

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO Nº 5

Área de Atuação da Superintendência
Regional da CPRM de São Paulo

2016



CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO 05/2016

Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

**SÃO PAULO
SETEMBRO/2016**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Fernando Coelho Filho

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretor Presidente

Eduardo Jorge Ledsham

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Stênio Petrovich Pereira

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Superintendente Regional

José Carlos Garcia Ferreira

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Vanesca Sartorelli Medeiros

Supervisor de Hidrologia

Érico Chaves Fontes Lima

CRÉDITOS

Equipe Técnica

Alice Silva de Castilho – Pesquisadora em Geociências - M. Sc.
Bruno dos Anjos da Motta – Técnico em Geociências
Caluan Rodrigues Capozzoli – Pesquisador em Geociências
Camila Dalla Porta Mattiuzi – Pesquisadora em Geociências
Éber José de Andrade Pinto – Pesquisador em Geociências - D. Sc.
Danielle Balthazar Cutolo – Alimentadora de base de dados
Edna Alves Balthazar – Alimentadora de base de dados
Eliane Cristina Godoy Moreira – Técnica em Geociências
Elizabeth Guelman Davis – Pesquisadora em Geociências
Érico Chaves Fontes Lima – Pesquisador em Geociências
Fernando Silva Rego – Pesquisador em Geociências - M. Sc.
Ivete Souza de Almeida – Técnico em Geociências
Jennifer Laís Assano – Técnica em Geociências
Lígia Yuhiko Nishioka – Pesquisadora em Geociências
Márcio de Oliveira Cândido – Pesquisador em Geociências - M. Sc.
Marina das Graças Perin – Técnica em Geociências
Marcos Figueiredo Salviano – Pesquisador em Geociências
Priscila Nishihara Leo – Alimentadora de base de dados
Ricardo Gabriel Bandeira de Almeida – Pesquisador em Geociências
Shirley Kazue Muto – Técnica em Geociências
Vanessa Sartorelli Medeiros – Pesquisadora em Geociências - M. Sc.
Vinicius Ramos – Técnico em Geociências

Equipe de Campo

Antonio Machado Neto, Benjamin Mota, Ediclei de Pontes, Francisco Eugenio E. Dias, Gentil M. da Silva, Joílson Santana Barbosa, Natal de Jesus Pinto, Rodrigo Pinheiro Ernandes.

Foto da Capa

Rio Paraíba do Sul em Pindamonhangaba, por Caluan Capozzoli

Sumário

1	Apresentação	5
2	Introdução	6
3	Metodologia	8
3.1	Acompanhamento das previsões climática e meteorológica	8
3.2	Comparação da precipitação observada e a média histórica	8
3.3	Análise da vazão média mensal observada	9
3.4	Análise da vazão medida	9
3.5	Análise da qualidade da água	9
3.6	Elaboração de prognóstico de vazões	10
4	Resultados	11
4.1	Acompanhamento das previsões climática e meteorológica	11
4.2	Comparação da precipitação observada e a média histórica	11
4.3	Análise da vazão média mensal observada	15
4.4	Análise da vazão medida	20
4.5	Análise de qualidade da água	24
4.6	Elaboração de prognóstico de vazões	26
5	Considerações Finais	27
6	Referências Bibliográficas	28
	ANEXO I – Previsão Climática	29
	ANEXO II – Gráfico de vazão medida x cota	32
	ANEXO III – Gráficos de qualidade de água	40
	ANEXO IV – Prognósticos de vazão	42

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 2015, em grande parte do sudeste brasileiro, as chuvas foram 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, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, 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. Além disso, 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.

Assim, dando prosseguimento ao acompanhamento da estiagem, a CPRM publica o quinto volume de 2016 dando sequência aos relatórios publicados em 2015 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, entre outros) 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 São Paulo-SUREG/SP, por sua vez, é responsável pela operação da rede nas seguintes sub-bacias:

- sub-bacia 57 – Sete estações fluviométricas localizadas no rio São João, rio Preto, rio Veado, rio Calçado, rio Muqui do Sul e rio Itabapoana;
- sub-bacia 58 – Área de drenagem compreendida entre a cabeceira do Alto Paraíba, nos rios Paraitinga e Paraibuna, e a foz do Paraíba do Sul em Campos;
- sub-bacia 59 – Área de drenagem de nove estações situadas nos rios Macabu, Macaé de Cima, Macaé, Bonito, São João, Macacu, Mambucaba e Perequê - Açú;
- sub-bacia 62 – Duas estações localizadas no Ribeirão das Posses.

A Figura 1 apresenta a localização das bacias hidrográficas relacionadas aos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, operadas pela CPRM SUREG/SP.

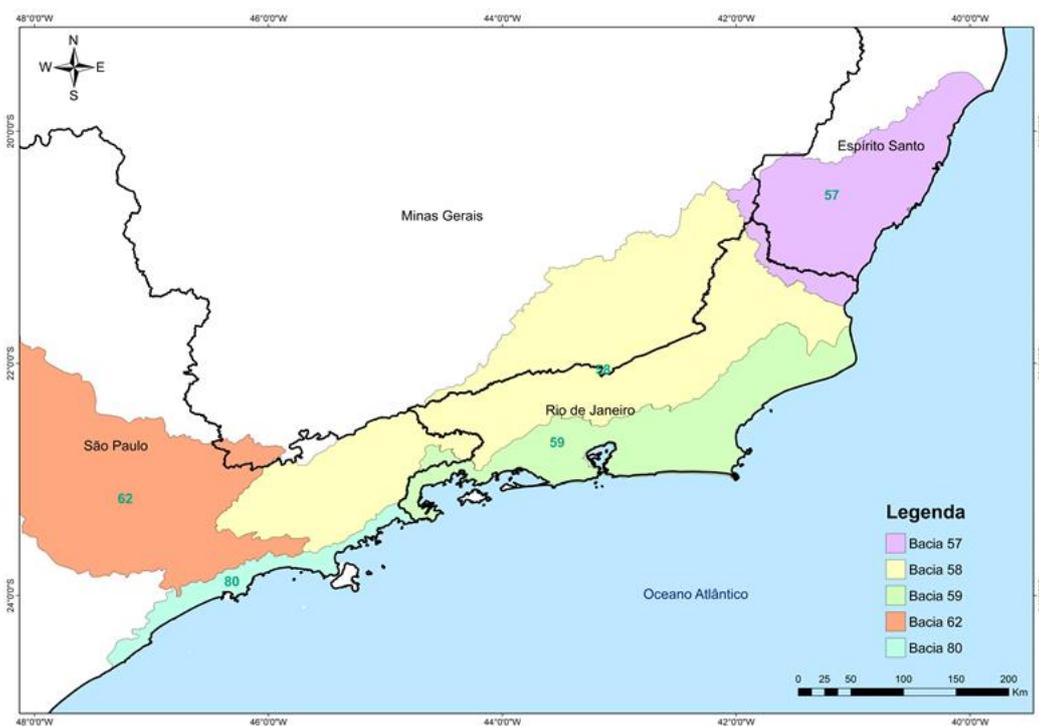


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas operadas pela Superintendência de São Paulo

Na área de atuação da SUREG/SP o ano hidrológico inicia em outubro e finaliza em setembro, com o período chuvoso ocorrendo de outubro a março e o seco de abril a setembro. Nos quatro últimos anos hidrológicos: outubro de 2011 a setembro de 2012, outubro de 2012 a setembro de 2013, outubro de 2013 a setembro de 2014 e outubro de 2014 a setembro de 2015, 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 quinto relatório do monitoramento da estiagem de 2016 na Região Sudeste considerando a área de atuação da SUREG/SP e apresenta uma análise das vazões observadas no mês de agosto de 2016. Neste volume constam, também, as medições de descarga líquida realizadas durante o mês de agosto de 2016.

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

3 Metodologia

A metodologia utilizada consiste nas seguintes atividades:

- Acompanhamento das previsões climática e meteorológica;
- Comparação da precipitação observada e a média histórica;
- Comparação da vazão média mensal observada com:
 - Vazão média mensal;
 - Vazão de referência $Q_{7,10}$;
 - Vazão com permanência de 95%, $Q_{95\%}$;
 - A vazão mensal do ano hidrológico de outubro de 2014 a setembro de 2015.
- Direcionamento das equipes de campo para áreas mais críticas para realização de medição de vazões;
- Comparação das vazões medidas com a mínima vazão medida da série histórica até 2013;
- Elaboração de prognósticos de vazões.

3.1 Acompanhamento das previsões climática e meteorológica

Os órgãos que atuam na área de meteorologia no Brasil são responsáveis pela divulgação das previsões meteorológicas e climáticas.

Normalmente a previsão meteorológica apresenta um horizonte de previsão de precipitações de 1 a 7 dias, podendo também apresentar um indicativo das previsões no horizonte de 7 a 14 dias. A previsão meteorológica é apresentada na escala de tempo horária e diária e apresenta a distribuição temporal e espacial da chuva. Já a previsão climática é apresentada na escala de tempo mensal e apresenta o horizonte de previsão de três meses de precipitação.

Em ambos os casos, para cada região, é importante estabelecer limites de precipitação que funcionem como indicadores da possibilidade de ocorrência de estiagens ou enchentes, sendo isso feito a partir das séries históricas de precipitação e de cotas/vazão.

Foi adotado, no caso da estiagem, o limite de precipitação crítico de 60% da precipitação média no período em análise, ou seja, se em uma determinada região chover menos que 60% da precipitação média, existe um risco dessa região ter problemas com estiagem.

3.2 Comparação da precipitação observada e a média histórica

A comparação da precipitação observada com a média histórica foi feita utilizando dados de precipitação estimados por satélite. Os dados de precipitação foram obtidos a partir do produto Precmerge disponibilizado pelo INPE/CPTEC, para o período de outubro de 1998 em diante, dada a facilidade de obtenção em tempo real e de espacialização da informação. Para a validação dos dados do Precmerge foi feita a comparação entre a precipitação média por bacia na escala de tempo mensal e anual calculada a partir dos dados do Precmerge com a precipitação obtida através das isoietas mensais do Atlas Pluviométrico (Pinto et al., 2011), sendo que os resultados encontrados foram satisfatórios.

3.3 Análise da vazão média mensal observada

Foi estabelecida uma rotina de obtenção de dados de níveis dos rios de forma mais ágil, via telefone diretamente com o observador. Para tanto foi selecionado um grupo de estações, chamadas estações indicadoras, levando em conta os seguintes critérios:

- Localização;
- Curva chave estável;
- Tamanho da série de vazões;
- Possibilidade de contatar o observador;
- Existência de equipamento automático de medição de nível.

Mensalmente são coletados os dados diretamente com os observadores.

A partir dos dados de níveis dos rios e com a utilização das curvas chaves, são geradas as vazões diárias e calculadas as vazões médias mensais, e estas são comparadas com:

- A vazão média mensal histórica;
- As vazões de referência $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$;
- A vazão média mensal do ano hidrológico de outubro de 2014 a setembro de 2015.

Esta análise evidencia quais são as regiões mais críticas.

3.4 Análise da vazão medida

De acordo com os resultados encontrados na comparação das vazões observadas nas estações indicadoras com a média histórica mensal, as vazões de referência e as vazões médias mensais do ano hidrológico de outubro de 2014 a setembro de 2015, as equipes de campo são direcionadas para as regiões mais críticas para a realização de medições de vazões nas estações da região.

As vazões medidas são comparadas com a vazão mínima medida da série histórica de medições para avaliar o ganho na obtenção da informação para a definição das curvas chaves, em especial em seu ramo inferior.

3.5 Análise da qualidade da água

Na operação da rede hidrometeorológica nacional, normalmente são analisados 5 parâmetros *in loco*: Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez e Condutividade Elétrica. Destes parâmetros somente pH, OD e Turbidez possuem limite de enquadramento quanto aos usos definidos na Resolução CONAMA nº357/2005.

Os valores dos parâmetros analisados foram comparados os limites da Resolução CONAMA para água doce, conforme apresentado a seguir:

- pH entre 6 a 9 – Classes 1 a 4;
- Turbidez menor do que 40 UNT - Classe 1, menor do que 100 UNT – Classes 2 e 3;
- OD maior do que 6 mg/L – Classe 1, entre 5 e 6 mg/L – Classe 2, entre 4 e 5 mg/L – Classe 3, entre 2 e 4 mg/L – Classe 4.

Quando os valores dos parâmetros remetem às classes 3, 4 ou fora de classe, é analisada a série histórica de qualidade da água da estação. Esta análise é feita com o objetivo de considerar a hipótese de influência da estiagem na qualidade da água, identificando na série histórica se o valor observado corresponde a um comportamento natural ou anômalo.

3.6 Elaboração de prognóstico de vazões

O prognóstico de vazões é feito para todas as estações indicadoras, utilizando modelo autoregressivo, válido para o período de estiagem, com discretização mensal e horizonte de previsão de até 3 meses.

O modelo autoregressivo 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%.

4 Resultados

4.1 Acompanhamento das previsões climática e meteorológica

Os órgãos oficiais responsáveis pela previsão climática no Brasil têm divulgado uma previsão de consenso, a qual se encontra na íntegra apresentada no Anexo I. Para a região Sudeste, onde está localizada a área de monitoramento da SUREG/SP, para o trimestre de setembro a novembro de 2016, a previsão está dentro da normalidade, ou seja, igual probabilidade de ocorrência de chuvas abaixo, dentro ou acima da normal climatológica da região no período.

4.2 Comparação da precipitação observada e a média histórica

Na região Sudeste existe dois períodos distintos, o período chuvoso, que vai de outubro a março, e o seco, que vai de abril a setembro. No período chuvoso é registrado cerca de 85% da precipitação anual total e no seco os 15% restantes.

Dentro do período chuvoso existe um trimestre mais chuvoso, que na porção leste e norte vai de novembro a janeiro e na porção sul e oeste de dezembro a fevereiro. Do mesmo modo dentro do período seco, existe um trimestre mais seco, que vai de junho a agosto em toda a região, quando são registrados menos de 5% da precipitação anual.

Para uma análise espacial da precipitação na área de atuação da SUREG/SP foram utilizados dados do produto Precmerge, disponibilizado pelo INPE/CPTEC.

Nas Figuras 2 e 3 são apresentadas a precipitação acumulada do mês de agosto e a razão entre o total precipitado em agosto de 2016 e a média histórica de 1998 a 2013; nas Figuras 4 e 5 são apresentadas a precipitação acumulada e a razão entre o total precipitado de outubro de 2015 a agosto de 2016, e a média histórica de 1998 a 2013 para o mesmo período.

A Figura 6 apresenta uma análise comparativa entre a precipitação média histórica de outubro a agosto, a precipitação acumulada registrada de outubro de 2014 a agosto de 2015, e a precipitação acumulada de outubro de 2015 a agosto de 2016, no ano hidrológico atual, nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

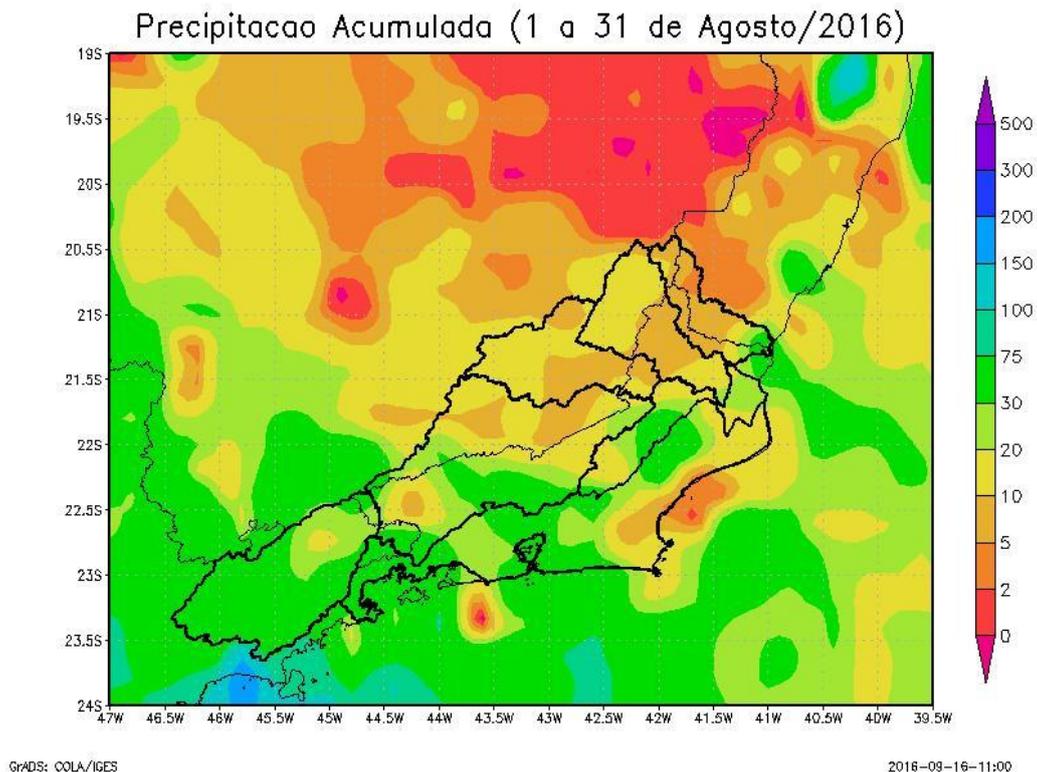


Figura 2 - Precipitação acumulada no mês de agosto de 2016.

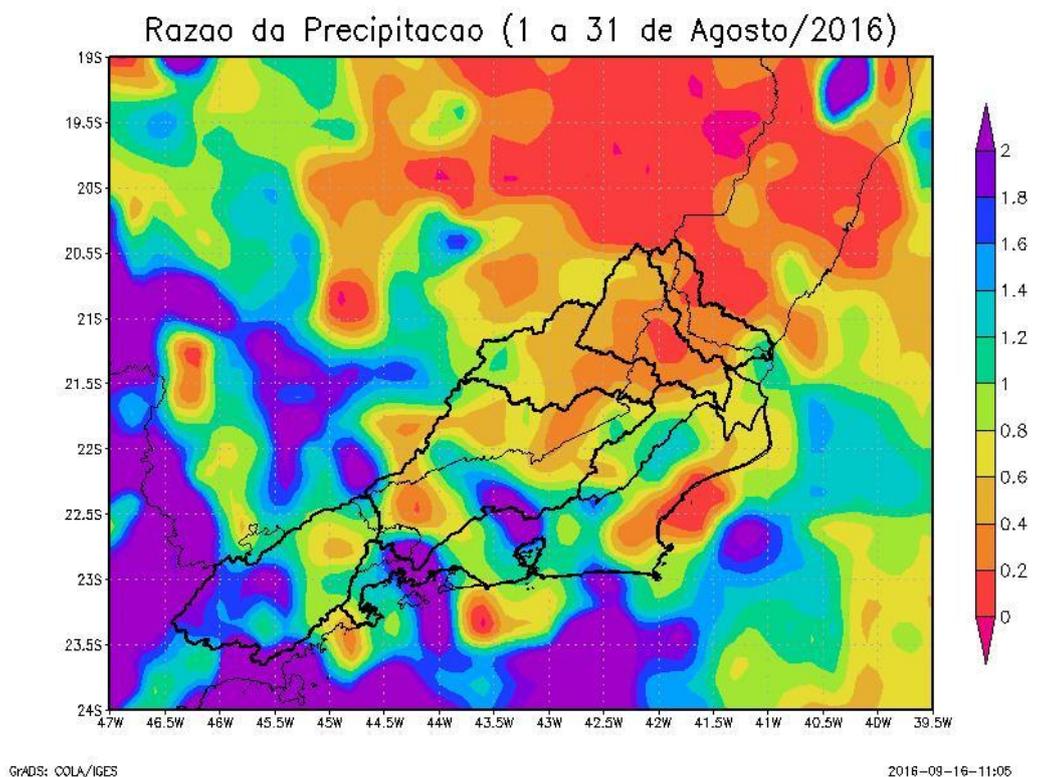


Figura 3 – Razão entre a precipitação acumulada no mês de agosto de 2016 e a média histórica de agosto (1998 a 2013).

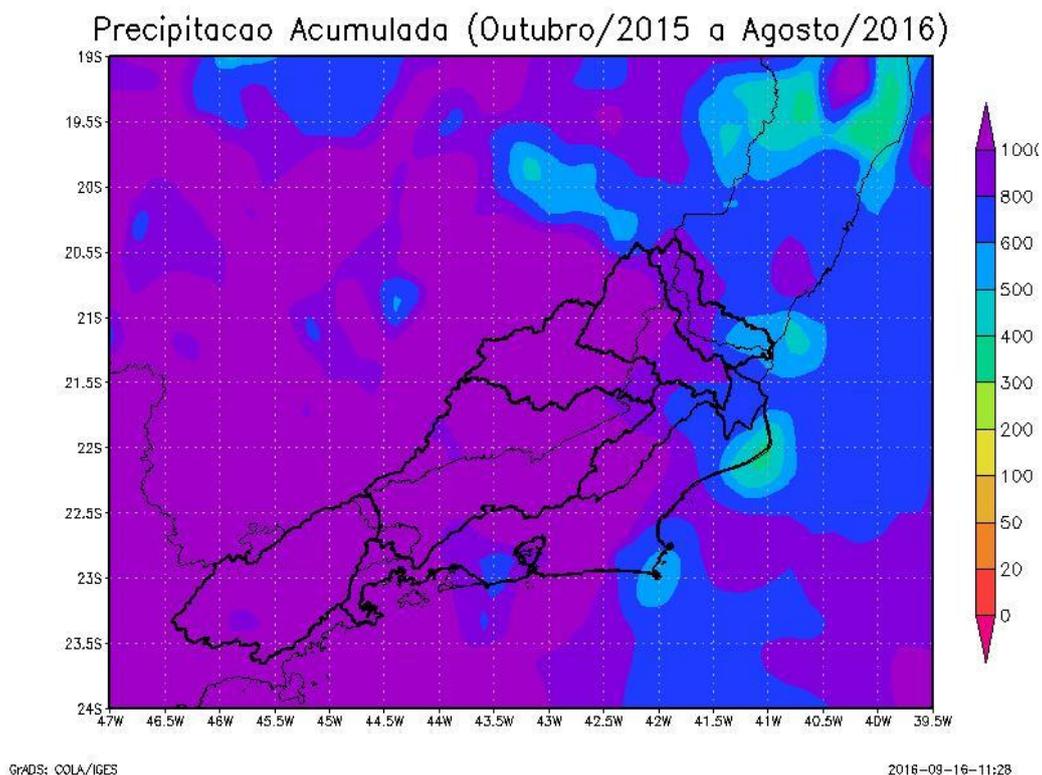


Figura 4 - Precipitação acumulada entre outubro de 2015 e agosto de 2016.

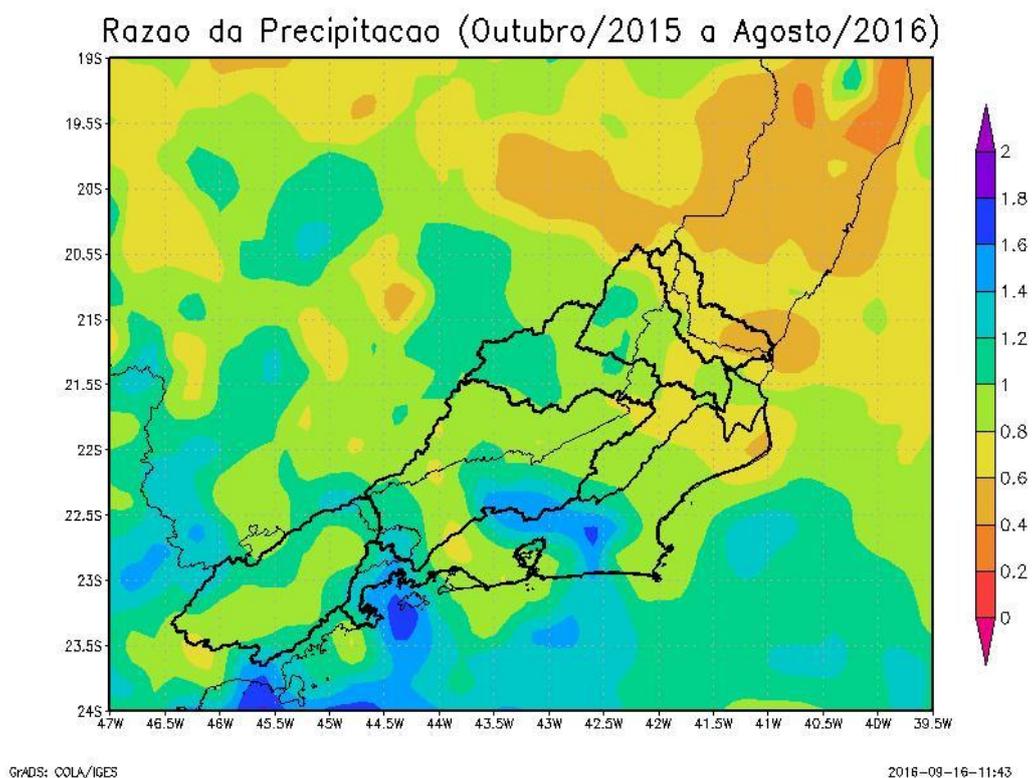


Figura 5 – Razão entre a precipitação acumulada entre outubro de 2015 e agosto de 2016 e a média histórica do período (1998 a 2013).

Analisando as Figuras 2 e 3 é possível verificar que no mês de agosto as precipitações acumuladas ficaram abaixo da média mensal histórica na Bacia do Rio Itabapoana, Bacia do Rio Muriaé, Bacia do Rio Pomba e em regiões da Bacia do Médio Paraíba do Sul e Bacia 59. Em algumas regiões da Bacia 59, e das Bacias do Alto, Médio e Baixo Paraíba do Sul a precipitação acumulada ficou acima da média para o mês de agosto.

No atual ano hidrológico (outubro de 2015 a agosto de 2016), observa-se que a precipitação acumulada está em torno da média para o mesmo período, variando entre 60% e 180% da média histórica (Figuras 4 e 5); a região mais crítica é a Bacia do Rio Itabapoana, que apresenta precipitações abaixo da média histórica.

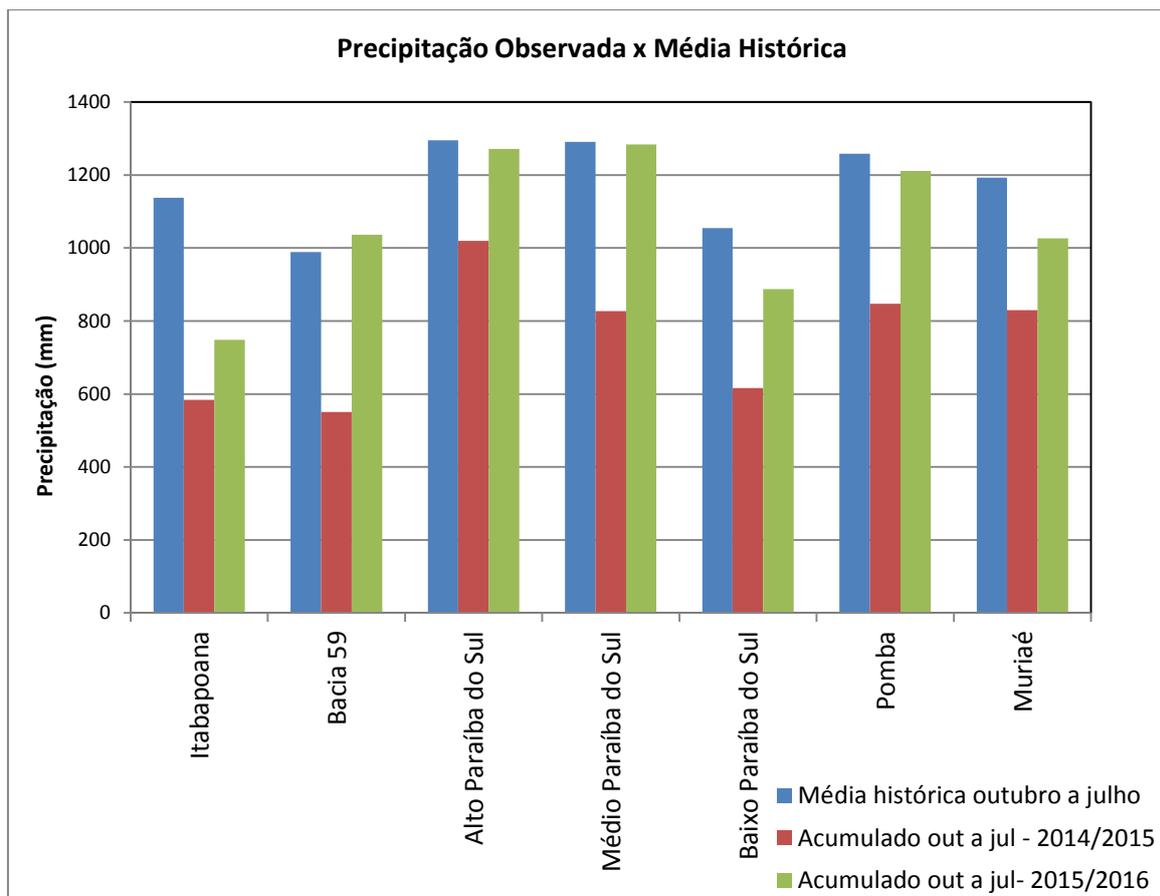


Figura 6 - Comparação entre a precipitação média histórica de outubro a agosto, a precipitação acumulada de outubro de 2014 a agosto de 2015, e a precipitação acumulada de outubro de 2015 a agosto de 2016 nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

Analisando a Figura 6 observa-se que na Bacia 59 o total acumulado no atual ano hidrológico é superior à média histórica acumulada para o mesmo período.

Nas demais bacias operadas pela SUREG/SP o acumulado do período continua abaixo da média histórica, variando entre 84% e 99%, e está acima do acumulado no ano hidrológico 2014/2015. A situação mais crítica é observada na Bacia do Rio Itabapoana, na qual a precipitação acumulada de outubro de 2015 a agosto de 2016 atingiu apenas 66% da média histórica.

Onde,

Q é a vazão em $m^3 \cdot s^{-1}$

h é a cota na régua em m

a , h_0 e n são parâmetros da equação

Os parâmetros das curvas chave das estações indicadoras estão na Tabela.

Tabela 2 - Curvas Chaves das estações indicadoras

Código	Nome	a	h_0 (m)	n	Amplitude (cm)	Início da validade da curva atual
57740000	Guaçuí	16,1399	0,6	1,722	81 a 117	17/12/2007
		11,7152	0,49	1,682	117 a 600	
57830000	Ponte do Itabapoana	26,9419	0,03	2,509	45 a 132	01/11/2009
		52,918	0,34	1,784	132 a 470	
58040000	São Luís do Paraitinga	14,11	0,51	1,533	123 a 598	27/04/2011
58235100	Queluz	106,1718	0,16	1,693	101 a 366	01/10/2005
58380001	Paraíba do Sul	50,7355	-0,23	1,949	64 a 288	27/07/2007
		61,144	-0,31	1,746	288 a 525	
58520000	Sobraji	34,4259	-0,4	1,936	25 a 223	27/12/2013
		36,0307	-0,41	1,881	223 a 322	
58585000	Manuel Duarte	50,8688	0,44	1,733	100 a 260	18/03/2008
		68	0,63	1,54	260 a 438	
58770000	Cataguases	68,4	0,19	1,706	56 a 190	1988
		88	0,15	1,18	190 a 750	
58790002	Stº Antº de Pádua II	89,2123	0,05	1,759	34 a 382	01/02/2001
58795000	Três Irmãos	27,394	-1,56	2,316	20 a 167	26/01/1993
		120	-0,2	1,974	167 a 640	
58880001	São Fidélis	212,7756	-0,55	1,497	15 a 207	14/12/2013
		188,1111	-0,47	1,679	207 a 425	
		212,3395	-0,04	1,705	425 a 648	
58940000	Itaperuna	63,2165	1,2	2,219	148 a 284	18/12/2005
		96,2127	1,34	1,671	284 a 676	
58960000	Cardoso Moreira	44,6756	-0,02	1,372	27 a 678	14/01/2012
		20,9965	-0,56	1,698	678 a 780	
58974000	Campos	33,8481	2,33	2,119	440 a 557	22/03/08
		46,2288	2,93	2,245	557 a 1105	
59125000	Galdinópolis	7,102	-0,1	1,934	30 a 86	02/01/2001
		10,06	0,05	2,034	86 a 372	

Tabela 3 - Relação das estações indicadoras em agosto de 2016

Código	Nome	Pmed ago (mm)	PObs* ago/16 (mm)	Qmed ago (m ³ /s)	Q95% (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Qmed ago/16 (m ³ /s)	Razão entre Qmed ago-16/ Qmed ago	Cota em 31/08/16 (cm)	Vazão em 31/08/16 (m ³ /s)
57740000	Guaçuí	28	2.7	4.96	3.9	2.4	1.59	0.32	82	1.19
57830000	Ponte do Itabapoana	27.2	8.2	20.8	14	4.4	3.91	0.19	41	2.3
58040000	São Luís do Paraitinga	30	0	17.8	14.8	10.8	17.1	0.96	152	15.9
58235100	Queluz	32.3	34.7	136	99.3	73.8	61.5	0.45	83	53.9
58380001	Paraíba do Sul	18.1	32	94.5	49.8	36.2	36	0.38	55	35.4
58520000	Sobraji	17.4	15.4	42.9	34	24.1	21.1	0.49	31	17.5
58585000	Manuel Duarte	17.3	12.4	39.2	32.6	22.7	28.2	0.72	112	26.1
58770000	Cataguases	17.7	7.2	50.5	38	27.3	24.8	0.49	70	21.7
58790002	Stº Antº de Pádua II	15.3	8	55.1	*	*	26.2	0.48	35	18.4
58795000	Três Irmãos	20	24.8	326	252	180	159	0.49	80	200
58880001	São Fidélis	17.5	13.9	339	255	197	128	0.38	20	138
58940000	Itaperuna	17.9	5.8	36.1	25.8	13.7	6.87	0.19	138	3.02
58960000	Cardoso Moreira	19	11.1	34.5	22.7	12.7	7.58	0.22	26	4.86
58974000	Campos	18.9	6.5	387	264	181	163	0.42	448	153
59125000	Galdinópolis	47	19.3	1.95	1.6	1.2	1.69	0.87	33	1.39

Pmed – precipitação média mensal; PObs ago/16 – precipitação observada no mês de agosto de 2016; Qmed – vazão média mensal; Q95% - vazão com permanência de 95%; Q_{7,10} – vazão mínima anual média com 7 dias de duração e período de retorno de 10 anos; Qmed ago/16 - vazão média do mês de agosto de 2016; Razão entre Qmed ago-16/Qmed ago - razão entre a vazão média observada no mês de agosto de 2016 e a vazão média mensal do mês de agosto. * - Série histórica menor do que 10 anos.

A Tabela 3 permite comparar as vazões e precipitações de agosto de 2016 com as vazões de referência, as vazões e precipitações médias históricas, ilustrando assim a situação da atual estiagem. Verifica-se que no mês de agosto todas as estações indicadoras tiveram vazão média mensal inferior à vazão média histórica. Com relação à precipitação, em três estações o acumulado de agosto foi superior à média mensal histórica, Queluz, Paraíba do Sul e Três Irmãos; na estação de São Luís do Paraitinga não foi registrada precipitação em agosto.

Com relação às vazões de referência, em doze estações as vazões médias de agosto foram inferiores à Q95; em onze estações as vazões médias foram inferiores à $Q_{7,10}$.

Analisando a Figura 8 é possível comparar as vazões de agosto de 2016 com as vazões nos anos de 2014 e 2015, a média e a vazão de referência $Q_{7,10}$. Percebe-se que as vazões de 2016 estão inferiores às vazões médias de 2015 em sete estações, localizadas na Bacia do Rio Itabapoana, Bacia do Alto e Baixo Paraíba do Sul, Bacia do Rio Muriaé e Bacia 59.

As Figuras 9 e 10 apresentam as razões entre a vazão média de agosto e a média mensal histórica, e a vazão média de agosto de 2016 com a média de agosto de 2015, respectivamente. Pode-se perceber que a situação está mais crítica na Bacia do Rio Muriaé, Bacia do Rio Itabapoana e ao longo do curso principal do Rio Paraíba do Sul, onde as vazões de agosto são inferiores a 50% da vazão média do mês. Com relação ao ano de 2015, a Bacia do Rio Muriaé, Bacia do Rio Itabapoana, Bacia do Baixo Paraíba e Bacia 59 apresentam vazões inferiores àquelas observadas em 2015.

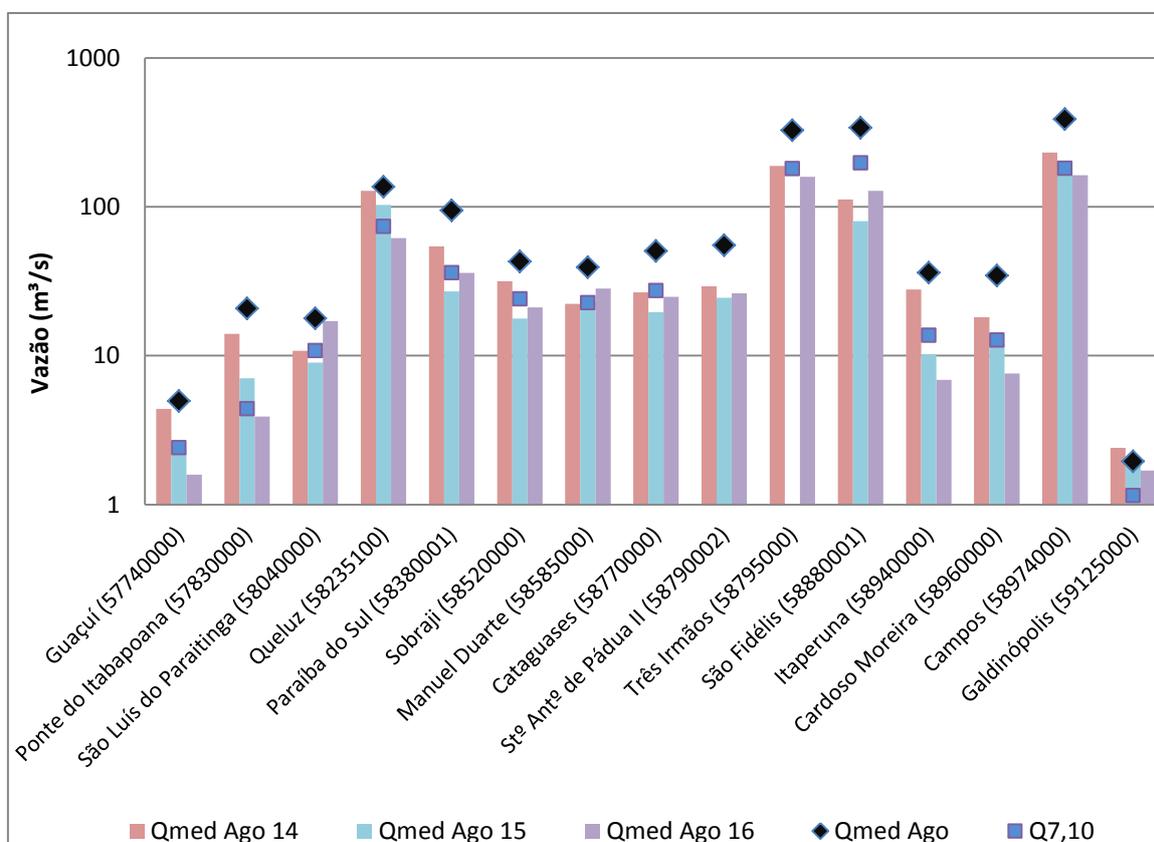


Figura 8 – Comparação entre a vazão média de agosto de 2014, 2015 e 2016, média histórica de agosto e vazão de referência $Q_{7,10}$ nas estações indicadoras.

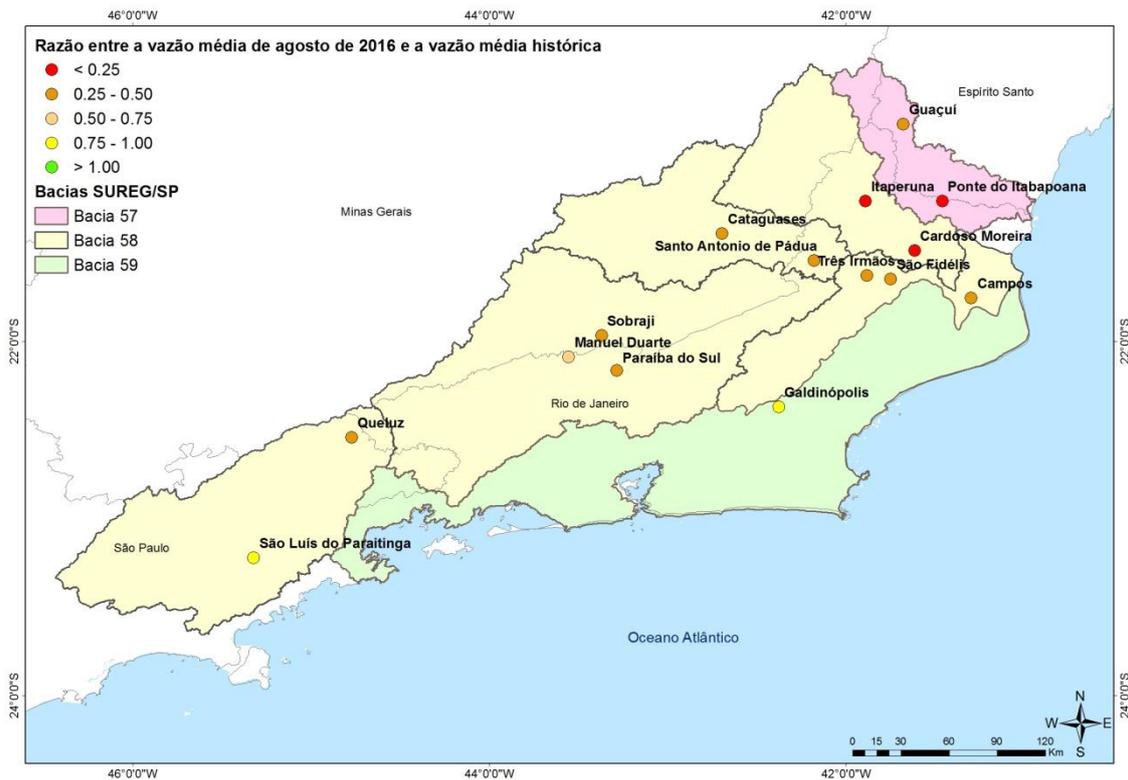


Figura 9 – Comparação entre a vazão de agosto de 2016 e a média histórica

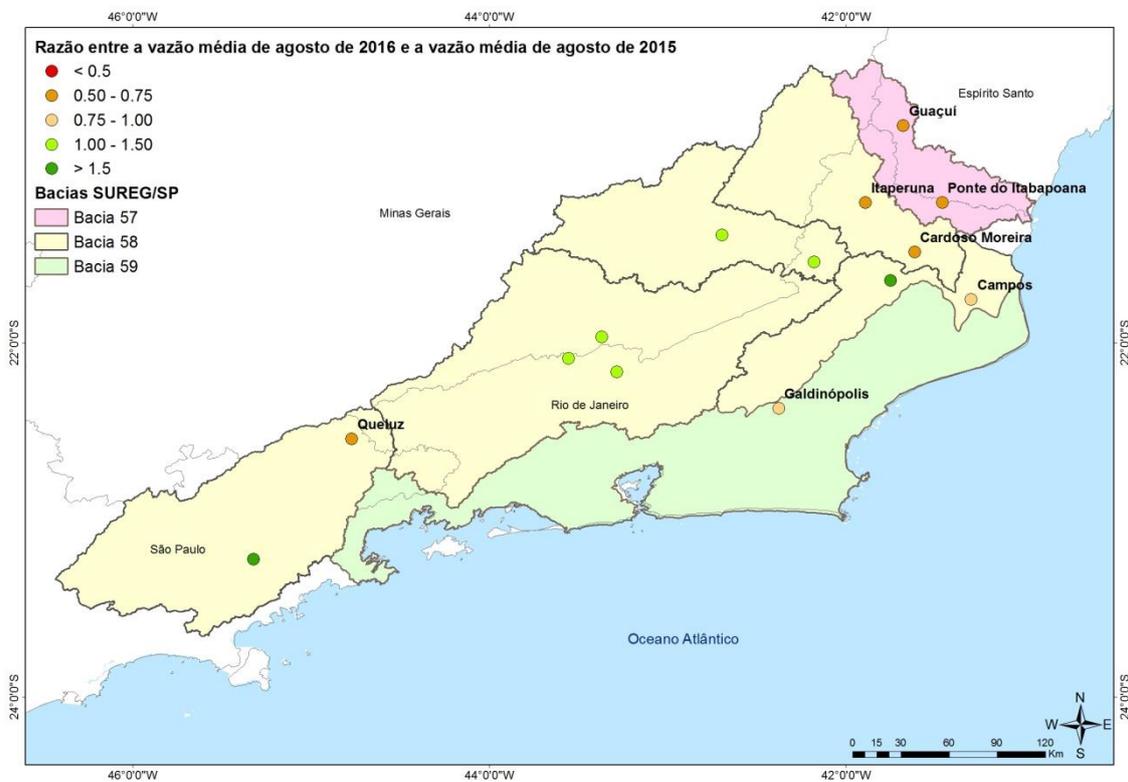


Figura 10 – Comparação entre a vazão de agosto de 2016 e a vazão de agosto de 2015

4.4 Análise da vazão medida

As equipes de campo realizaram 30 medições de vazão durante o mês de agosto de 2016 na área de atuação da SUREG/SP. As Tabelas 4 e 5 apresentam a relação das estações visitadas em agosto e o resumo das medições de vazão realizadas, comparadas com a vazão mínima histórica medida até 2013.

A Figura 11 apresenta a razão entre as vazões medidas em agosto de 2016 e a mínima medida até 2013. Analisando o mapa verifica-se que ao longo da Bacia do Rio Paraíba do Sul existem quatorze estações cujas vazões ficaram abaixo da mínima histórica: Fazenda Ponte do Ismério, Macabuzinho, Queluz, Pindamonhangaba, Guararema, Jacareí, Santa Branca, Aperibé, Barra do Rio Negro, Campos, Guaratinguetá, Vargem Alegre, Volta Grande, Dois Rios.

No Anexo II estão apresentados os gráficos de cota x vazão das estações cujas vazões medidas em agosto de 2016 ficaram abaixo das vazões mínimas medidas até 2013.

Tabela 4 – Relação das estações fluviométricas visitadas em agosto de 2016

Código	Estação	Rio	Lat	Long	AD (Km ²)
58860000	Fazenda Ponte do Ismério	Rio Negro	-21:55:13	-042:13:20	702
58846000	Manuel de Morais	Rio Grande	-22:01:27	-042:08:04	1370
58827000	Bom Jardim	Rio Grande	-22:09:24	-042:24:58	553
58648001	Paquequer	Rio Paquequer	-21:52:34	-042:37:34	762
59100000	Macabuzinho	Rio Macabu	-22:05:09	-041:44:22	630
59181000	Correntezas - Nova	Rio São João	-22:32:35	-042:23:45	404
58825000	Ponte Estrada Dona Mariana	Rio Grande	-22:13:11	-042:34:15	234
58832000	Conselheiro Paulino	Rio Bengala	-22:13:37	-042:31:16	170
58235100	Queluz	Rio Paraíba Do Sul	-22:32:24	-044:46:22	12800
58183000	Pindamonhangaba	Rio Paraíba Do Sul	-22:54:40	-045:28:13	9600
58142200	Buquirinha II	Rio Buquira Ou Ferrão	-23:07:28	-045:54:25	407
59380000	Parati	Rio Pereque-Açu	-23:13:29	-044:45:41	79
58030000	Estrada do Cunha	Rio Paraitinga	-22:59:36	-045:02:35	796
58040000	São Luís do Paraitinga	Rio Paraitinga	-23:13:19	-045:19:24	1950
59370000	Fazenda Fortaleza	Rio Mambucaba	-22:57:32	-044:33:42	635
58105300	Guararema	Rio Paraíba Do Sul	-23:24:59	-046:01:27	5210
58060000	Ponte Alta 1	Rio Paraíbuna	-23:19:48	-045:08:40	277
58110002	Jacareí	Rio Paraíba Do Sul	-23:18:28	-045:58:30	5470
58099000	Santa Branca	Rio Paraíba Do Sul	-23:22:08	-045:54:04	4940
58792100	Aperibé	Rio Pomba	-21:37:16	-042:06:00	
58870000	Barra do Rio Negro	Rio Negro	-21:43:40	-041:57:19	1120
58974000	Campos - Ponte Municipal	Rio Paraíba Do Sul	-21:45:12	-041:18:01	55700
58204000	Guaratinguetá	Rio Paraíba Do Sul	-22:48:43	-045:10:57	10800
58790002	Santo Antônio de Pádua II	Rio Pomba	-21:32:32	-042:10:50	8210
58315100	Vargem Alegre	Rio Paraíba Do Sul	-22:29:54	-043:55:48	16400
58305001	Volta Redonda	Rio Paraíba Do Sul	-22:30:05	-044:05:26	16000
58658000	Volta Grande	Rio Angú	-21:46:03	-042:32:23	348
59355000	Fazenda das Garrafas	Rio Mambucaba	-22:44:08	-044:37:00	21
58874000	Dois Rios	Rio Dois Rios	-21:38:36	-041:51:31	3120
58648001	Paquequer	Rio Paquequer	-21:52:34	-042:37:34	762

Tabela 5 – Resumo das medições de descarga realizadas em agosto de 2016

Código	Estação	Cota (cm)	Vazão (m³/s)	Área Molhada (m²)	Velocidade (m/s)	Vazão Mínima Medida até 2013 (m³/s)	Razão
58860000	Fazenda Ponte do Ismério	55	2.14	4.77	0.45	3.39	0.63
58846000	Manuel de Morais	118	7.01	16.2	0.434	5.98	1.17
58827000	Bom Jardim	56	4.35	13.3	0.327	2.26	1.92
58648001	Paquequer	21	2.9	17.4	0.166	2.06	1.41
59100000	Macabuzinho	48	1.46	3.54	0.411	1.65	0.88
59181000	Correntezas - Nova	275	3.37	6.93	0.486	2.19	1.54
58825000	Ponte Estrada Dona Mariana	106	5.09	18	0.284	1.81	2.81
58832000	Conselheiro Paulino	58	2.06	5.21	0.396	0.971	2.12
58235100	Queluz	88	58.4	207	0.282	59.9	0.97
58183000	Pindamonhangaba	37	49.1	70.2	0.699	52	0.94
58142200	Buquirinha II	118	3.95	10.1	0.392	3.44	1.15
59380000	Parati	57	0.826	8.37	0.099	0.657	1.26
58030000	Estrada do Cunha	63	6.69	24.1	0.278	3.88	1.72
58040000	São Luís do Paraitinga	149	13.8	24.7	0.559	11.3	1.22
59370000	Fazenda Fortaleza	51	8.78	47.4	0.185	7.33	1.20
58105300	Guararema	61	20.7	99.5	0.208	33.6	0.62
58060000	Ponte Alta 1	35	3.71	25.2	0.147	2.65	1.40
58110002	Jacareí	77	30.2	72.6	0.4	38.4	0.79
58099000	Santa Branca	140	18.9	101	0.187	23.3	0.81
58792100	Aperibé	36	27.5	180	0.152	51.4	0.54
58870000	Barra do Rio Negro	35	1.83	16.3	0.112	2.11	0.87
58974000	Campos - Ponte Municipal	449	168	716	0.235	181	0.93
58204000	Guaratinguetá	65	51.4	111	0.464	83.5	0.62
58790002	Santo Antônio de Pádua II	42	27.1	243	0.111	21.6	1.25
58315100	Vargem Alegre	239	118	178	0.666	194	0.61
58305001	Volta Redonda	128	118	256	0.462	78.4	1.51
58658000	Volta Grande	56	1.09	3.13	0.345	1.23	0.89
59355000	Fazenda das Garrafas	71	0.369	2	0.184	0.242	1.52
58874000	Dois Rios	29	5.72	15	0.381	10.1	0.57
58648001	Paquequer	22	2.09	17.5	0.12	2.06	1.01

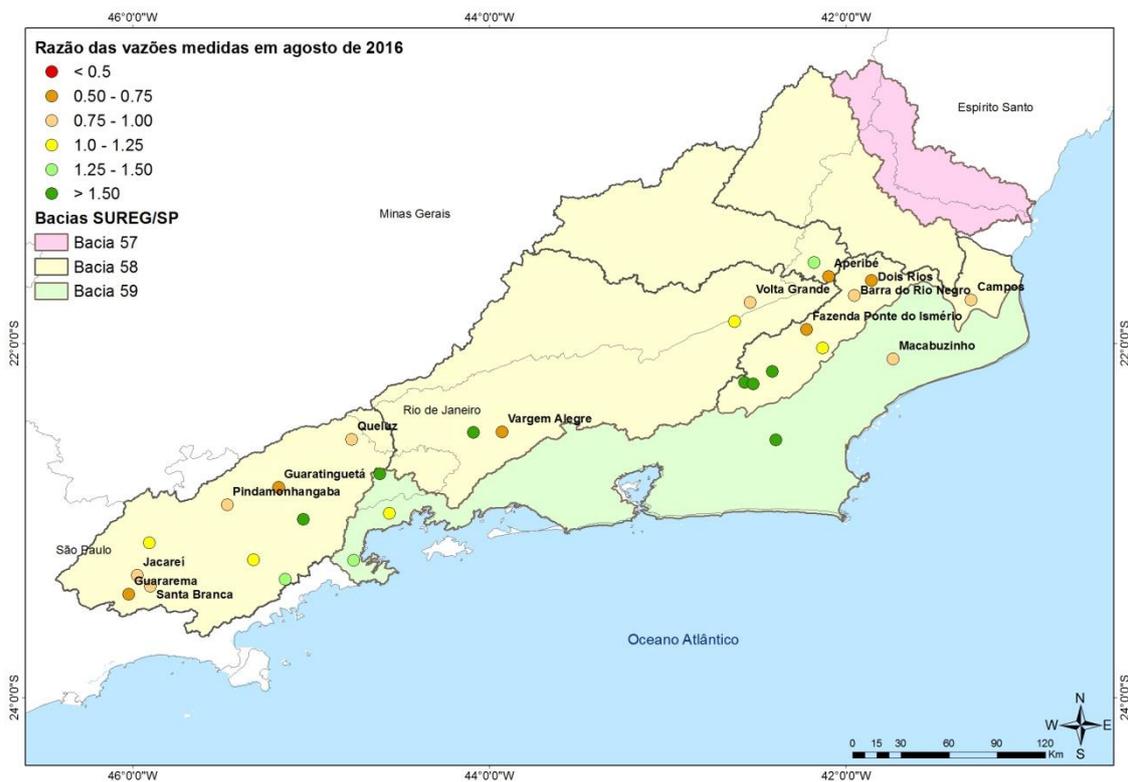


Figura 11 - Razão entre a vazão das medições de descarga líquida realizadas em agosto de 2016 e a vazão mínima histórica medida até 2013

4.5 Análise de qualidade da água

Na operação da rede hidrológica nacional, durante as visitas às estações, normalmente são realizadas análises in loco de cinco parâmetros: Temperatura da água, pH, OD, Turbidez e Condutividade Elétrica.

Nas visitas realizadas em agosto foram analisados estes parâmetros em 19 estações. A Tabela 6 apresenta os valores de cada um dos parâmetros, destacando-se o parâmetro cujo valor remete às classes de enquadramento 3, 4, ou fora de enquadramento.

Na estação Bom Jardim foi medido valor de Oxigênio Dissolvido entre 5 e 6 mg/L, remetendo à classe 2 de qualidade de água; na estação Conselheiro Paulino foi medido valor de OD abaixo de 4mg/L, sendo classificada como classe 4.

Com relação à turbidez, somente na estação de Ponte Estrada Dona Mariana foi medido valor entre 40 e 100 FTU, sendo classificada como classe 2 de qualidade de água. Os gráficos com as séries de qualidade de água destas estações estão apresentados no Anexo III.

Os parâmetros de qualidade da água podem ser afetados por diversos fatores como, por exemplo, a ocorrência de chuva antes ou durante a medição de qualidade da água. Assim a medição de qualidade da água realizada durante a operação da rede hidrológica mostra a situação do curso d'água durante o momento da medição. Deste modo, não é possível afirmar se as possíveis anomalias observadas durante as campanhas de medição possuem relação direta com a atual situação de estiagem.

Tabela 6 – Dados de qualidade da água de agosto de 2016

Estação - Código	Estação - Nome	Data	Temperatura da água (°C)	pH	Turbidez (FTU)	Condutividade elétrica (uS/cm a 20°C)	OD (mg/l O2)
59380000	Parati	12/08/2016	18.8	8.06	-	21.5	-
59370000	Fazenda Fortaleza	15/08/2016	18.28	8.22	-	25	-
58183000	Pindamonhangaba	09/08/2016	22.36	7.6	-	164.9	-
58142200	Buquirinha li	05/08/2016	18.36	7.67	-	26.9	-
58110002	Jacareí	04/08/2016	20.37	7.8	-	148.3	-
58105300	Guararema	02/08/2016	19.57	7.6	-	39.18	-
58099000	Santa Branca	03/08/2016	20.05	7.94	-	37.2	-
58060000	Ponte Alta 1	06/08/2016	15.29	8.14	-	16.8	-
58040000	São Luís Do Paraitinga	08/08/2016	18.72	8	-	31.7	-
58825000	Ponte Estrada Dona Mariana	02/09/2016	17.3	7.51	97.4	46.9	8.7
59100000	Macabuzinho	29/08/2016	21	7.28	1.6	59.92	8.76
58860000	Fazenda Ponte Do Ismério	20/08/2016	26	7.52	4.5	128.5	8.07
58648001	Paquequer	23/08/2016	20	7.03	16.9	51.4	7.69
58030000	Estrada Do Cunha	11/08/2016	15.57	8.83		22.6	
58857000	Aldeia	25/08/2016	19	7.28	2.8	73.92	6.49
58846000	Manuel de Morais	27/08/2016	21	7.69	1.3	72.59	8.8
59181000	Correntezas - Nova	31/08/2016	22	7.03	2.1	61.74	8.16
58832000	Conselheiro Paulino	03/09/2016	18.6	6.89	4.9	76.8	3.28
58827000	Bom Jardim	05/09/2016	21	6.91	14.3	78.66	5.02

4.6 Elaboração de prognóstico de vazões

Os gráficos apresentados no Anexo IV mostram o prognóstico de vazão média mensal das estações fluviométricas indicadoras, para os meses de setembro e outubro.

Na estação de Guaçuí, na Bacia do Rio Itabapoana, é possível observar que a vazão de agosto está abaixo da média histórica e das vazões registradas em 2014 e 2015; na estação de Ponte do Itabapoana a vazão de agosto é menor que a vazão de referência $Q_{7,10}$ e as vazões de 2014 e 2015. O prognóstico aponta que a vazão em ambas as estações ficará em torno da $Q_{7,10}$ nos próximos meses.

Em Cataguases, na bacia do rio Pomba, a vazão média em agosto de 2016 ficou abaixo da vazão média histórica e da $Q_{7,10}$; o prognóstico aponta que esta situação será mantida nos próximos meses.

Nas estações de Itaperuna e Cardoso Moreira, ambas na bacia do rio Muriaé, as vazões médias mensais observadas no mês de agosto estão menores que as vazões registradas em 2014 e 2015, e também inferiores à $Q_{7,10}$. O prognóstico aponta que em ambas estações as vazões se manterão abaixo da vazão de referência nos próximos meses.

Nas estações de Campos e São Fidélis, no Baixo Paraíba do Sul, as vazões médias mensais observadas em agosto estão muito próximas das vazões observadas nos anos anteriores e abaixo da $Q_{7,10}$. Em ambas as estações o prognóstico aponta que essa situação será mantida.

Na bacia do Médio Paraíba do Sul, a estação de Manuel Duarte apresenta vazão de agosto abaixo da média, mas acima das vazões observadas em 2014 e 2015; o prognóstico indica que as vazões nesta estação permanecerão acima da $Q_{7,10}$ e das vazões dos anos anteriores. Na estação de Sobraji a vazão média de agosto foi inferior à vazão de referência, e deve continuar abaixo da mesma nos próximos meses. Na estação de Paraíba do Sul a vazão de agosto está próxima da $Q_{7,10}$, e o prognóstico aponta que essa situação será mantida.

Na estação de Queluz a vazão de agosto está abaixo da vazão dos anos anteriores e da $Q_{7,10}$; o prognóstico aponta que a vazão se manterá assim próximos meses. Em São Luís do Paraitinga, no Alto Paraíba do Sul, a vazão de agosto está abaixo da vazão média, mas acima das vazões dos anos anteriores; o prognóstico aponta que essa situação será mantida nos próximos meses.

Na estação de Galdinópolis, na Bacia 59, a vazão do mês de agosto está inferior à vazão média, e também abaixo das vazões observada em 2014 e 2015; o prognóstico para os próximos meses aponta que este comportamento será mantido, e a vazão não deve ficar abaixo da $Q_{7,10}$ até outubro.

5 Considerações Finais

Avaliando os dados levantados, foi possível observar que:

- a) No mês de agosto as precipitações foram inferiores a média mensal histórica na maior parte das regiões monitoradas pela SUREG/SP;
- b) Na Bacia 59 a precipitação acumulada de outubro de 2015 a agosto de 2016 é superior à precipitação média histórica no mesmo período;
- c) Para a região Sudeste, para o trimestre setembro a novembro de 2016, a previsão está dentro da normalidade, ou seja, igual probabilidade de ocorrência de chuvas abaixo, dentro ou acima da normal climatológica da região no período;
- d) Com relação às vazões dos rios nas estações indicadoras durante o mês de agosto foi observado que:
 - Em todas as estações indicadoras as vazões médias ficaram abaixo da média mensal;
 - Em onze estações a vazão média de agosto está abaixo de 50% da vazão média histórica;
 - A precipitação acumulada em agosto foi inferior à média em doze estações indicadoras;
 - Em doze estações indicadoras a vazão média foi inferior à vazão Q95;
 - Em onze estações indicadoras a vazão média foi inferior à vazão de referência $Q_{7,10}$.
- e) Com relação às medições de vazão realizadas no mês de agosto de 2016, verifica-se que em 14 das 30 estações visitadas a vazão medida foi menor do que a mínima medida até dezembro de 2013;
- f) Das 19 estações visitadas em agosto, em 3 delas foram medidos valores de Oxigênio Dissolvido e Turbidez que remetem às classes de qualidade de água inferiores a classe 1.

A análise das vazões e das precipitações do mês de agosto de 2016, em conjunto com os dados históricos de precipitação e vazão, como descrito na metodologia, permitiu diagnosticar a estiagem do ano hidrológico de 2015-2016. Dessa forma, foi feita uma reprogramação da operação da rede hidrometeorológica que possibilite a medição de vazões tanto nas estações fluviométricas das regiões mais críticas, bem como nas estações da programação normal.

A CPRM, em acordo com a ANA, dará continuidade aos monitoramentos dos níveis dos rios, realizando medições de vazões, dando ênfase às áreas mais críticas e divulgando as informações coletadas na maior agilidade possível.

6 Referências Bibliográficas

PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos. Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1:5.000.000. versão 2.0. Programa Geologia do Brasil; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Isoietas_Totais_Anuais_1977_2006.pdf>. Acesso em: 9 set. 2014.

ANEXO I – Previsão Climática



PROGCLIMA



BOLETIM DE PROGNÓSTICO CLIMÁTICO

Ano 13

30 de agosto de 2016

Número 8

Previsão de Consenso

Sumário Executivo

As atuais condições de temperatura do Pacífico Equatorial, bem como dos ventos, da pressão atmosférica e da precipitação sobre este oceano, mostraram uma situação de neutralidade no que se refere ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), presentemente em transição para um fraco episódio de La Niña. Já no Atlântico Tropical, as anomalias positivas de temperatura das águas superficiais ao norte do Equador foram consistentes com a atuação da Zona de Convergência Intertropical em torno de sua posição climatológica sobre o oceano.

Os campos de precipitação pluviométrica mostraram que julho contribuiu para que o trimestre maio-junho-julho (MJJ) terminasse com

acentuado déficit pluviométrico sobre grande parte do território nacional, com especial destaque para a área que se estende do leste do Amapá e norte do Pará ao leste da Região Nordeste, cujas anomalias negativas excederam 300 mm em diversas áreas. Apesar da baixa pluviosidade, destacaram-se os totais pluviométricos acima dos valores médios históricos para o trimestre em parte de Roraima, no noroeste do Amazonas e extremo norte do Amapá, no centro-norte do Paraná e em São Paulo. As temperaturas, por sua vez, ficaram abaixo da média histórica no sul e oeste do Brasil, com incursões de intensas massas de ar frio que ocasionaram o fenômeno de *friagem* e geadas em junho e julho.

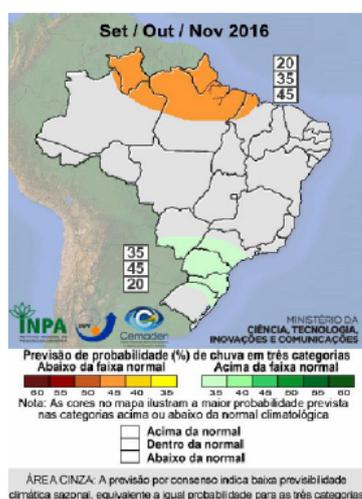


Figura 1 - Previsão probabilística (em tercís) de consenso do total de chuva para o trimestre setembro a novembro de 2016.

PREVISÃO SON/2016

A previsão por consenso¹ para o trimestre setembro a novembro de 2016 (SON/2016) indica maior probabilidade do total trimestral de chuva ocorrer na categoria abaixo da faixa normal climatológica no norte da Região Norte, com a seguinte distribuição: 20%, 35% e 45% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. Para o sul das Regiões Centro-Oeste e Sudeste e para o centro-norte da Região Sul, a previsão por consenso indica a categoria dentro da faixa normal climatológica como a mais provável, com distribuição de 35%, 45% e 20% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. As demais áreas do País (área cinza do mapa) apresentam baixa previsibilidade ou se encontram em seu período climatológico de estiagem, o que implica igual probabilidade para as três categorias. Apesar do leste da Região Nordeste se encontrar no final da quadra chuvosa, esta previsão indica possibilidade dos totais pluviométricos ocorrerem abaixo da faixa normal climatológica para o período. No sudoeste da Amazônia, onde o quadro de déficit hidrológico no rio Acre atingiu o recorde histórico em agosto (1,33 m), espera-se uma gradativa recuperação no decorrer do próximo trimestre. As temperaturas são previstas dentro da normal climatológica para a Região Sul, porém com alta variabilidade temporal. Nas demais regiões do País, são previstas temperaturas entre normal e acima da normal climatológica.

¹Previsão por consenso elaborada pelo Grupo de Trabalho em Previsão Climática Sazonal do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (GTPCS/MCTIC), com contribuições de meteorologistas do INMET, FUNCEME e Centros Estaduais de Meteorologia. Para informações adicionais sobre a previsão de consenso, acessar o portal do INPE/CPTEC.

LIMITES CLIMATOLÓGICOS DA FAIXA NORMAL PARA O TRIMESTRE SON

As Figuras 2 e 3 mostram os valores históricos da precipitação acumulada ao longo do trimestre setembro, outubro e novembro (SON), correspondentes aos limites inferior e superior do tercil médio da distribuição climatológica (faixa normal). O exemplo a seguir ilustra como o usuário pode combinar as informações dos três mapas para traduzir o prognóstico em termos de milímetros de chuva, para sua localidade de interesse.

Considere-se o caso da localidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná (seta preta nas figuras ao lado). Os mapas indicam que a faixa normal de precipitação acumulada no trimestre SON/2016 situa-se, aproximadamente, entre 300 mm e 500 mm. Combinando esta informação com a previsão de consenso ilustrada na Figura 1, obtém-se que a probabilidade prevista da chuva acumulada em Curitiba-PR exceder 500 mm neste trimestre é de aproximadamente 35%. Do mesmo modo, a probabilidade de que chova menos que 300 mm é de aproximadamente 20%. Finalmente, a probabilidade prevista de que a chuva acumulada em Curitiba-PR fique entre 300 mm e 500 mm é de aproximadamente 45%.

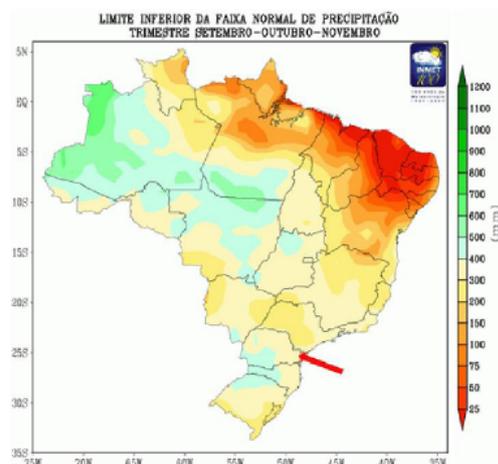


Figura 2 - Limite inferior da faixa normal de precipitação para o trimestre SON.

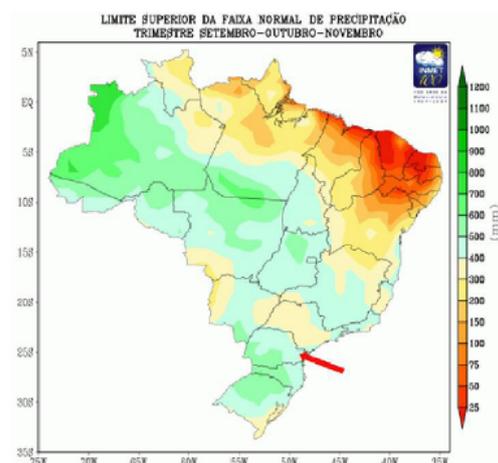


Figura 3 - Limite superior da faixa normal de precipitação para o trimestre SON.

Para informações mais detalhadas sobre o limite inferior e superior da faixa normal, para diversas localidades do Brasil, acessar o link: <http://www.inmet.gov.br>.

ALERTA SOBRE O USO DAS PREVISÕES CLIMÁTICAS: A previsão foi baseada em modelos de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA) e Circulação Geral Acoplado Oceano-Atmosfera (MCGC) e do modelo atmosférico regional ETA do INPE/CPTEC, nos modelos estocásticos rodados no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no modelo ECHAM4.6 rodado pela Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará (FUNCEME), e nos resultados dos modelos disponibilizados pelo International Research Institute for Climate Prediction (IRI), National Centers for Environmental Prediction (NCEP), ECMWF, Meteo-France e UK Met Office, bem como pelos Centros Produtores Globais (GPCs) da Organização Meteorológica Mundial (OMM), além das análises das características climáticas globais observadas. Essa informação é disponibilizada gratuitamente ao público em geral, porém, nenhuma garantia implícita ou explícita sobre sua acurácia é dada pelo INPE/CPTEC. O uso das informações contidas nesse boletim é de completa responsabilidade do usuário. Este boletim é resultado da reunião de análise e previsão climática realizada pelo Grupo de Trabalho em Previsão Climática Sazonal (GTPCS) do MCTIC, liderado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), INPE/CPTEC e INPA, com a colaboração de meteorologistas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e dos Centros Estaduais de Meteorologia.

ANEXO II – Gráfico de vazão medida x cota

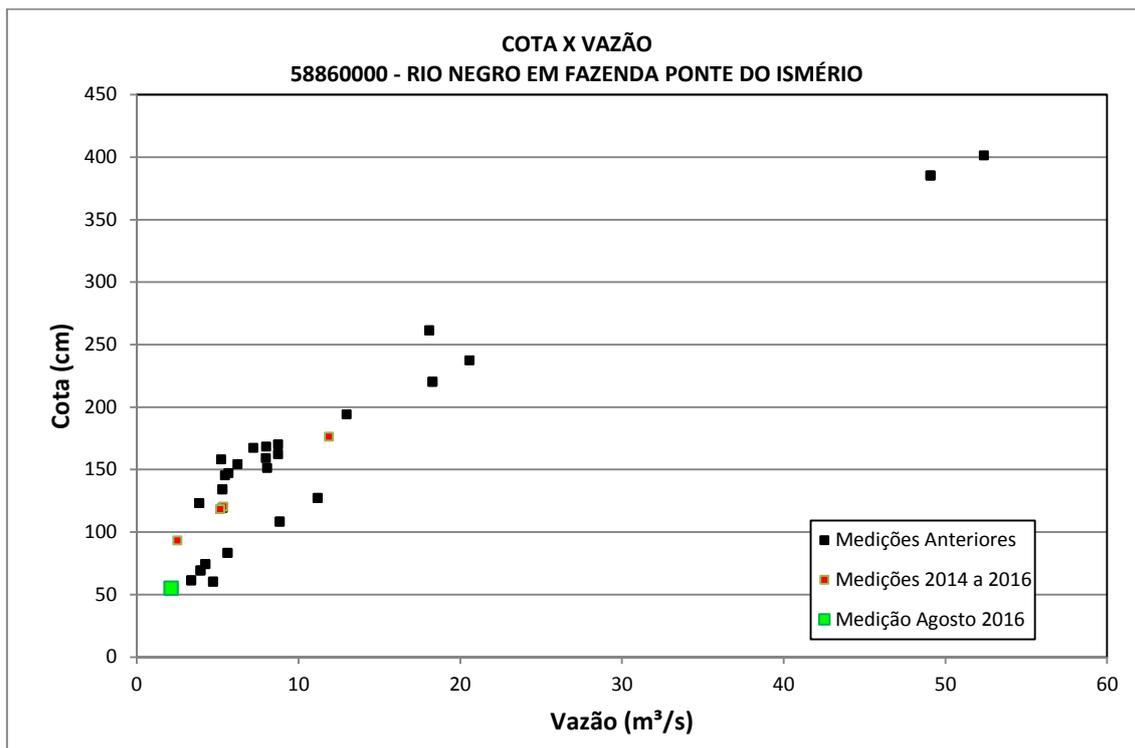


Figura 12 – Gráfico Cota x Vazão na estação Fazenda Ponte do Ismério

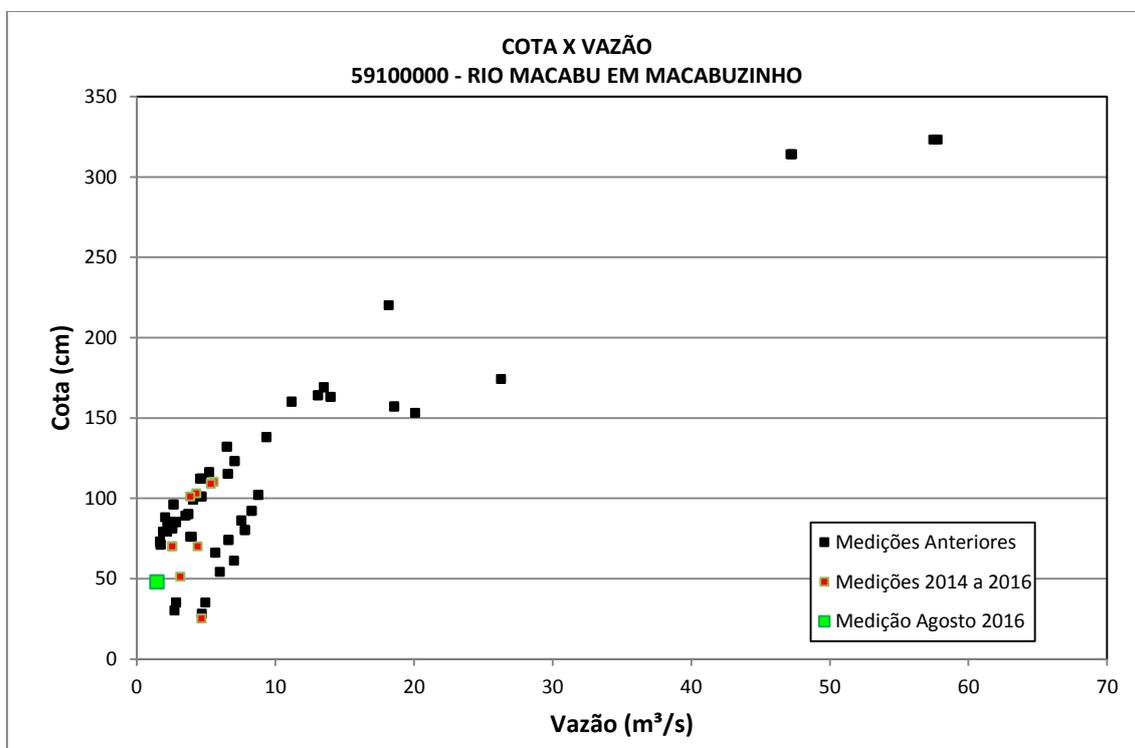


Figura 13 – Gráfico Cota x Vazão na estação Macabuzinho

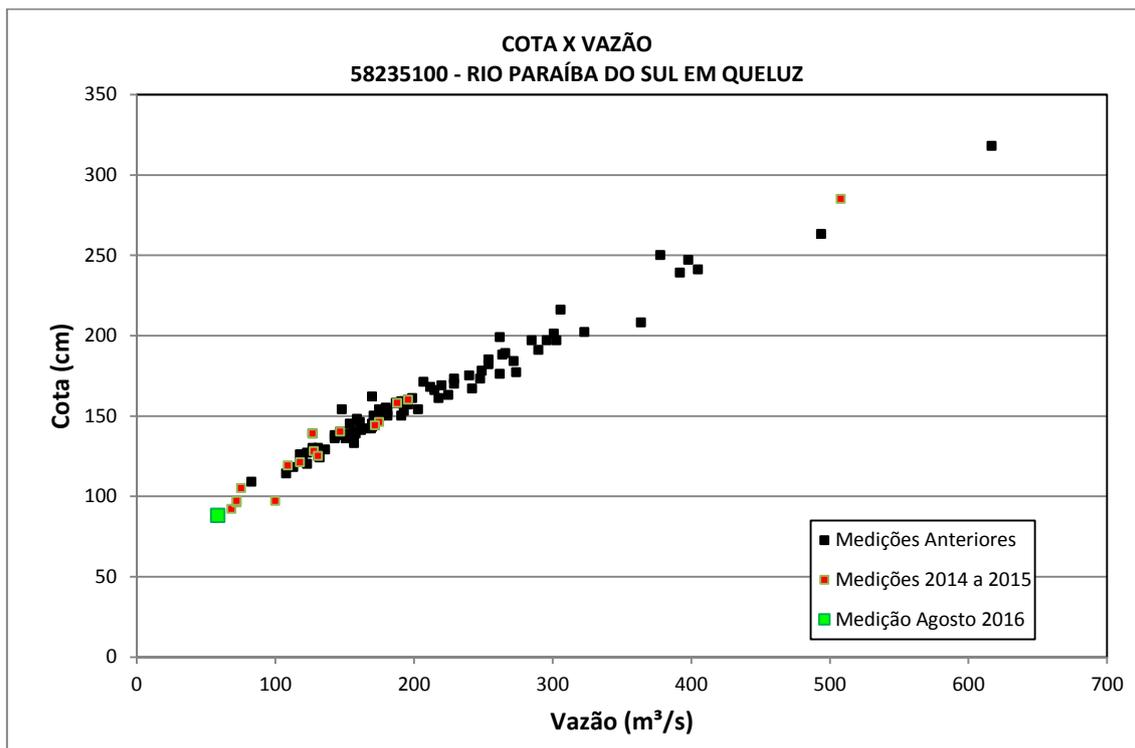


Figura 14 – Gráfico Cota x Vazão na estação Queluz

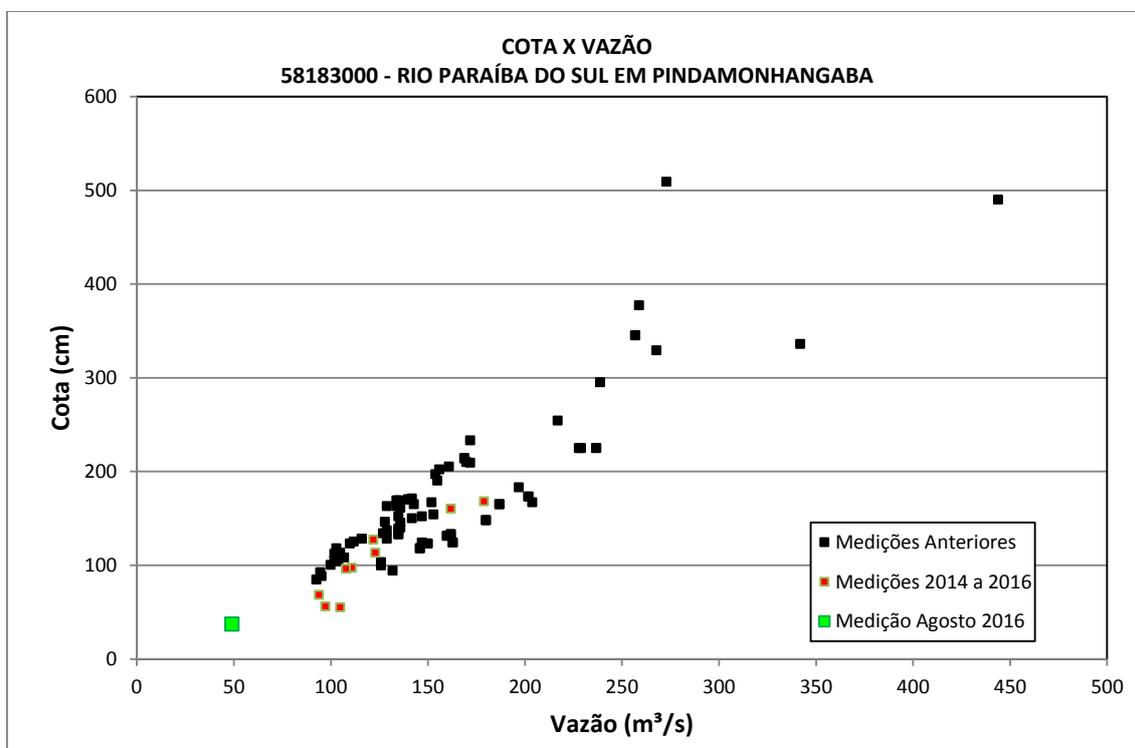


Figura 15 – Gráfico Cota x Vazão na estação Pindamonhangaba

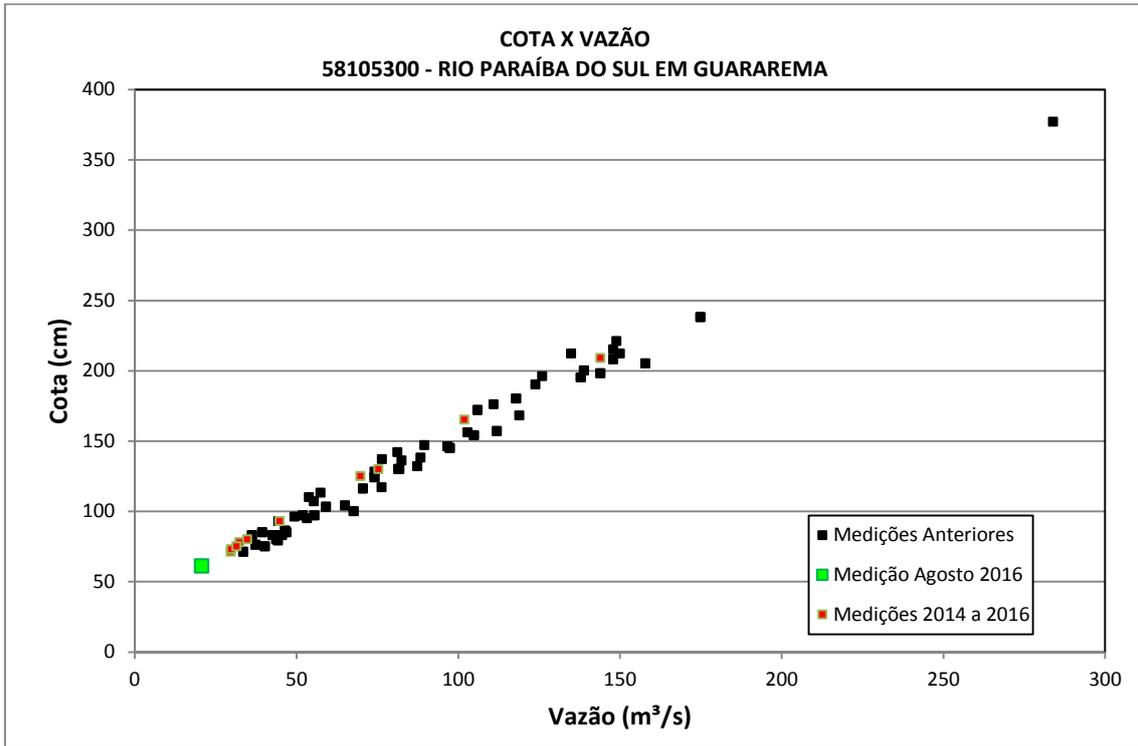


Figura 16 – Gráfico Cota x Vazão na estação Guararema

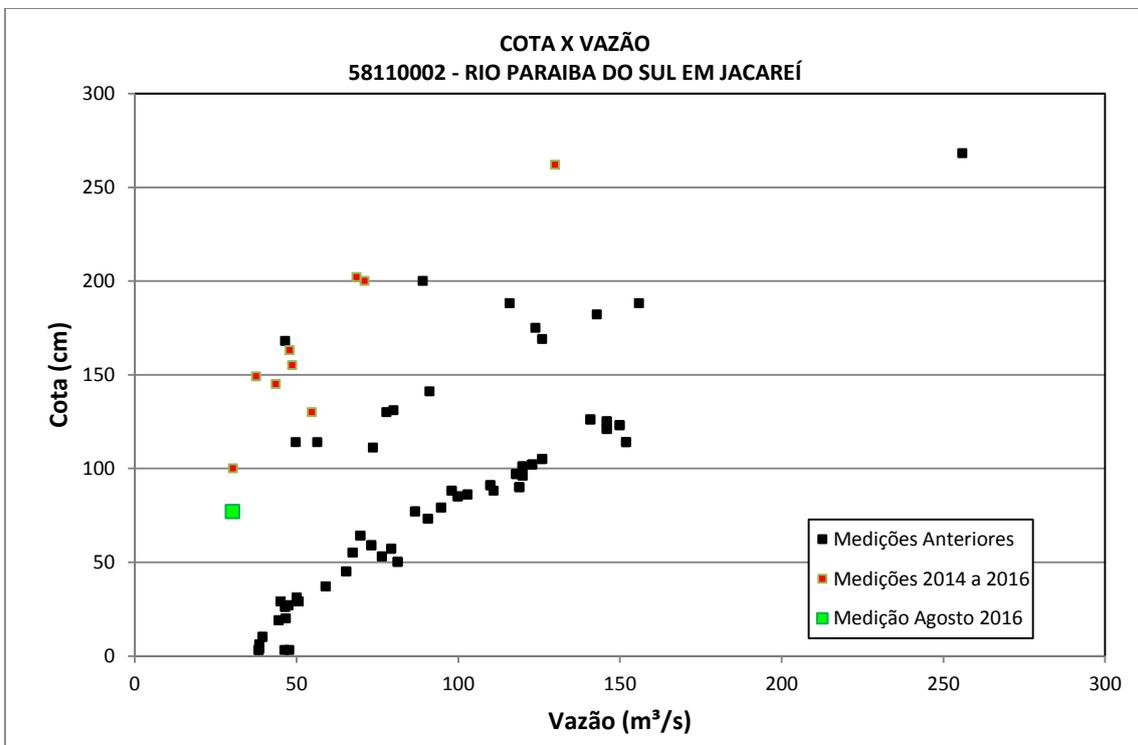


Figura 17 – Gráfico Cota x Vazão na estação Jacareí

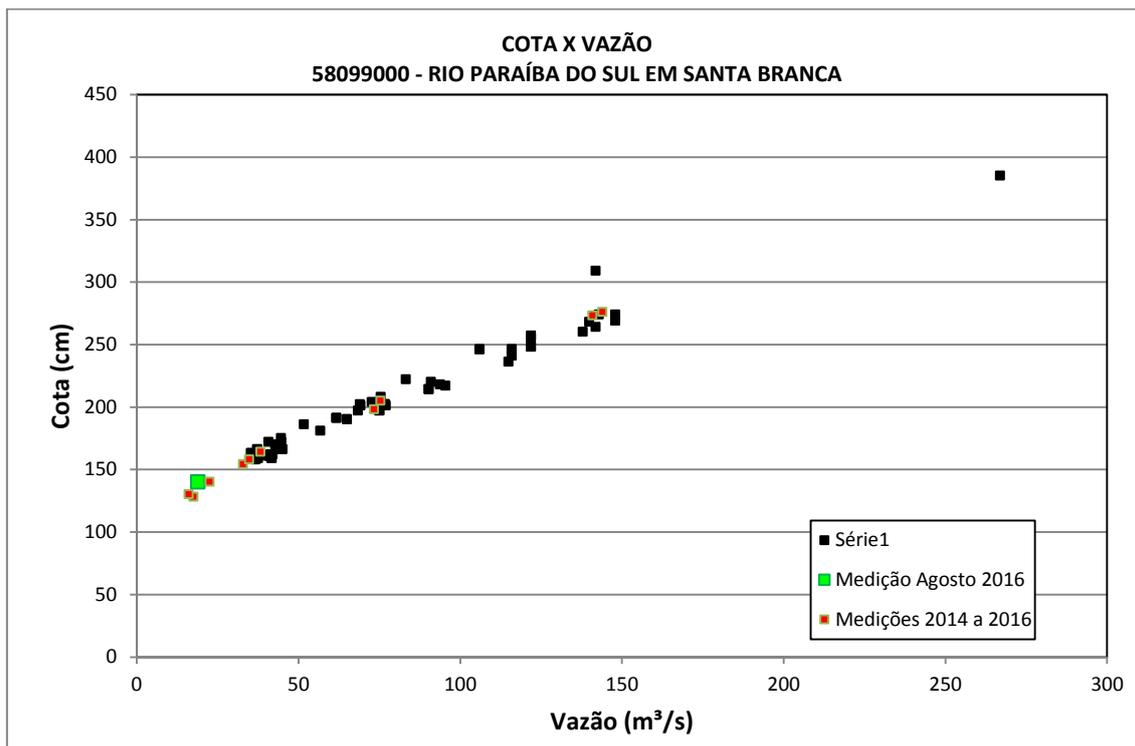


Figura 18 – Gráfico Cota x Vazão na estação Santa Branca

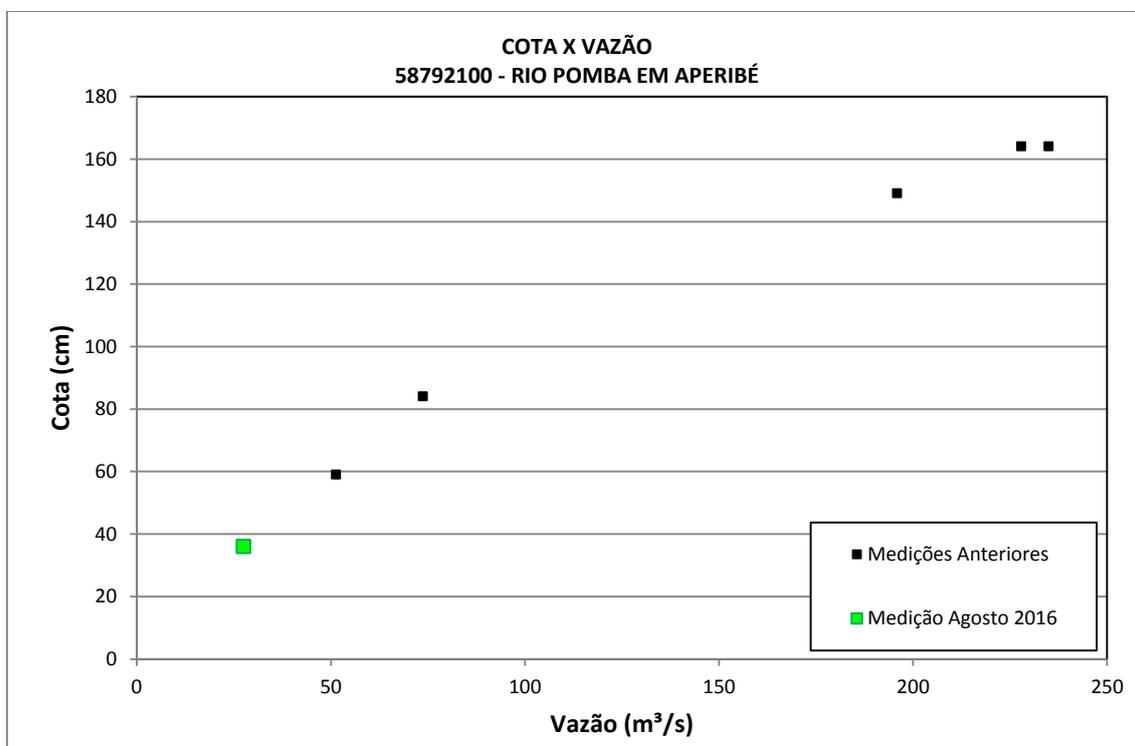


Figura 19 – Gráfico Cota x Vazão na estação Aperibé

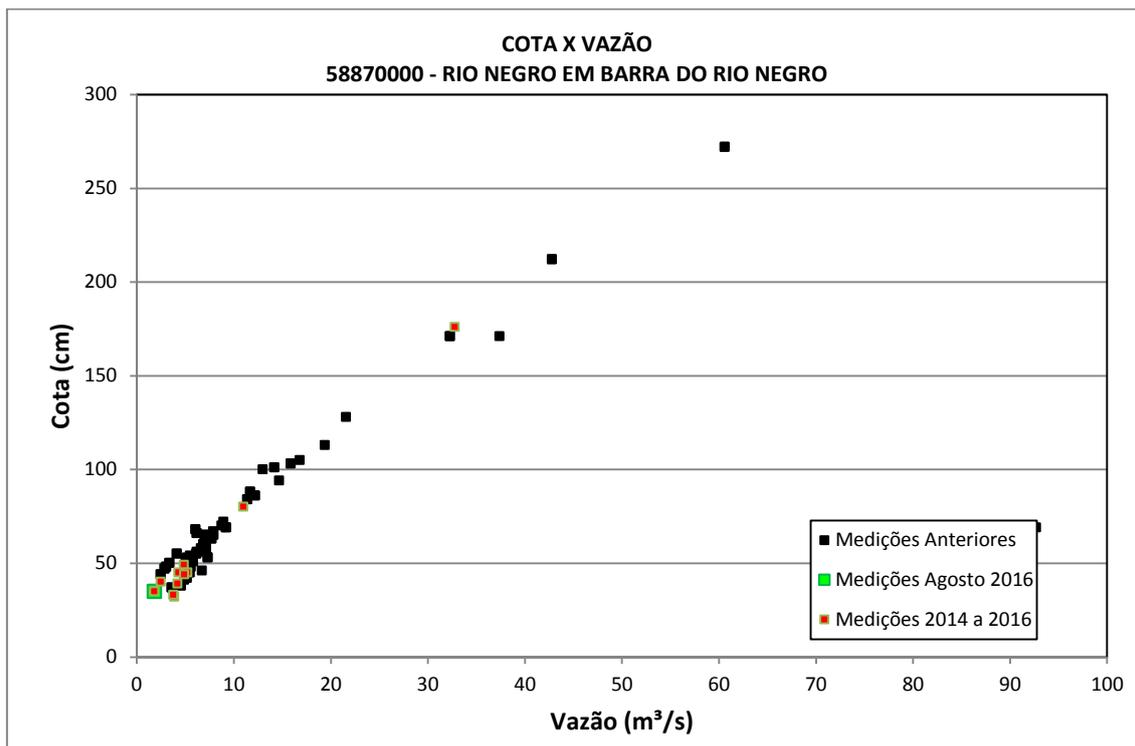


Figura 20 – Gráfico Cota x Vazão na estação Barra do Rio Negro

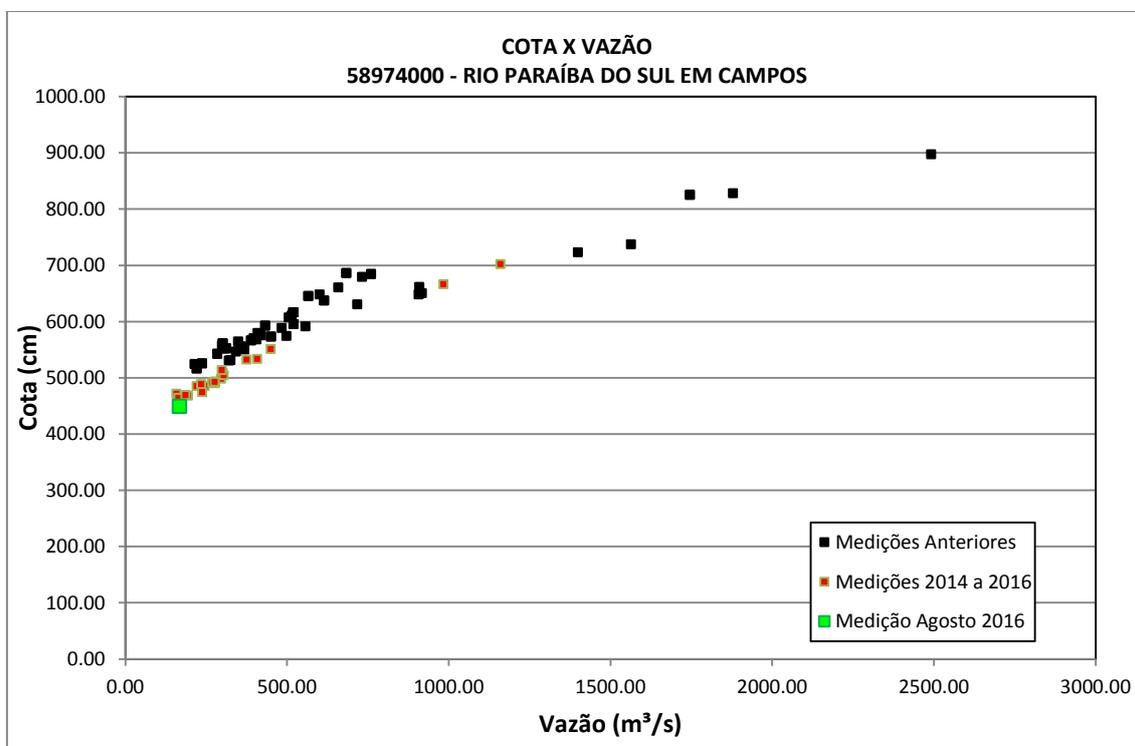


Figura 21 – Gráfico Cota x Vazão na estação Campos

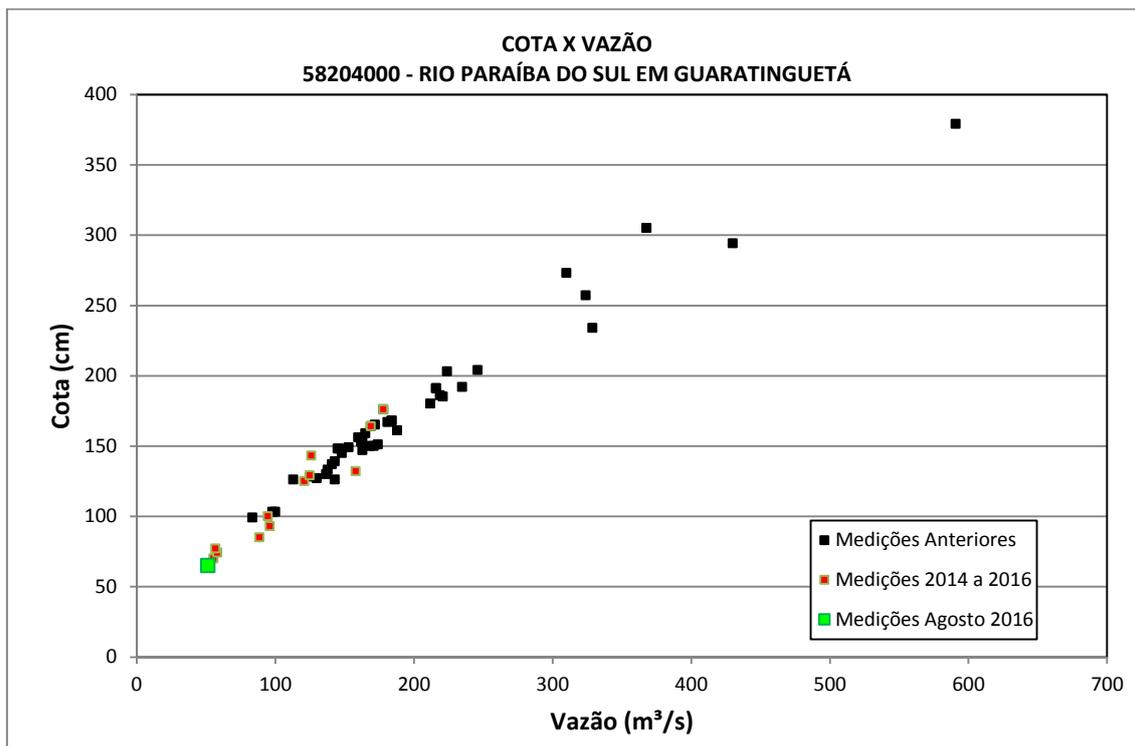


Figura 22 – Gráfico Cota x Vazão na estação Guaratinguetá

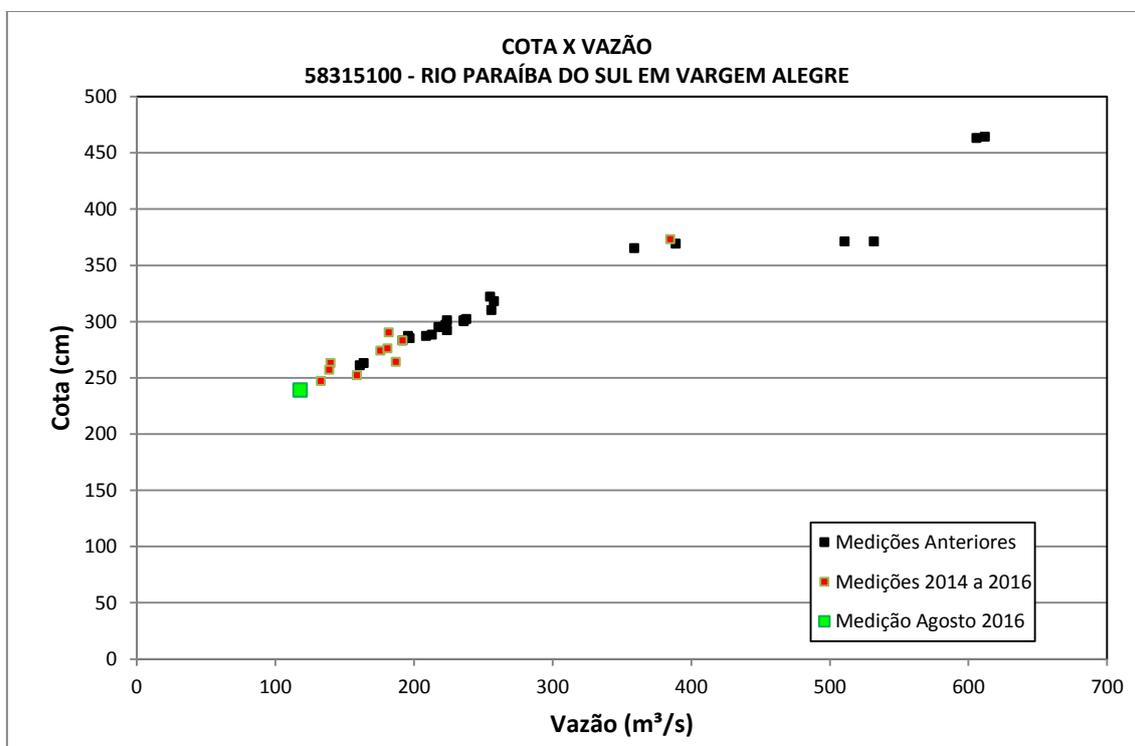


Figura 23 – Gráfico Cota x Vazão na estação Vargem Alegre

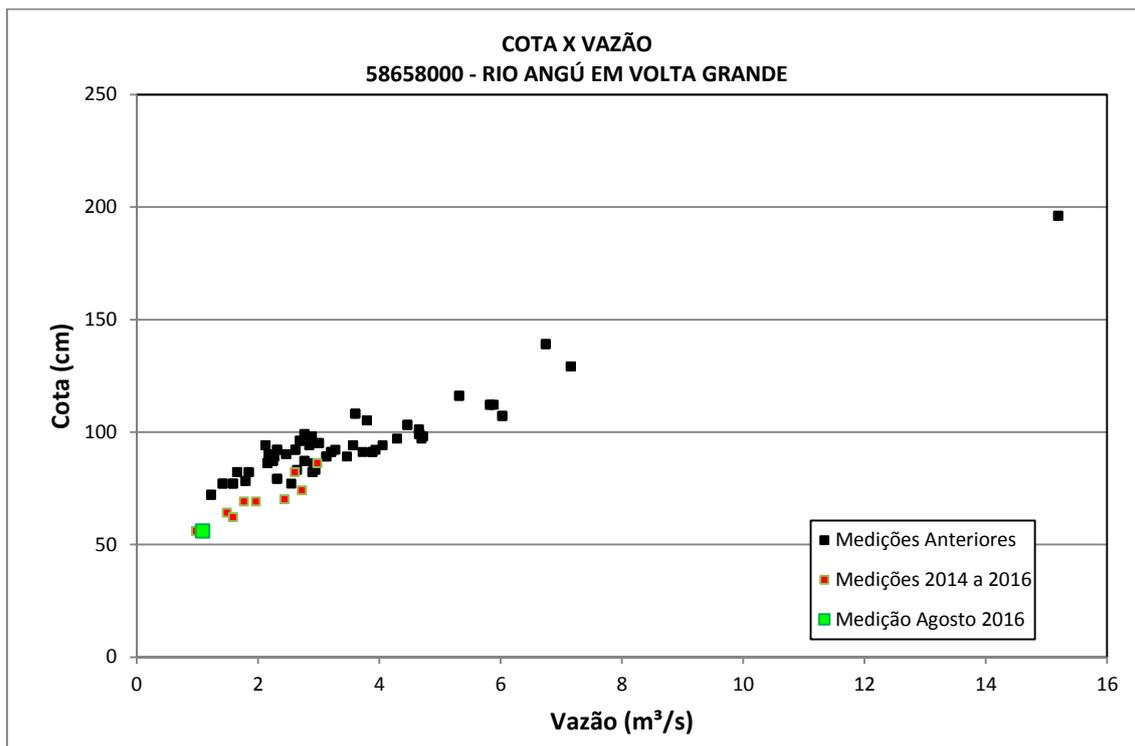


Figura 24 – Gráfico Cota x Vazão na estação Volta Grande

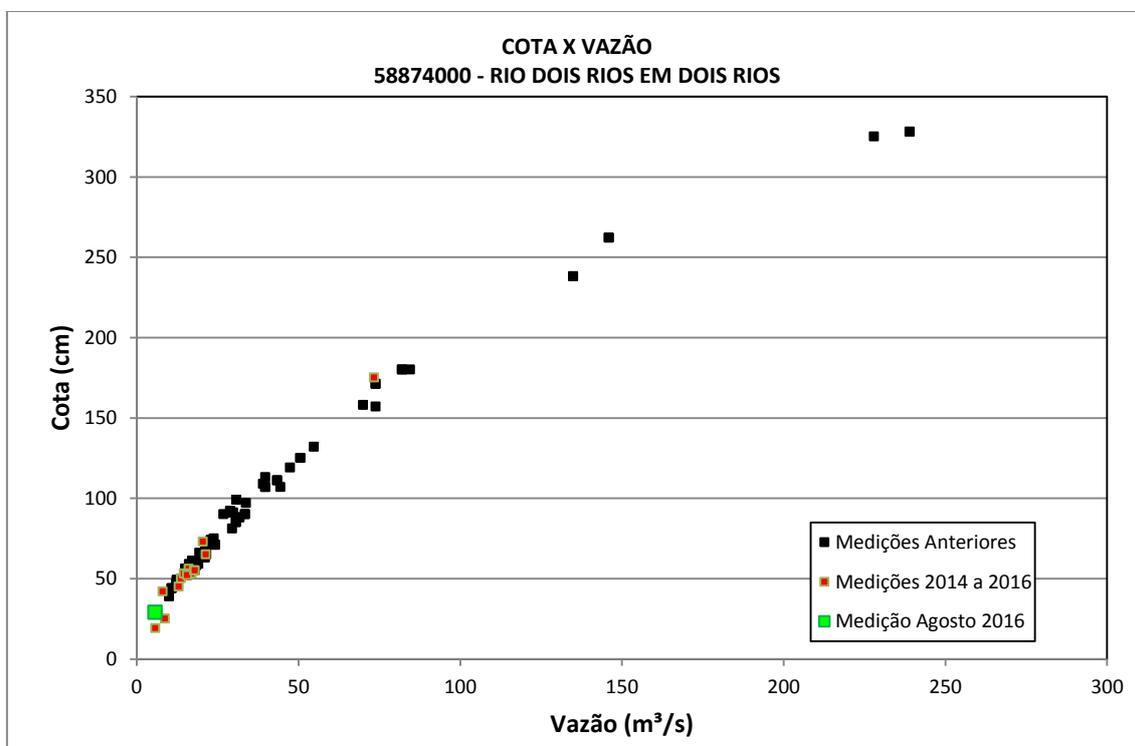


Figura 25 – Gráfico Cota x Vazão na estação Dois Rios

ANEXO III – Gráficos de qualidade de água

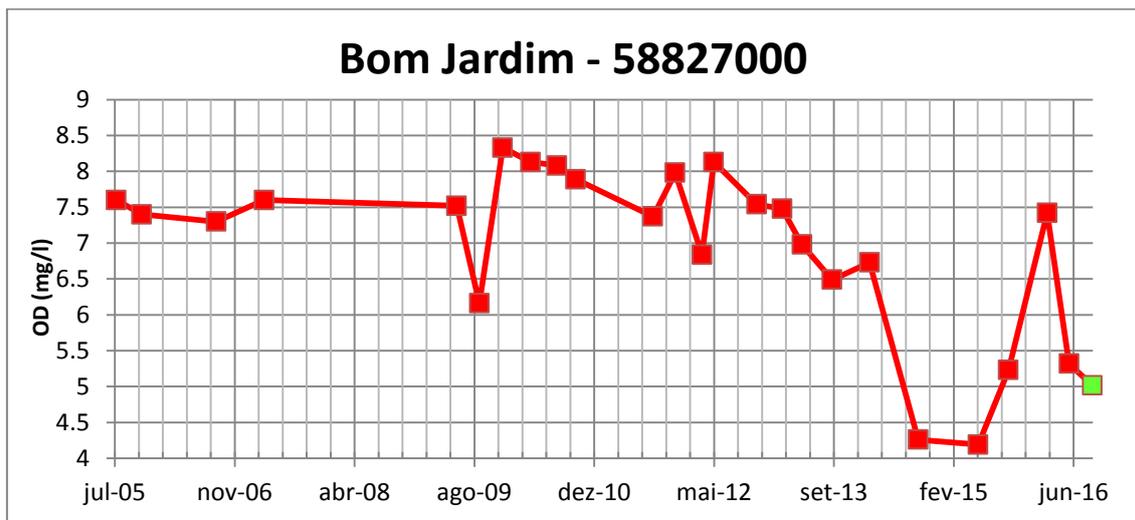


Figura 26 – Série histórica de OD na estação Bom Jardim

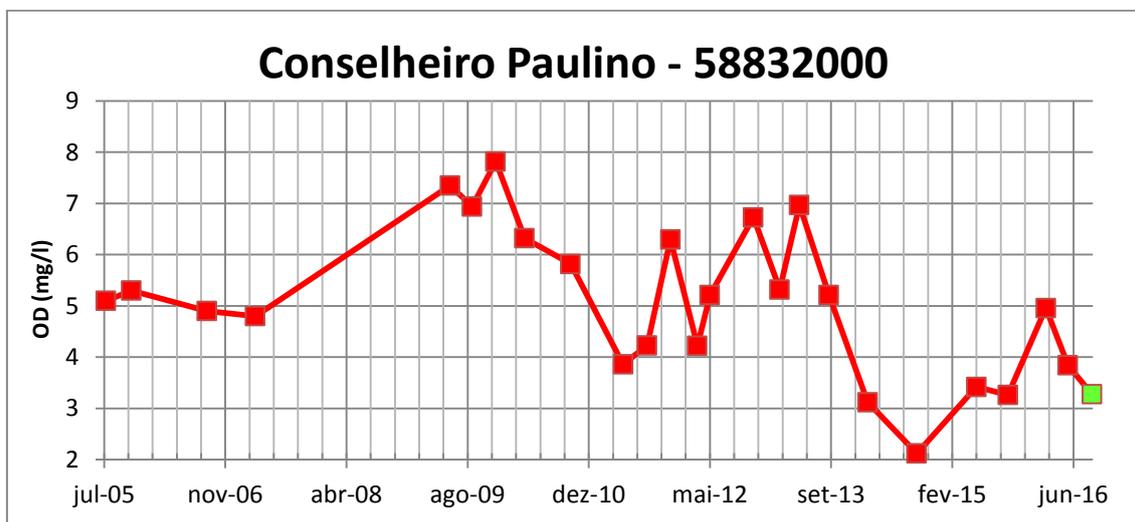


Figura 27 – Série histórica de OD na estação Conselheiro Paulino

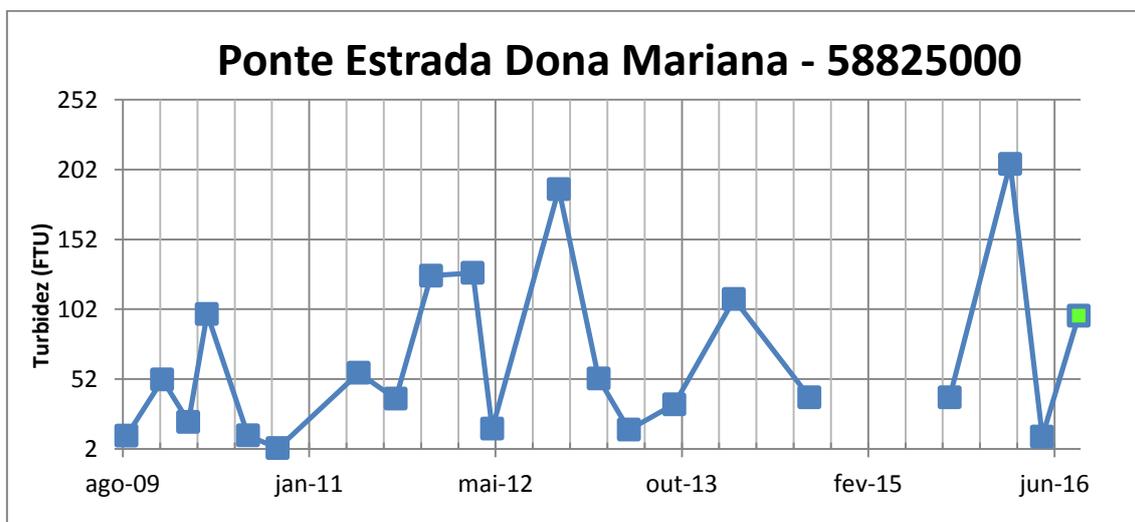


Figura 28 – Série histórica de Turbidez na estação Ponte Estrada Dona Mariana

ANEXO IV – Prognósticos de vazão

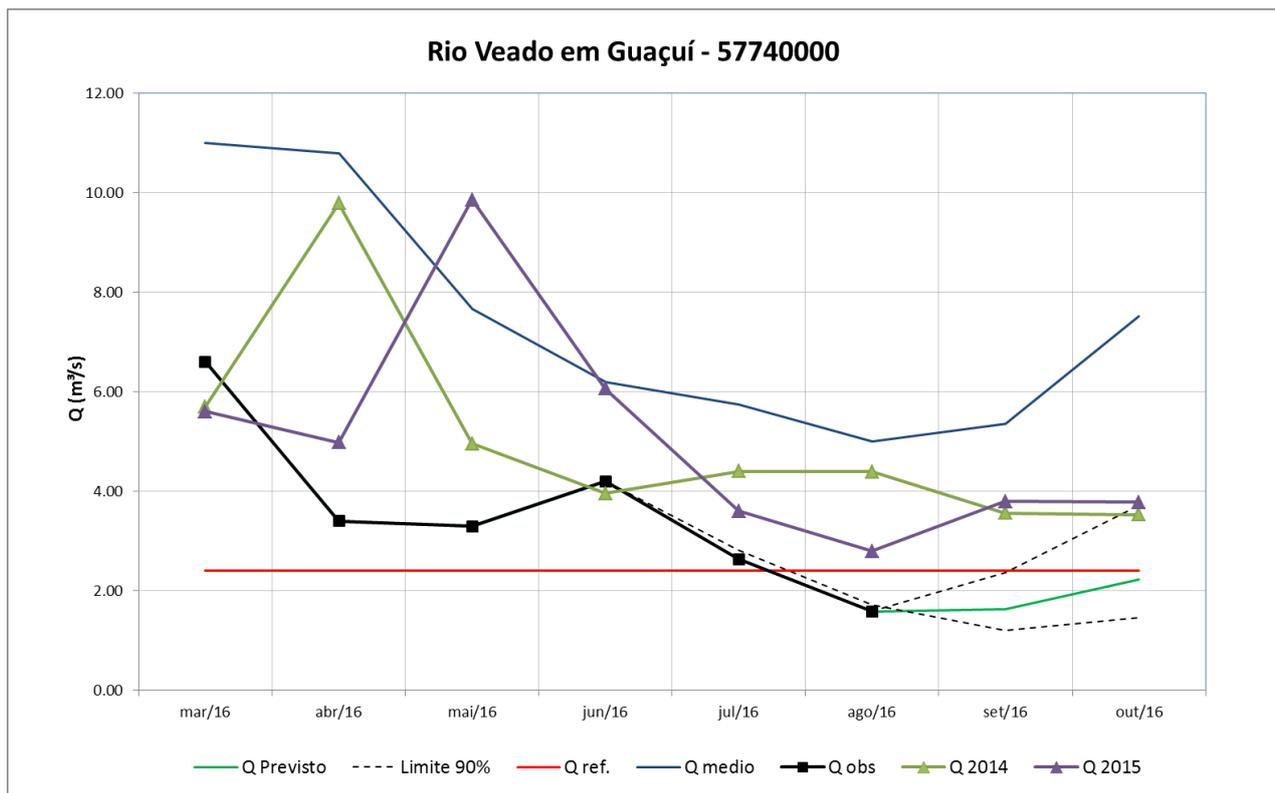


Figura 29 – Prognóstico de vazão para a estação de Guaçuí

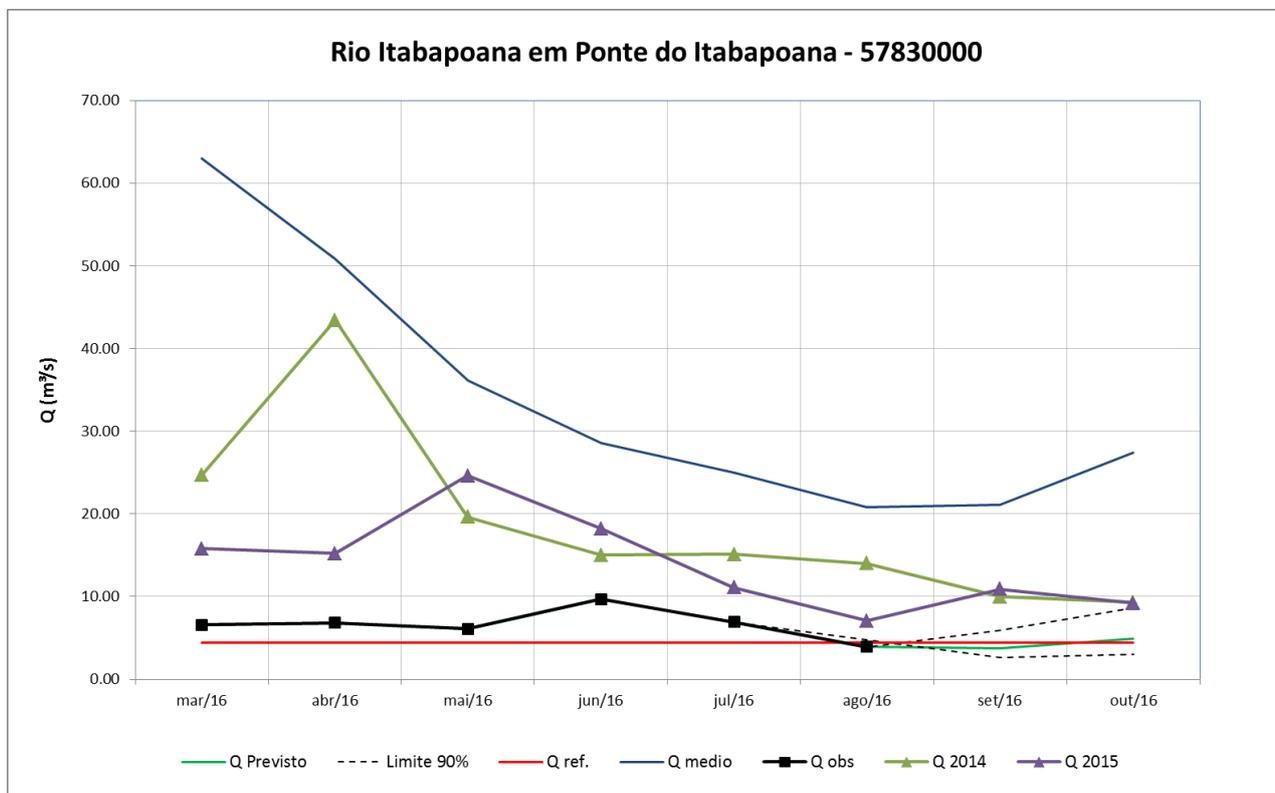


Figura 30 – Prognóstico de vazão para a estação de Ponte do Itabapoana

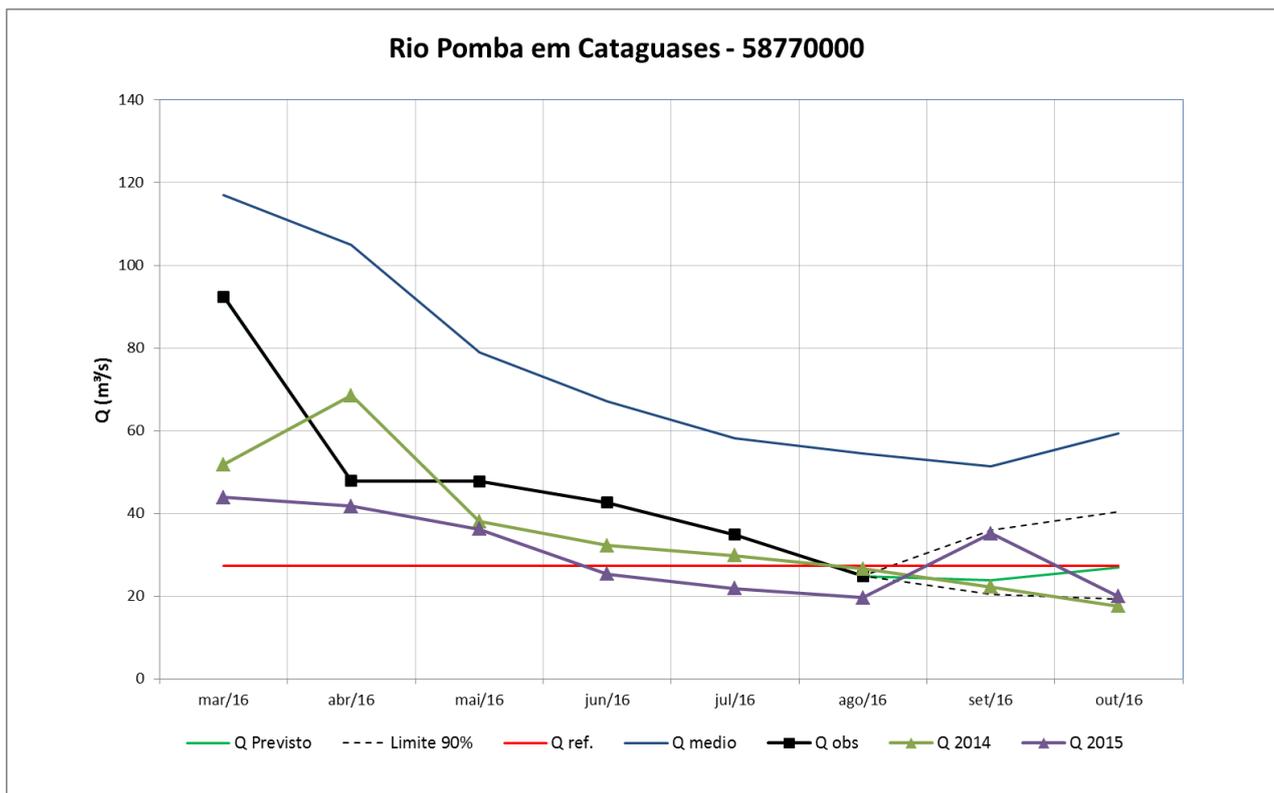


Figura 31 – Prognóstico de vazão para a estação de Cataguases

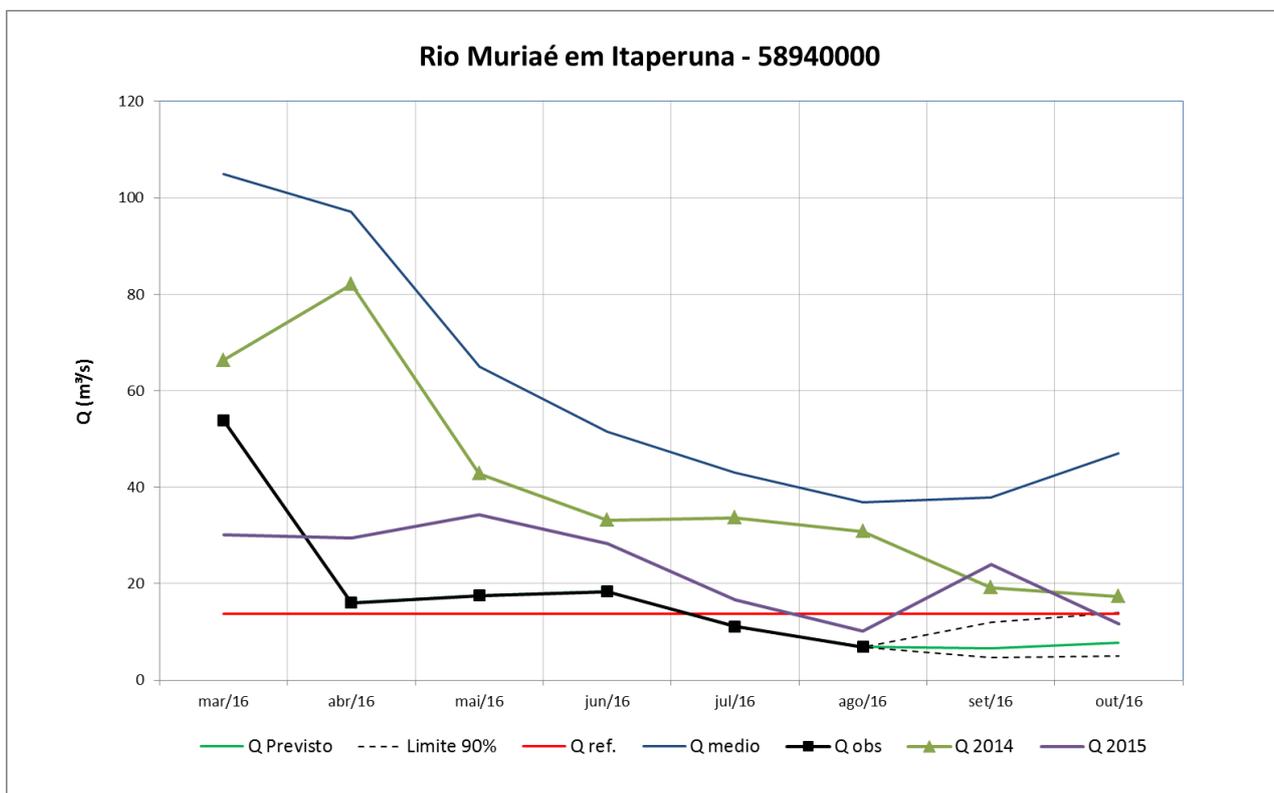


Figura 32 – Prognóstico de vazão para a estação de Itaperuna

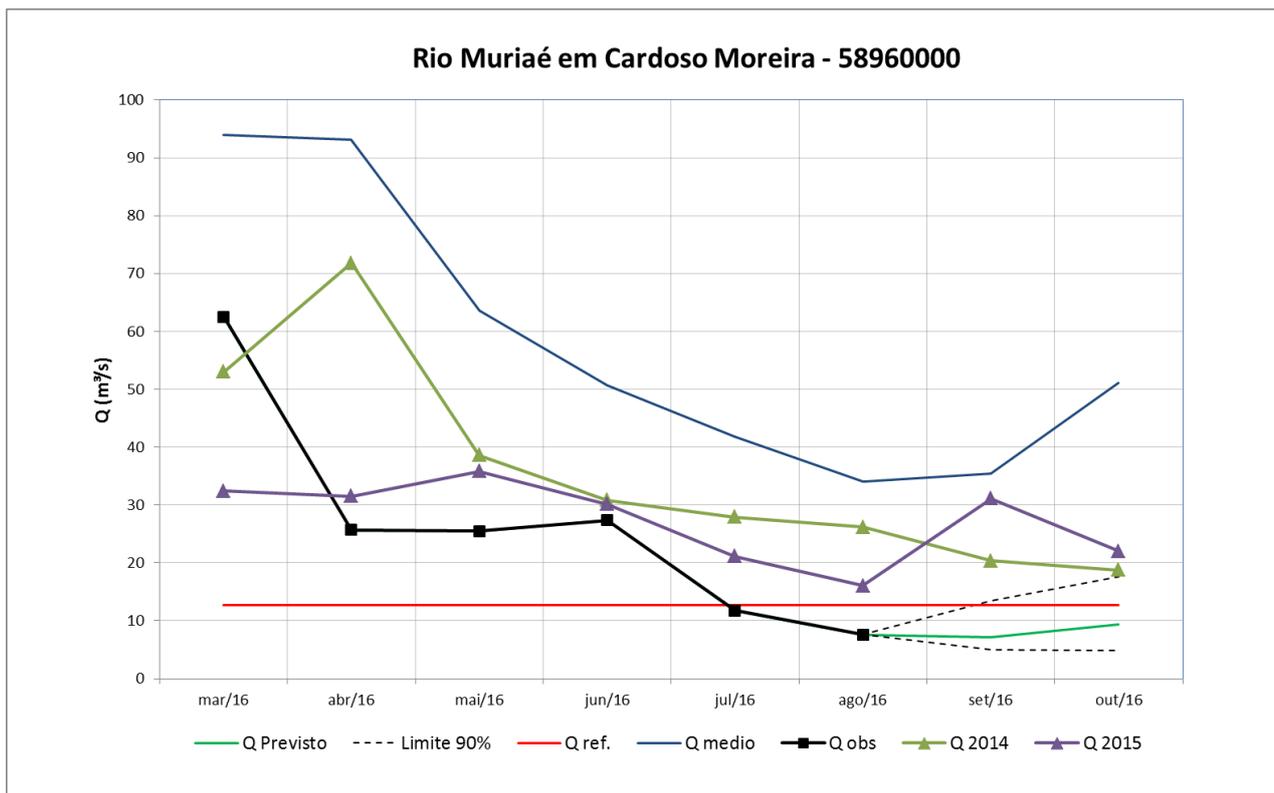


Figura 33 – Prognóstico de vazão para a estação de Cardoso Moreira

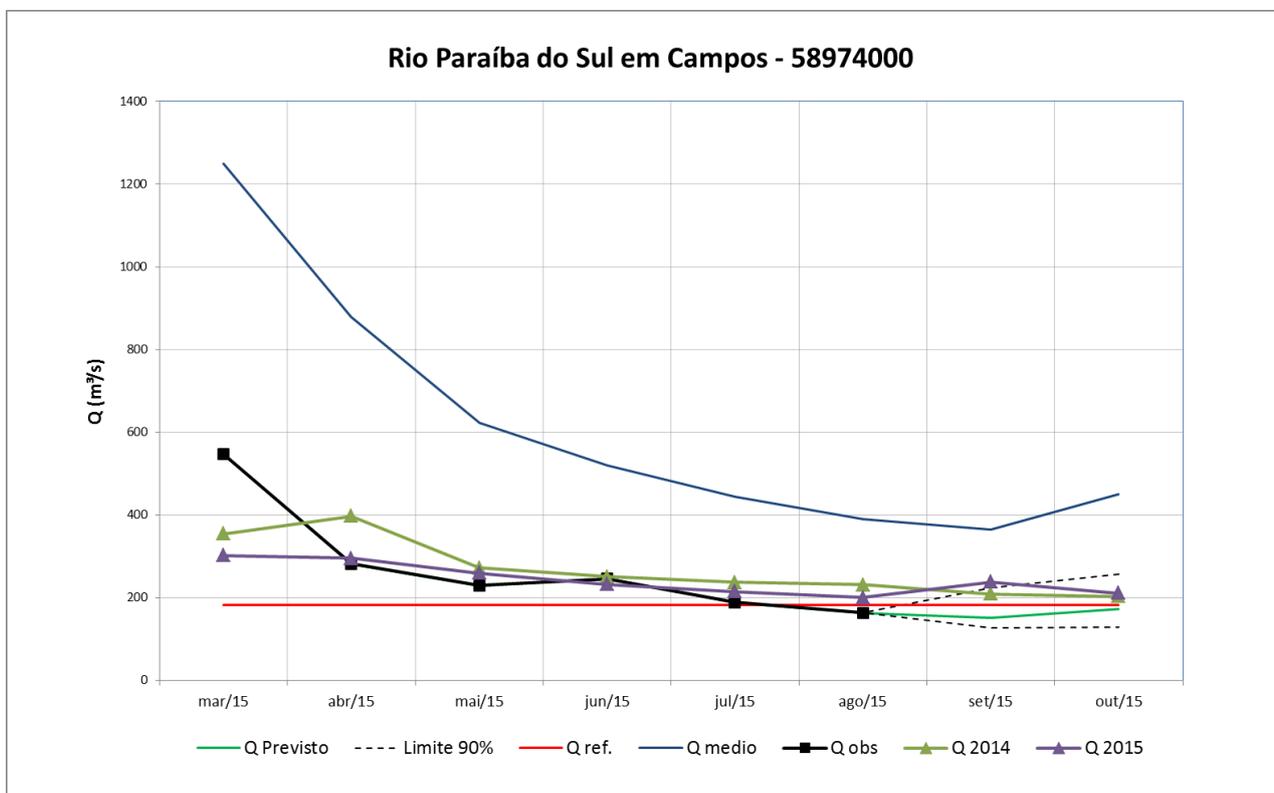


Figura 34 – Prognóstico de vazão para a estação de Campos

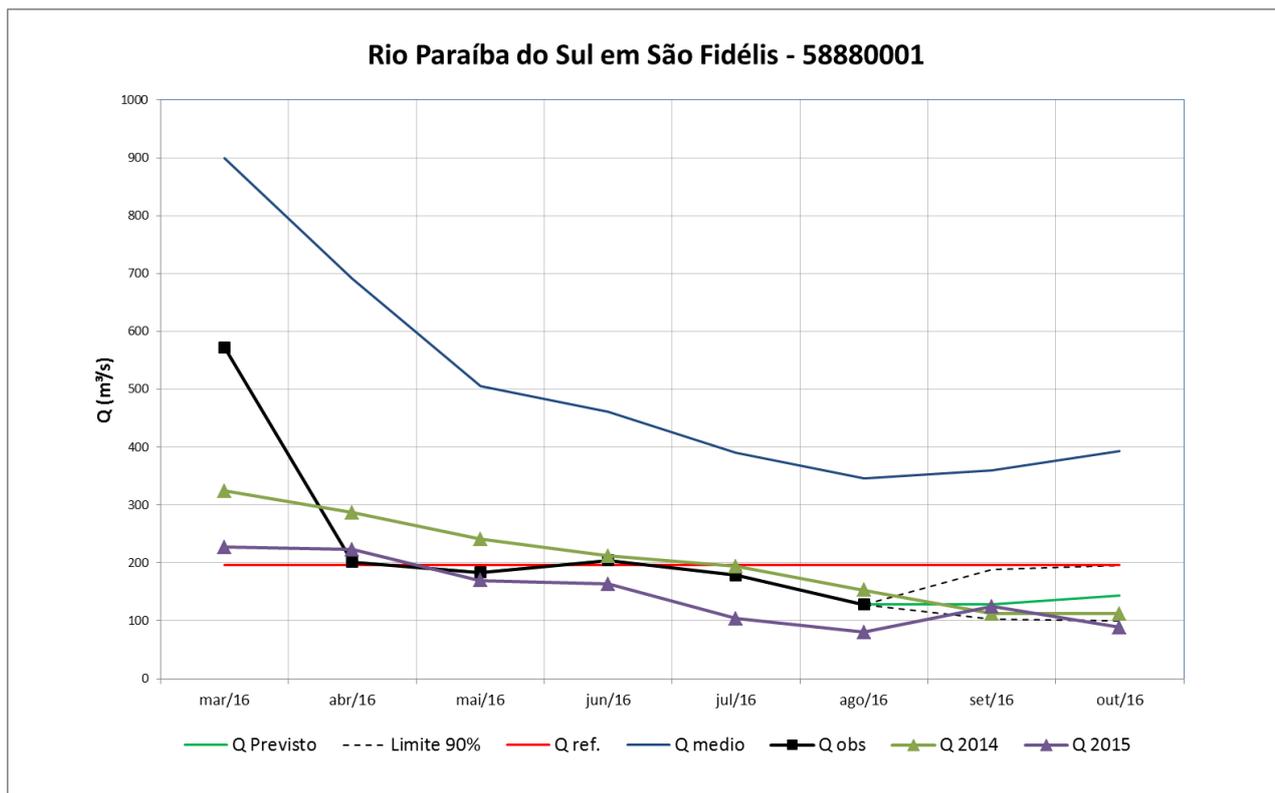


Figura 35 – Prognóstico de vazão para a estação de São Fidélis

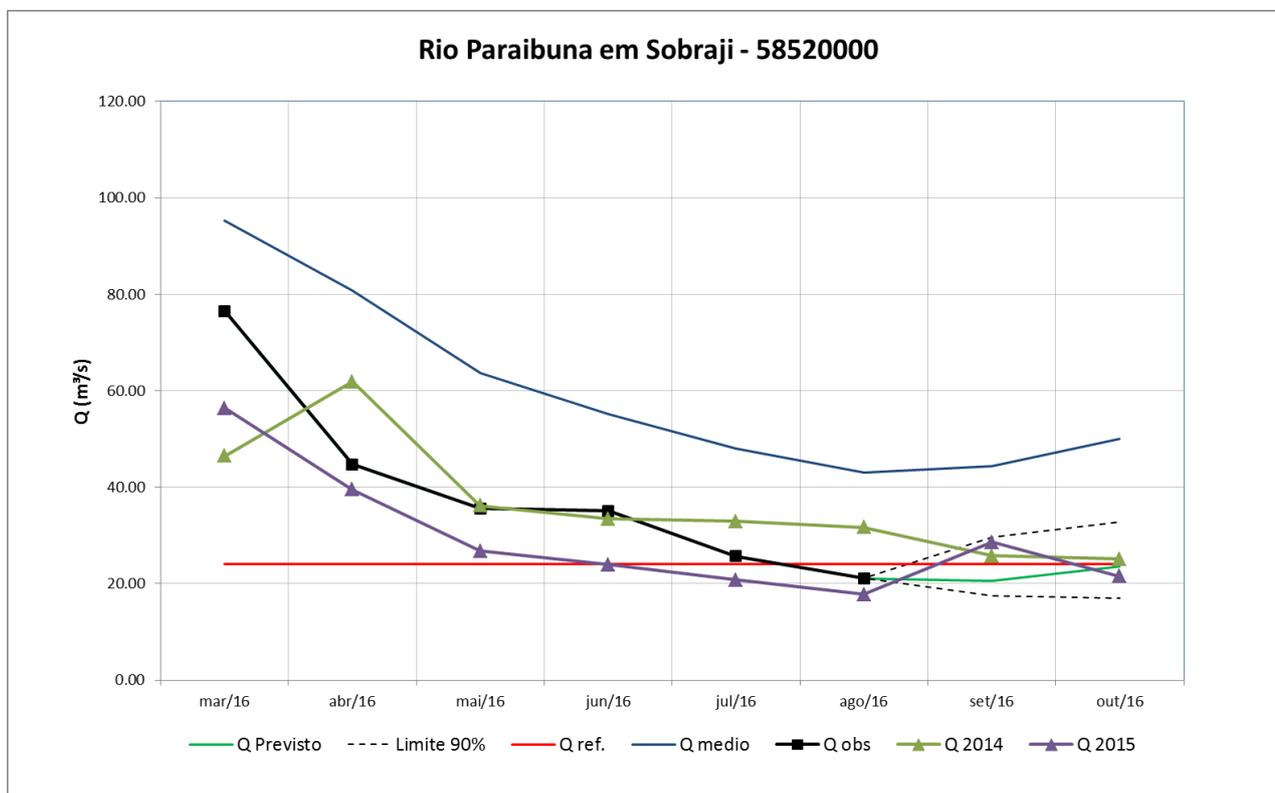


Figura 36 – Prognóstico de vazão para a estação de Sobraji

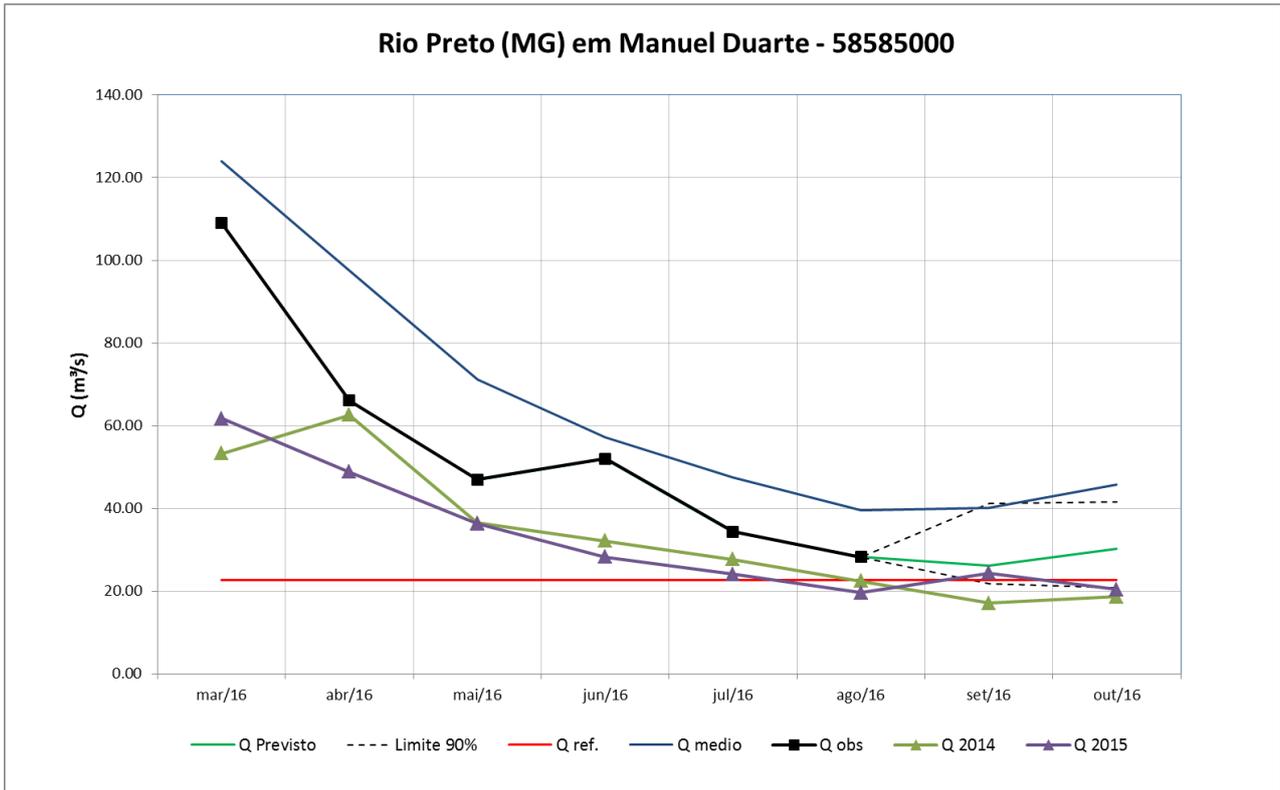


Figura 37 – Prognóstico de vazão para a estação de Manuel Duarte

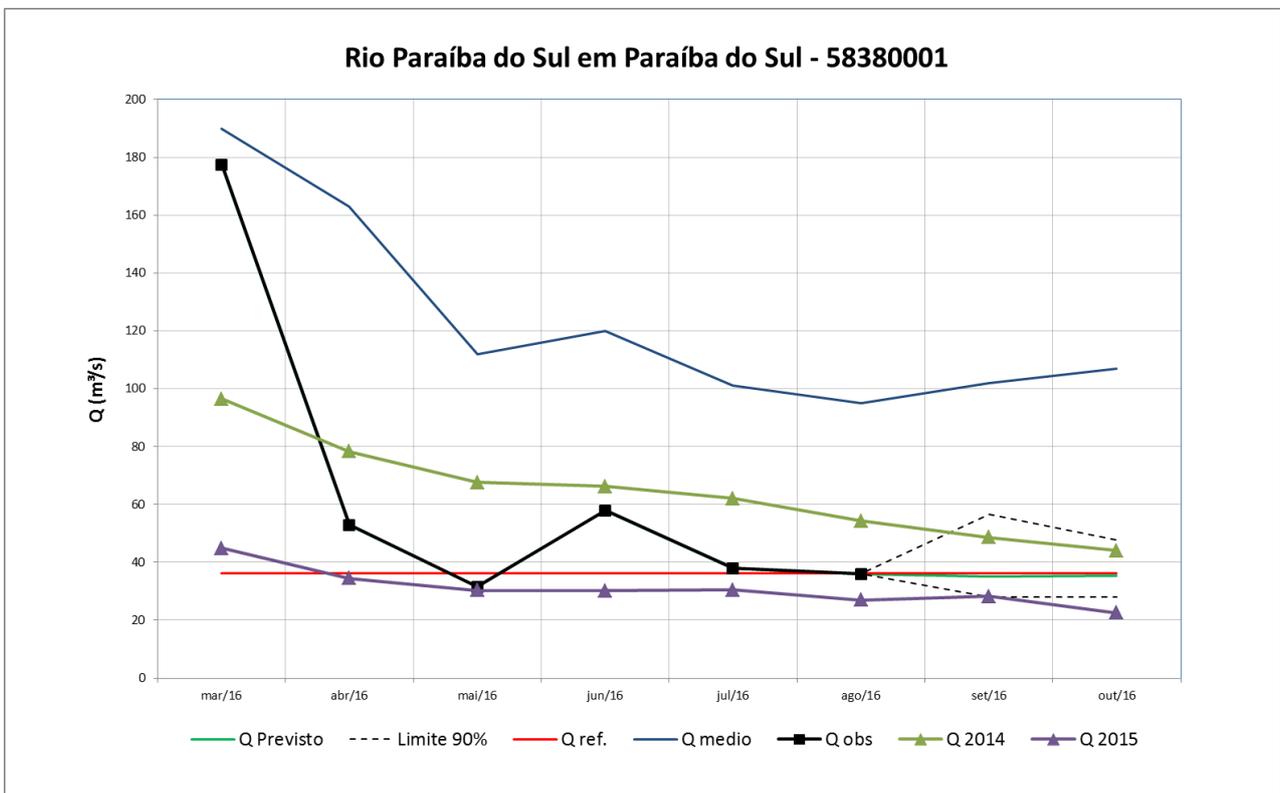


Figura 38 – Prognóstico de vazão para a estação de Paraíba do Sul

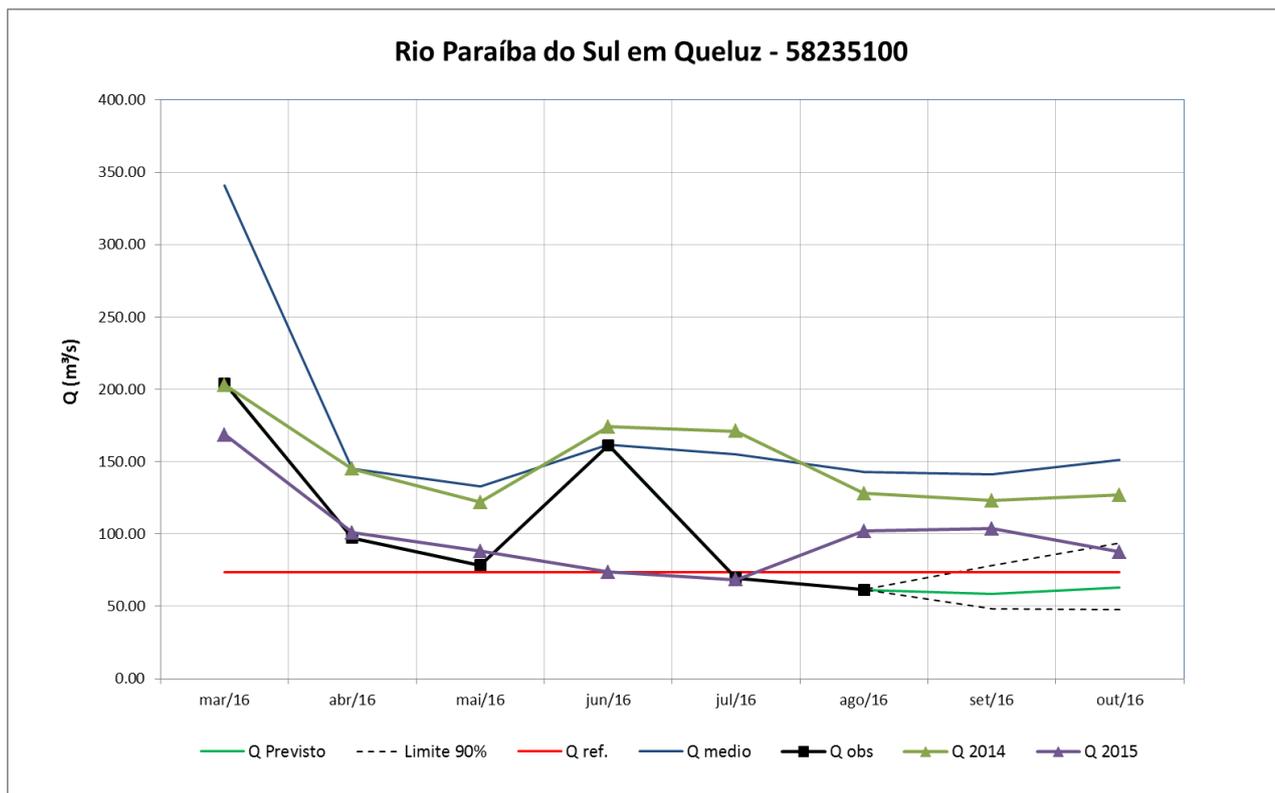


Figura 39 – Prognóstico de vazão para a estação de Queluz

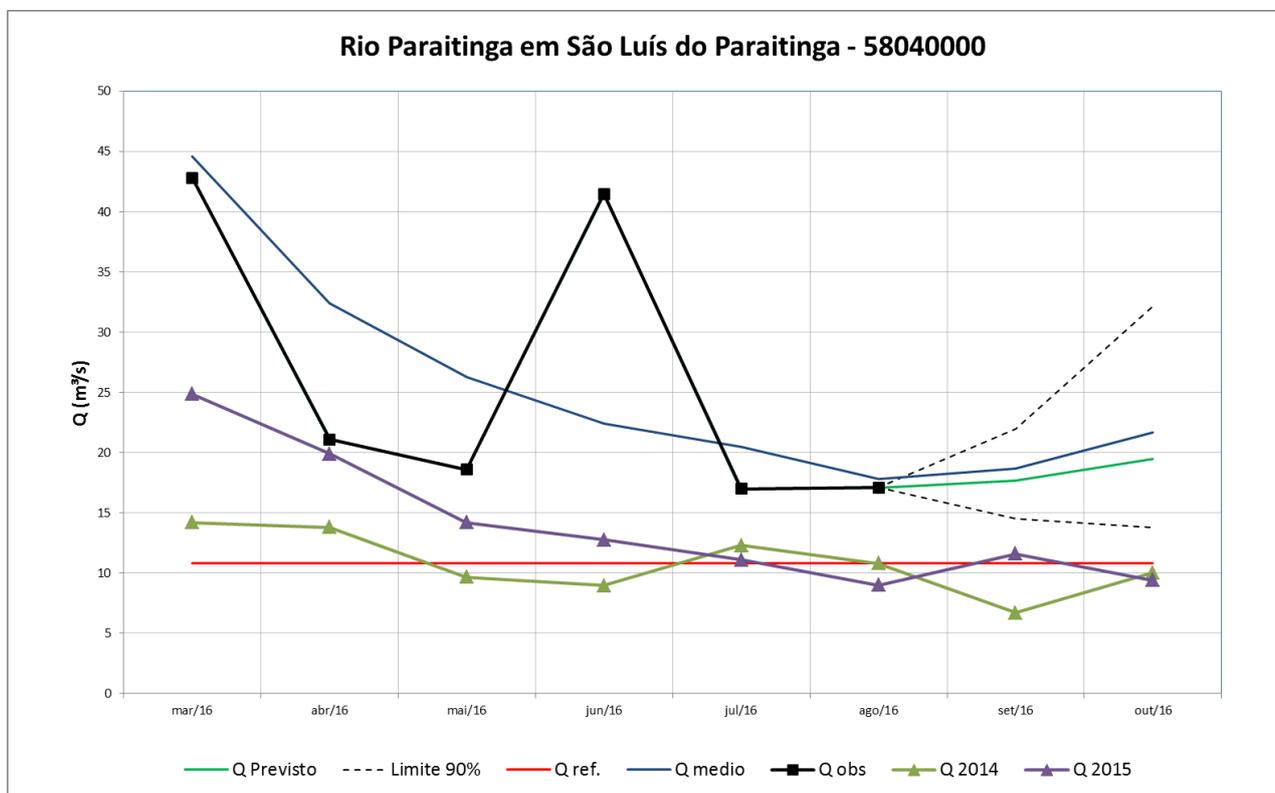


Figura 40 – Prognóstico de vazão para a estação de São Luís do Paraitinga

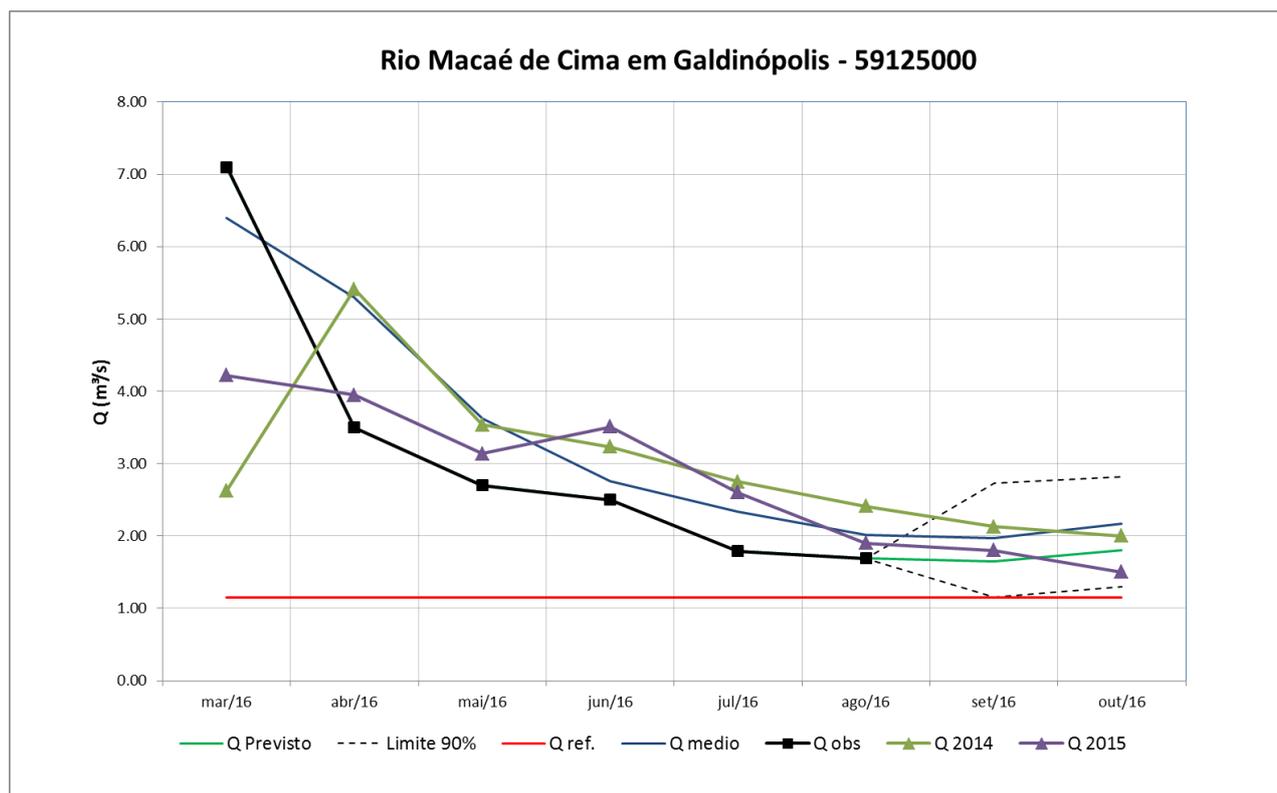


Figura 41 – Prognóstico de vazão para a estação de Galdinópolis

