001	ACAÍACA-JUSANTE	DO CARMO	21/07/2014	10	9,36	10,60	0,88
56337000	FAZENDA OCIDENTE	GUALAXO DO NORTE	21/07/2014	144	4,25	4,69	0,91

continua...

Tabela 3 – Continuação

Código	Nome	Rio	Data	Cota (cm)	Vazão medida 2014 (m³/s)	Vazão mínima medida até 2013 (m³/s)	Razão entre vazão de 2014 e a vazão mínima medida
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	CASCA	22/07/2014	65	2,06	2,16	0,95
56415000	CASCA	CASCA	24/07/2014	158	6,57	6,17	1,06
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	DOCE	24/07/2014	105	48,36	51,20	0,94
60010000	SANTANA DE PATOS	PARANAÍBA	16/07/2014	63	7,65	8,13	0,94
60011000	PATOS DE MINAS (PCD)	PARANAÍBA	17/07/2014	62	7,81	8,79	0,89
60012100	PONTE VICENTE GOULART - JUSANTE	PARANAÍBA	15/07/2014	89	28,28	28,02	1,01
60100000	CHARQUEADA DO PATROCÍNIO	DOURADOS	05/07/2014	49	0,26	0,22	1,19
60110000	ABADIA DOS DOURADOS	DOURADOS	14/07/2014	121	4,16	3,64	1,14
60130000	FAZENDA CACHOEIRA	PERDIZES	11/07/2014	33	0,36	0,25	1,45
60145000	IRAÍ DE MINAS	BAGAGEM	11/07/2014	71	0,43	0,25	1,70
60150000	ESTRELA DO SUL	BAGAGEM	12/07/2014	51	3,77	3,25	1,16
60220000	DESEMBOQUE	ARAGUARI	09/07/2014	63	9,66	7,83	1,23
60250000	FAZENDA SÃO MATEUS	QUEBRA ANZOL	18/07/2014	72	10,83	11,07	0,98
60265000	IBIÁ	MISERICORDIA	19/07/2014	93	7,35	8,12	0,91
60272000	PONTE DO SÃO JOÃO	SÃO JOÃO	18/07/2014	113	2,58	3,28	0,79
60285000	SALITRE	DO SALITRE	04/07/2014	44	0,88	-	-
60381000	FAZENDA LETREIRO	UBERABINHA	07/07/2014	52	3,8	2,62	1,45
60615000	FAZENDA CACHOEIRA	POUSO ALEGRE	08/07/2014	138	1,25	1,16	1,08
60835000	FAZENDA PARAÍSO	TIJUCO	26/07/2014	351	13,95	4,06	3,44
60842000	PONTE BR-153 (POSTO TEJUCO)	TIJUCO	25/07/2014	130	29,25	14,84	1,97
60845000	ITUIUTABA	TIJUCO	10/07/2014	115	26,81	19,82	1,35
60848000	PONTE BR-153 (FAZ.NS.APARECIDA)	DA PRATA	24/07/2014	30	2,33	2,31	1,01
60850000	FAZENDA BURITI DO PRATA	DA PRATA	23/07/2014	66	7,97	7,80	1,02
60855000	PONTE DO PRATA	DA PRATA	16/07/2014	36	16,52	11,98	1,38
60856000	PONTE BR-365 (FAZ. BOA VISTA)	RIBEIRÃO SÃO JERÔNIMO	17/07/2014	31	1,96	1,60	1,22
60925001	PONTE SÃO DOMINGOS	SÃO DOMINGOS	18/07/2014	184	8,30	7,13	1,16
61173000	USINA COURO DO CERVO	RIBEIRÃO COURO DO CERVO	09/07/2014	158	1,50	2,36	0,63
61565000	CACHOEIRA POÇO FUNDO	DO MACHADO	11/07/2014	93	1,25	1,89	0,66
61568000	MACHADO	DO MACHADO	10/07/2014	52	4,47	4,29	1,04
61700000	USINA SANTANA	SANTANA	14/07/2014	54	1,95	2,38	0,82

continua...

Tabela 3 – Continuação

Código	Nome	Rio	Data	Cota (cm)	Vazão medida 2014 (m³/s)	Vazão mínima medida até 2013 (m³/s)	Razão entre vazão de 2014 e a vazão mínima medida
61770000	FAZENDA CARVALHAIS	RIBEIRÃO DO PINHEIRINHO	12/07/2014	67	1,65	1,02	1,62
61788000	FAZENDA SÃO DOMINGOS	SAPUCAI PAULISTA	22/07/2014	95	26,66	34,50	0,77
61800500	BEIRA DE SANTA RITA	PARDO	17/07/2014	27	1,56	2,36	0,66
61815000	GUAXUPÉ	GUAXUPÉ	16/07/2014	80	0,20	0,29	0,67
61861000	INCONFIDENTES	MOGI-GUAÇU	21/07/2014	86	2,11	3,52	0,60
61865000	JACUTINGA	MOGI-GUAÇU	22/07/2014	104	3,97	7,53	0,53

\*\*rio seco

A partir dos dados de vazões medidas nas 115 estações em julho/2014 e as respectivas razões com a vazão mínima medida histórica, apresentados na Tabela 3, observa-se que:

- Em 38 estações as vazões medidas em julho foram menores do que a vazão mínima medida histórica;
- Em 38 estações as vazões medidas em julho estão no intervalo de uma a duas vezes a vazão mínima medida histórica;
- Em 10 estações as vazões medidas em julho estão no intervalo de duas a três vezes a vazão mínima medida histórica;
- Em 8 estações as vazões medidas em julho estão no intervalo de três a quatro vezes a vazão mínima medida histórica;
- Em 15 estações as vazões medidas em julho foram maiores do que quatro vezes a vazão mínima medida histórica.

As Figuras 9 e 10 apresentam os mapas com a razão entre a vazão medida em julho de 2014 e a mínima medida da série histórica. Analisando essas figuras e a Tabela 3 verifica-se que as regiões onde a vazão medida em julho de 2014 era menor ou muito próxima ao valor da mínima medida foram: bacia do Alto São Francisco; bacia do Alto rio Doce; bacia do rio Paranaíba e bacia do rio Grande.

Ressalta-se que no Alto São Francisco, na bacia rio Paraopeba, estão localizados três mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, reservatórios de Serra Azul, do rio Manso e de Vargem das Flores.

No Anexo I encontram-se os gráficos de vazão medida x cota das estações em que a vazão em julho de 2014 era menor ou muito próxima ao valor da mínima vazão medida.

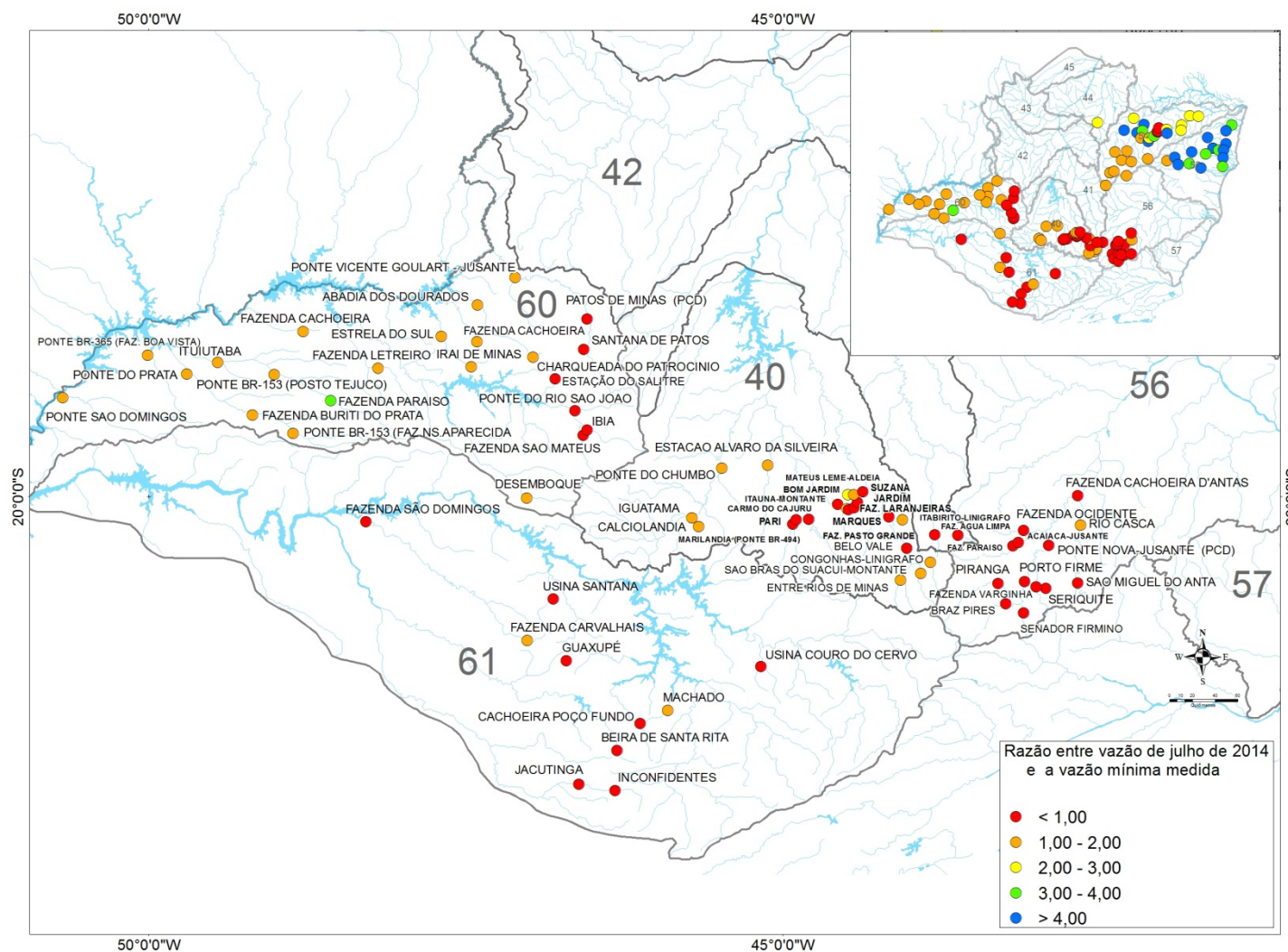


Figura 9 – Mapa com a razão entre a vazão de julho de 2014 e a vazão mínima medida da série histórica.

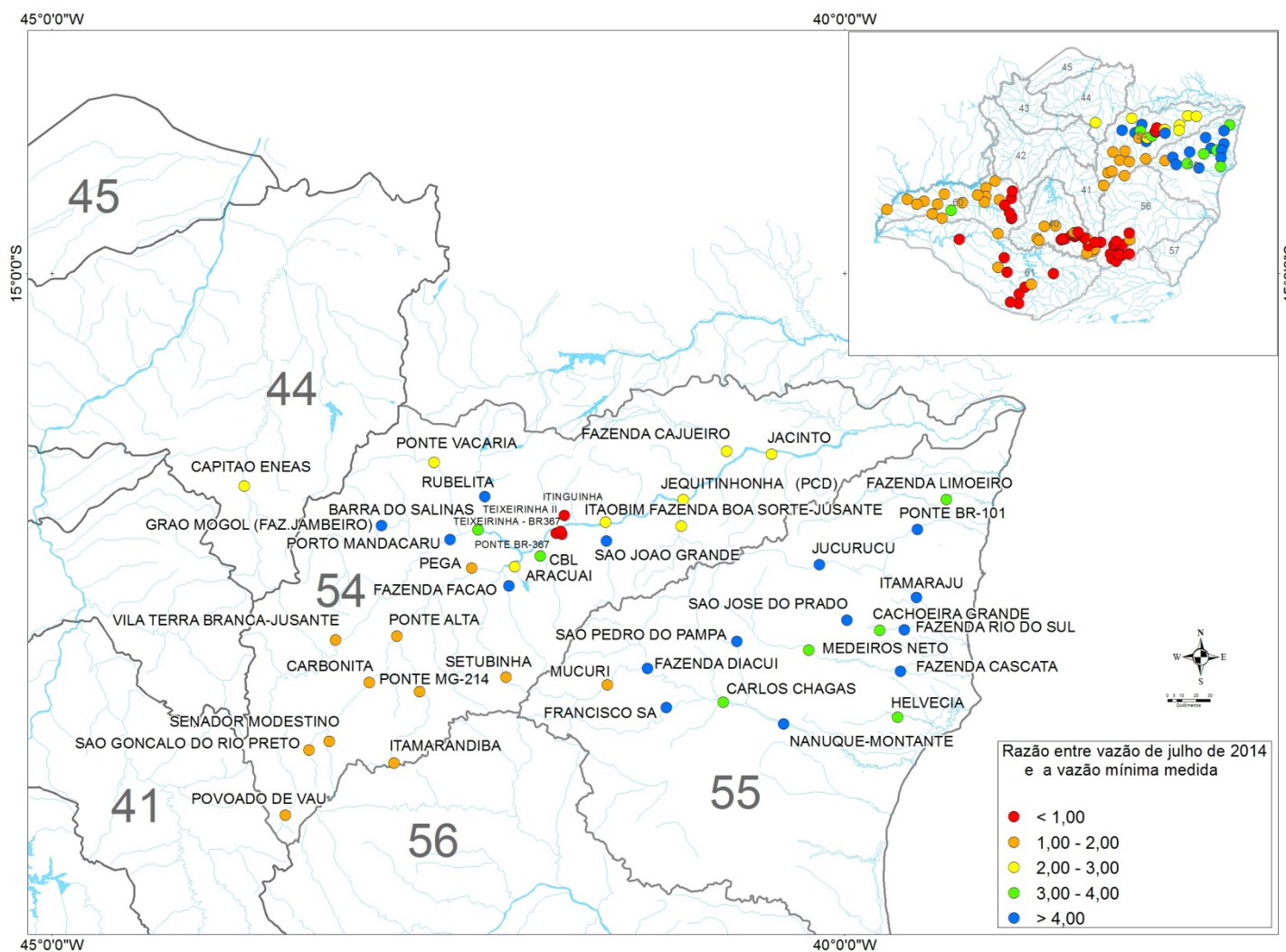


Figura 10 – Mapa com a razão entre a vazão de julho de 2014 e a vazão mínima medida da série histórica.



### 4.2.3 Prognóstico das vazões de estiagem

Os prognósticos das vazões para o período de estiagem de 2014 estão sendo elaborados utilizando as informações levantadas até o momento e aplicando a metodologia descrita no item 3.

Os resultados dos prognósticos estão apresentados em forma gráfica no Anexo II. Nestes gráficos são apresentadas as vazões médias mensais, as vazões observadas em 2014, as vazões previstas até setembro de 2014 e os respectivos limites de 5% e 95% e, também, a vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada  $Q_{7,10}$ , a qual é utilizada como vazão de referência para outorga pelo Estado de Minas Gerais.

Analisando os gráficos do Anexo II, verifica-se que as vazões nos cursos d'água da região da bacia do ribeirão Juatuba, afluente do rio Paraopeba, no Alto São Francisco; da bacia do Alto rio Doce, rio Paranaíba e rio Grande, podem, até o final do período de estiagem, estar abaixo da vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada  $Q_{7,10}$ .

Considerando as vazões observadas no mês de junho e medida no mês de julho, esta situação, de possibilidade de atingir a  $Q_{7,10}$  neste período seco, não está sendo verificada nas bacias dos rios Jequitinhonha e Mucuri.

### 4.2.4 Simulação de cenários futuros de precipitação

Com o objetivo de avaliar as consequências de anos consecutivos de precipitação abaixo da média nas vazões dos cursos d'água foi feito um prognóstico de vazões baseado em simulação de cenários, com a utilização de modelo de transformação de chuva em vazão.

As etapas desta simulação foram:

- Análise das precipitações e definição de cenários;
- Calibração e validação de modelo de transformação de chuva em vazão;
- Simulação de vazões a partir dos cenários de precipitação.

Para tanto foi escolhido o rio das Velhas na estação de Honório Bicalho, localizada aproximadamente 2,5 km a montante de uma das principais captações de água para o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

O sistema de captação de água do rio das Velhas em Honório Bicalho é a fio d'água; ou seja, não possui reservatório de acumulação, o que condiciona o volume captado à variação sazonal da disponibilidade hídrica.

A área de drenagem do rio das Velhas, na altura da estação de Honório Bicalho, é da ordem de 1.550 km<sup>2</sup> e a precipitação média anual na bacia é de 1.568mm.

## 4.2.4.1 Análise das precipitações e definição de cenários;

Os dados de precipitação utilizados para a avaliação de cenários, por meio de modelagem numérica chuva-vazão, foram obtidos nas estações listadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Relação das estações pluviométricas utilizadas na modelagem chuva x vazão para Honório Bicalho

Código	Nome	Latitude	Longitude
1943000	Mineração Morro Velho	-19,9792	-43,8500
2043002	Lagoa Grande (MMV)	-20,1792	-43,9428
2043004	Rio do Peixe (MMV)	-20,1378	-43,8925
2043013	Congonhas - Linígrafo	-20,5219	-43,8300
2043042	Represa das Codornas (MMV)	-20,1647	-43,8919
2043043	Represa do Miguelão (MMV)	-20,1261	-43,9503
2043056	Fazenda Água Limpa – Jusante	-20,3053	-43,6164
2043059	Colégio Caraça	-20,0969	-43,4881
2043060	Itabirito – Linígrafo	-20,3011	-43,7981
2044012	Ibirité	-20,0428	-44,0433

Para a espacialização dos totais mensais de precipitações dessas estações, foram utilizadas duas iterações do esquema Barnes (Barnes, 1973; Koch et al.,1983) para a geração de uma grade de espaçamento de 0,05 graus de largura. Em seguida os totais mensais de precipitação médios na bacia afluente a estação Honório Bicalho foram calculados utilizando o software ARGIS da ESRI. A chuva média da bacia é a chuva média dos pixels. A Tabela 5 apresenta os totais mensais de precipitação médios na bacia afluente estação Honório Bicalho.

O período em análise das precipitações compreende 29 anos hidrológicos, nos quais foram registrados um máximo anual de 2.024mm e um mínimo anual de 1.201mm. Analisando a Tabela 5, verifica-se que nos anos hidrológicos 1997-1998 e 1998-1999 foram registrados totais anuais de precipitação significativamente abaixo da média histórica, 1264mm e 1206mm respectivamente, e representam o menor total de precipitação ocorrido em dois anos hidrológicos consecutivos.

A avaliação do tempo de recorrência das precipitações, por ano hidrológico sobre a área de drenagem até Honório Bicalho, foi realizada através da análise de frequência, utilizando dados registrados no período entre 1984 e 2013. Para tanto foi ajustada uma distribuição Log-Normal aos dados, cujo ajuste foi aprovado pelo teste de Filiben com 5% de nível de significância ( $R_{\text{calculado}} = 0,9905 > R_{\text{crítico}, 5\%} = 0,9639$ ). **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta uma estimativa do tempo de retorno das precipitações em função do total anual precipitado na bacia afluente a estação de Honório Bicalho.

Tabela 5 - Totais mensais de precipitação na bacia afluente à estação Honório Bicalho em mm

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
1984-1985	87	218	408	603	248	321	62	25	4	0	6	44	2024
1985-1986	128	196	373	298	189	164	44	60	16	44	49	7	1568
1986-1987	13	161	491	185	85	284	108	84	21	5	5	82	1524
1987-1988	74	164	419	203	324	127	102	39	2	0	1	54	1509
1988-1989	100	141	223	158	245	181	10	19	66	46	38	73	1300
1989-1990	151	210	360	120	187	161	67	63	6	22	70	38	1452
1990-1991	99	202	206	655	235	234	106	30	3	4	1	67	1840
1991-1992	128	215	216	582	190	64	86	42	3	9	30	122	1687
1992-1993	117	275	406	187	186	133	131	31	21	1	11	98	1598
1993-1994	109	194	243	385	91	294	71	37	10	1	0	1	1437
1994-1995	65	149	386	164	275	189	102	28	7	2	0	38	1405
1995-1996	194	178	537	222	128	164	63	52	3	5	16	91	1654
1996-1997	127	382	353	483	109	208	92	37	32	5	4	74	1905
1997-1998	89	185	226	281	213	84	36	66	4	1	46	33	1264
1998-1999	177	229	172	209	110	211	24	7	4	5	0	55	1206
1999-2000	85	300	286	410	195	177	40	3	3	12	26	83	1620
2000-2001	55	304	310	175	57	140	23	41	0	8	26	61	1201
2001-2002	104	336	402	292	290	84	29	30	0	7	4	124	1702
2002-2003	51	192	356	552	53	216	38	23	0	1	22	17	1521
2003-2004	37	255	282	340	358	98	144	42	36	38	1	1	1631
2004-2005	95	162	396	300	178	343	71	67	17	12	17	111	1768
2005-2006	71	279	367	151	132	227	50	21	11	8	14	71	1402
2006-2007	116	223	304	355	111	54	83	24	8	10	0	9	1296
2007-2008	105	193	276	307	204	264	150	1	13	1	43	80	1640
2008-2009	79	254	597	340	209	275	68	21	47	5	23	90	2009
2009-2010	309	133	462	183	71	196	69	51	2	1	0	39	1516
2010-2011	165	289	279	275	105	267	61	7	19	0	0	7	1475
2011-2012	168	346	530	495	82	194	60	46	36	1	4	39	2000
2012-2013	60	272	84	355	123	213	79	50	36	0	5	51	1328
2013-2014	113	105	371	83	21	121	79	25	8	50	-	-	976
<b>Média</b>	<b>109</b>	<b>229</b>	<b>343</b>	<b>320</b>	<b>172</b>	<b>192</b>	<b>71</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>57</b>	<b>1568</b>

Estima-se para o ano hidrológico 2013-2014 que o total anual de precipitação fique próximo a 1.060mm, fato que se confirmado indica um período de retorno da ordem de grandeza de 200 anos para os níveis de precipitação observados. Além disto, será o menor volume de chuva registrado nos últimos 29 anos da série.

Tabela 6 - Tempo de retorno para precipitações

<b>Tempo de recorrência (anos)</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
2	1552
10	1284
20	1217
50	1145
100	1100
200	1060
500	1014

Após a análise da série de precipitações foram definidos os seguintes cenários para o ano hidrológico de 2014-2015:

- Cenário 1: hietograma médio com 1.568mm de precipitação anual, conforme apresentado na Tabela 5;
- Cenário 2: hietograma do ano hidrológico mais seco da série de precipitação, 2000-2001, com 1.201mm de precipitação anual, conforme apresentado na Tabela 5;
- Cenário 3: hietograma do segundo ano hidrológico mais seco da série de precipitação, 1998-1999, com 1.206mm de precipitação anual, conforme apresentado na Tabela 5;
- Cenário 4: hietograma do terceiro ano hidrológico mais seco da série de precipitação, 1997-1998, com 1.264mm de precipitação anual, conforme apresentado na Tabela 5;
- Cenário 5: hietograma com total anual de precipitação de 1.100mm, que corresponde a um período de retorno da ordem de 100 anos, com a distribuição mensal das chuvas conforme apresentado na Figura 11, considerando o primeiro trimestre como mais chuvoso;
- Cenário 6: hietograma com total anual de precipitação de 1.100mm, que corresponde a um período de retorno da ordem de 100 anos, com distribuição mensal das chuvas conforme apresentado na Figura 11, considerando o primeiro trimestre como mais chuvoso;
- Cenário 7: hietograma com total anual de precipitação de 1.100mm, que corresponde a um período de retorno da ordem de 100 anos, com distribuição mensal das chuvas conforme apresentado na Figura 12, considerando o segundo trimestre como mais chuvoso;
- Cenário 8: hietograma com total anual de precipitação de 1.100mm, que corresponde a um período de retorno da ordem de 100 anos, com distribuição mensal das chuvas

conforme apresentado na Figura 12, considerando o segundo trimestre como mais chuvoso.

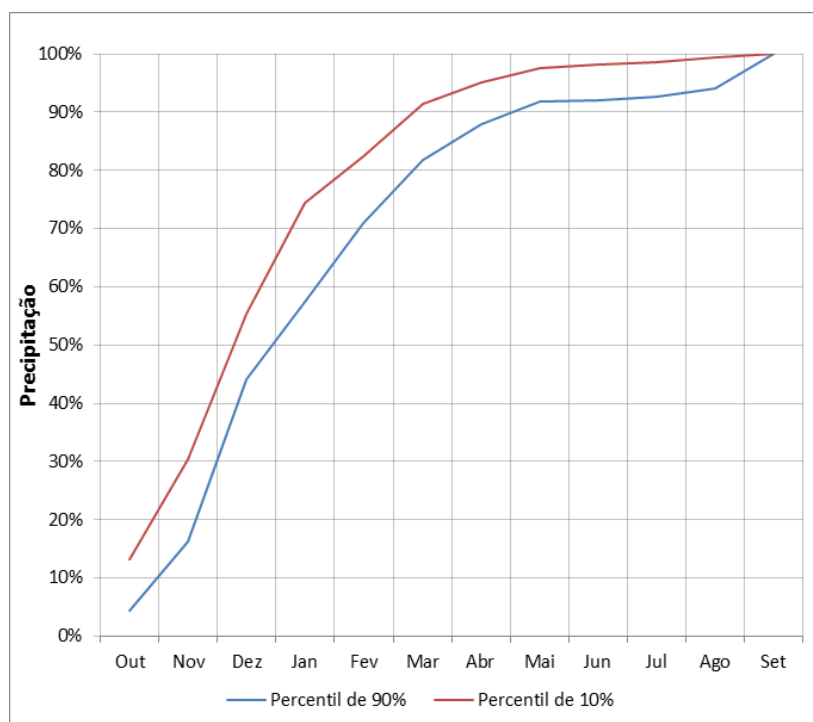


Figura 11 - Diagrama de distribuição temporal da precipitação dos cenários 5 (percentil 10%) e 6 (percentil 90%).

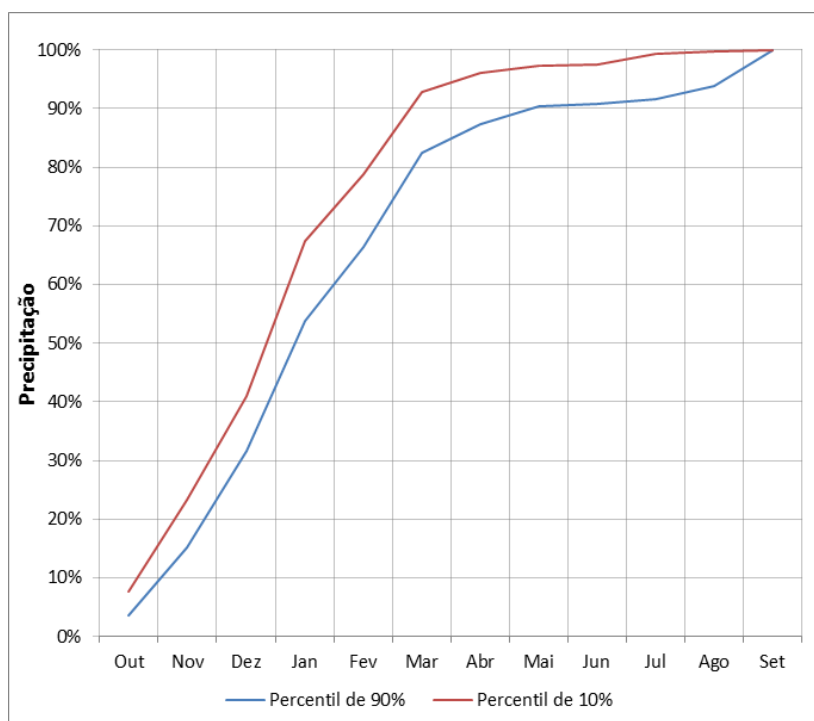


Figura 12 - Diagrama de distribuição temporal da precipitação dos cenários 7 (percentil 10%) e 8 (percentil 90%).

#### 4.2.4.2 Calibração e validação de modelo de transformação de chuva em vazão

Para a transformação de chuva em vazão foi utilizado o modelo de reservatórios SMAP, com base mensal.

Na etapa de calibração do modelo foram utilizados os dados de precipitações e vazões consistidas pela CPRM. Embora a série de vazões consistidas seja datada de janeiro de 1996 a dezembro de 2006, o período selecionado para calibração foi entre outubro de 1999 a setembro de 2006 por não apresentar falhas. Os parâmetros calibrados para o modelo foram os seguintes:

- Coeficiente de recessão do escoamento básico - 17,06;
- Coeficiente de escoamento superficial - 3,30;
- Capacidade do reservatório do solo - 1.300;
- Coeficiente de recarga - 35,4%.

Cabe ressaltar que o ano hidrológico 1999-2000 foi utilizado apenas para aquecimento do modelo e não foi contabilizado no cálculo da função objetivo (função inversa), a fim de minimizar os efeitos causados na estimativa das condições iniciais do modelo (vazão de base e teor de umidade do solo).

O erro relativo médio entre as vazões observadas e calculadas, considerando apenas o período de estiagem (abr-set), foi da ordem de 8,5% para os dados utilizados na calibração. A Figura 13 apresenta o hidrograma das vazões observadas e calculadas para o período de aquecimento e calibração (out/1999 a set/2006).

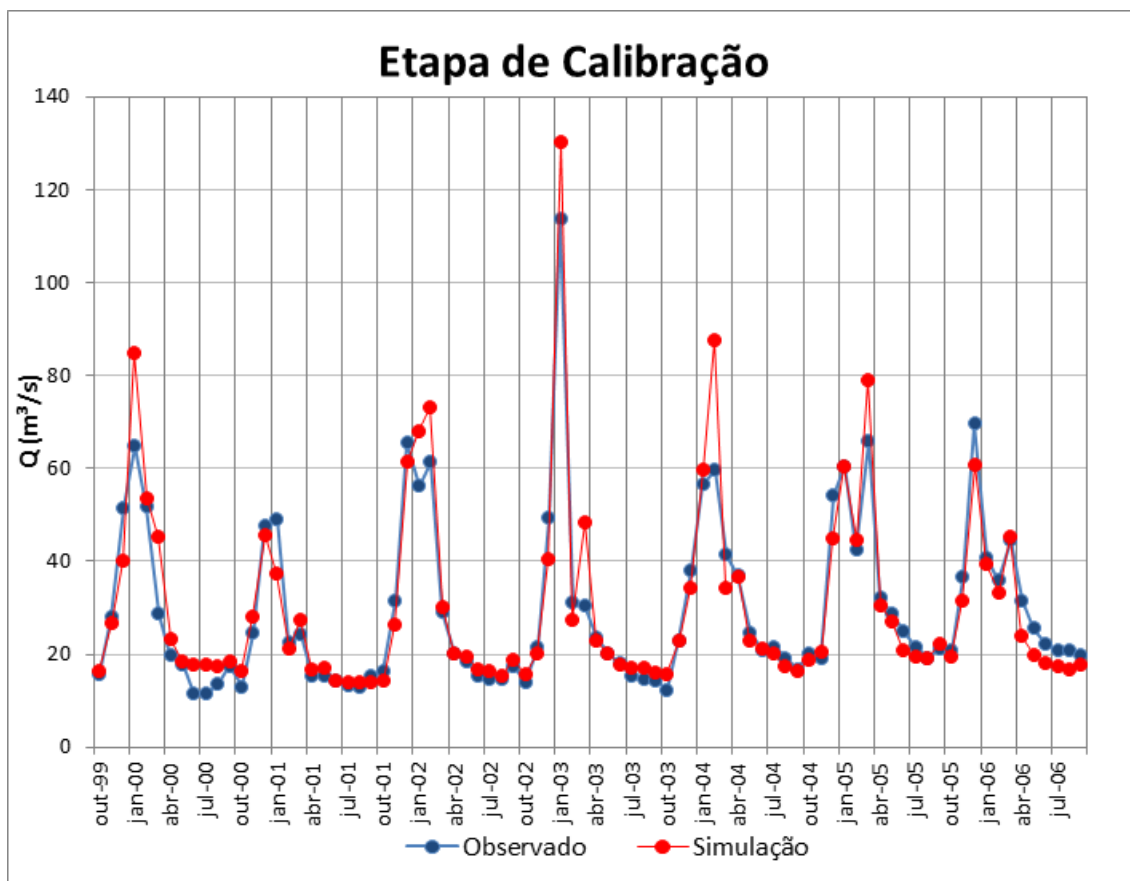


Figura 13 - Resultado da calibração do modelo.

Para verificação do ajuste do modelo foi utilizado os dados de precipitação compreendidos no período entre outubro de 2006 a setembro de 2013. Os valores calculados pelo modelo apresentaram um erro relativo médio de 15,7%, considerando apenas os valores referentes ao período de estiagem (abr –set). A Figura 14 apresenta os hidrogramas observados e calculados para o período de verificação.

Observa-se pela figura que no período de estiagem do ano hidrológico 2007-2008 há uma grande dispersão entre os hidrogramas calculado e observado. Além disto, verifica-se que geralmente o valor calculado está abaixo do valor observado. Como a série de dados utilizada para a verificação do modelo ainda não foi consistida, a dispersão e tendência sistemática de resultados inferiores aos valores observados podem estar relacionadas a problemas de consistência nos dados e consequentemente no estabelecimento do ramo inferior da curva-chave.

Caso sejam desconsiderados no cálculo do erro relativo médio os valores observados no período entre abril de 2008 a abril de 2009 – período de maior dispersão, o valor do erro passa de 15,7% para 13,1%.

Nota-se que o modelo está representando bem o comportamento da bacia e apresenta uma incerteza nos valores calculados abaixo de 15%. Além disto, os valores calculados estão a favor

da segurança hídrica, quando comparados com os valores observados, uma vez que os valores calculados resultaram sistematicamente na fase de verificação menores que os observados.

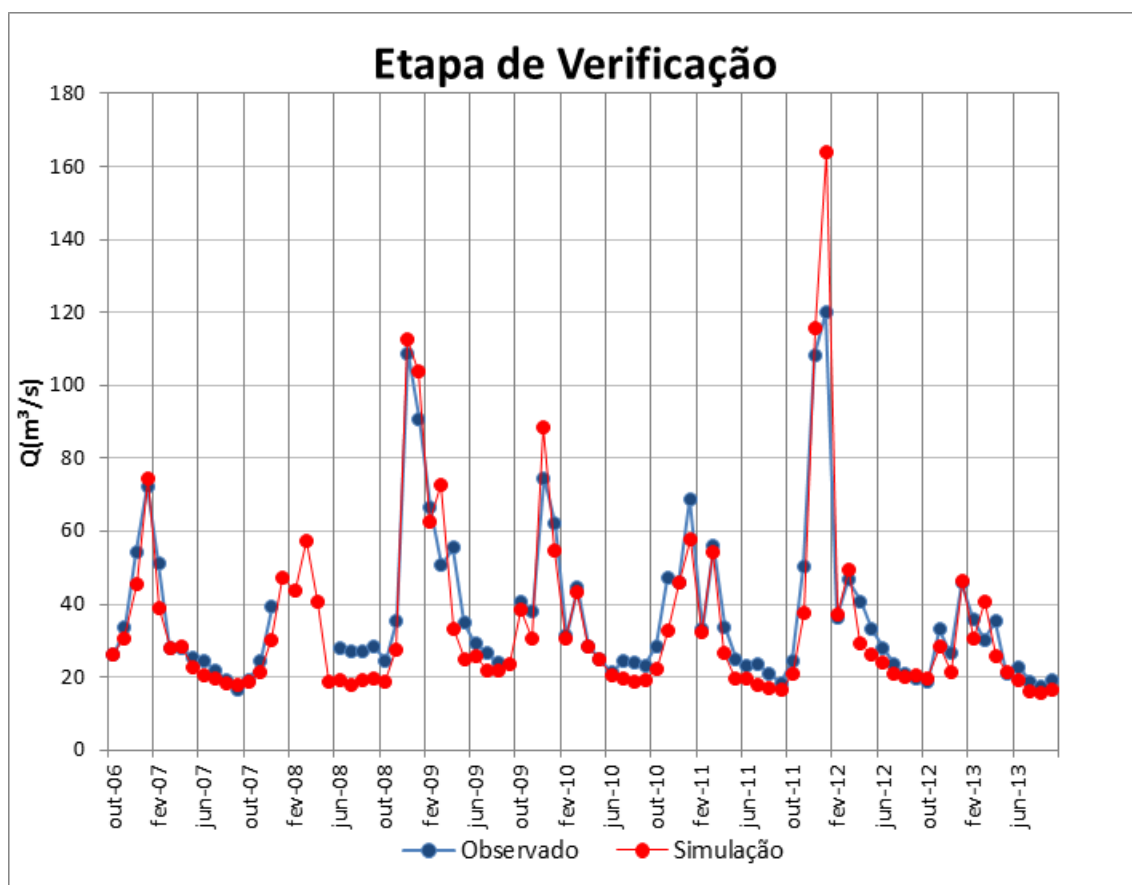


Figura 14 - Resultado da verificação do modelo.

#### 4.2.4.3 Simulação de vazões a partir dos cenários de precipitação.

Após a calibração e validação do modelo de transformação de chuva em vazão foram simuladas as vazões a partir dos cenários de precipitações definidos.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Tabela 7 apresenta os valores de precipitação considerados para o ano hidrológico de outubro de 2013 a setembro de 2014 e para os cenários para o ano hidrológico de outubro de 2014 a setembro de 2015.

A Figura 15 apresenta a previsão de vazões para os diversos cenários para o período de agosto de 2014 e setembro de 2015 e a Tabela 8 os respectivos valores mínimos encontrados.



Tabela 7 - Precipitação mensal do ano hidrológico de outubro de 2013 a setembro de 2014 e para os cenários do ano hidrológico de outubro de 2014 a setembro de 2015 em mm

Mês	Ano Hidrológico 2013-2014	Cenários para 2014-2015							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Out	113	109	55	177	89	145	47	84	39
Nov	105	229	304	229	185	188	131	173	127
Dez	371	343	310	172	226	275	306	194	183
Jan	83	320	175	209	281	209	147	291	243
Fev	21	172	57	110	213	88	150	126	138
Mar	121	192	140	211	84	99	117	153	177
Abr	79	71	23	24	36	41	67	36	55
Mai	25	36	41	7	66	28	43	14	33
Jun	8	15	0	4	4	7	3	2	4
Jul	50	9	8	5	1	4	6	21	10
Ago	17*	16	26	0	46	9	17	3	24
Set	64*	57	61	55	33	6	64	3	67
<b>Total</b>	<b>1057</b>	<b>1568</b>	<b>1201</b>	<b>1206</b>	<b>1264</b>	<b>1100</b>	<b>1100</b>	<b>1100</b>	<b>1100</b>

\*valores estimados

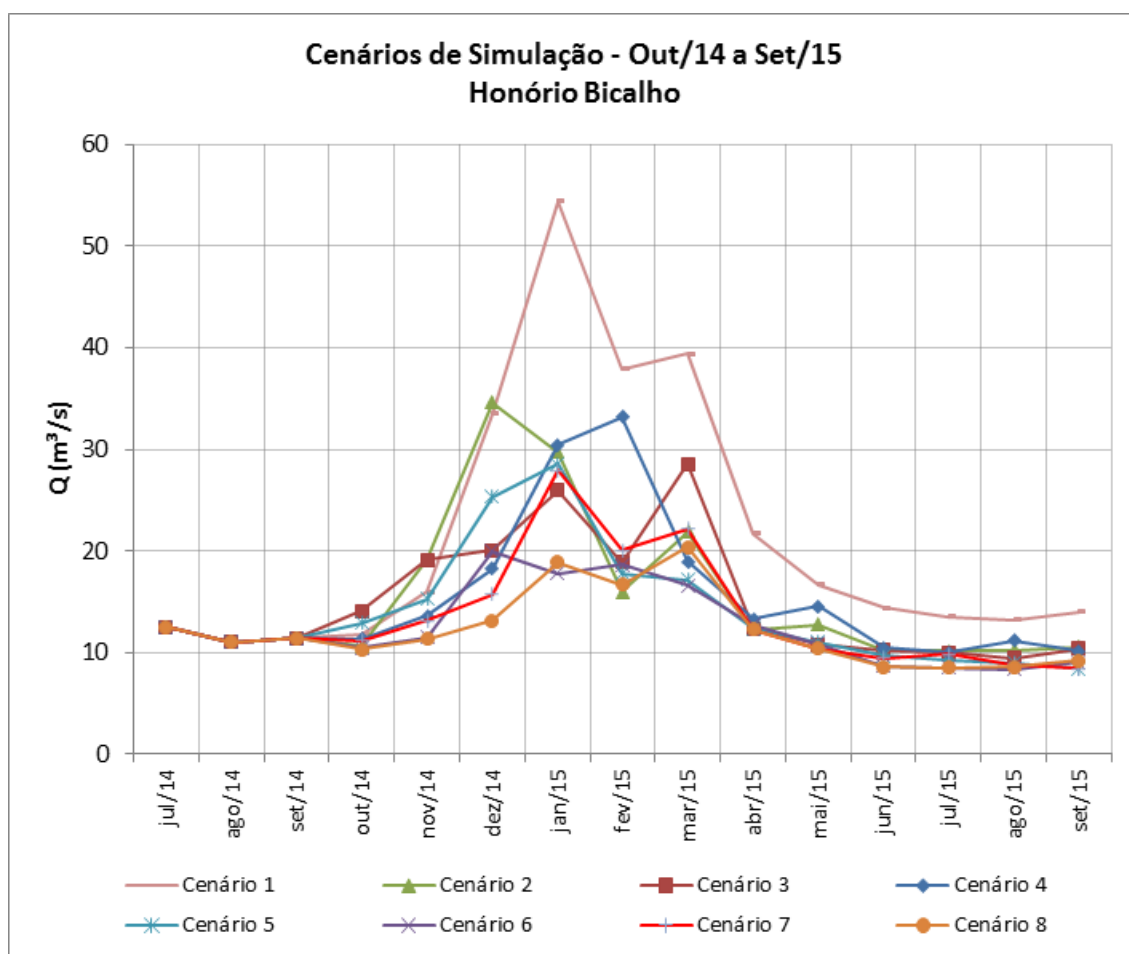


Figura 15 - Hidrogramas resultantes das simulações dos cenários.

Tabela 8 - Mínimo mensal encontrado na simulação dos cenários

Cenário	Total de Precipitação (mm)	Tempo de recorrência estimado (anos)	Vazão Mínima Mensal Simulada (m <sup>3</sup> /s)
1	1568	2	13,3
2	1201	20	10,2
3	1206	20	9,4
4	1264	10	10,0
5	1100	100	8,5
6	1100	100	8,4
7	1100	100	8,4
8	1100	100	8,5

Analisando os resultados verifica-se que:

- para o cenário 1, precipitação média anual, as vazões mínimas no período seco de 2015 em Honório Bicalho seriam da ordem de 13,3m<sup>3</sup>/s;
- para os cenários 2, 3 e 4, precipitação anual da ordem de 1201, 1206 e 1264mm respectivamente, as vazões mensais mínimas simuladas para o período seco de 2015 em Honório Bicalho variariam de 9,4 a 10,2m<sup>3</sup>/s, ou seja, abaixo da Q<sub>7,10</sub>;
- para os cenários 5 e 6, precipitação anual de 1100mm, com o primeiro trimestre mais chuvoso, as vazões mensais simuladas para o período seco de 2015 em Honório Bicalho seriam da ordem de 8,5m<sup>3</sup>/s, ou seja, abaixo da Q<sub>7,10</sub>;
- para os cenários 7 e 8, precipitação anual de 1100mm, com o segundo trimestre mais chuvoso, as vazões mensais mínimas simuladas para o período seco de 2015 em Honório Bicalho seriam da ordem de 8,5m<sup>3</sup>/s, ou seja, bem abaixo da Q<sub>7,10</sub>.

### 4.3 Programação da campanha de medição de vazões de agosto de 2014

A análise das vazões do mês corrente, em conjunto com os dados históricos, como descrito na metodologia, permitiu que se identificassem as regiões críticas onde é necessária a realização de medições extras de vazão. As regiões consideradas críticas, identificadas com as informações disponíveis até o momento, são áreas das bacias do alto São Francisco (Sub-bacia 40), do rio das Velhas (Sub-bacia 41), do rio Carinhanha (Sub-bacia 45), calha principal do rio São Francisco, do rio Doce (Sub-Bacia 56), parte das bacias do rio Grande (Sub-bacia 61) e do Paranaíba (Sub-bacia 60).

A Tabela 9 apresenta a listagem das 91 estações fluviométricas nas quais serão realizadas as medições de vazões no mês de agosto de 2014 da programação normal da operação da rede hidrometeorológica nacional de 2014 (bacias dos rios São Mateus, Doce e Itapemirim). Na Tabela 10 constam as 17 estações fluviométricas localizadas nas nascentes dos rios São Francisco e das Velhas, uma região considerada crítica, onde serão realizadas as medições extras.

Tabela 9 – Relação de estações em que serão realizadas medições de descarga em agosto de 2014 (Programação normal da operação da Rede Hidrometeorológica)

Código	Nome	Rio
55746000	Pedro Canário (Estância Pico)	Itaúnas
55747000	Itauninhas (BR-101)	Preto ou Itauninha
55779000	Fidelândia-Montante	São Mateus/ Braço Norte
55790000	Ataléia	Santa Cruz
55800005	Fazenda São Mateus	São Mateus/ Braço Norte
55850000	São João da Cachoeira Grande	São Mateus/ Braço Norte
55884990	Jusante Barra do Ariranha	São Mateus/ Braço Sul
55900000	Barra de São Francisco	São Francisco
55920000	Córrego da Boa Esperança	São Mateus/ Braço Sul
55960000	Boca da Vala	São Mateus
55990200	São Jorge da Barra Seca	Barra Seca
56028000	Piranga	Piranga
56055000	Brás Pires	Xopotó
56065000	Senador Firmino	Turvo
56075000	Porto Firme	Piranga
56085000	Seriquite	Turvo Sujo
56090000	Fazenda Varginha	Turvo Limpo
56110005	Ponte Nova-Jusante (PCD)	Piranga
56240000	Fazenda Paraíso	Gualaxo do Sul
56335001	Acaiaca-Jusante	do Carmo
56337000	Fazenda Ocidente	Gualaxo do Norte
56385000	São Miguel do Anta	Casca
56415000	Rio Casca	Casca
56425000	Fazenda Cachoeira D'antas	Doce

continua...

Tabela 9 – Continuação

Código	Nome	Rio
56460000	Matipó	Matipó
56484998	Raul Soares-Montante	Matipó
56500000	Abre Campo	Santana
56510000	Inst.Florestal Raul Soares	Matipó
56539000	Cachoeira dos Óculos-Montante	Doce
56570000	Pingo d'água	Sacramento
56610000	Rio Piracicaba	Piracicaba
56631900	ETA (São Bento Mineração)	Conceição
56640000	Carrapato (Brumal)	Santa Bárbara
56659998	Nova Era IV	Piracicaba
56696000	Mario de Carvalho (PCD)	Piracicaba
56719998	Cenibra	Piracicaba
56750000	Conceição do Mato Dentro	Santo Antônio
56765000	Dom Joaquim	do Peixe
56775000	Ferros	Santo Antônio
56787000	Fazenda Barraca	do Tanque
56800000	Senhora do Porto	Guanhães
56825000	Naque Velho	Santo Antônio
56845000	Fazenda Corrente	Corrente Grande
56846000	Porto Santa Rita	Corrente Grande
56846900	Faz Bretz –Montante	Suaçuí Pequeno
56850000	Governador Valadares	Doce
56860000	São Pedro do Suaçuí	Suaçuí Grande
56870000	Santa Maria do Suaçuí	São Félix
56891900	Vila Matias-Montante (PCD)	Suaçuí Grande
56900000	Campanario	Itambacuri
56920000	Tumiritinga	Doce
56923800	Santa Bárbara do Leste	Caratinga
56924100	Tabuleiro	Caratinga
56924500	Santa Rita de Minas	Doce
56926100	Ubaporanga	Caratinga
56928000	Inhapim	Caratinga
56935000	Dom Cavati	Caratinga
56940002	Barra do Cuieté-Jusante	Cuieté
56960005	Fazenda Vargem Alegre	Manhuaçu
56976000	Fazenda Bragança	Manhuaçu
56978000	Santo Antonio do Manhuaçu	Manhuaçu
56983000	Dores de Manhumirim	José Pedro
56988500	Ipanema	José Pedro
56989001	Mutum	São Manoel
56989400	Assarai-Montante	José Pedro

continua...

Tabela 9 – Continuação

Código	Nome	Rio
56990000	São Seb.da Encruzilhada (PCD)	Manhuaçu
56990990	Afonso Cláudio-Montante	Guandu
56991500	Laranja da Terra	Guandu
56992000	Baixo Guandu	Guandu
56993551	Jusante Córrego da Piaba	Santa Joana
56994500	Colatina	Doce
56995500	Ponte do Pancas	Pancas
56997000	Barra de São Gabriel	São José
57040008	Valsugana Velha-Montante	Timbuí
57130000	Santa Leopoldina	Santa Maria da Vitoria
57170000	Corrego do Galo	Jucu-Braço Norte
57230000	Fazenda Jucuruaba	Jucu
57250000	Matilde	Benevente
57300000	Pau d'alho	Novo
57320000	Iconha-Montante	Iconha
57350000	Usina Fortaleza	Braço Norte Esquerdo
57360000	Iuna	Pardo
57370000	Terra Corrida-Montante	Pardo
57400000	Itaici	Braço Norte Esquerdo
57420000	Ibitirama	Braço Norte Direito
57450000	Rive	Itapemirim
57476500	Fazenda Lajinha	Castelo
57490000	Castelo	Castelo
57550000	Usina São Miguel	Castelo
57580000	Usina Paineiras	Itapemirim
57650000	Fazenda Cacheta	Muqui do Norte

Tabela 10 – Relação de estações em que serão realizadas medições de descarga em agosto de 2014 (Medições Extras)

Código	Nome	Rio
40050000	Iguatama	São Francisco
40053000	Calciolândia	São Miguel
40070000	Ponte do Chumbo	São Francisco
40150000	Carmo do Cajuru	Pará
40170000	Marilândia	Itapecerica
40185000	Pari	Itapecerica
40269900	Itaúna Montante	São João
40400000	Estação Álvaro da Silveira	Lambari
40549998	São Brás do Suaçuí-Montante	Paraopeba
40579995	Congonhas Linígrafo	Maranhão
40680000	Entre Rios de Minas	Brumado

continua...

Tabela 10 – Continuação

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>
40710000	Belo Vale	Paraopeba
40730000	Marques	Piedade
40740000	Alberto Flores	Paraopeba
41151000	Fazenda Água Limpa-Jusante	das Velhas
41180000	Itabirito Linígrafo	Sardinha
41199998	Honório Bicalho-Montante	das Velhas

## 5 Considerações Finais

As análises das precipitações e das vazões até o mês de julho de 2014 permitem que se observe de perto este período de estiagem, que provavelmente será um dos mais rigorosos em parte da área de atuação da Superintendência Regional da CPRM em Belo Horizonte.

Avaliando os dados levantados, foi possível observar o seguinte:

a) As precipitações registradas em julho de 2014 foram:

- Acima da média histórica nas bacias do rio Paranaíba, Grande, Doce; grande parte das bacias dos rios Jequitinhonha e São Francisco; sendo que nesta nas sub-bacias do Alto São Francisco, rio das Velhas e rio Paracatu;
- Abaixo da média em parte das bacias dos rios Jequitinhonha e São Francisco; sendo que nesta nas sub-bacias dos rios Urucuia, Verde Grande e Carinhanha.

Entretanto, é importante ressaltar, que os totais de chuvas normalmente registrados em julho são baixos.

b) Em relação às vazões observadas de junho de 2014:

- Na maior parte da área de atuação da SUREG/BH as vazões observadas no mês de junho/2014 foram menores do que 78% da média histórica mensal;
- Em grande parte da área de atuação da SUREG/BH as vazões observadas no mês de junho/2014 foram menores ou próximas do que a vazão mensal com percentil de 10%;
- As vazões de junho já são menores ou próximas a  $Q_{7,10}$  nas seguintes bacias: Alto São Francisco, rio das Velhas, rio Carinhanha, calha principal do rio São Francisco, rio Doce, parte do rio Grande e do rio Paranaíba.

c) Em relação às medições de vazões realizadas nas 115 estações fluviométricas em julho de 2014:

- Em 38 estações fluviométricas a vazão medida em julho/2014 é inferior à mínima histórica medida;
- Em 38 estações fluviométricas a vazão medida em julho/2014 está entre 1 e 2 vezes a mínima histórica medida;
- Em 33 estações fluviométricas a vazão medida em julho/2014 é pelos menos 2 vezes a mínima histórica medida.

d) Em relação aos prognósticos de vazões até setembro de 2014:

- Até o momento, verifica-se que as vazões nos cursos d'água da região da bacia do ribeirão Juatuba, afluente do rio Paraopeba, no Alto São Francisco; da bacia do Alto rio Doce, rio Paranaíba e rio Grande, podem, até o final do período de estiagem, estar

abaixo da vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada  $Q_{7,10}$ .

- Esta situação, de possibilidade de atingir a  $Q_{7,10}$  neste período seco, não está sendo verificada nas bacias dos rios Jequitinhonha e Mucuri.

e) Em relação à simulação de alguns cenários futuros de precipitação na bacia do rio das Velhas a montante de Honório Bicalho:

- Caso a precipitação nos meses de agosto e setembro de 2014 fique em torno da média histórica, a altura da precipitação do ano hidrológico de outubro de 2013 a setembro de 2014 sobre a área de drenagem de Honório Bicalho será de aproximadamente 1060mm e será a menor registrada nos últimos 30 anos de observação, apresentando um período de retorno estimado de 200 anos;
- Considerando que a precipitação de outubro de 2014 a setembro de 2015 seja similar a média histórica, inclusive quanto a distribuição mensal de precipitação, a vazão mensal mínima do rio das Velhas em Honório Bicalho no período seco deve ficar em torno de 13,3 m<sup>3</sup>/s;
- Considerando que a precipitação de outubro de 2014 a setembro de 2015 seja similar aos anos 1997-1998, 1998-1999 e 2000-2001 com precipitação em torno de 1200mm, a vazão mínima do rio das Velhas em Honório Bicalho no período seco deve ficar em torno de 10,0 m<sup>3</sup>/s, ou seja, abaixo da  $Q_{7,10}$ ;
- Considerando que a precipitação de outubro de 2014 a setembro de 2015 seja de 1100mm, com 100 anos de período de retorno, considerando o primeiro trimestre o mais chuvoso, a vazão mensal mínima do rio das Velhas em Honório Bicalho no período seco deve ficar em torno de 8,5 m<sup>3</sup>/s, ou seja, abaixo da  $Q_{7,10}$ ;
- Considerando que a precipitação de outubro de 2014 a setembro de 2015 seja de 1100mm, com 100 anos de período de retorno, considerando o segundo trimestre o mais chuvoso, a vazão mensal mínima do rio das Velhas em Honório Bicalho no período seco deve ficar em torno de 8,5 m<sup>3</sup>/s, ou seja, abaixo da  $Q_{7,10}$ ;

A análise das vazões dos meses de junho e julho, em conjunto com os dados históricos, como descrito na metodologia, permitiu que se identificassem as regiões críticas onde será necessária a realização de medições extras de vazão. Dessa forma, foi feita uma reprogramação da operação da rede hidrometeorológica que possibilite a medição de vazões tanto nas estações fluviométricas das regiões críticas, bem como, nas estações da programação normal. Assim, para o mês de agosto de 2014 está prevista a realização das



medições de vazões em 108 estações fluviométricas, nas bacias dos rios São Mateus, Doce e Itapemirim e nas nascentes dos rios São Francisco e das Velhas.

## 6 Referências Bibliográficas

Barnes, S. L., 1973: Mesoscale objective analysis using weighted time-series observations, NOAA Tech. Memo. ERL NSSL-62 National Severe Storms Laboratory, Norman, OK 73069, 60 pp. [NTIS COM-73-10781.], 1973. 2359

CPRM. Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil - Relatório 1 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte. BELO HORIZONTE, abril/2014.

CPRM. Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil - Relatório 2 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte. BELO HORIZONTE, junho/2014.

CPRM. Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil - Relatório 3 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte. BELO HORIZONTE, julho/2014.

Koch S. E., M. desJardins, and P. J. Kocin, 1983: An interactive Barnes objective map analysis scheme for use with satellite and conventional data. J. Climate Appl. Meteor., 22, 1487–1503.

Pinto, E. J. A. et al. Atlas Pluviométrico do Brasil. CPRM. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br).

ANEXO I – Gráfico de vazão medida x cota

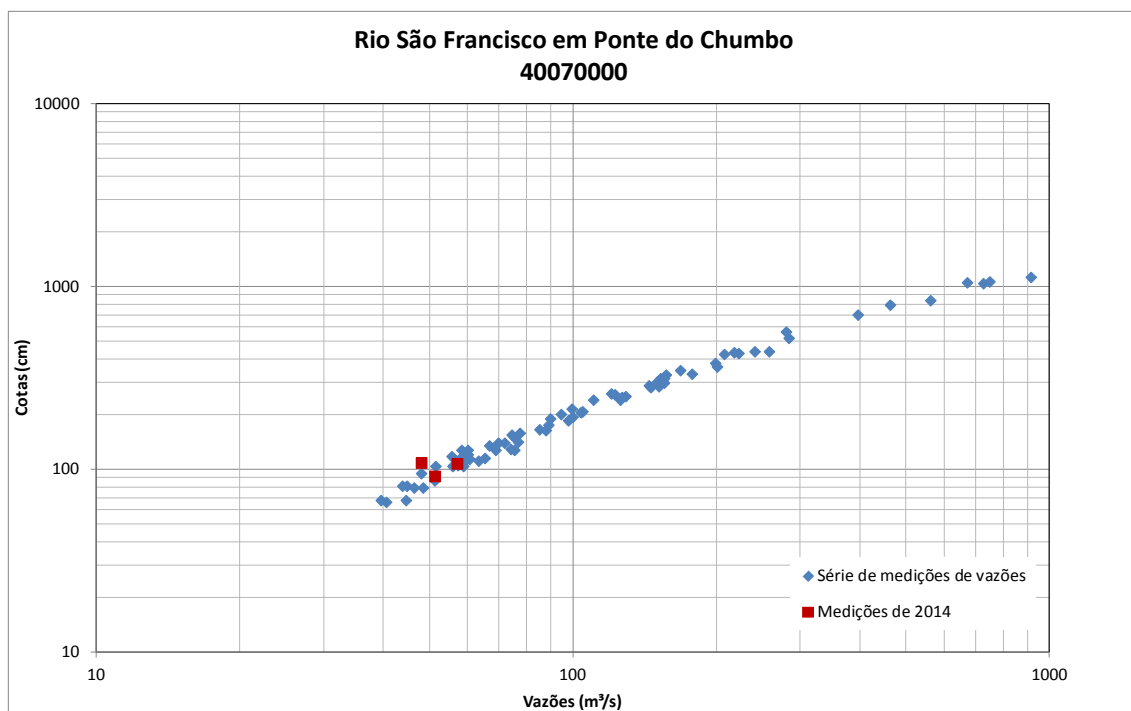


Figura 1 – Medições de descarga líquida no rio São Francisco em Ponte do Chumbo.

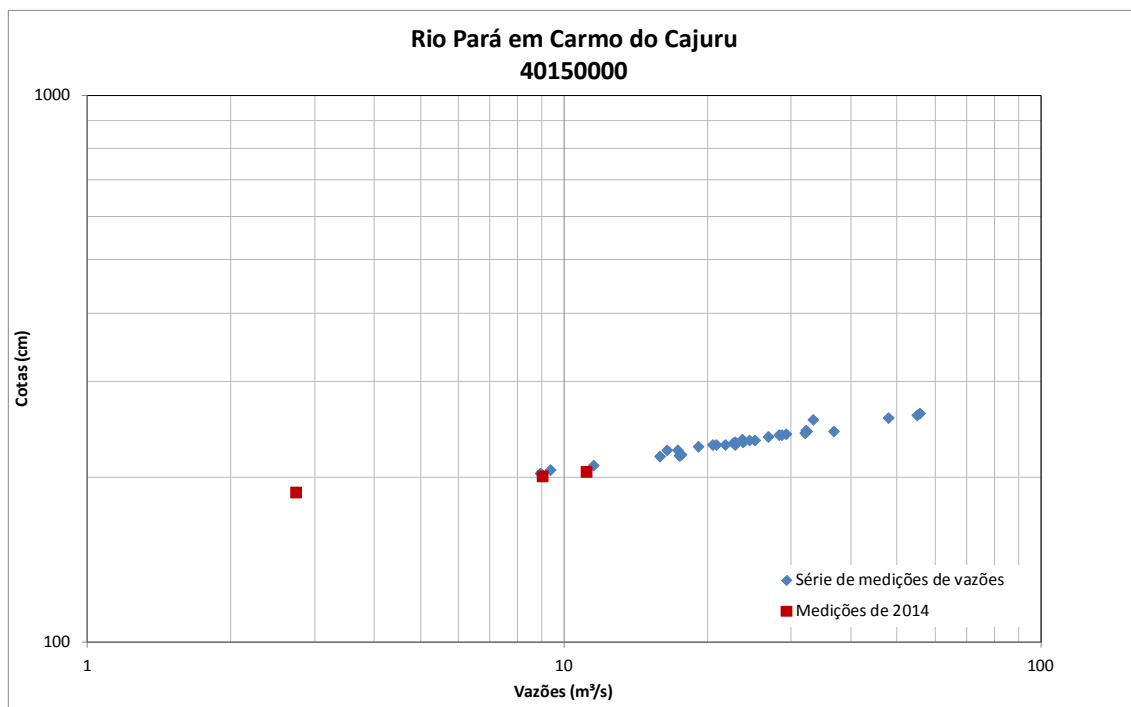


Figura 2 – Medições de descarga líquida no rio Pará em Carmo do Cajuru.

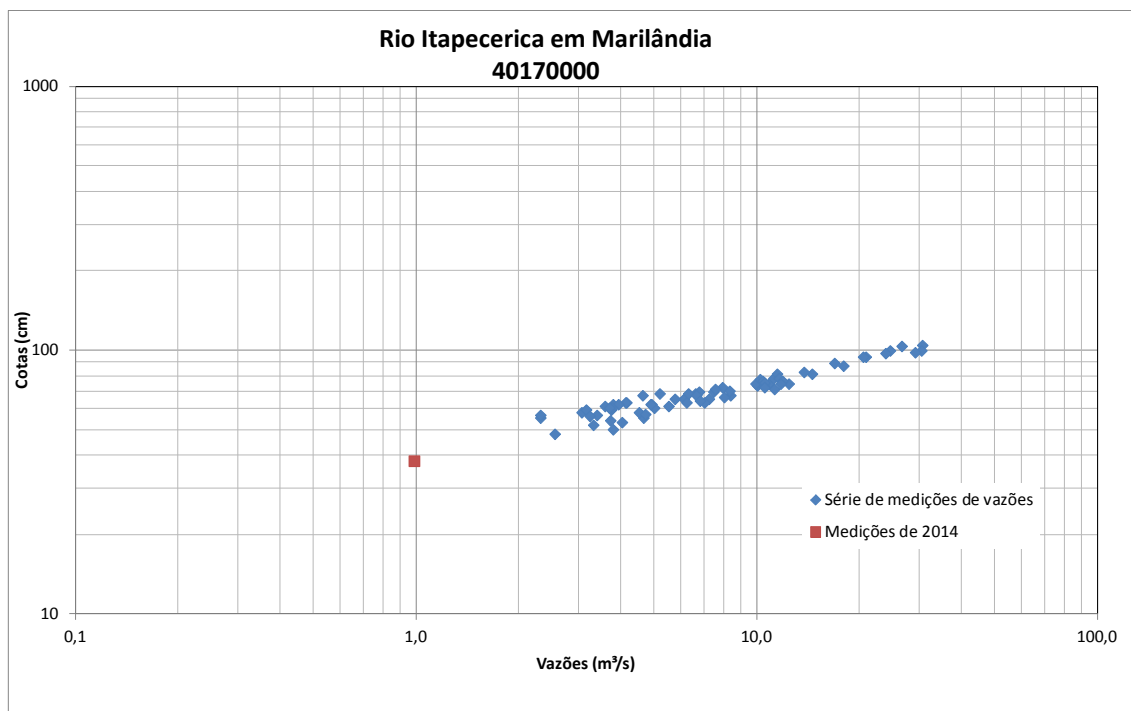


Figura 3 – Medições de descarga líquida no rio Itapecerica em Marilândia.

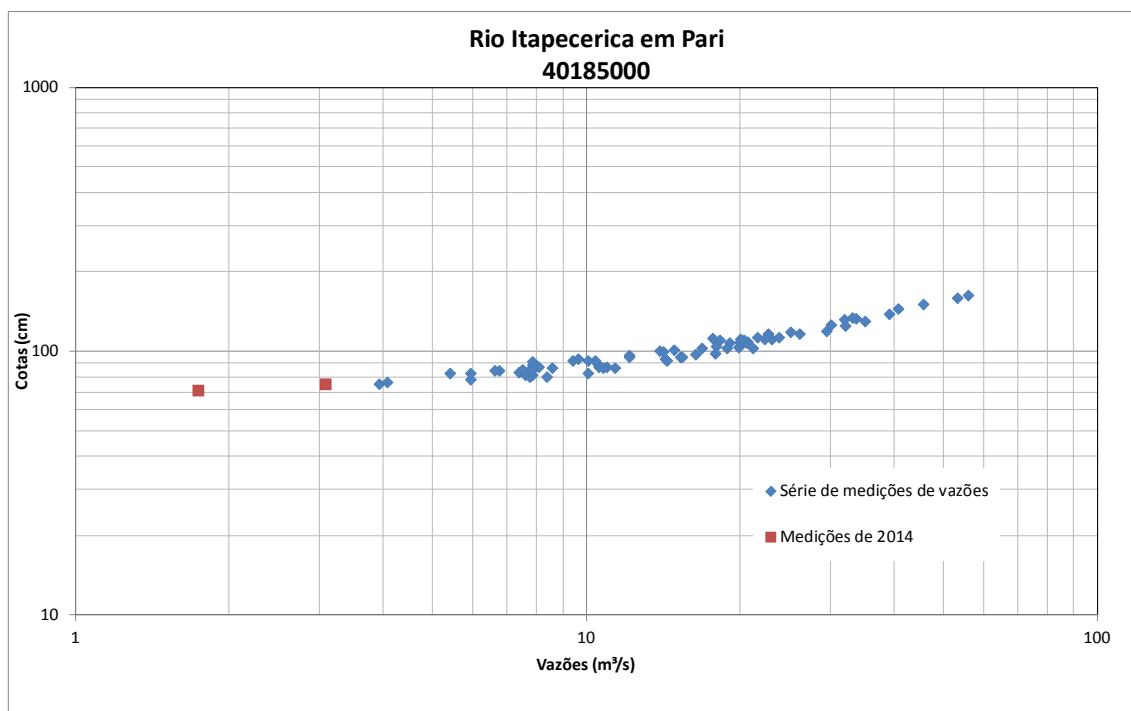


Figura 4 – Medições de descarga líquida no rio Itapecerica em Pari.

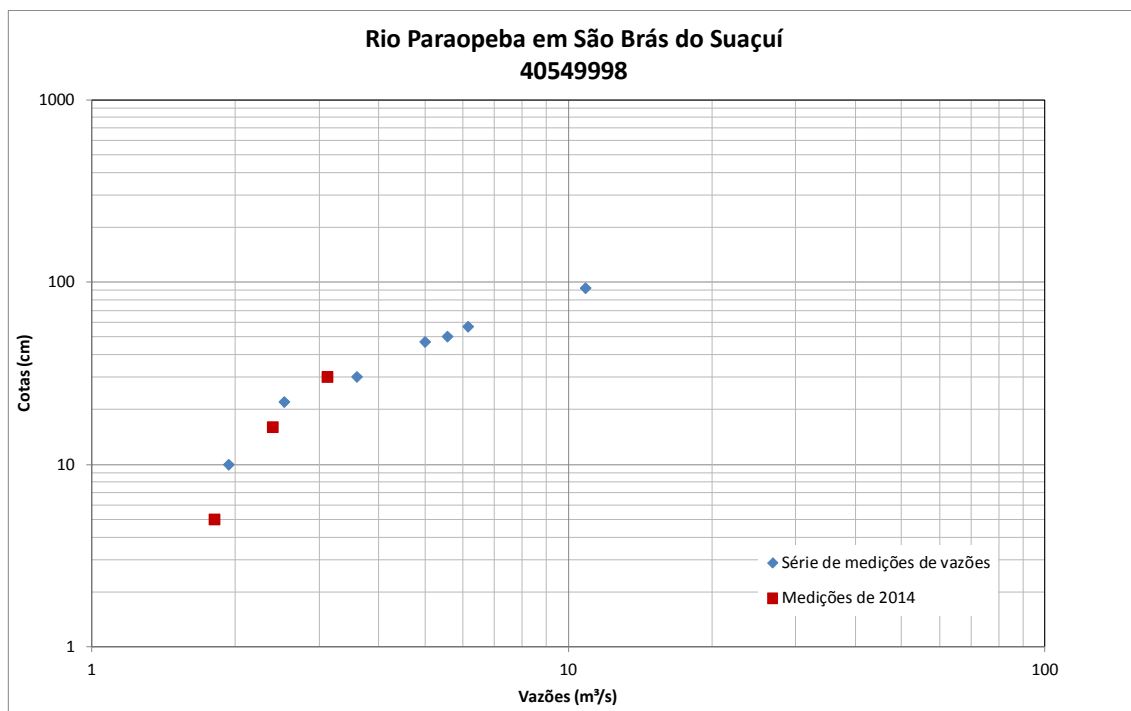


Figura 5 – Medições de descarga líquida no rio Paraopeba em São Brás do Suaçuí.

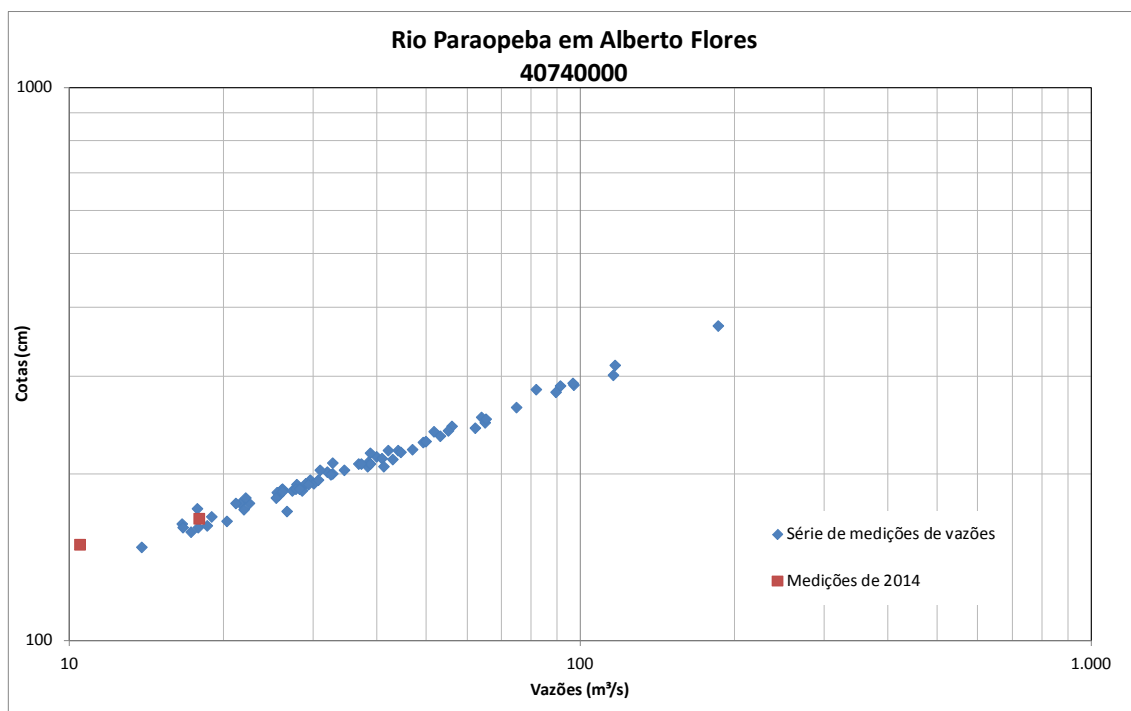


Figura 6 – Medições de descarga líquida no rio Paraopeba em Alberto Flores.

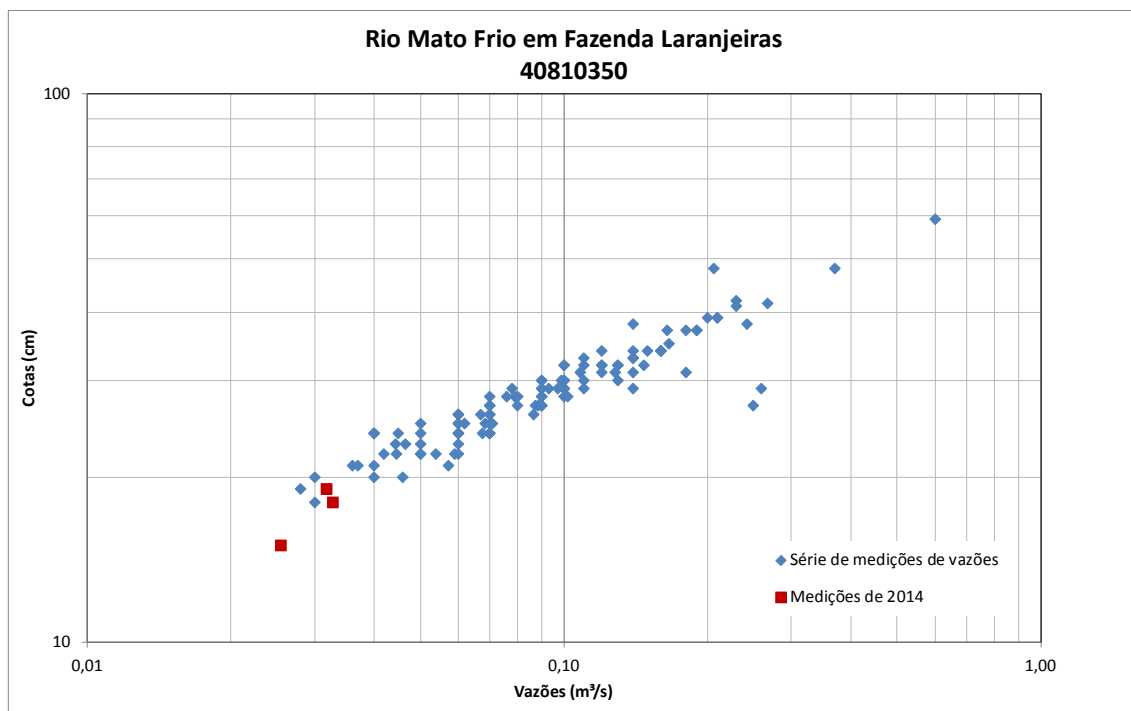


Figura 7 – Medições de descarga líquida no rio Mato Frio em Fazenda Laranjeiras.

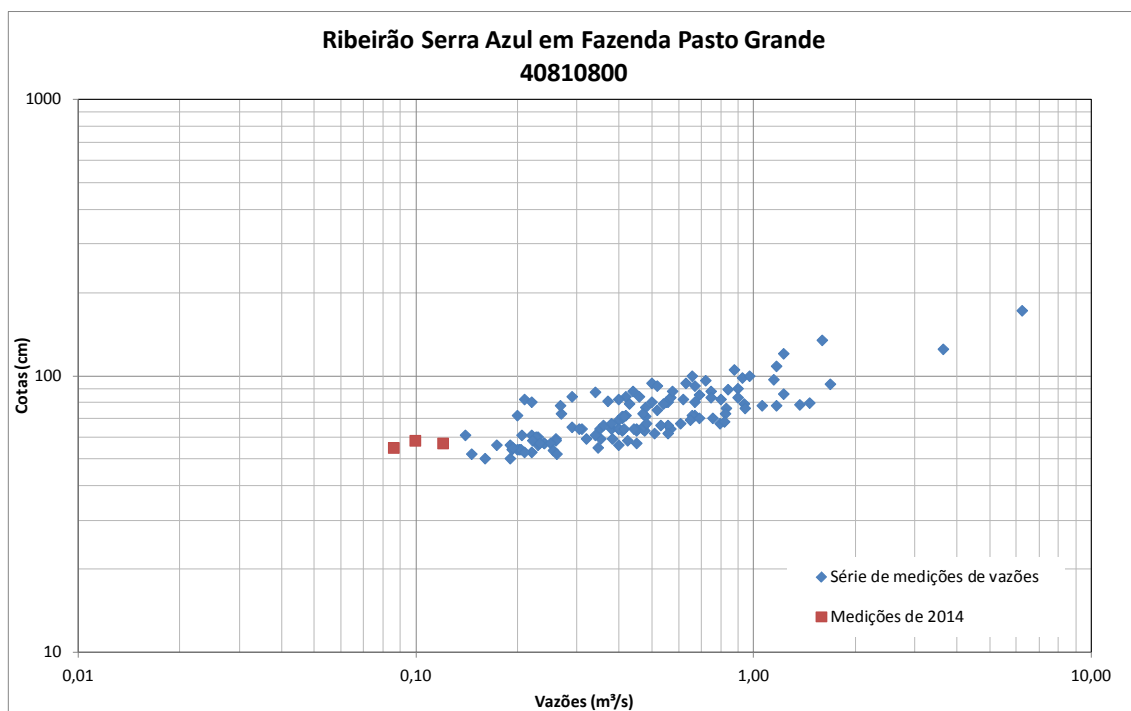


Figura 8 – Medições de descarga líquida no rio Serra Azul em Fazenda Pasto Grande.

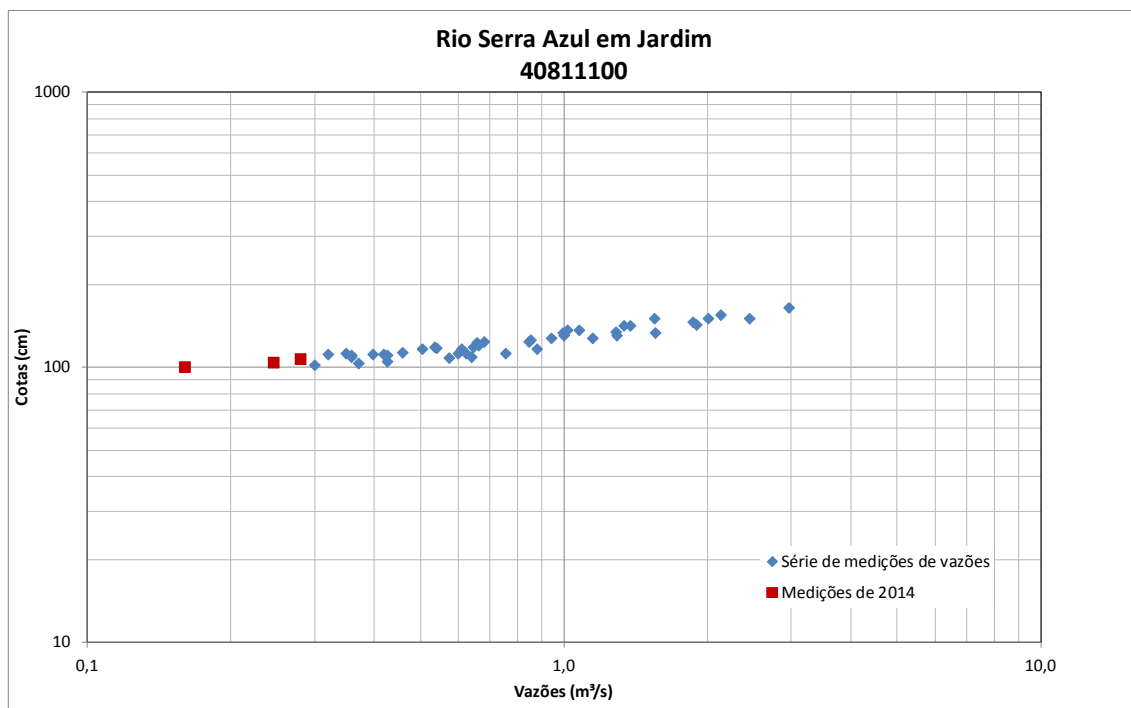


Figura 9 – Medições de descarga líquida no rio Serra Azul em Jardim.

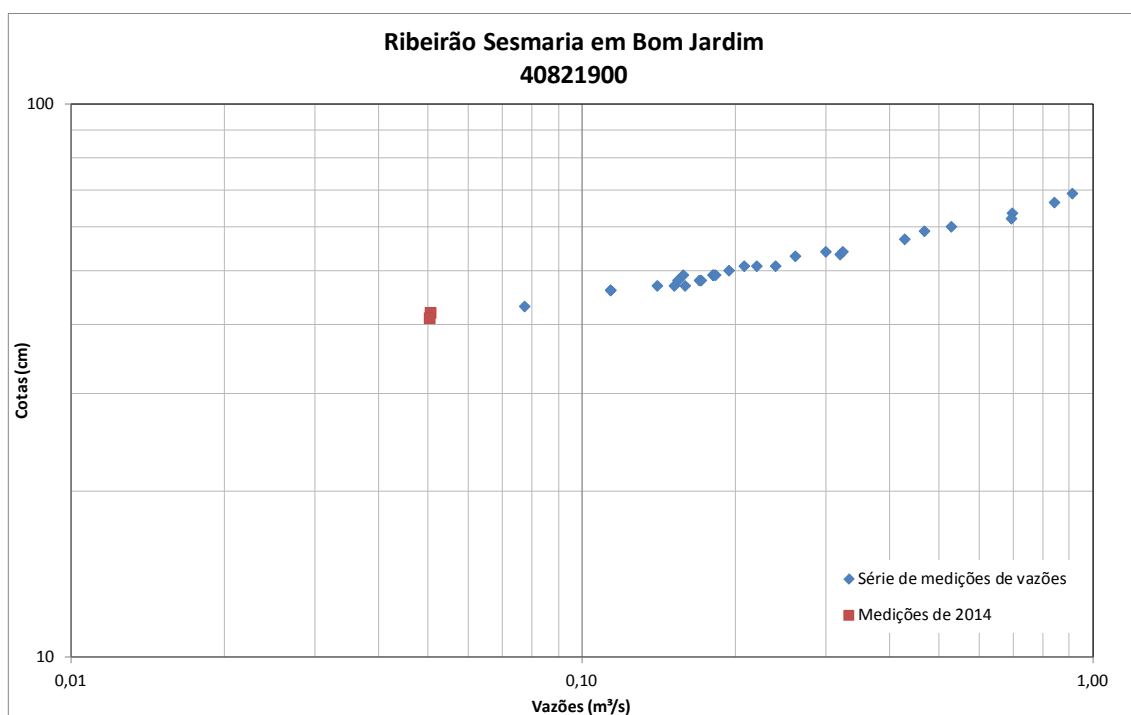


Figura 10 – Medições de descarga líquida no ribeirão Sesmária em Bom Jardim.



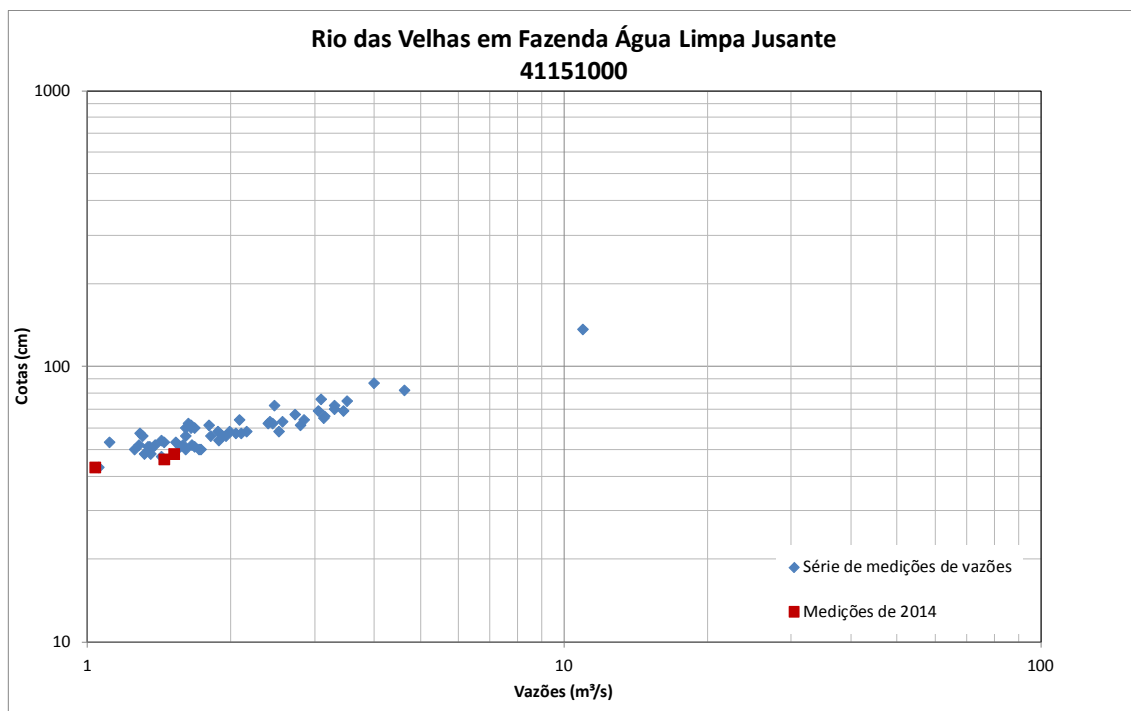


Figura 11 – Medições de descarga líquida no rio das Velhas em Fazenda Água Limpa Jusante.

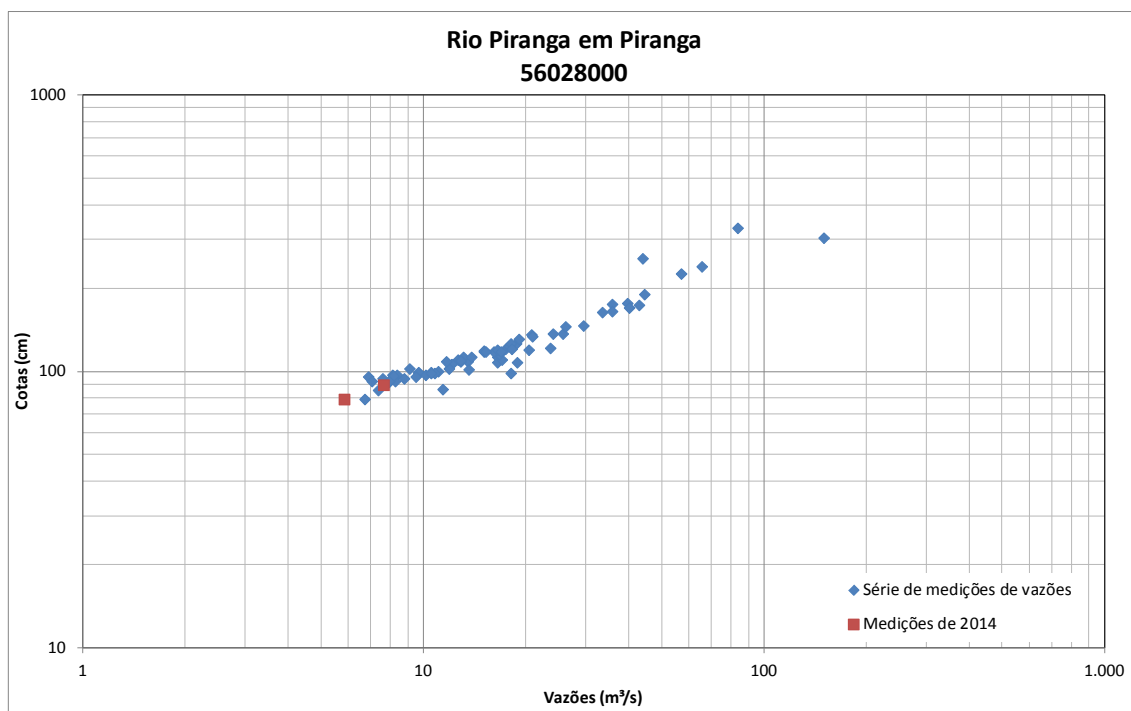


Figura 12 – Medições de descarga líquida no rio Piranga em Piranga.

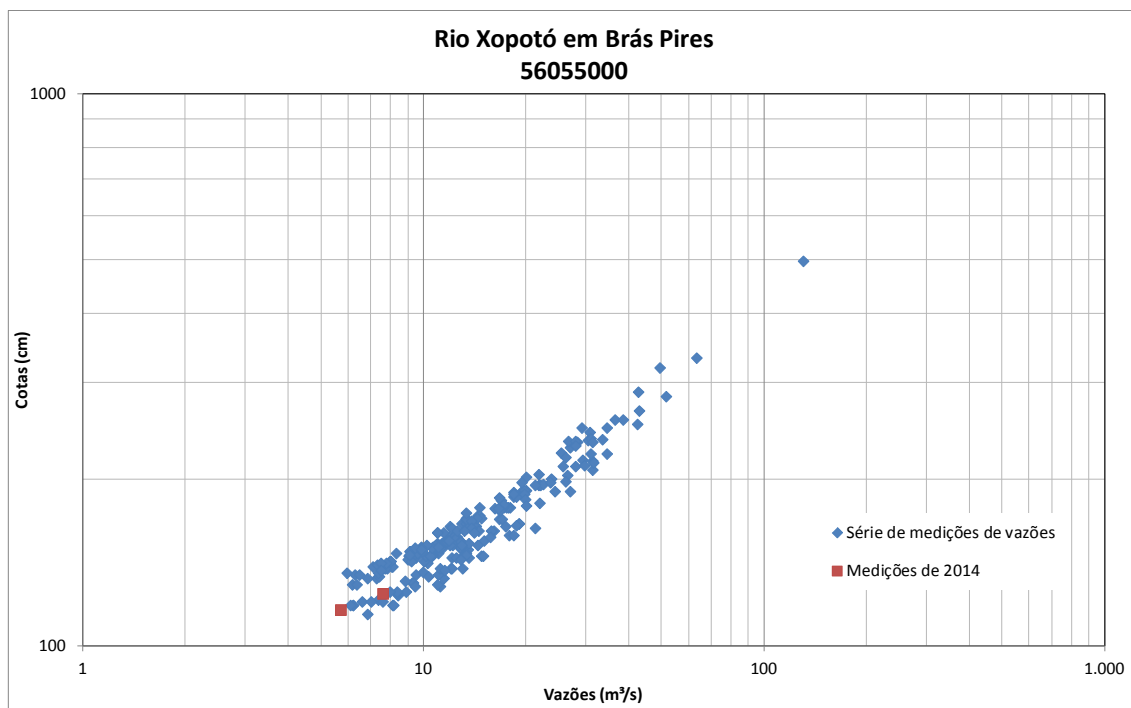


Figura 13 – Medições de descarga líquida no rio Xopotó em Brás Pires.

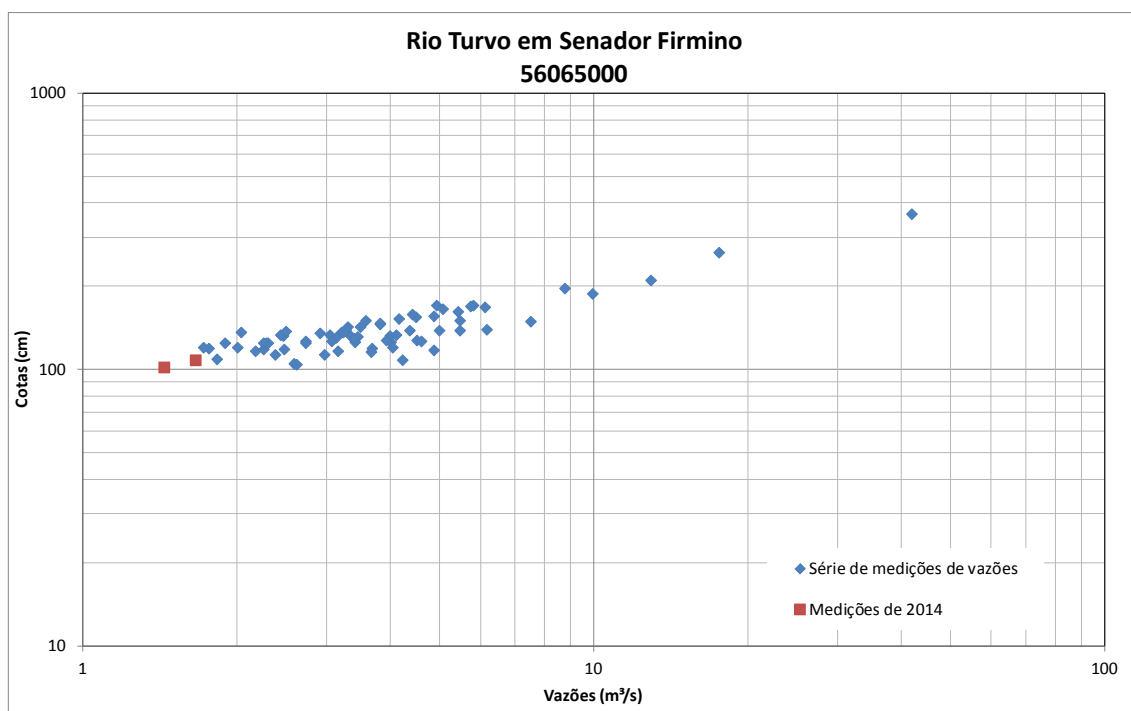


Figura 14 – Medições de descarga líquida no rio Turvo em Senador Firmino.

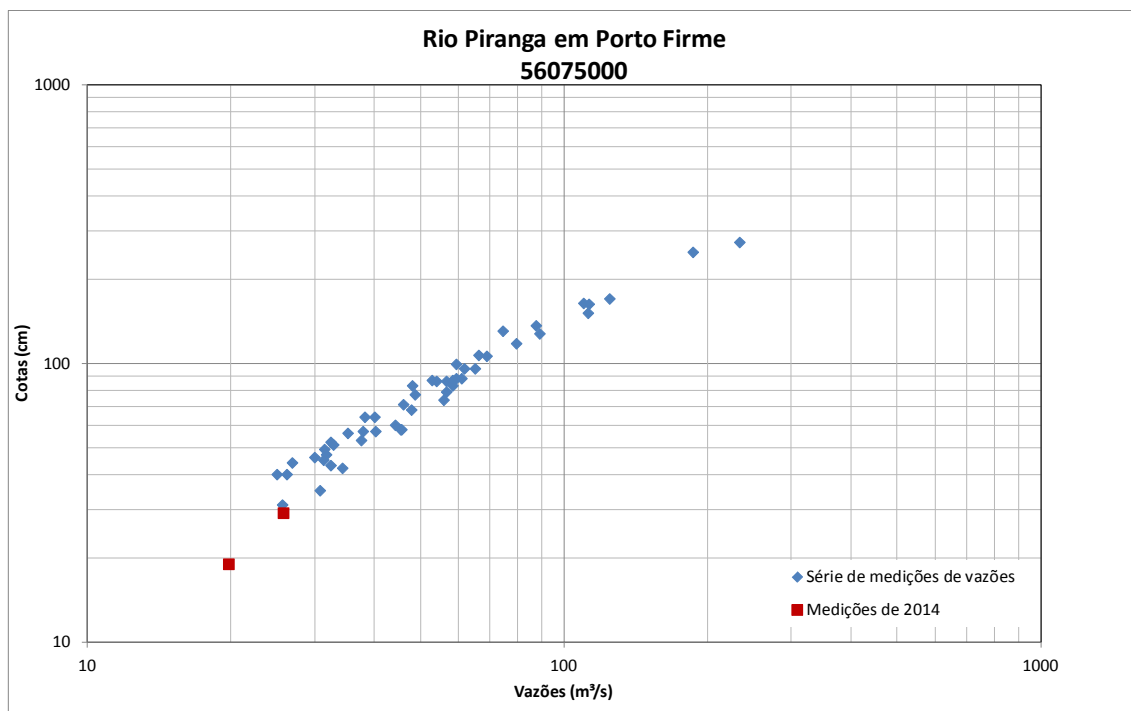


Figura 15 – Medições de descarga líquida no rio Piranga em Porto Firme.

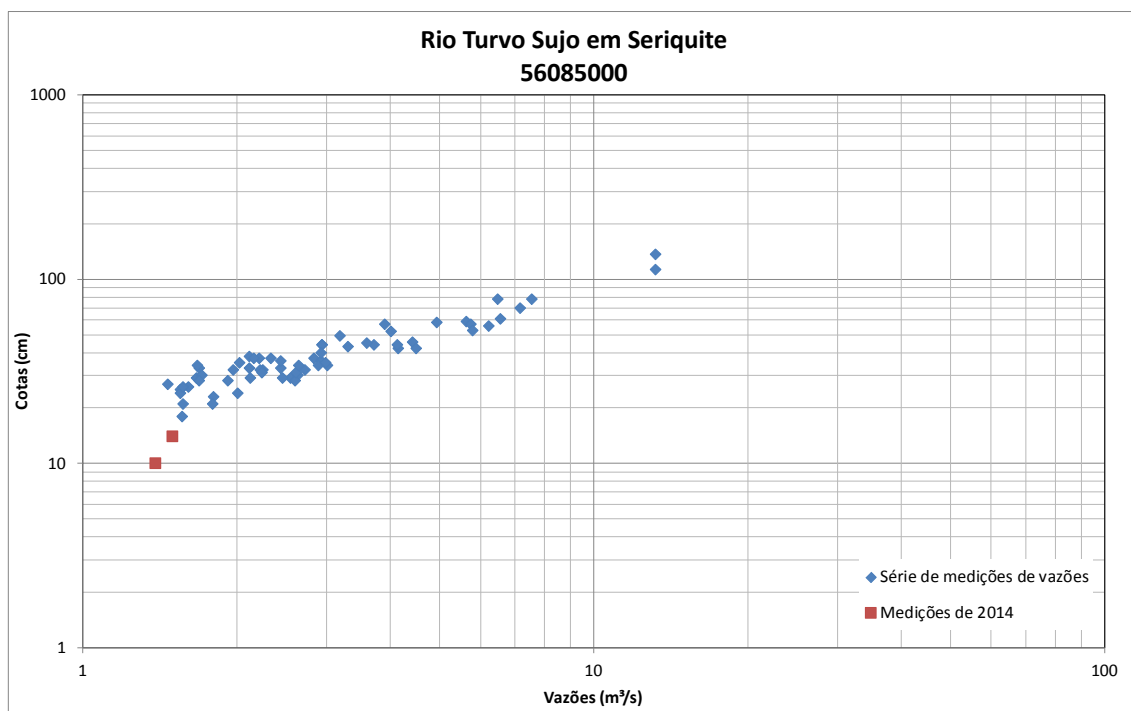


Figura 16 – Medições de descarga líquida no rio Turvo Sujo em Seriquite.

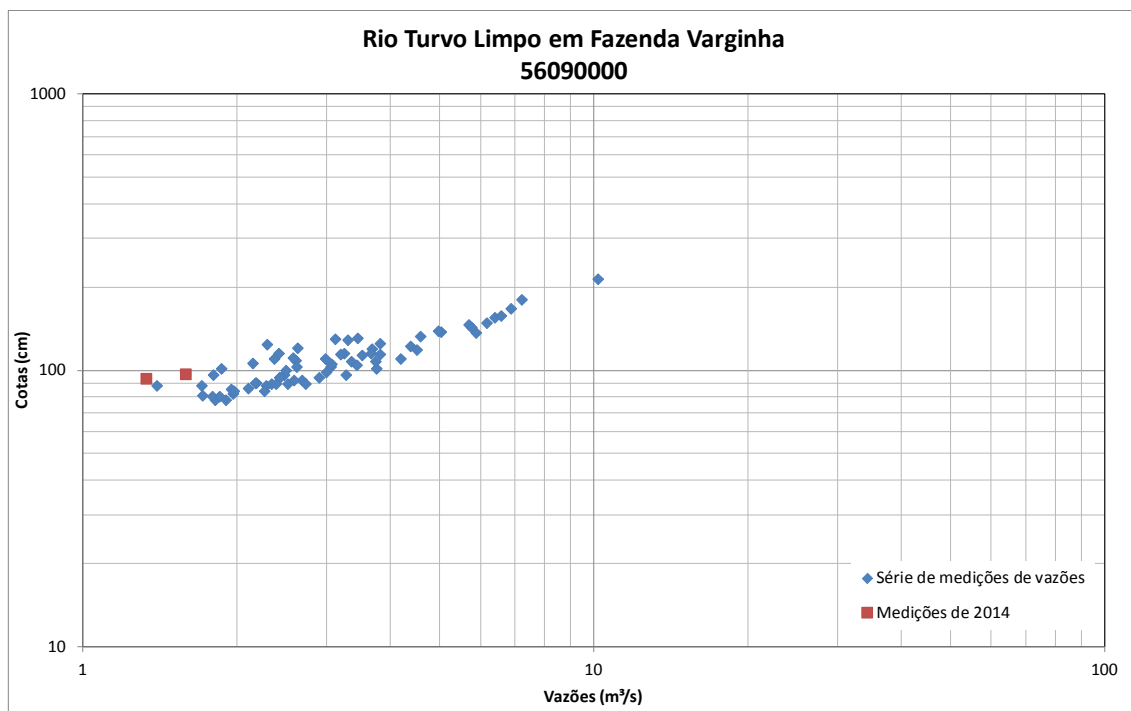


Figura 17 – Medições de descarga líquida no rio Turvo Limpo em Fazenda Varginha.

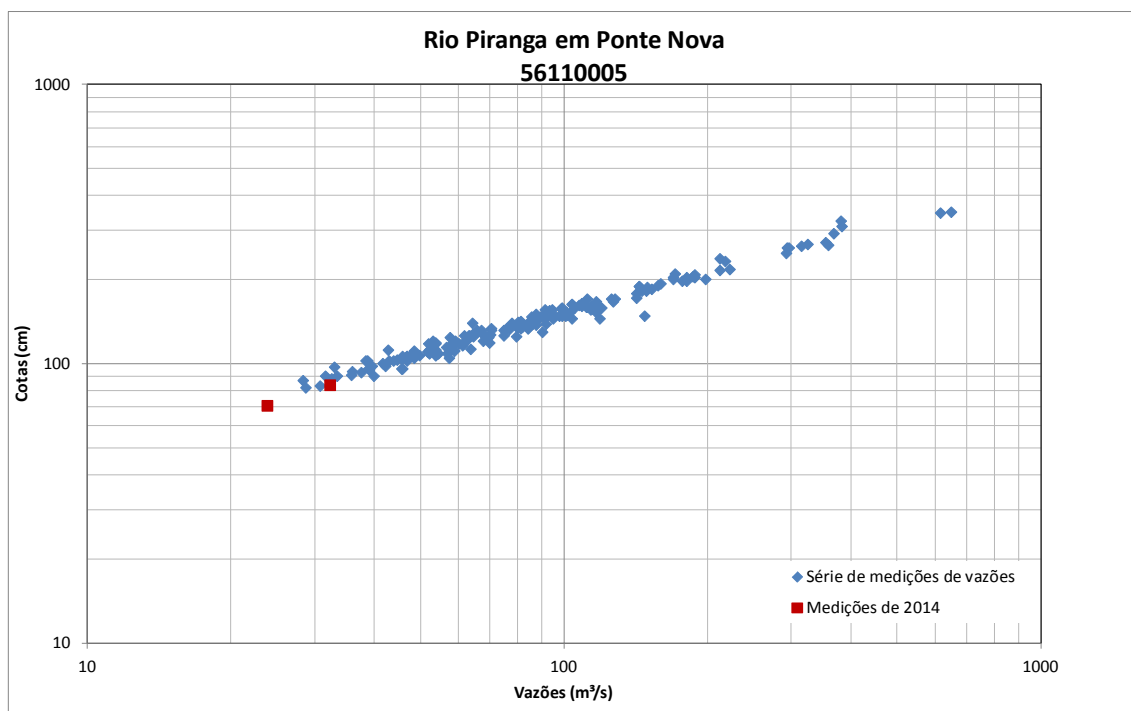


Figura 18 – Medições de descarga líquida no rio Piranga em Ponte Nova.

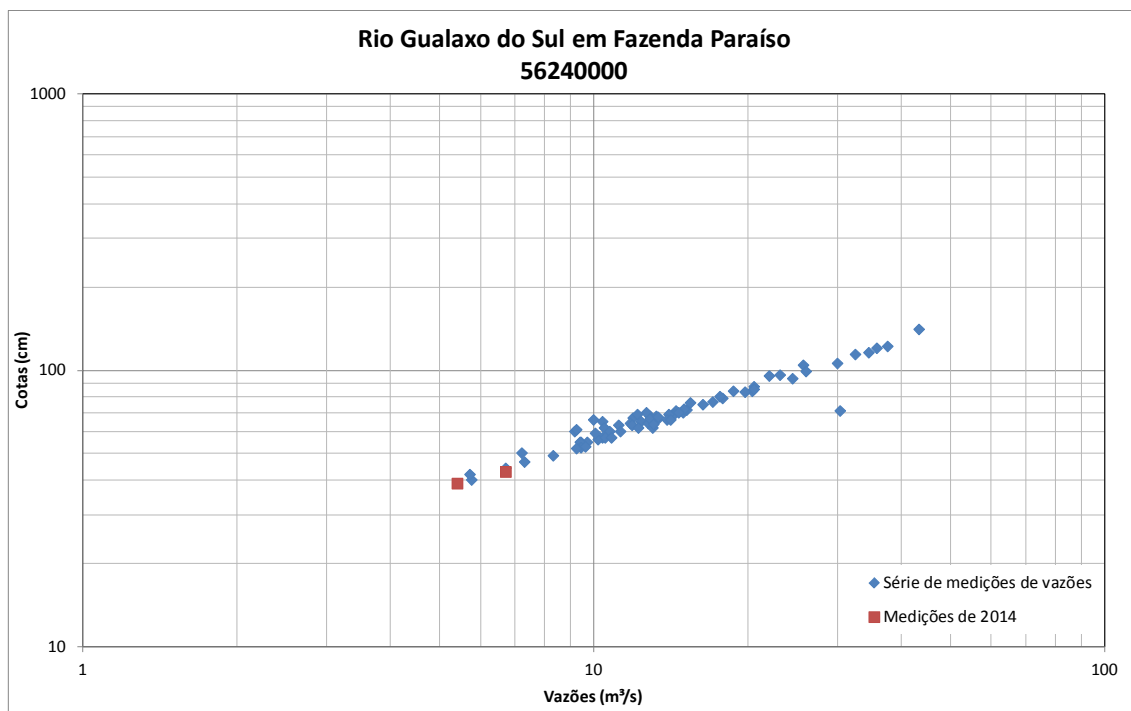


Figura 19 – Medições de descarga líquida no rio Gualaxo do Sul em Fazenda Paraíso.

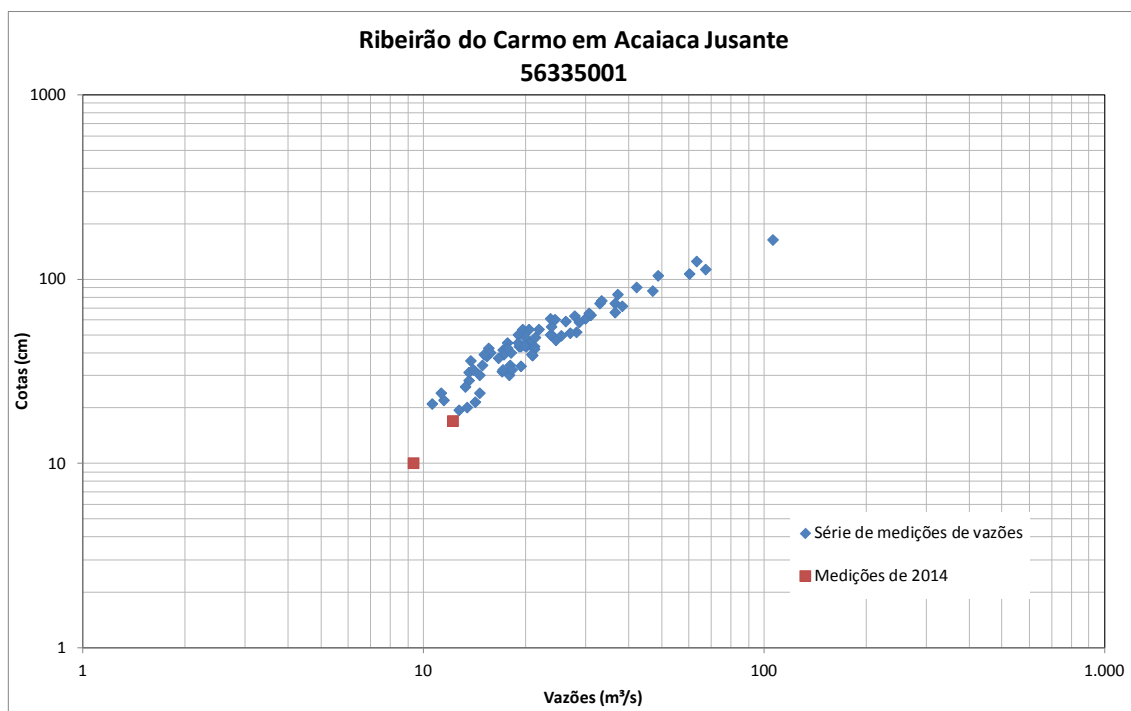


Figura 20 – Medições de descarga líquida no ribeirão do Carmo em Acaiaca Jusante.

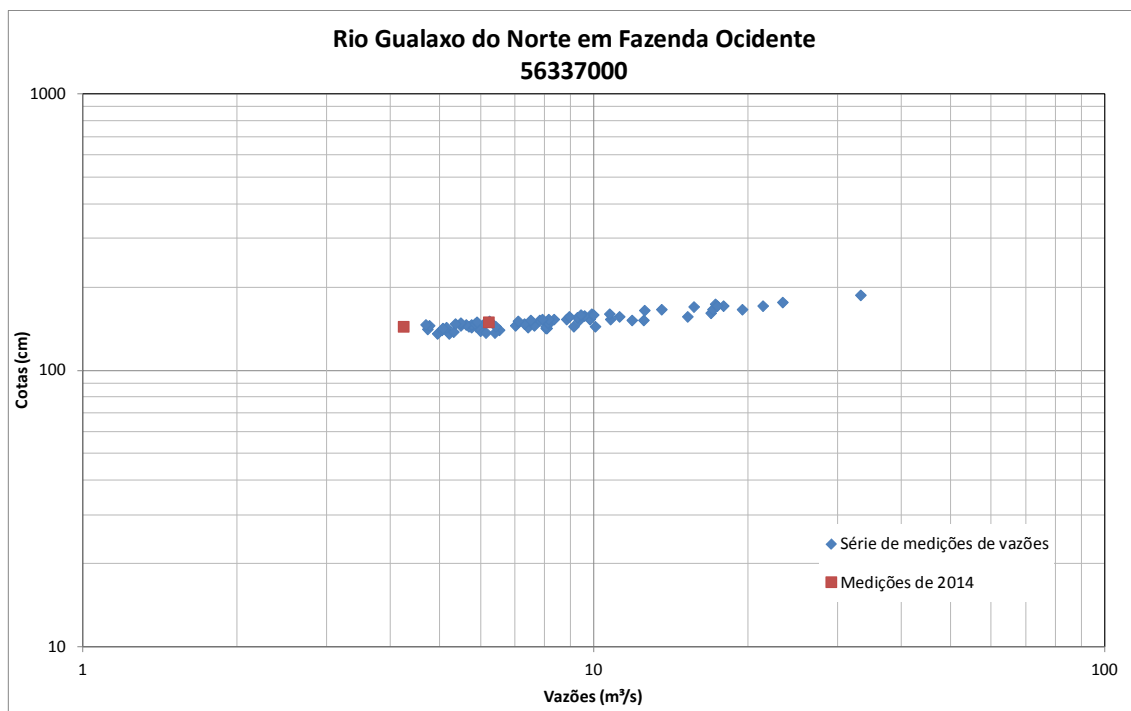


Figura 21 – Medições de descarga líquida no rio Gualaxo do Norte em Fazenda Ocidente.

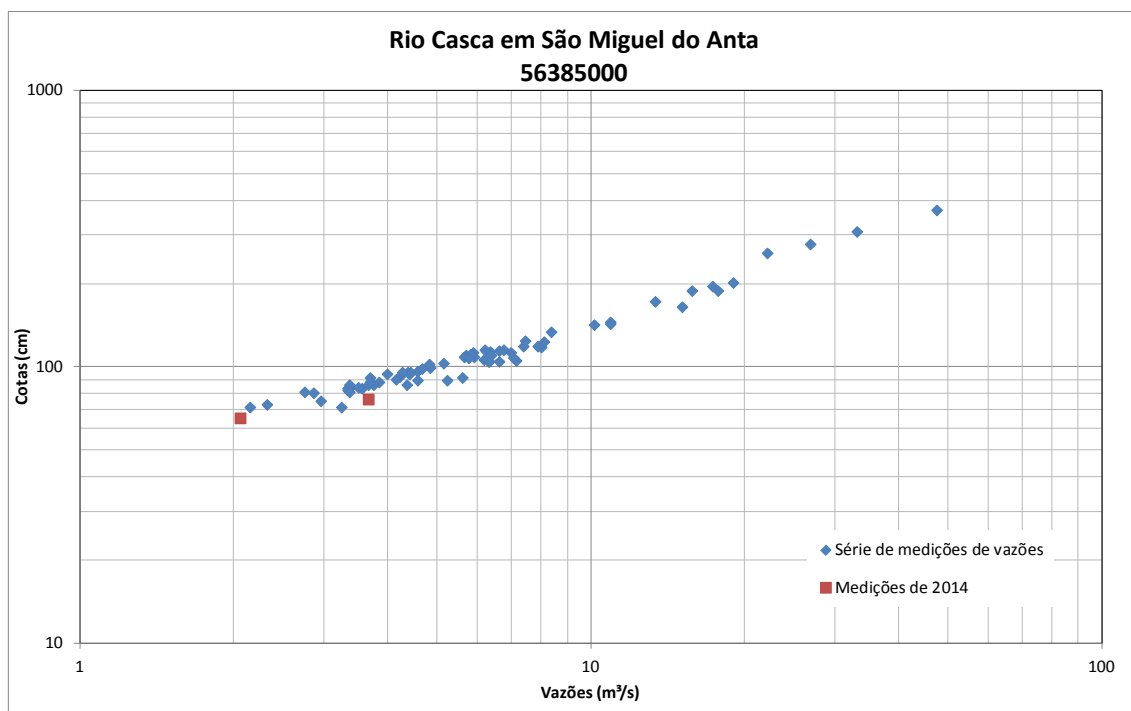


Figura 22 – Medições de descarga líquida no rio Casca em São Miguel do Anta.

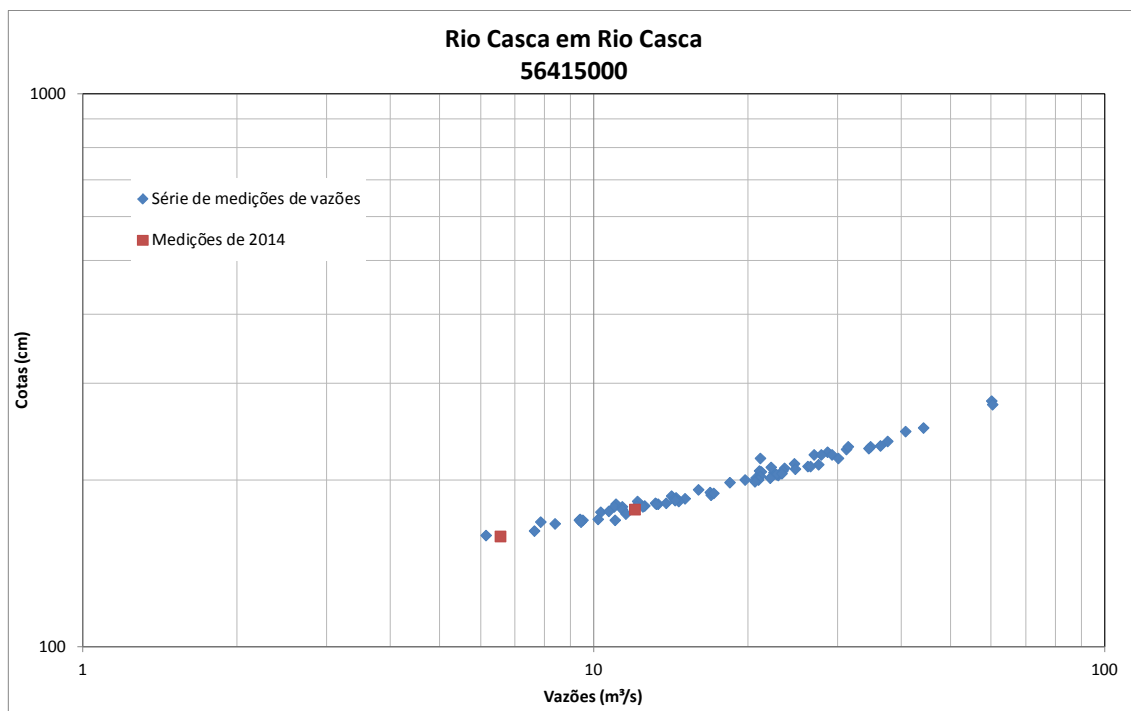


Figura 23 – Medições de descarga líquida no rio Casca em Rio Casca.

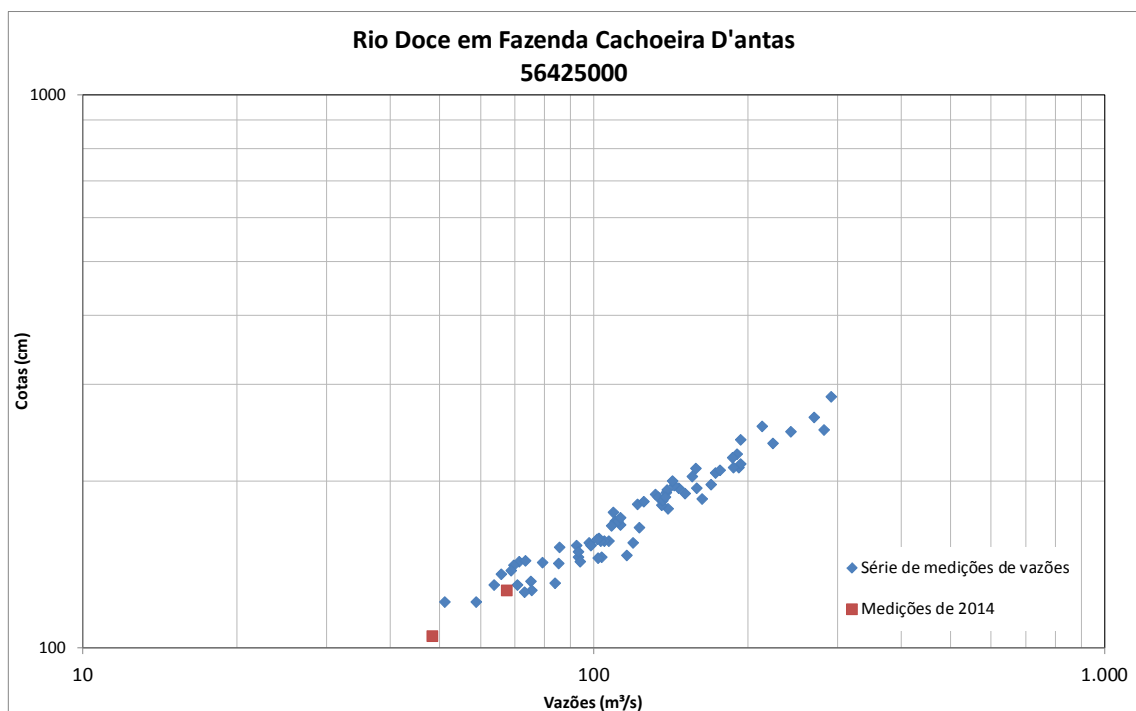


Figura 24 – Medições de descarga líquida no rio Doce em Fazenda Cachoeira D'antas.

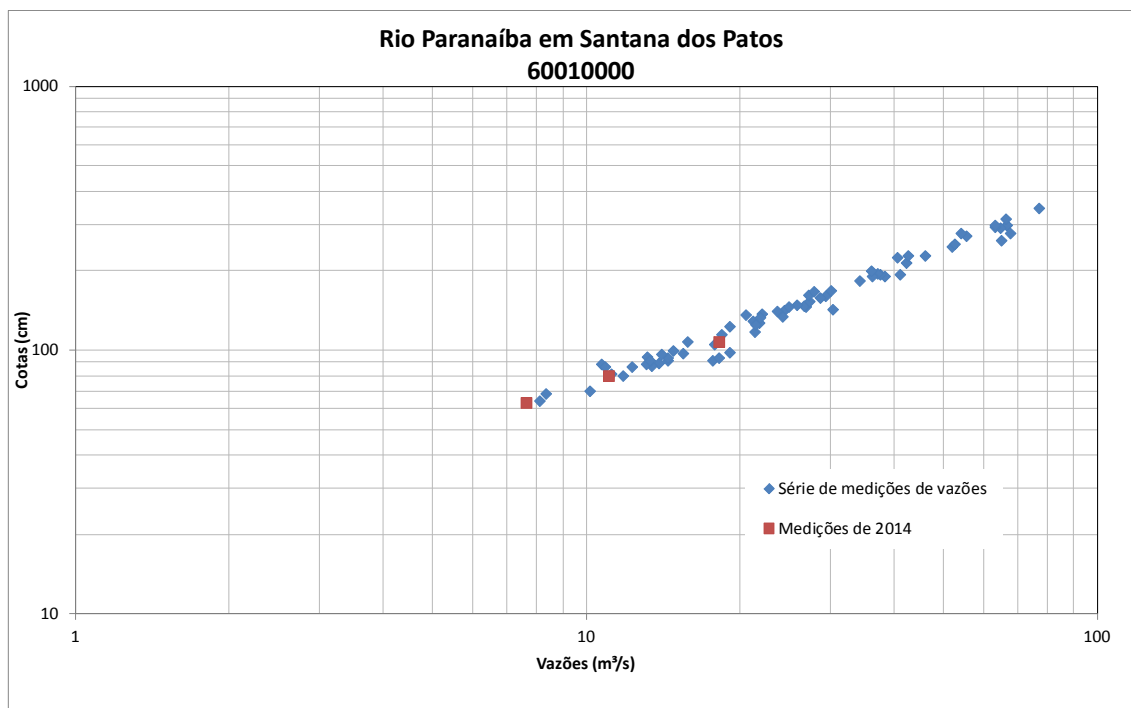


Figura 25 – Medições de descarga líquida no rio Paranaíba em Santana dos Patos.

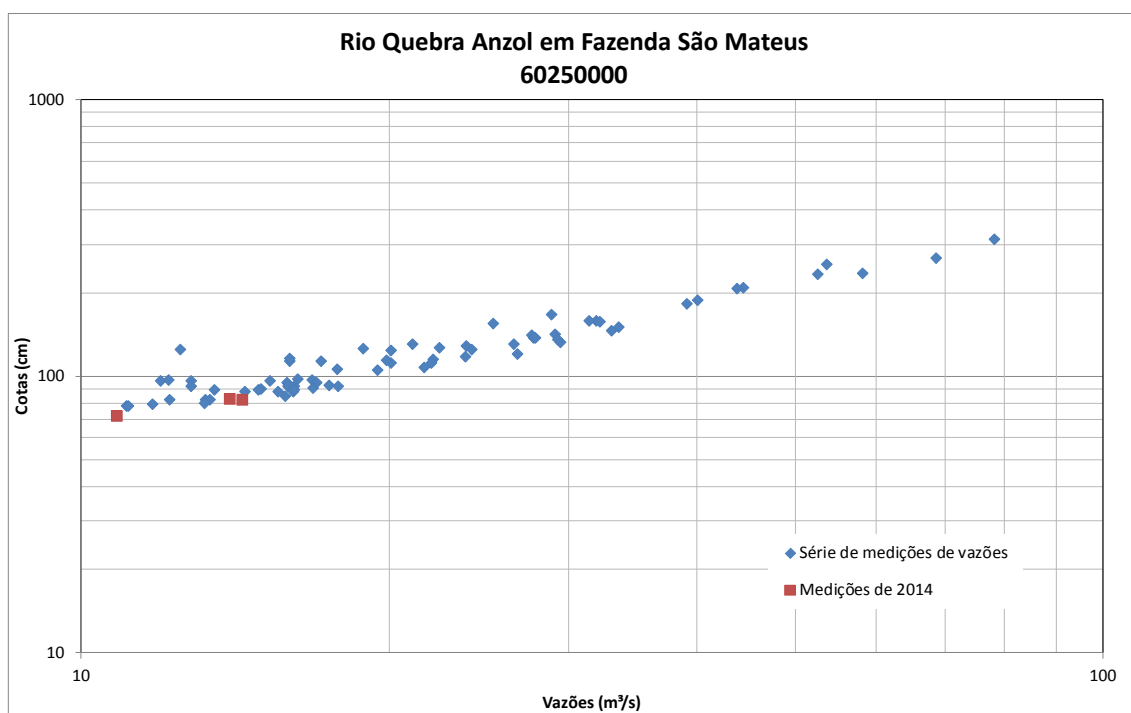


Figura 26 – Medições de descarga líquida no rio Quebra Anzol em Fazenda São Mateus.



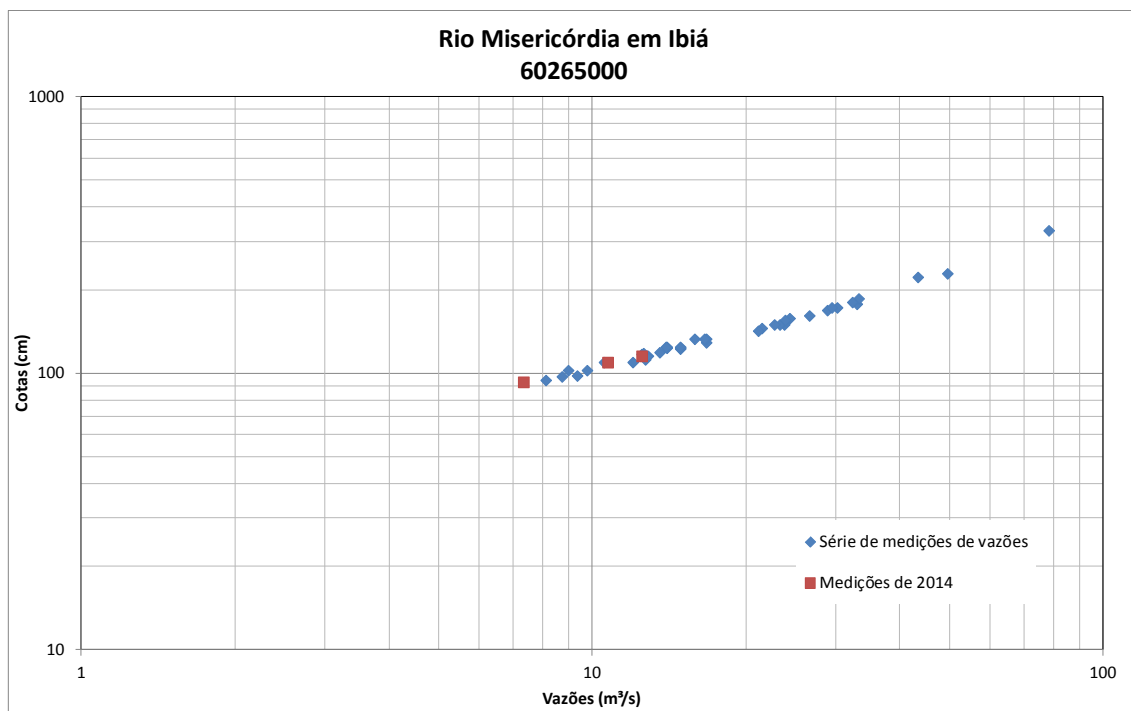


Figura 27 – Medições de descarga líquida no rio Misericórdia em Ibiá.

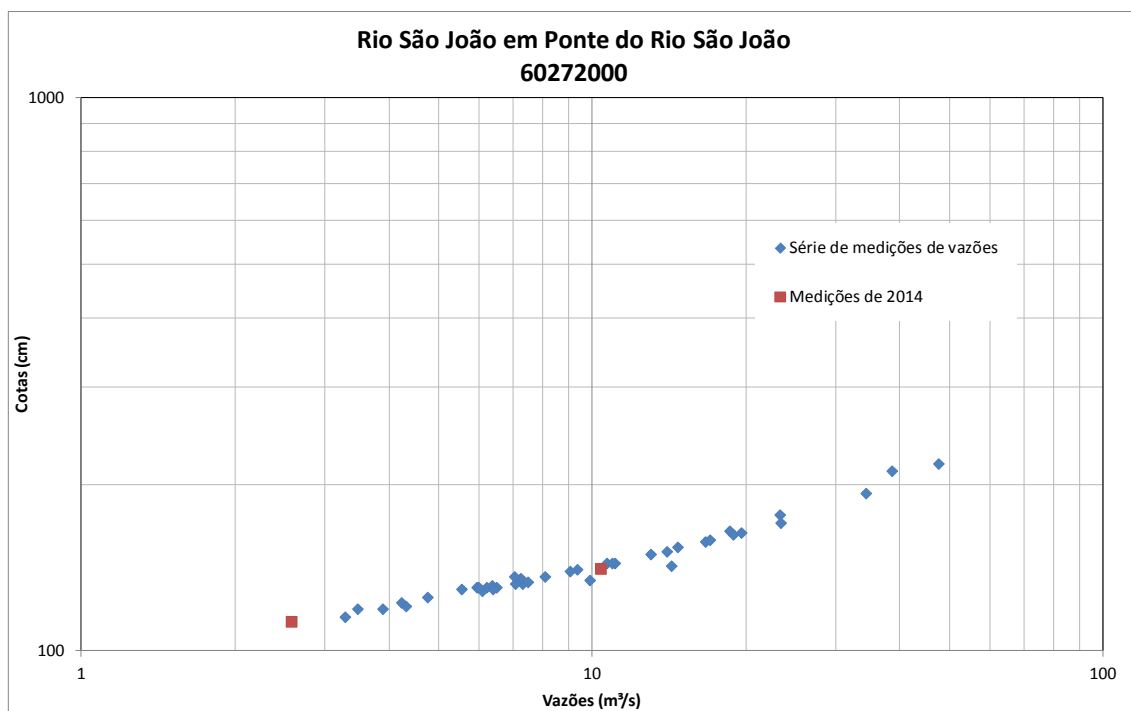


Figura 28 – Medições de descarga líquida no rio São João em Ponte do Rio São João.

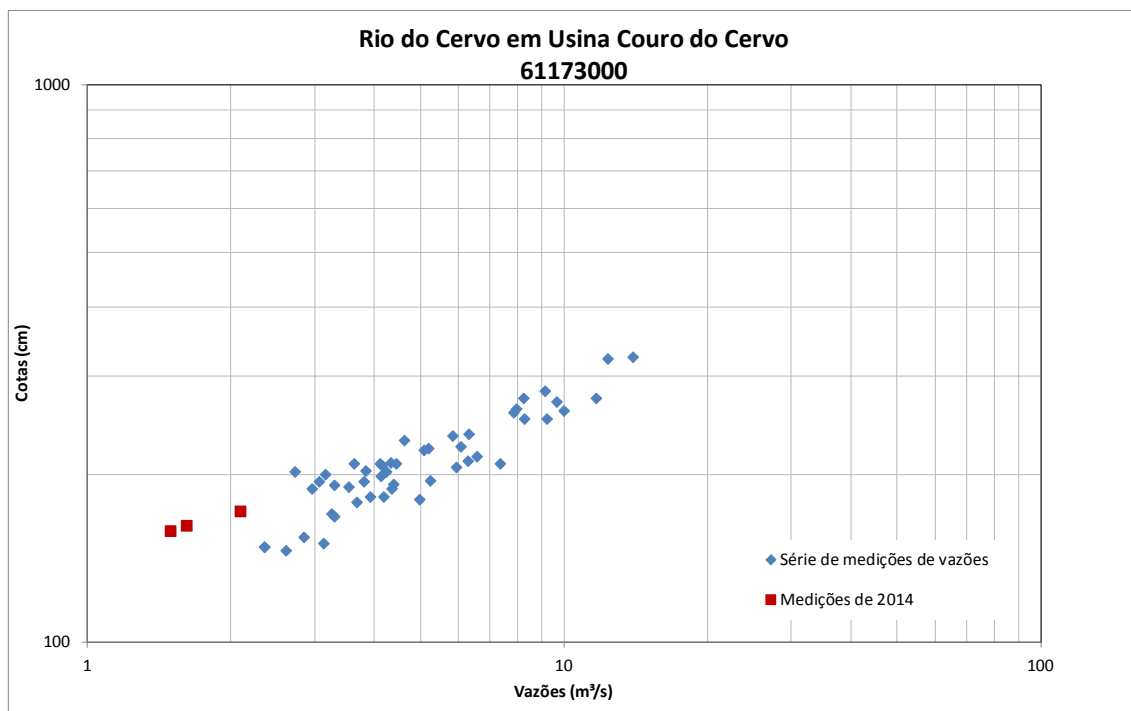


Figura 29 – Medições de descarga líquida no rio do Cervo em Usina Couro do Cervo.

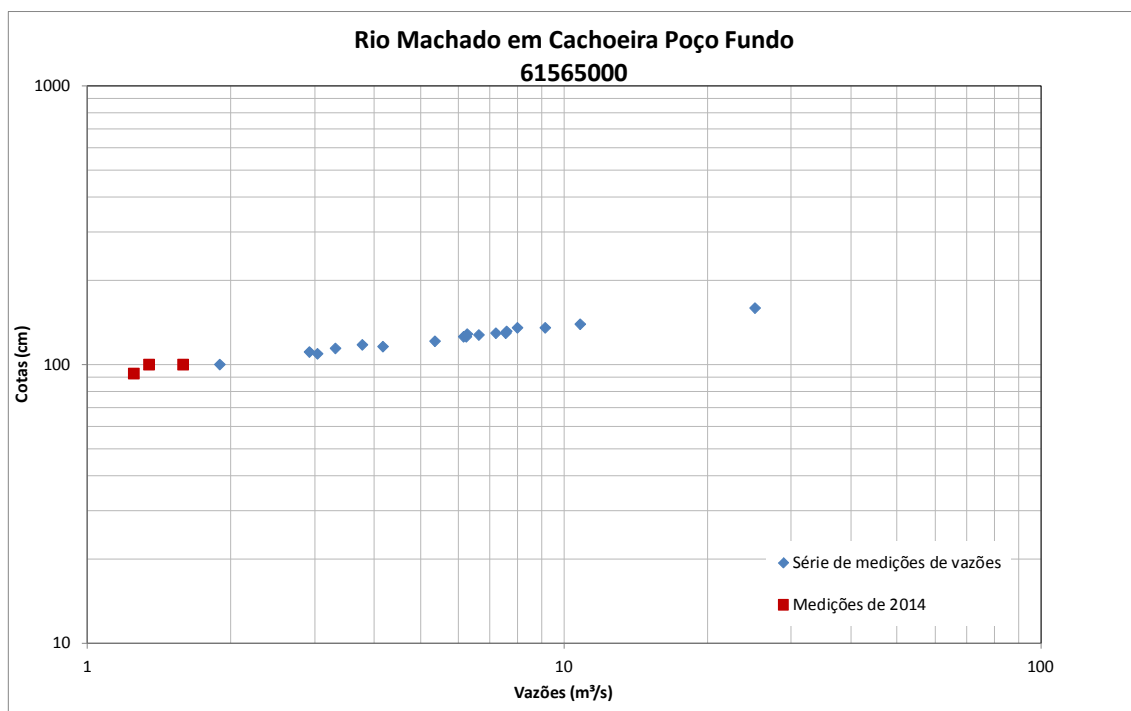


Figura 30 – Medições de descarga líquida no rio Machado em Cachoeira Poço Fundo.

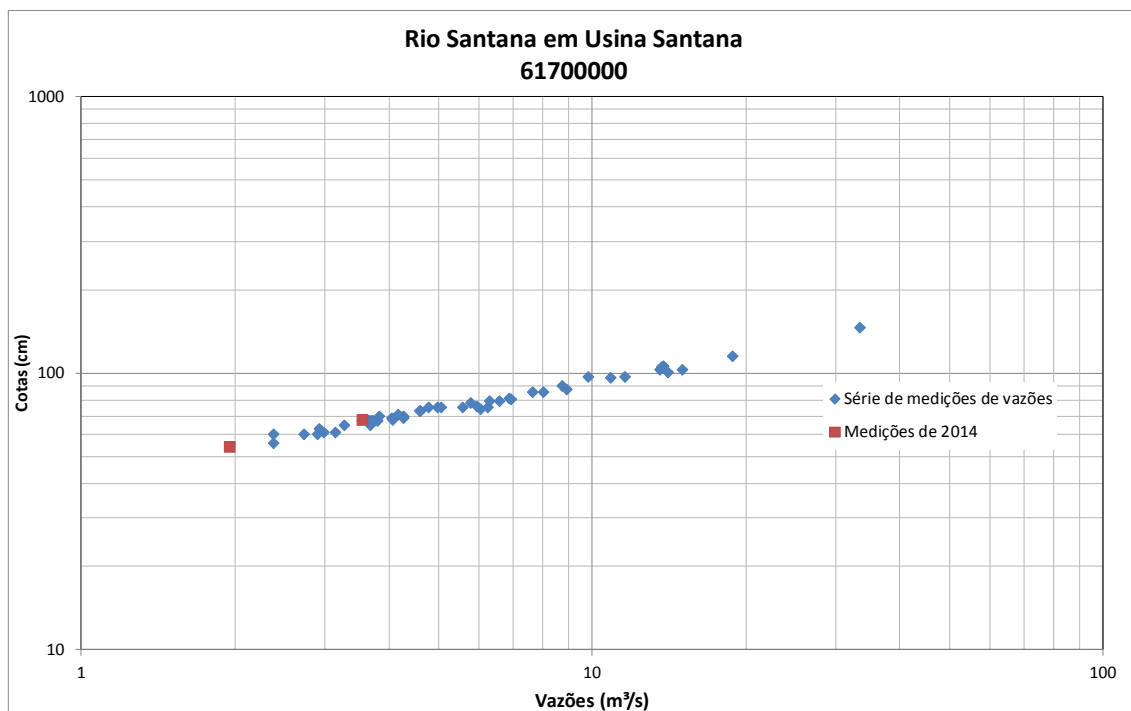


Figura 31 – Medições de descarga líquida no rio Santana em Usina Santana.

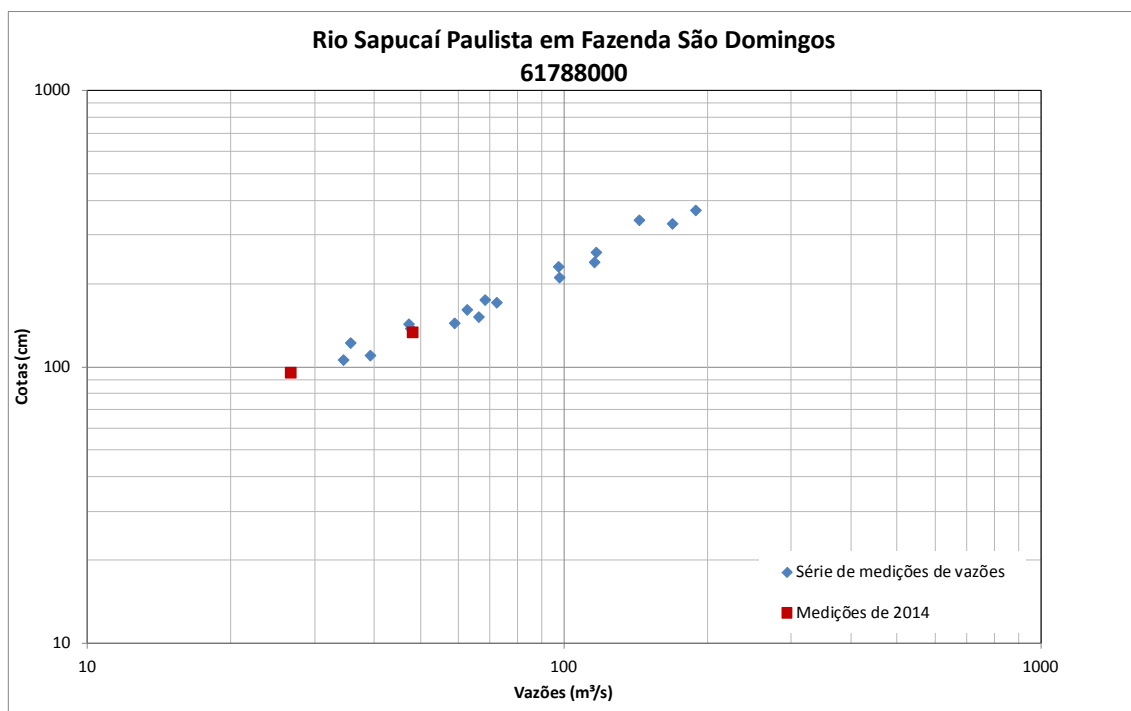


Figura 32 – Medições de descarga líquida no rio Sapucaí Paulista em Fazenda São Domingos.

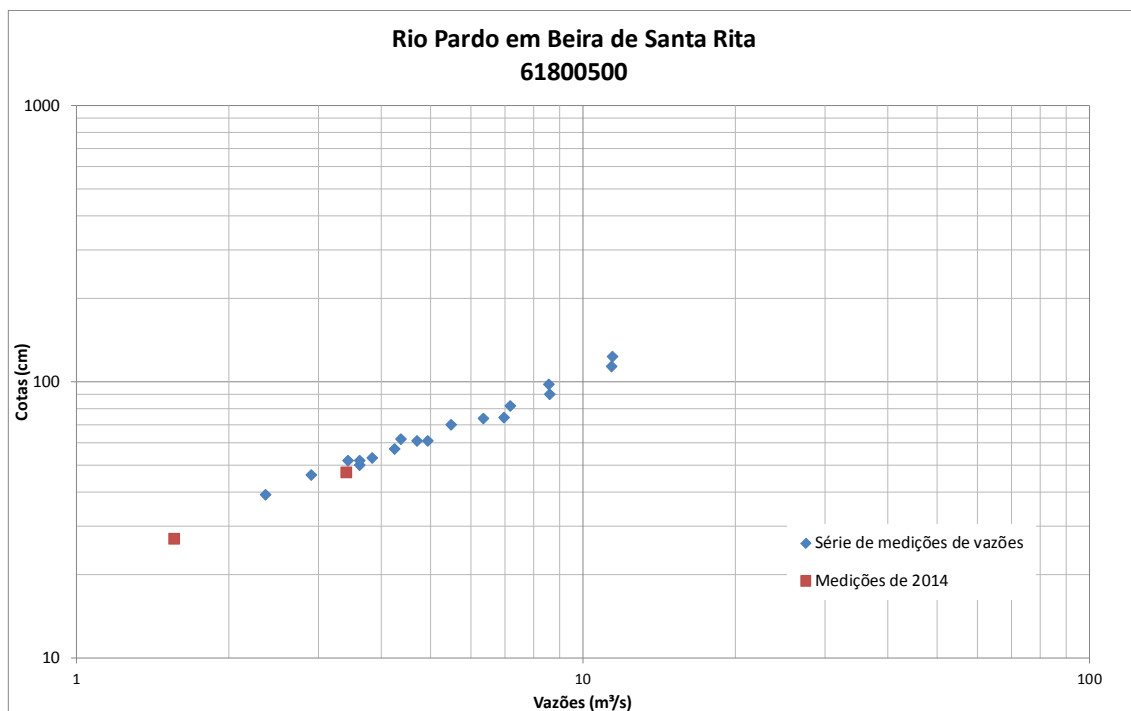


Figura 33 – Medições de descarga líquida no rio Pardo em Beira de Santa Rita.

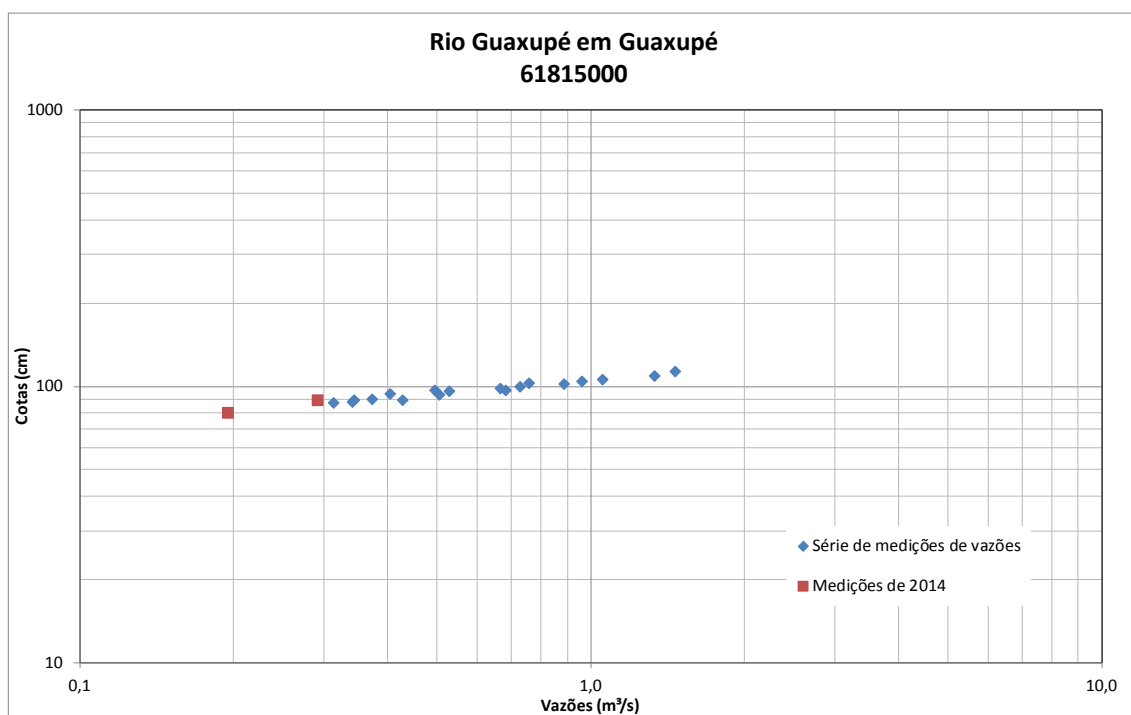


Figura 34 – Medições de descarga líquida no rio Guaxupé em Guaxupé.

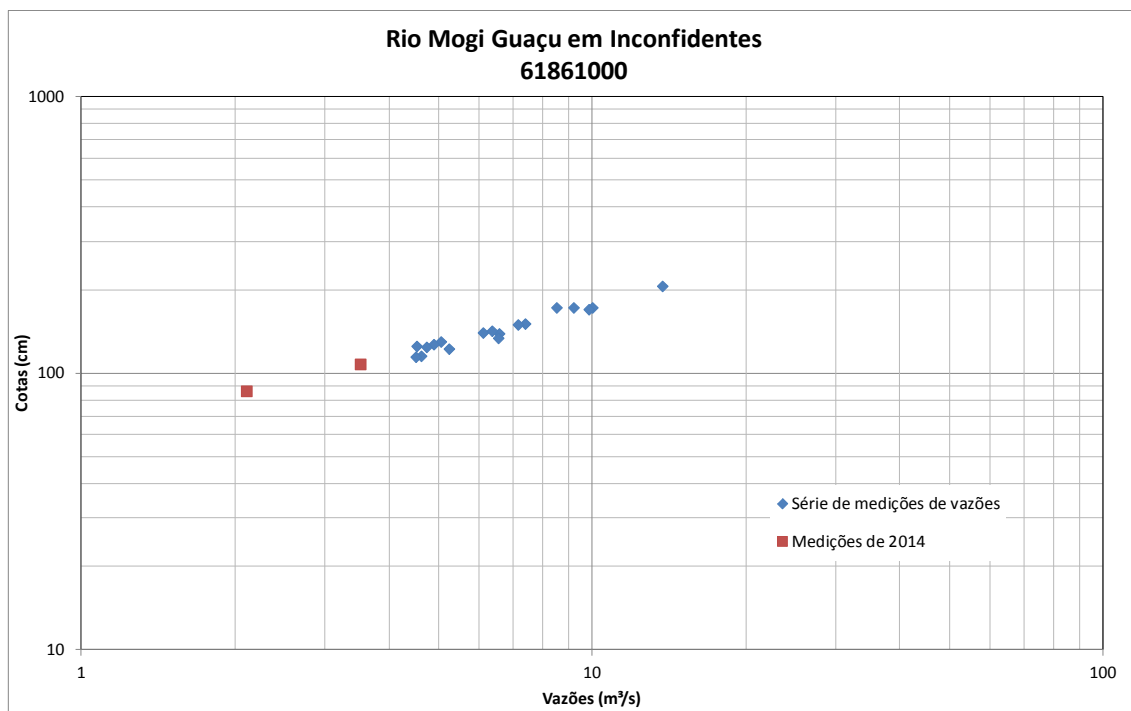


Figura 35 – Medições de descarga líquida no rio Mogi Guaçu em Inconfidentes.

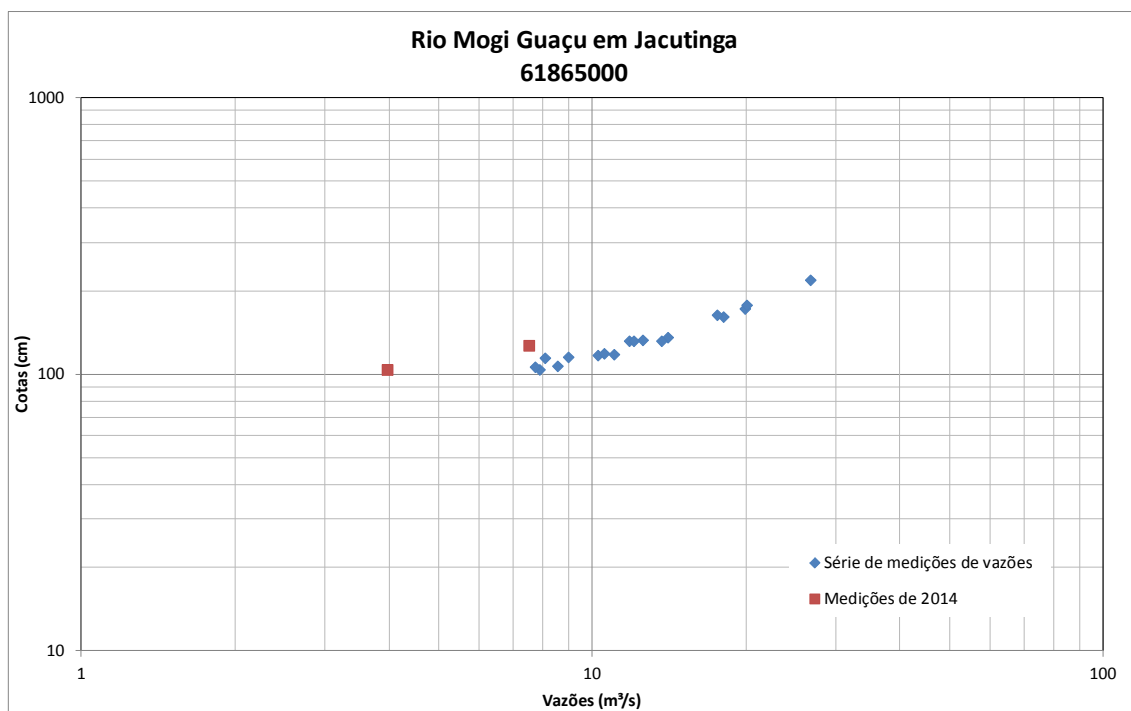


Figura 36 – Medições de descarga líquida no rio Mogi Guaçu em Jacutinga.

## ANEXO II – Prognóstico de vazões de estiagem

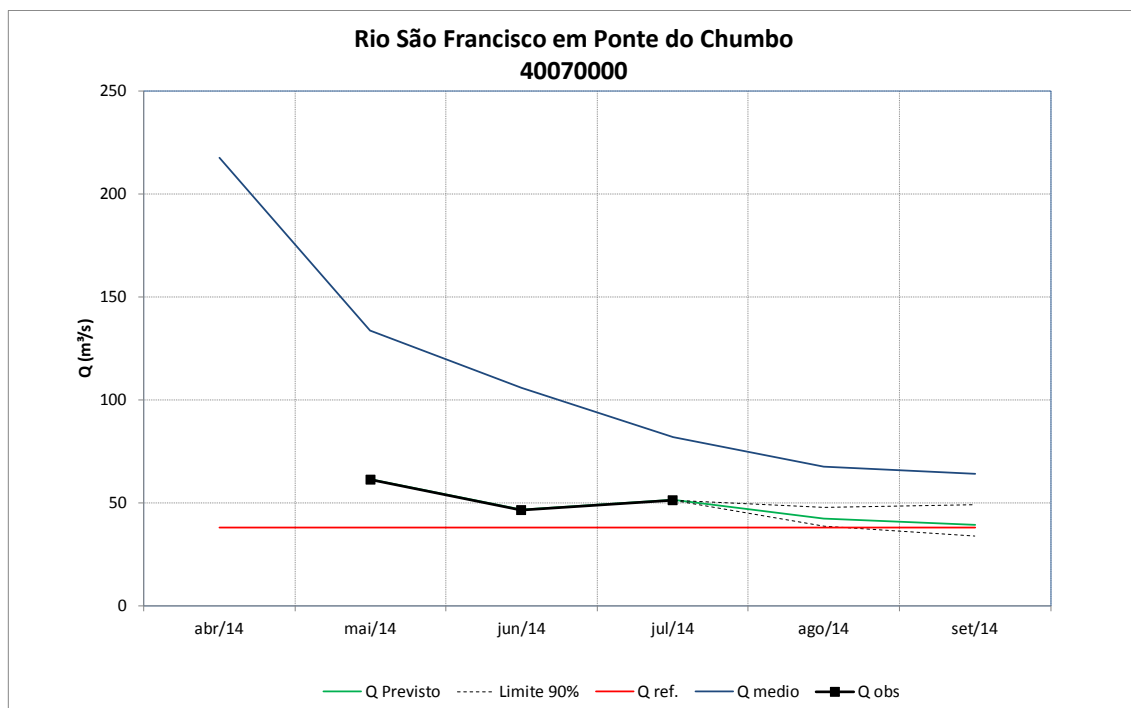


Figura 1 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio São Francisco em Ponte do Chumbo.

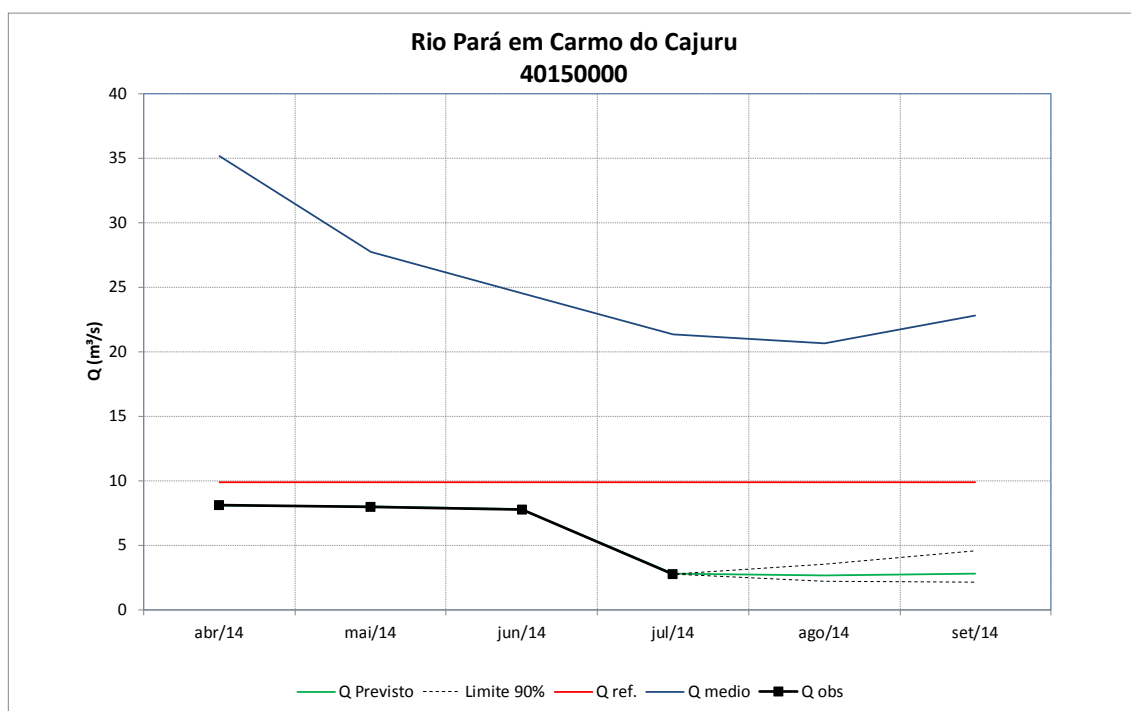


Figura 2 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Pará em Carmo do Cajuru.

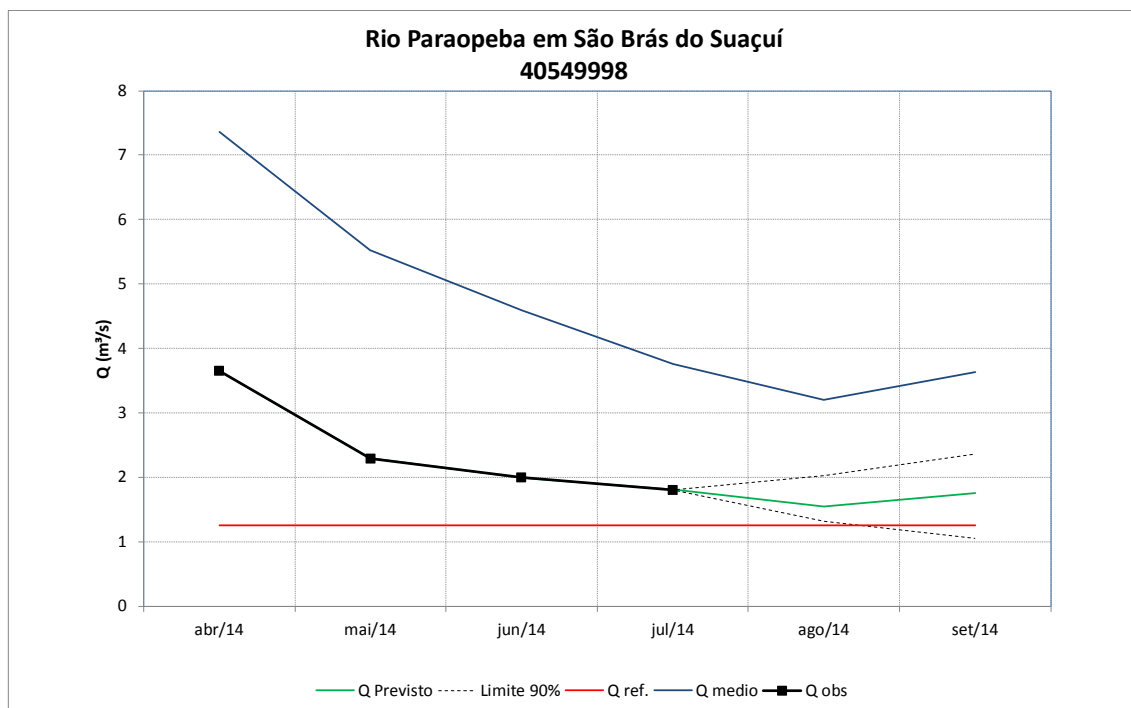


Figura 3 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Paraopeba em São Brás do Suaçuí.

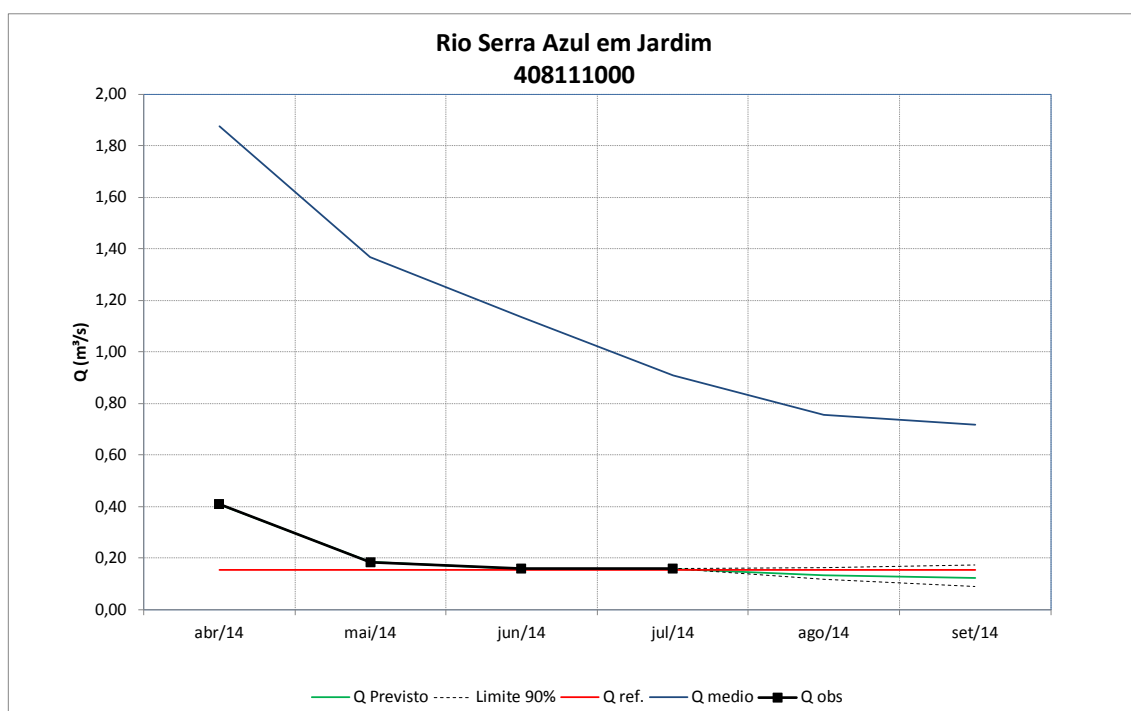


Figura 4 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Serra Azul em Jardim.



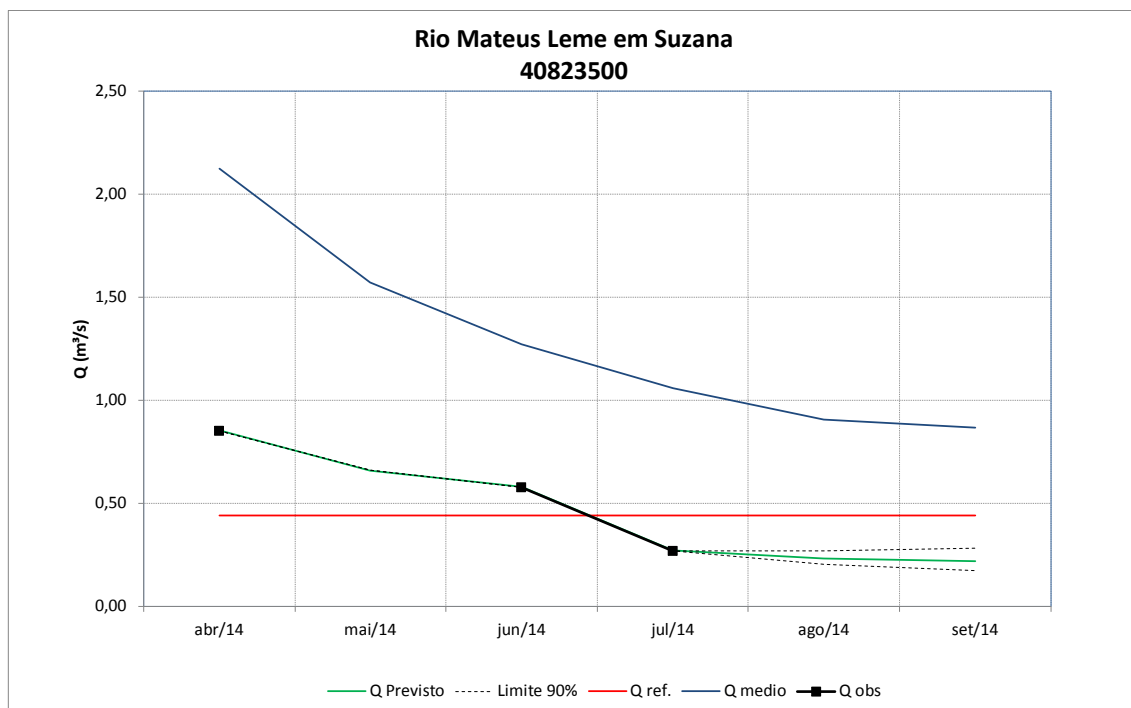


Figura 5 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Mateus Leme em Suzana.

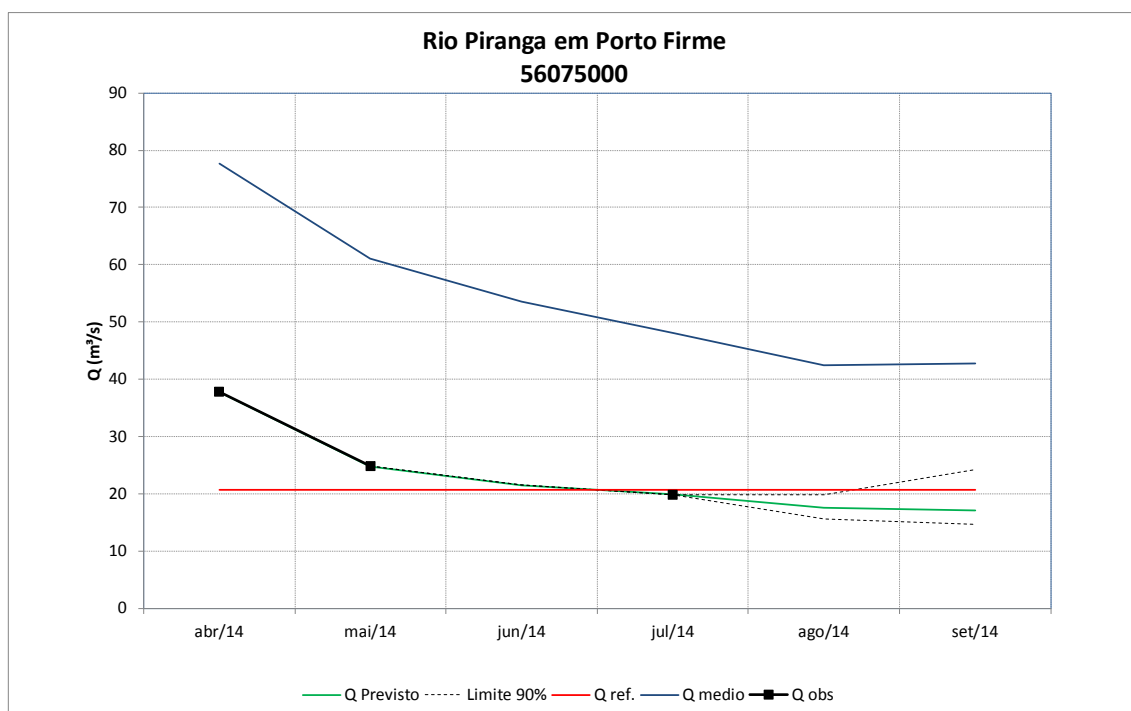


Figura 6 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Piranga em Porto Firme.

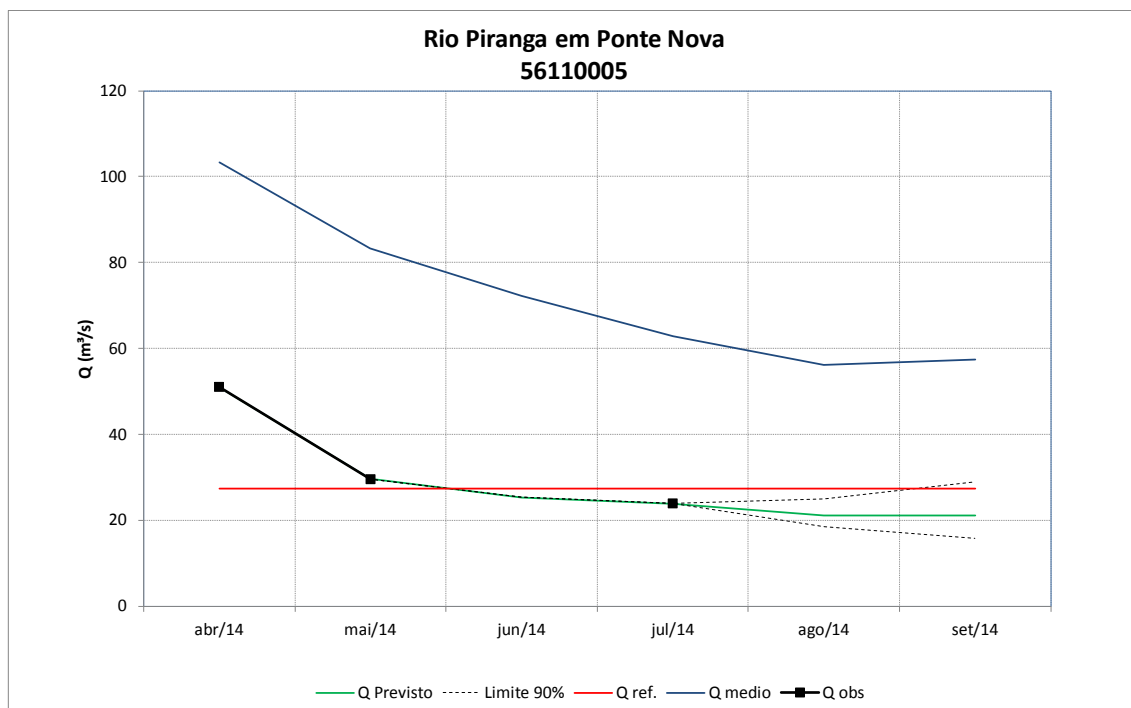


Figura 7 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Piranga em Ponte Nova.

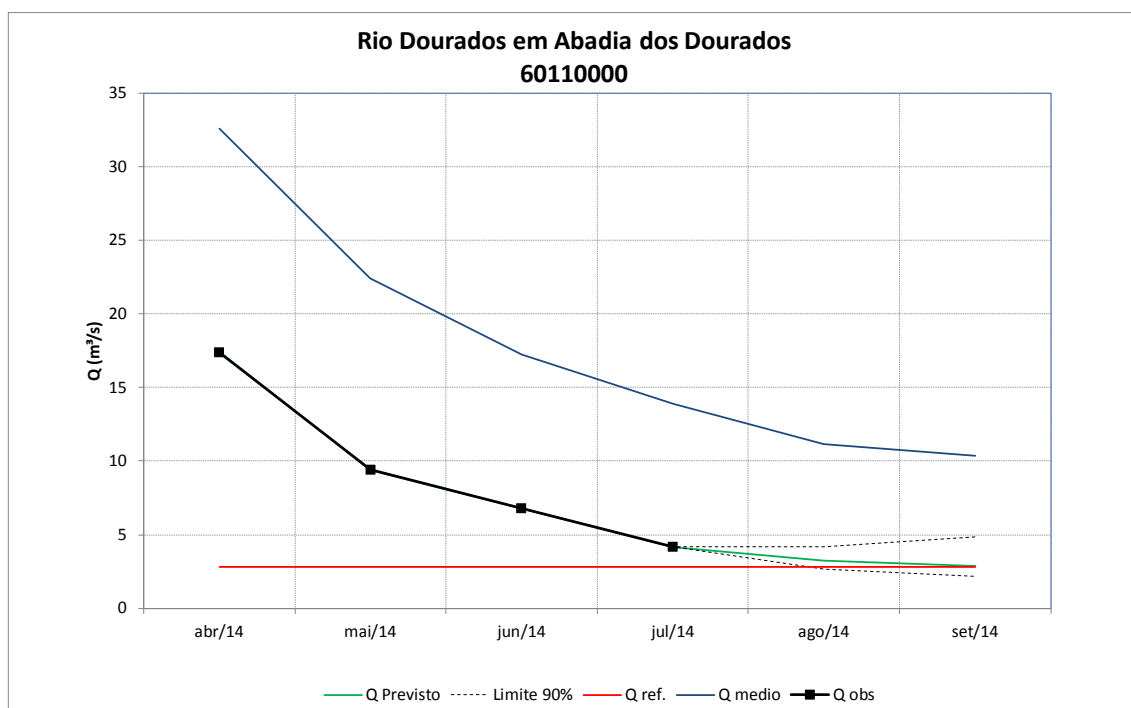


Figura 8 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Dourados em Abadia dos Dourados.

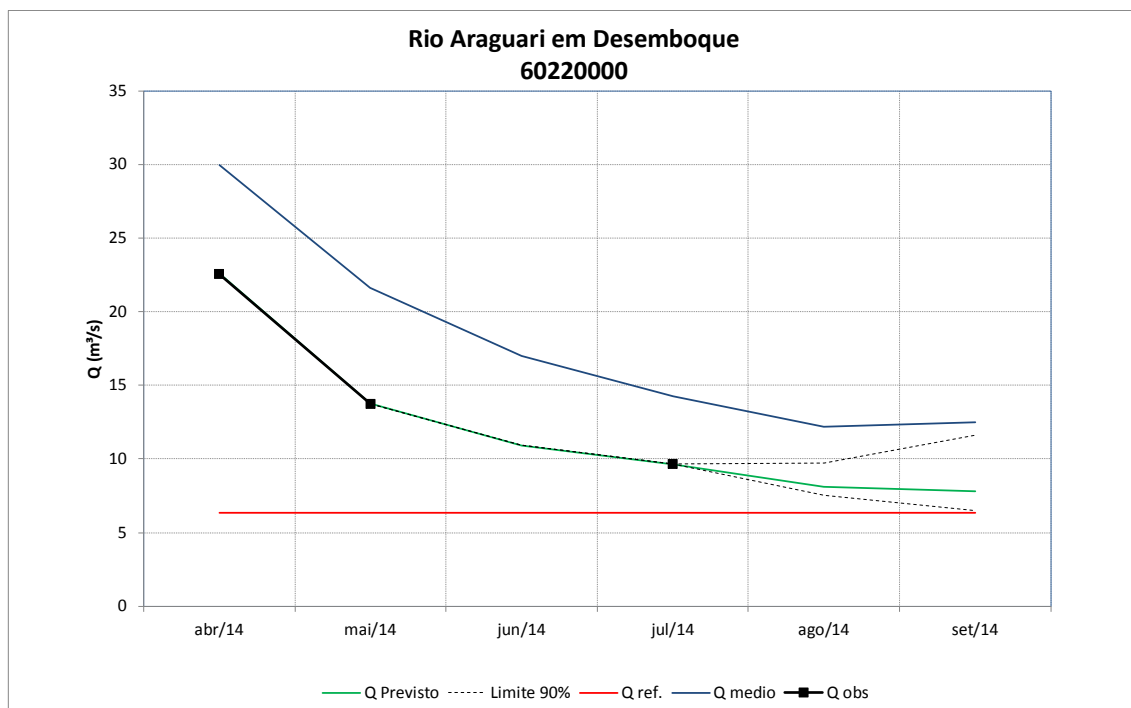


Figura 9 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Araguari em Desemboque.

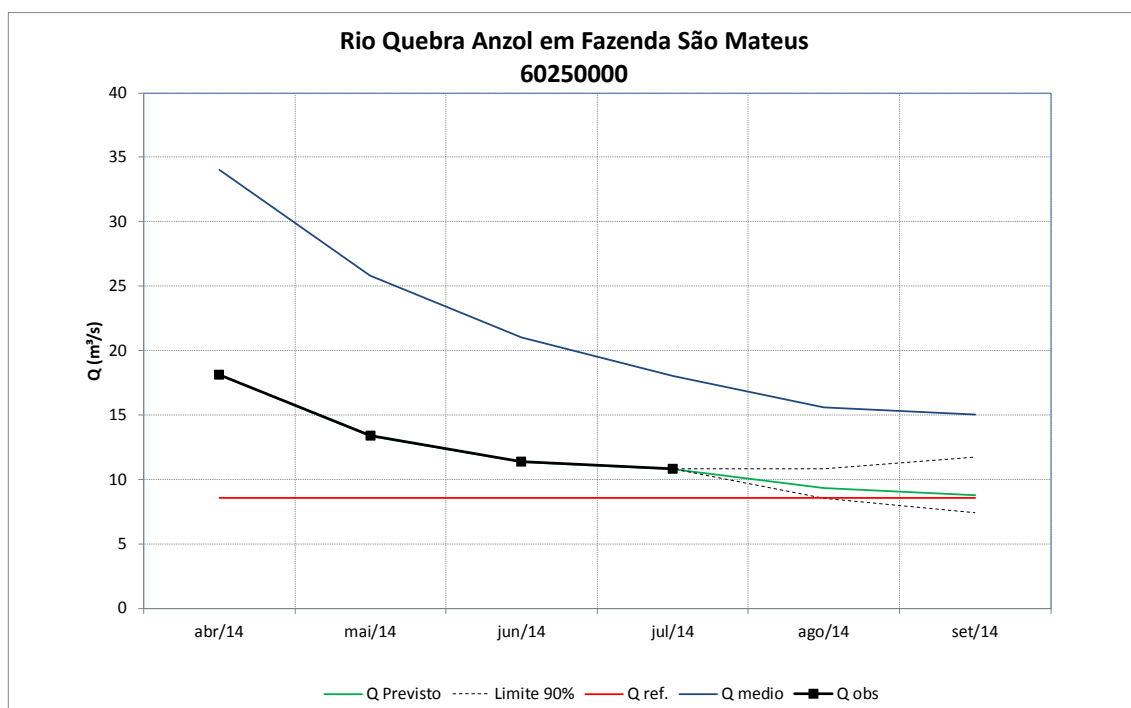


Figura 10 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Quebra Anzol em Fazenda São Mateus.

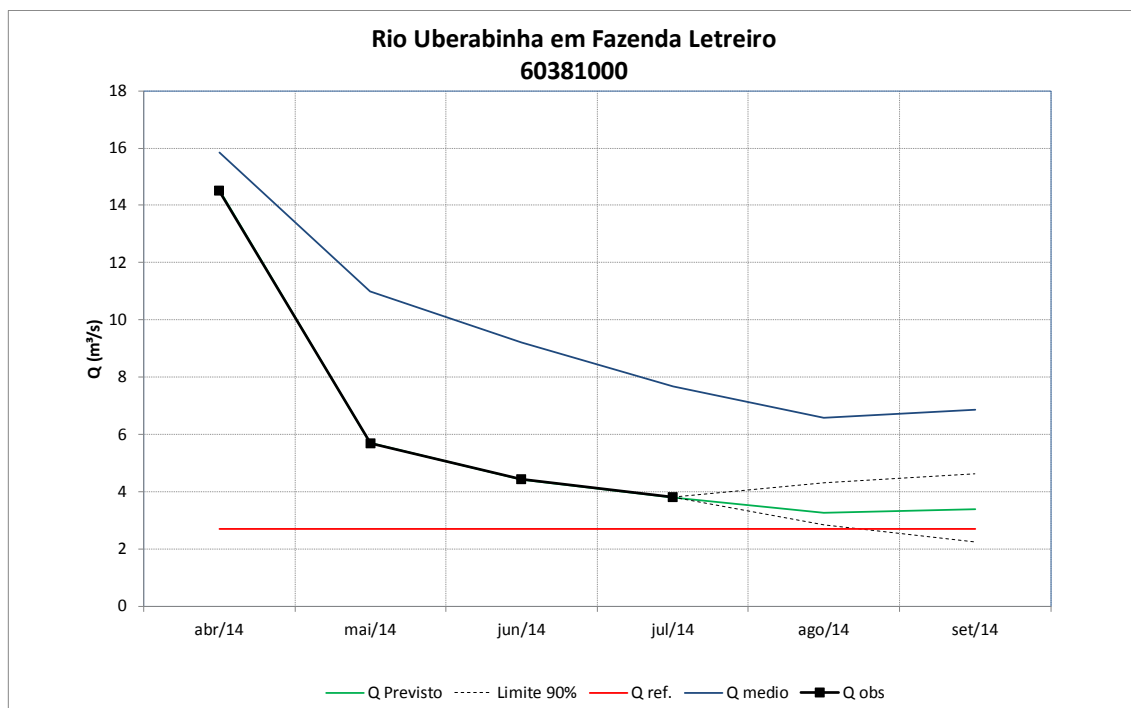


Figura 11 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Uberabinha em Fazenda Letreiro.

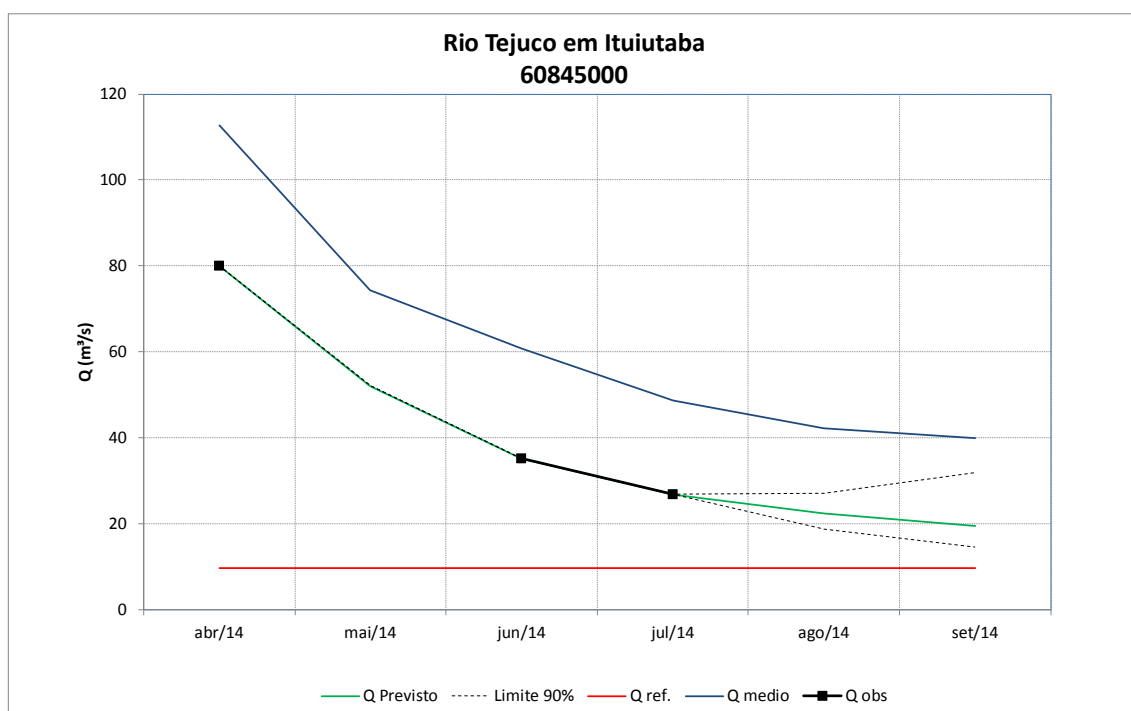


Figura 12 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Tejuco em Ituiutaba.

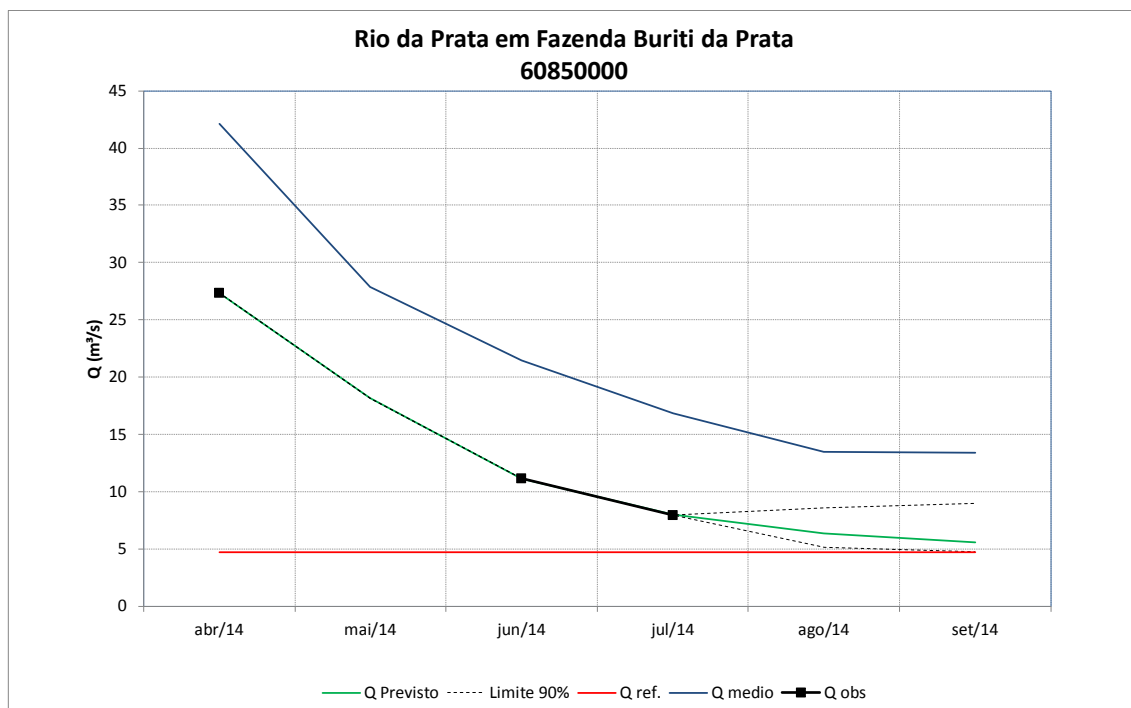


Figura 13 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio da Prata em Fazenda Buriti da Prata.

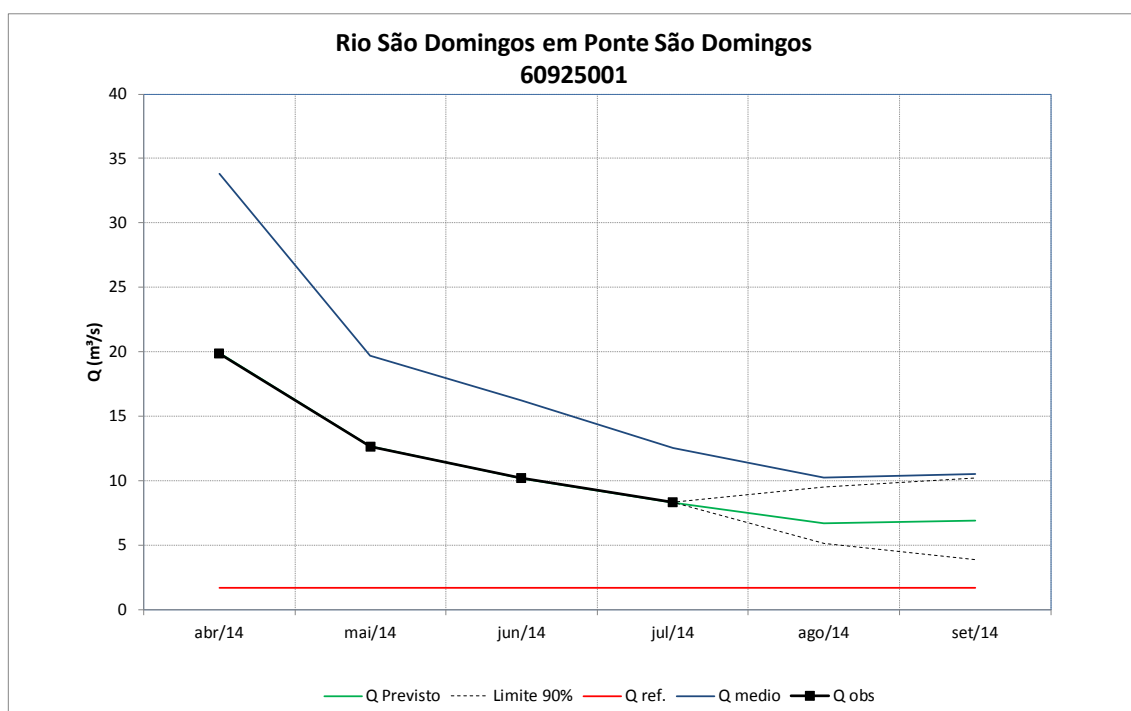


Figura 14 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio São Domingos em Ponte São Domingos.

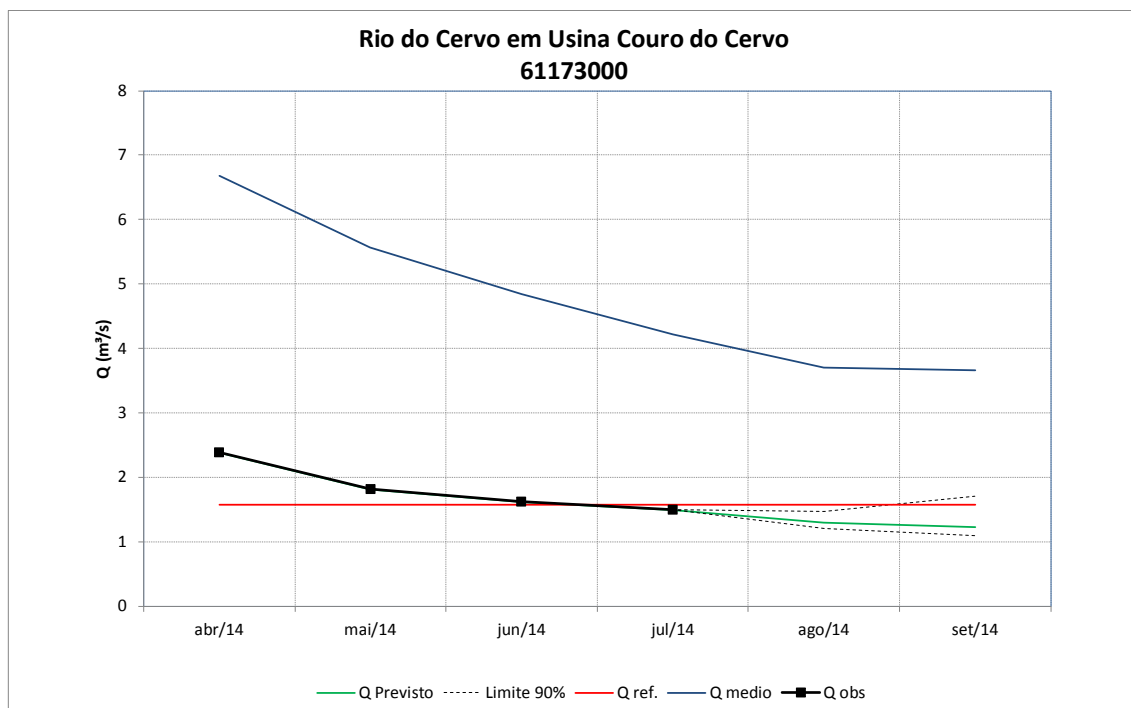


Figura 15 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio do Cervo em Usina Couro do Cervo.

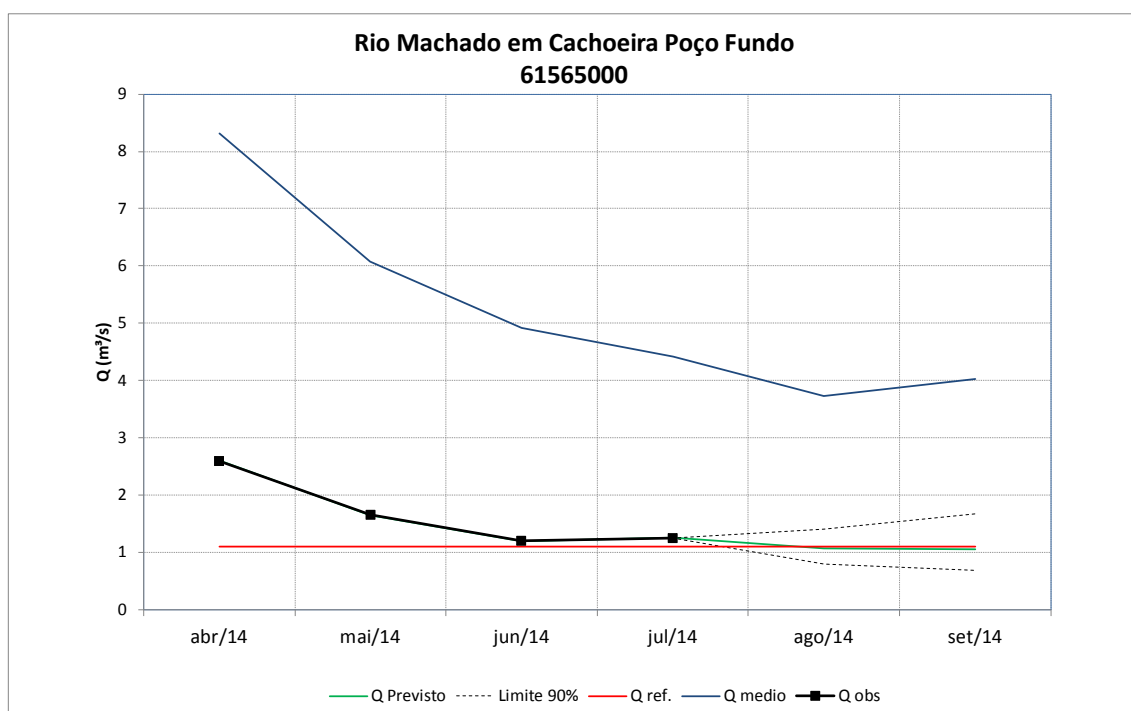


Figura 16 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Machado em Cachoeira Poço Fundo.

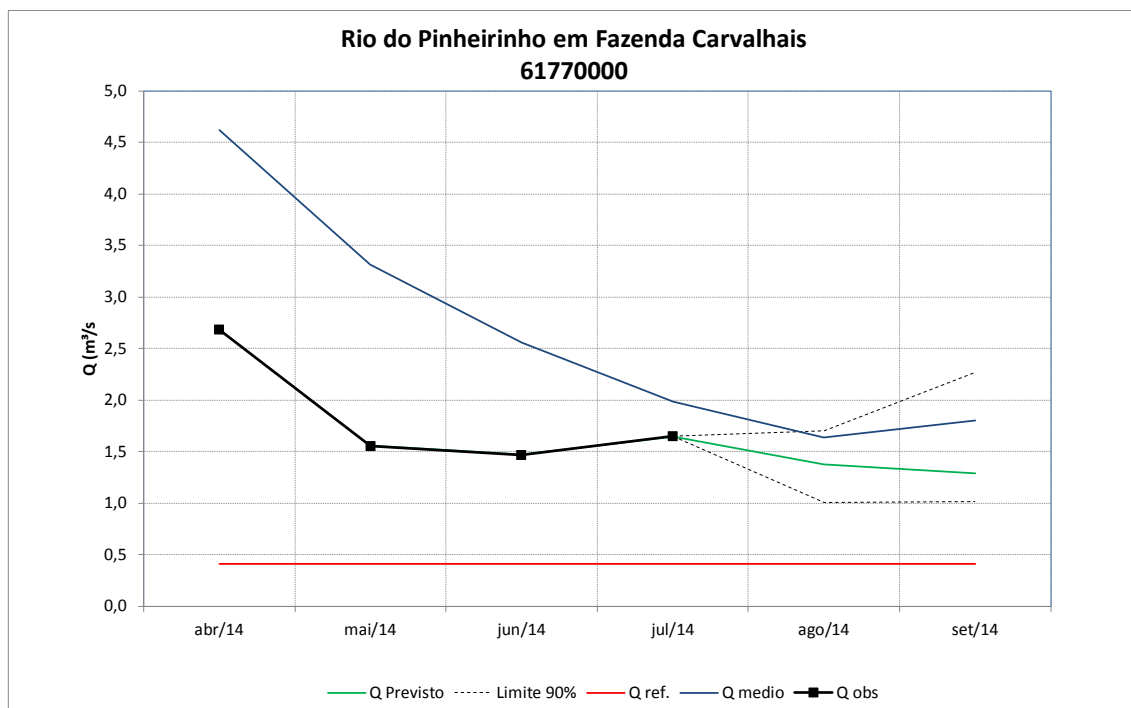


Figura 17 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio do Pinheirinho em Fazenda Carvalhais.

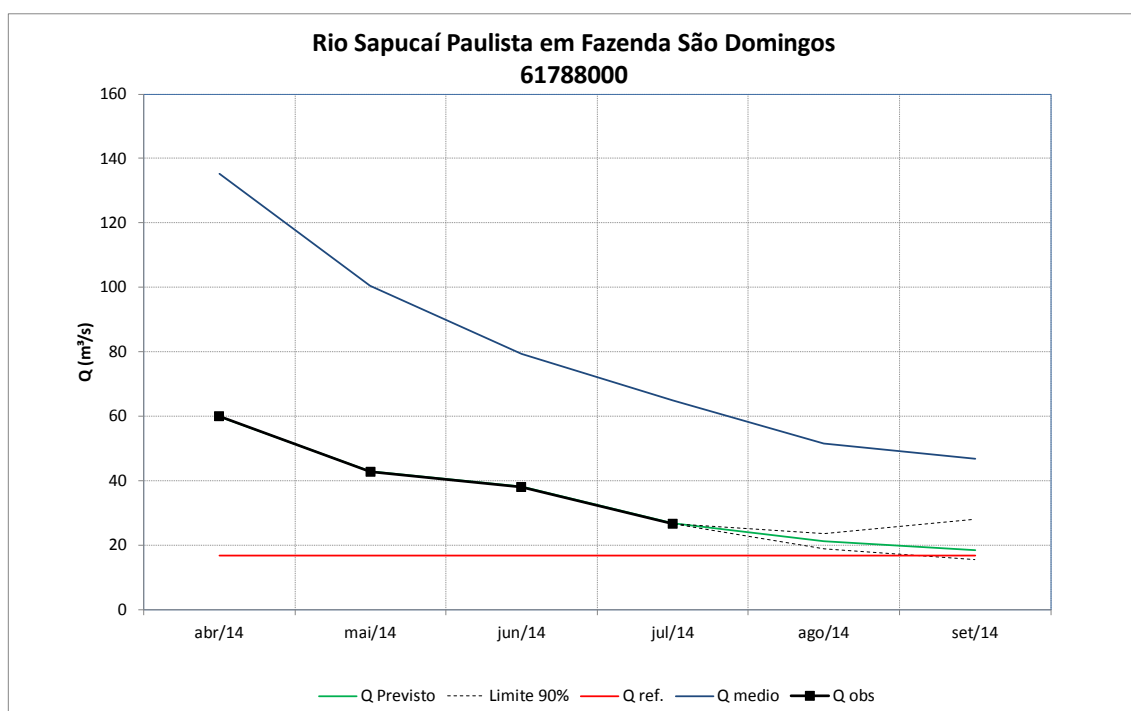


Figura 18 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Sapucaí Paulista em Fazenda São Domingos.

