

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO Nº 6

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 06/2016

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

Vanesca 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 Jacareí, 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	23
4.6	Elaboração de prognóstico de vazões	25
5	Considerações Finais	26
6	Referências Bibliográficas	27
	ANEXO I – Previsão Climática	28
	ANEXO II – Gráfico de vazão medida x cota	31
	ANEXO III – Gráficos de qualidade de água	34
	ANEXO IV – Prognósticos de vazão	36

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 sexto 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.

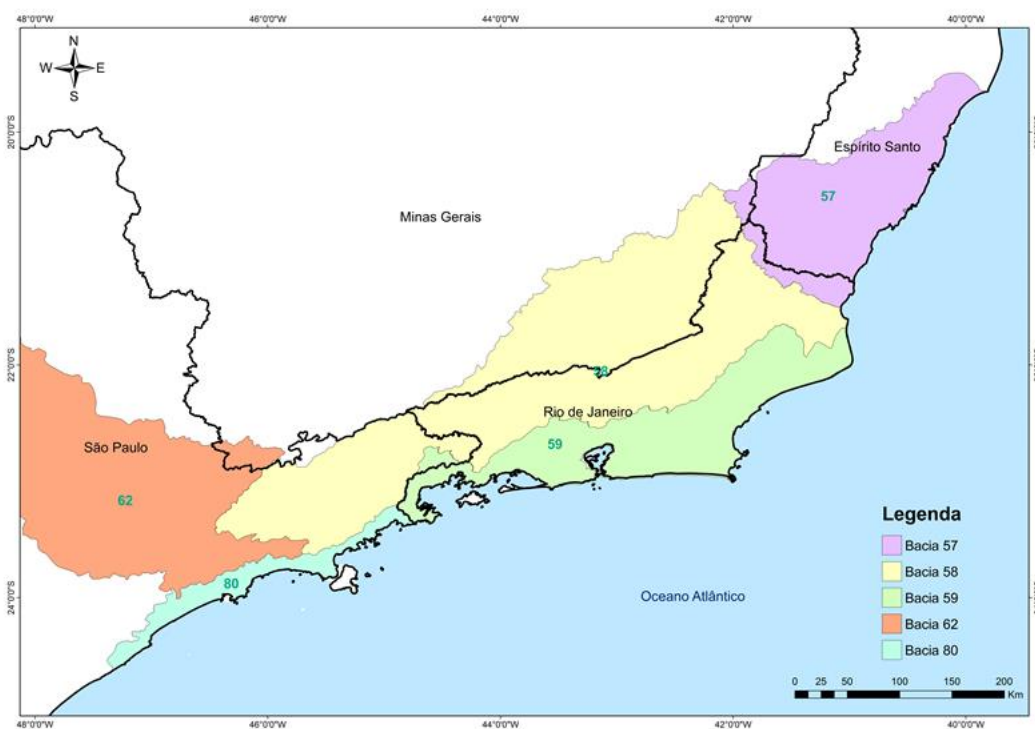


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas operadas pela Superintendência de São Paulo

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 sexto 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 setembro de 2016. Neste volume constam, também, as medições de descarga líquida realizadas durante o mês de setembro 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 outubro a dezembro 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. Este trimestre marca o início da estação chuvosa, indicando maior probabilidade de chuvas mais regulares entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de novembro de 2016.

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.

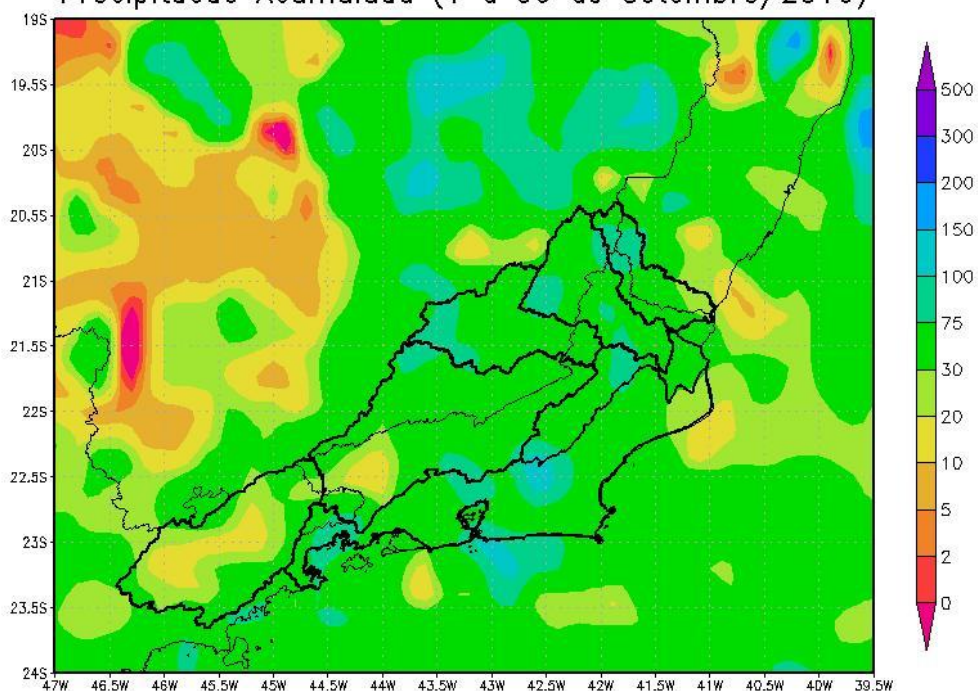
Dentro do período chuvoso existe um trimestre mais chuvoso, que na porção leste e norte vai de novembro a janeiro e na porção sul e oeste de dezembro a fevereiro. Do mesmo modo dentro do período seco, existe um trimestre mais seco, que vai de junho a agosto em toda a região, quando são registrados menos 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 setembro e a razão entre o total precipitado em setembro 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 setembro 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 setembro, a precipitação acumulada registrada de outubro de 2014 a setembro de 2015, e a precipitação acumulada de outubro de 2015 a setembro de 2016, no ano hidrológico atual, nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

Precipitacao Acumulada (1 a 30 de Setembro/2016)

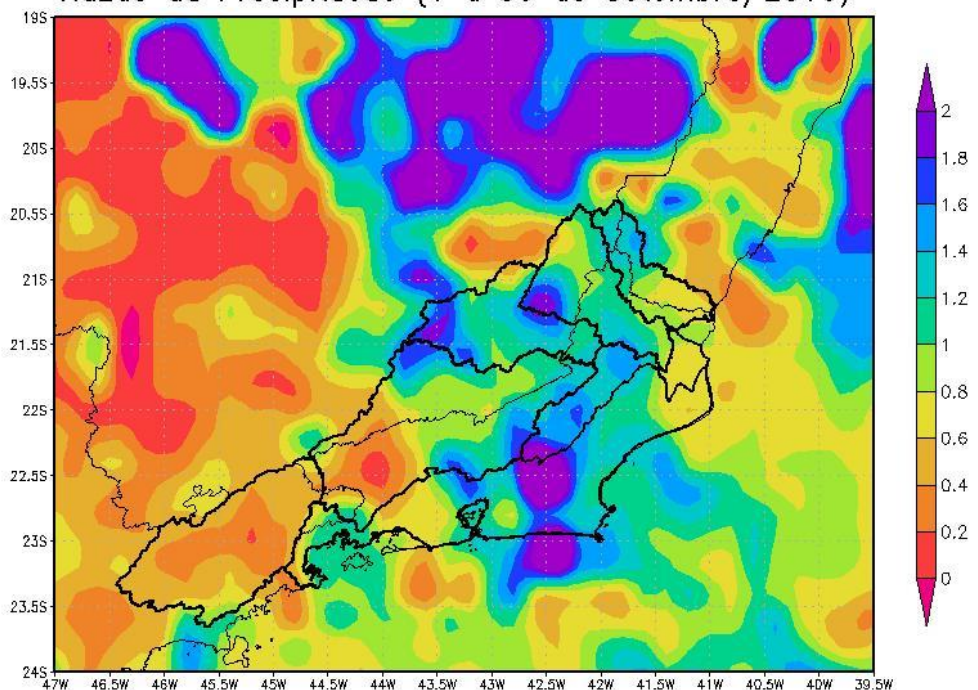


GRADS: COLA/IGES

2016-12-01-16:23

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

Razao da Precipitacao (1 a 30 de Setembro/2016)

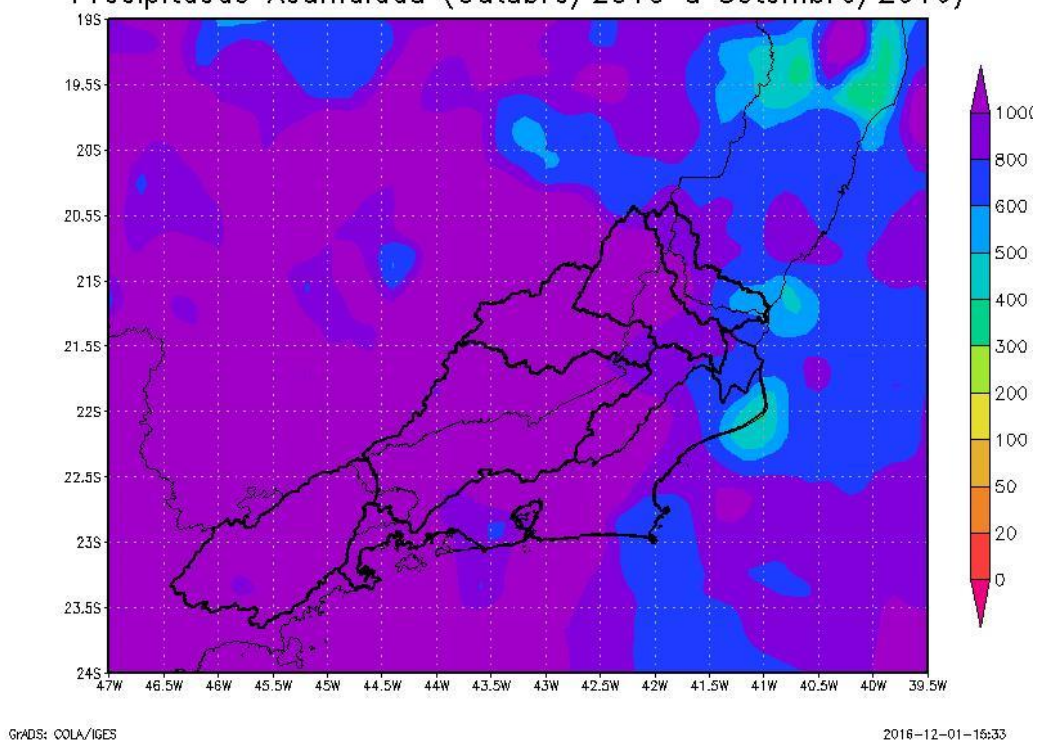


GRADS: COLA/IGES

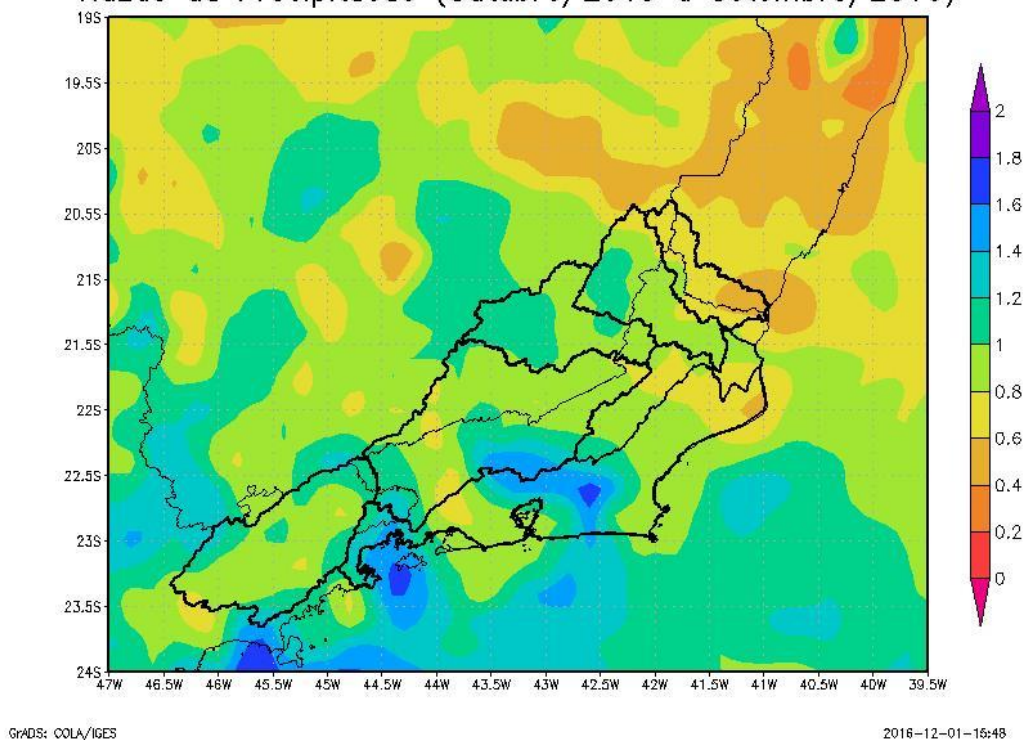
2016-12-01-16:26

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

Precipitação Acumulada (Outubro/2015 a Setembro/2016)

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

Razão da Precipitação (Outubro/2015 a Setembro/2016)

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

Analisando as Figuras 2 e 3 é possível verificar que no mês de setembro as precipitações acumuladas ficaram acima ou em torno da média mensal histórica na maior parte da Bacia do Rio Paraíba do Sul, inclusive na Bacia do Rio Itabapoana. Em algumas regiões da Bacia do Médio Paraíba do Sul, e em toda a Bacia do Alto Paraíba do Sul a precipitação acumulada ficou abaixo da média para o mês de setembro.

No atual ano hidrológico (outubro de 2015 a setembro 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.

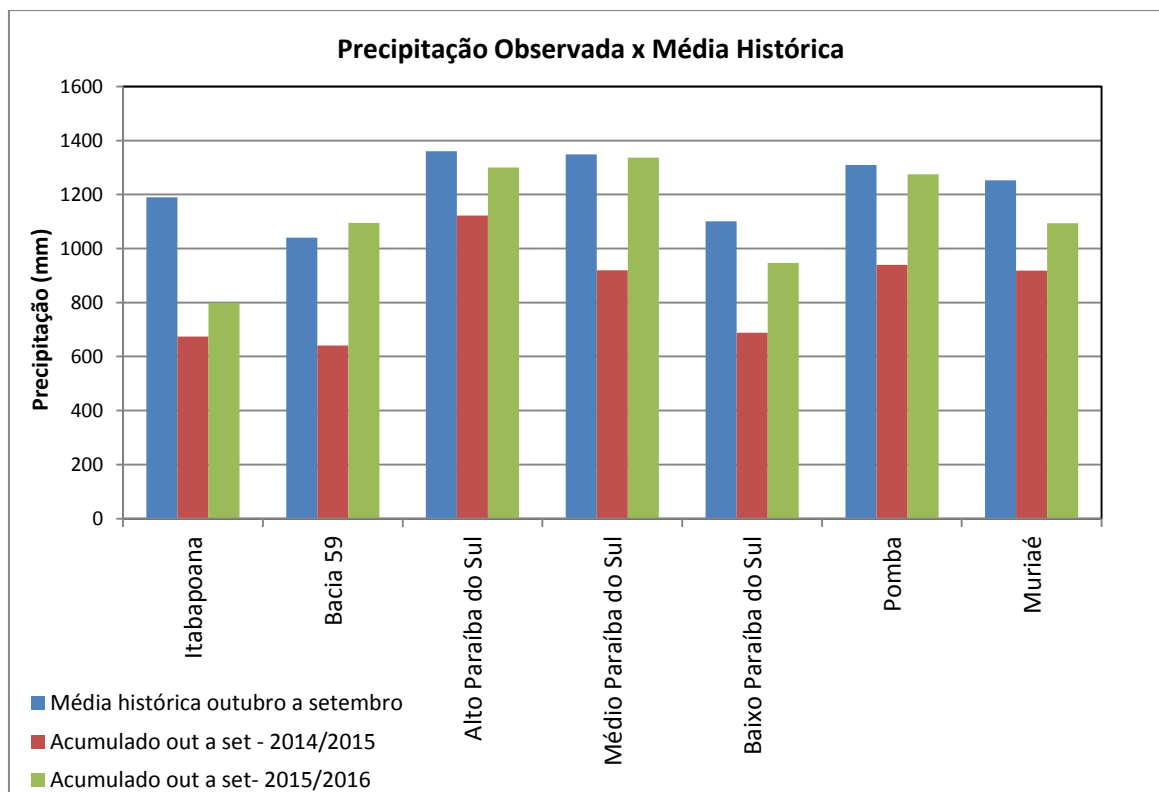


Figura 6 - Comparação entre a precipitação média histórica de outubro a setembro, a precipitação acumulada de outubro de 2014 a setembro de 2015, e a precipitação acumulada de outubro de 2015 a setembro de 2016 nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

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 86% 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 setembro de 2016 atingiu apenas 67% da média histórica.

4.3 Análise da vazão média mensal observada

A SUREG/SP opera cerca de 90 estações fluviométricas, e destas foram escolhidas 15 como indicadoras. A Tabela 1 apresenta a relação destas estações indicadoras, cuja localização encontra-se na Figura 7.

Tabela 1- Relação das estações fluviométricas indicadoras localizadas na área de atuação da SUREG/SP

Código	Nome	Rio	Lat	Long	AD (km ²)
57740000	Guaçuí	do Veado	-20,7736	-41,6817	413
57830000	Ponte do Itabapoana	Itabapoana	-21,2062	-41,4633	2854
58040000	São Luís do Paraitinga	Paraitinga	-23,2219	-45,3233	1956
58235100	Queluz	Paraíba do Sul	-22,5398	-44,7726	12800
58380001	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	-22,1628	-43,2864	19300
58520000	Sobraji	Paraibuna (MG)	-21,9664	-43,3725	3645
58585000	Manuel Duarte	Preto (MG)	-22,0858	-43,5567	3125
58770000	Cataguases	Pomba	-21,3894	-42,6964	5858
58790002	Stº Antº de Pádua II	Pomba	-21,5422	-42,1806	8246
58795000	Três Irmãos	Paraíba do Sul	-21,6267	-41,8858	43118
58880001	São Fidélis	Paraíba do Sul	-21,6453	-41,7522	46731
58940000	Itaperuna	Muriaé	-21,2078	-41,8933	5812
58960000	Cardoso Moreira	Muriaé	-21,4872	-41,6167	7283
58974000	Campos	Paraíba do Sul	-21,7533	-41,3003	55500
59125000	Galdinópolis	Macaé	-22,3692	-42,3794	101

AD – Área de drenagem

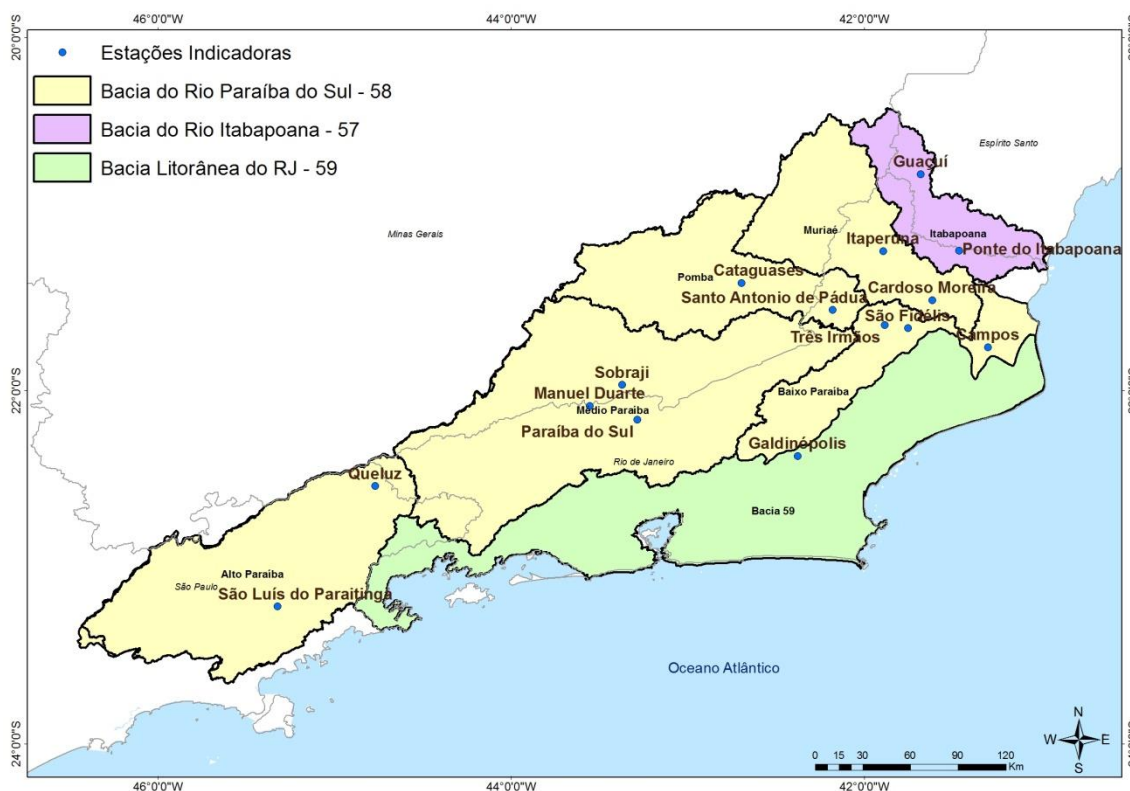


Figura 7 - Localização das estações fluviométricas indicadoras

As curvas chaves das estações indicadoras são do tipo:

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

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 setembro de 2016

Código	Nome	Pmed set (mm)	PObs* set/16 (mm)	Qmed set (m ³ /s)	Q95% (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Qmed set/16 (m ³ /s)	Razão entre Qmed set-16/ Qmed set	Cota em 30/09/16 (cm)	Vazão em 30/09/16 (m ³ /s)
57740000	Guaçuí	55.4	84	5.32	3.94	2.4	2.03	0.38	95	2.65
57830000	Ponte do Itabapoana	49.5	50	21.1	14	4.4	3.7	0.18	57	5.61
58040000	São Luís do Paraitinga	59.7	40.4	18.7	14.8	10.8	13.9	0.74	138	12.8
58235100	Queluz	63.5	21	136	99.3	73.8	63.2	0.46	90	63.8
58380001	Paraíba do Sul	57.4	59.3	101	49.8	36.2	36.2	0.36	53	34.4
58520000	Sobraji	54.6	49.7	44.1	34	24.1	28.7	0.65	40	22.1
58585000	Manuel Duarte	51.5	31.6	39.5	32.6	22.7	21.8	0.55	115	27.8
58770000	Cataguases	58.1	58	51.1	38	27.3	25.8	0.50	84	32.4
58790002	Stº Antº de Pádua II	55.3	52	54.3	*	*	21.9	0.40	41	22.4
58795000	Três Irmãos	48.2	68.4	338	252	180	161	0.48	49	144
58880001	São Fidélis	49.2	75.4	353	255	197	146	0.41	29	162
58940000	Itaperuna	41.9	77.7	37.4	25.8	13.7	6.59	0.18	170	15.4
58960000	Cardoso Moreira	48.6	75.7	36.1	22.7	12.7	6.22	0.17	40	10.2
58974000	Campos	41.7	34.7	373	264	181	159	0.43	456	171
59125000	Galdinópolis	85.5	82.1	1.93	1.59	1.2	2.57	1.33	35	1.52

Pmed – precipitação média mensal; PObs set/16 – precipitação observada no mês de setembro 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 set/16 - vazão média do mês de setembro de 2016; Razão entre Qmed set-16/Qmed set - razão entre a vazão média observada no mês de setembro de 2016 e a vazão média mensal do mês de setembro. * - Série histórica menor do que 10 anos.

A Tabela 3 permite comparar as vazões e precipitações de setembro 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 setembro todas as estações indicadoras tiveram vazão média mensal inferior à vazão média histórica, com exceção da estação de Galdinópolis, localizada na Bacia 59. Com relação à precipitação, em sete estações o acumulado de setembro foi superior à média mensal histórica.

Com relação às vazões de referência, em treze estações as vazões médias de setembro foram inferiores à Q95; em dez estações as vazões médias foram inferiores à Q_{7,10}.

Analisando a Figura 8 é possível comparar as vazões de setembro 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 nove estações da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

As Figuras 9 e 10 apresentam as razões entre a vazão média de setembro e a média mensal histórica, e a vazão média de setembro de 2016 com a média de setembro de 2015, respectivamente. Pode-se perceber que a situação está crítica ao longo do Bacia do Rio Paraíba do Sul, principalmente na Bacia do Baixo Paraíba do Sul, Bacia do Rio Pomba, Bacia do Rio Muriaé e Bacia do Rio Itabapoana, onde as vazões de setembro são inferiores a 50% da vazão média do mês; nas estações de Ponte do Itabapoana, Itaperuna e Cardoso Moreira as vazões de setembro foram inferiores a 25% da vazão média. Com relação ao ano de 2015, estações indicadoras da Bacia do Rio Itabapoana, Bacia do Rio Muriaé, Bacia do Rio Pomba e Bacia do Baixo Paraíba do Sul apresentam vazões inferiores àquelas observadas em 2015.

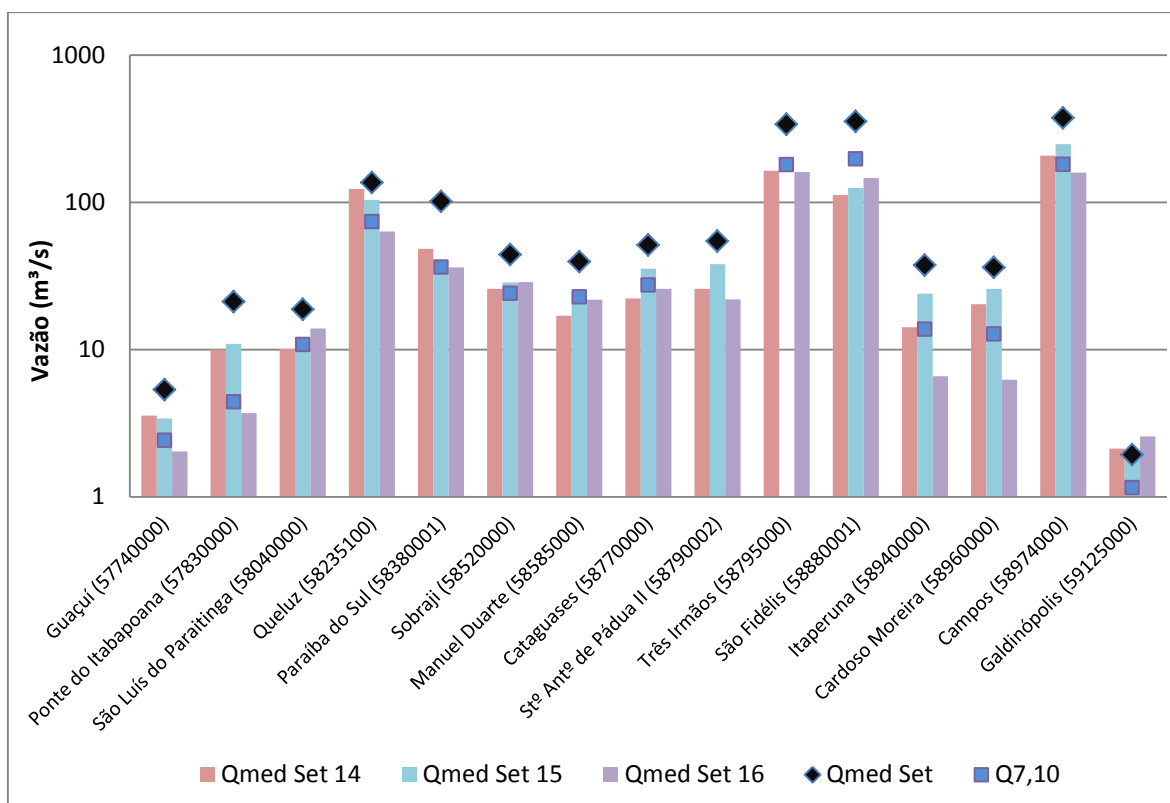


Figura 8 – Comparação entre a vazão média de setembro de 2014, 2015 e 2016, média histórica de setembro e vazão de referência Q_{7,10} nas estações indicadoras.

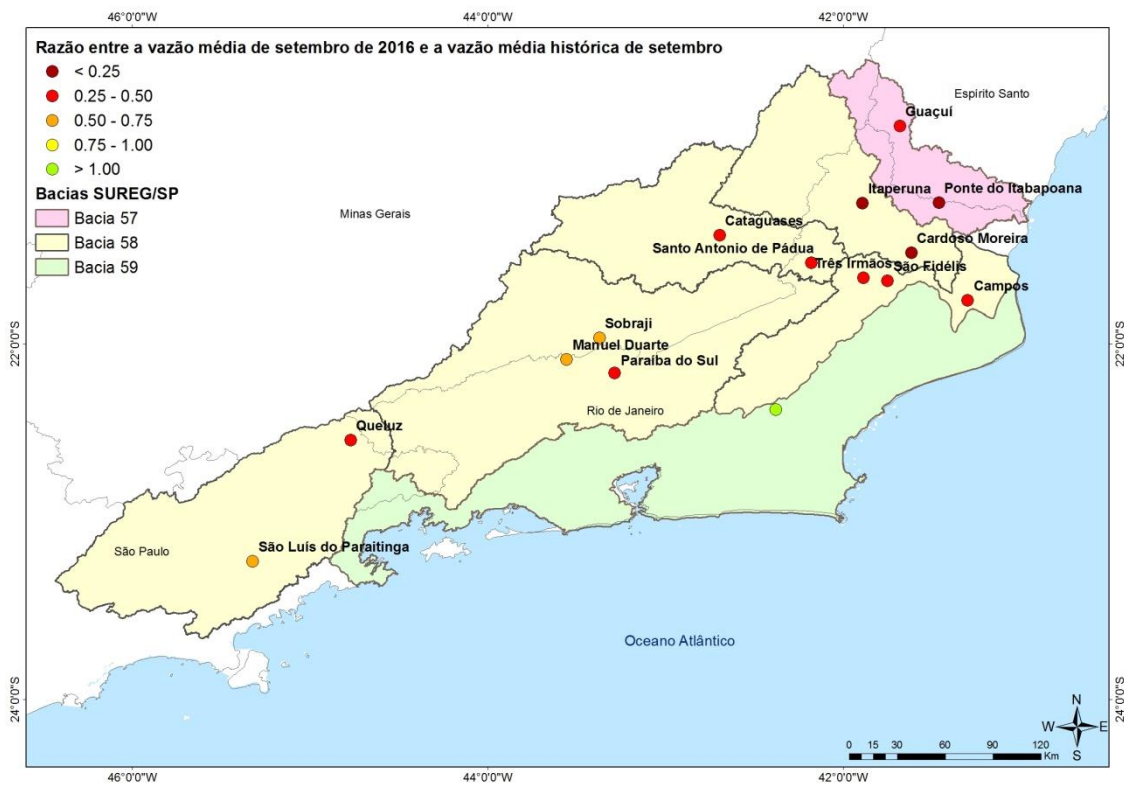


Figura 9 – Comparação entre a vazão de setembro de 2016 e a média histórica

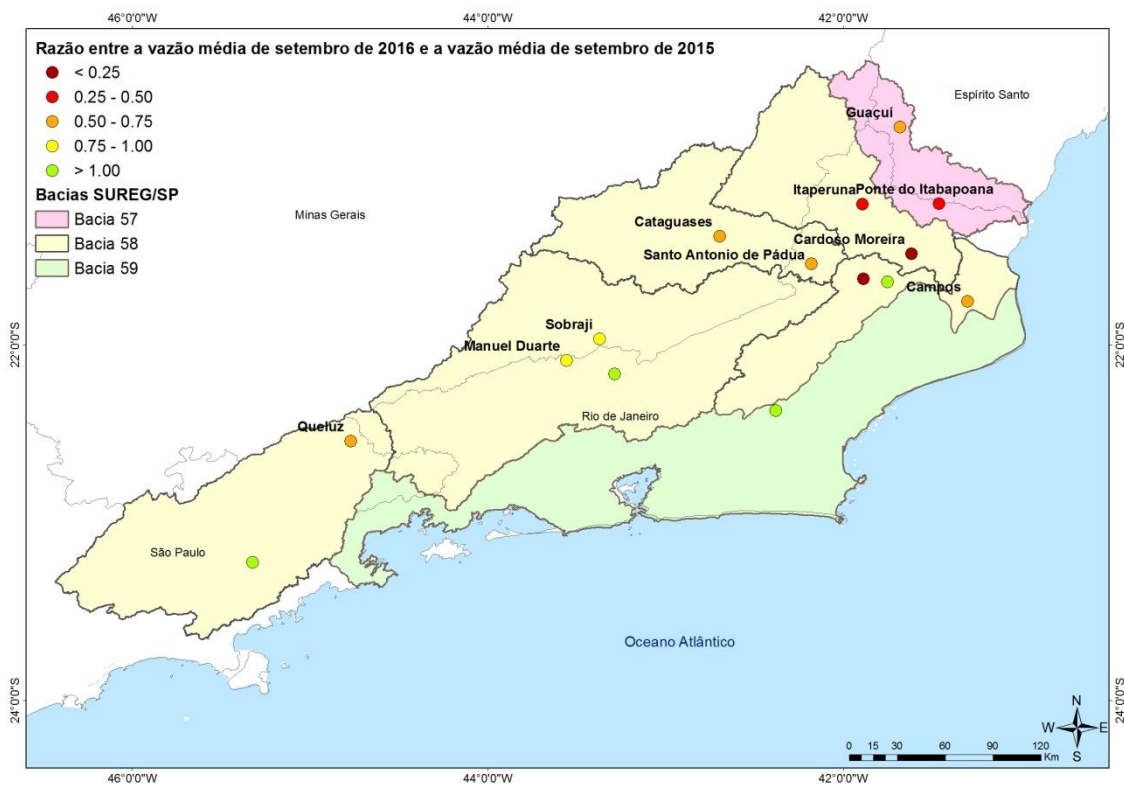


Figura 10 – Comparação entre a vazão de setembro de 2016 e a vazão de setembro de 2015

4.4 Análise da vazão medida

As equipes de campo realizaram 24 medições de vazão durante o mês de setembro de 2016 na área de atuação da SUREG/SP. As Tabelas 4 e 5 apresentam a relação das estações visitadas em setembro 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 setembro de 2016 e a mínima medida até 2013. Analisando o mapa verifica-se que ao longo da Bacia do Rio Paraíba do Sul existem quatro estações cujas vazões ficaram abaixo da mínima histórica: Guaratinguetá (Bacia do Alto Paraíba do Sul), Vargem Alegre e Volta Grande (Bacia do Médio Paraíba do Sul), e São Fidélis (Bacia do Baixo Paraíba do Sul).

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

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

Código	Estação	Rio	Lat	Long	AD (km ²)
58315100	Vargem Alegre	Rio Paraíba Do Sul	-22:29:54	-043:55:48	16400
58204000	Guaratinguetá	Rio Paraíba Do Sul	-22:48:43	-045:10:57	10800
58560000	Valença	Rio Das Flores	-22:13:27	-043:42:38	173
58550001	Rio Preto	Rio Preto	-22:05:11	-043:49:04	1800
58287000	Rialto	Rio Bananal	-22:34:53	-044:16:05	342
58305001	Volta Redonda	Rio Paraíba Do Sul	-22:30:05	-044:05:26	16000
58270000	Glicério	Rio Turvo	-22:28:37	-044:13:48	407
59355000	Fazenda Das Garrafas	Rio Mambucaba	-22:44:08	-044:37:00	21
58235100	Queluz	Rio Paraíba Do Sul	-22:32:24	-044:46:22	12800
58220000	Fazenda Santa Clara	Rio Bocaina	-22:41:32	-044:58:28	240
58573000	Pentagna	Rio Bonito	-22:10:26	-043:43:53	256
58792100	Aperibé	Rio Pomba	-21:37:16	-042:06:00	0
58974000	Campos - Ponte Municipal	Rio Paraíba Do Sul	-21:45:12	-041:18:01	55700
58870000	Barra Do Rio Negro	Rio Negro	-21:43:40	-041:57:19	1120
58874000	Dois Rios	Rio Dois Rios	-21:38:36	-041:51:31	3120
58880001	São Fidelis	Rio Paraíba Do Sul	-21:38:43	-041:45:08	48900
58795000	Três Irmãos	Rio Paraíba Do Sul	-21:37:33	-041:59:07	45300
58940000	Itaperuna	Rio Muriaé	-21:12:28	-041:53:36	5800
58920000	Patrocínio Do Muriaé	Rio Muriaé	-21:09:02	-042:12:52	2660
58960000	Cardoso Moreira	Rio Muriaé	-21:29:14	-041:37:00	7210
58670002	Fazenda Da Barra	Rio Pirapetinga	-21:39:29	-042:20:34	590
58850000	Pimentel	Rio Grande	-21:46:12	-041:56:18	1810
58790002	Santo Antônio De Pádua II	Rio Pomba	-21:32:32	-042:10:50	8210
58658000	Volta Grande	Rio Angú	-21:46:03	-042:32:23	348

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

Código	Estação	Cota (cm)	Vazão (m ³ /s)	Área Molhada (m ²)	Velocidade (m/s)	Vazão Mínima Medida até 2013 (m ³ /s)	Razão
58315100	Vargem Alegre	243	128	188	0.682	236	0.54
58204000	Guaratinguetá	71	61.4	115	0.533	83.5	0.74
58560000	Valença	82	0.479	2.71	0.177	0.334	1.43
58550001	Rio Preto	158	18	34.9	0.516	15.1	1.19
58287000	Rialto	103	2	9.24	0.216	0.78	2.56
58305001	Volta Redonda	125	116	257	0.451	78.4	1.48
58270000	Glicério	56	2.87	5.65	0.508	1.76	1.63
59355000	Fazenda Das Garrafas	71	0.379	2.14	0.177	0.242	1.57
58235100	Queluz	92	64	242	0.265	59.9	1.07
58220000	Fazenda Santa Clara	126	1.49	3.9	0.382	1.26	1.18
58573000	Pentagna	146	1.35	14.9	0.091	1.01	1.34
58792100	Aperibé	39	29.8	202	0.147	*	*
58974000	Campos - Ponte Municipal	448	181	712	0.254	181	1.00
58870000	Barra Do Rio Negro	42	2.72	16.1	0.17	2.11	1.29
58874000	Dois Rios	47	13.6	24.9	0.547	10.1	1.35
58880001	São Fidelis	26	153	559	0.273	219	0.70
58795000	Três Irmãos	64	164	656	0.25	127	1.29
58940000	Itaperuna	146	12	188	0.064	11.1	1.08
58920000	Patrocínio Do Muriaé	197	15.5	96.7	0.161	4.65	3.33
58960000	Cardoso Moreira	46	16.8	44.2	0.38	12.9	1.30
58670002	Fazenda Da Barra	114	1.34	4.95	0.27	0.91	1.47
58850000	Pimentel	68	20.2	37.2	0.543	5.89	3.43
58790002	Santo Antônio De Pádua II	56	33	250	0.132	21.6	1.53
58658000	Volta Grande	51	0.921	2.63	0.35	1.23	0.75

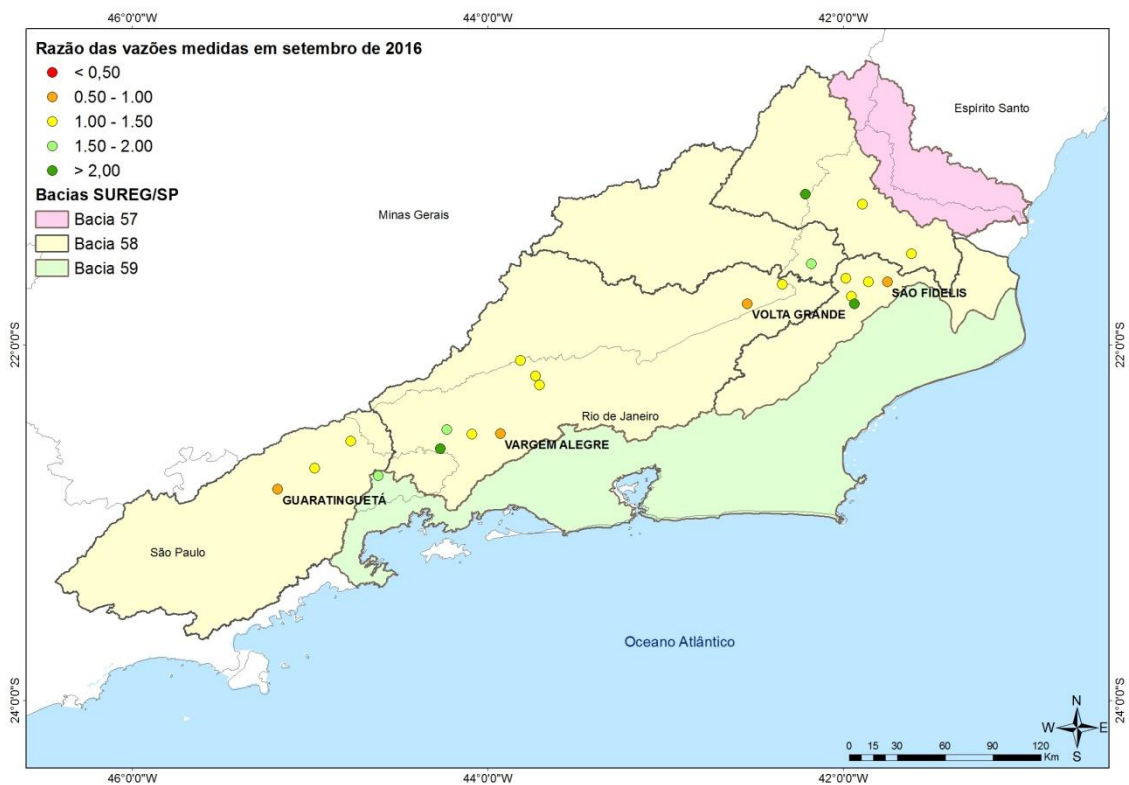


Figura 11 - Razão entre a vazão das medições de descarga líquida realizadas em setembro de 2016 e a vazão mínima histórica medida até 2013

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 setembro foram analisados estes parâmetros em 24 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 de Itaperuna foi medido valor de Oxigênio Dissolvido entre 4 e 5 mg/L, remetendo à classe 3 de qualidade de água; na estação Fazenda da Barra foi medido valor de OD abaixo de 4mg/L, sendo classificada como classe 4.

Com relação à turbidez, somente na estação de Guaratinguetá 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 setembro 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)
58850000	Pimentel	05/10/2016	21.9	8.41	29.3	56.2	7.35
58870000	Barra Do Rio Negro	05/10/2016	26	8.25	9.8	155.1	7.18
58874000	Dois Rios	04/10/2016	25	7.86	2.8	65.7	8.02
58880001	São Fidelis	03/10/2016	24	8.06	2.9	74.8	7.35
58795000	Três Irmãos	01/10/2016	24	7.42	4.6	63.1	7.66
58974000	Campos - Ponte Municipal	30/09/2016	24	8.67	3.8	85.5	7.46
58940000	Itaperuna	28/09/2016	25	6.84	9.7	65.5	4.89
58920000	Patrocínio Do Muriaé	27/09/2016	24.5	7.02	10.8	80.2	6.96
58960000	Cardoso Moreira - Rv	26/09/2016	26	7.64	1.1	135.2	7.05
58670002	Fazenda Da Barra (Pirapetinga)	23/09/2016	26	6.89	6.6	144.6	2.37
58658000	Volta Grande	22/09/2016	25	7.71	1.1	54.9	7.26
58790002	Santo Antônio De Pádua Ii	21/09/2016	26	7.71	1.9	60.9	8.02
58792100	Aperibé	20/09/2016	26	8.24	1.6	64	8.62
58560000	Valença	13/09/2016	23.11	7.15	20.1	202.9	
58573000	Pentagna	12/09/2016	22.48	7.73	11.1	36.8	
58550001	Rio Preto	10/09/2016	22.16	7.26	13	25.5	
58315100	Vargem Alegre	09/09/2016	22.34	7.18	9.2	119.7	
58287000	Rialto	08/09/2016	23	7.75	17.1	59.4	
58305001	Volta Redonda	07/09/2016	25.5	7.45	9.2	127	
58270000	Glicério	06/09/2016	23.7	7.46	7.5	40	
59355000	Fazenda Das Garrafas	05/09/2016	14.55	7.31	3.6	8.5	
58235100	Queluz	03/09/2016	22.8	7.2	23.4	139.9	
58220000	Fazenda Santa Clara	02/09/2016	22.89	7.3	19.4	26.9	
58204000	Guaratinguetá	01/09/2016	21.73	6.99	56.7	153.4	

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 o mês de outubro.

Na estação de Guaçuí, na Bacia do Rio Itabapoana, é possível observar que a vazão de setembro está abaixo da média histórica e das vazões registradas em 2014 e 2015; na estação de Ponte do Itabapoana a vazão de setembro 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 $Q_{7,10}$ em outubro.

Em Cataguases, na bacia do rio Pomba, a vazão média em setembro de 2016 ficou abaixo da vazão média histórica e próximo da $Q_{7,10}$; o prognóstico aponta que esta situação será mantida no próximo mês.

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

Nas estações de Campos e São Fidélis, no Baixo Paraíba do Sul, as vazões médias mensais observadas em setembro 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 setembro abaixo da média, e próxima das vazões dos anos anteriores e da $Q_{7,10}$; o prognóstico indica que esta situação será mantida no próximo mês. Na estação de Sobraji a vazão média de setembro foi superior à vazão de referência, e deve continuar assim no próximo mês. Na estação de Paraíba do Sul a vazão de setembro está próxima da $Q_{7,10}$, e o prognóstico aponta que essa situação será mantida.

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

Na estação de Galdinópolis, na Bacia 59, a vazão do mês de setembro está acima da vazão média e das vazões observada em 2014 e 2015; o prognóstico para os outubro aponta que este comportamento será mantido.

5 Considerações Finais

Avaliando os dados levantados, foi possível observar que:

- a) No mês de setembro as precipitações foram superiores a média mensal histórica em na região monitorada pela SUREG/SP, com exceção das Bacias do Alto e Médio Paraíba do Sul;
- b) Na Bacia 59 a precipitação acumulada de outubro de 2015 a setembro de 2016 é superior à precipitação média histórica no mesmo período;
- c) Para a região Sudeste, para o trimestre outubro a dezembro 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 setembro foi observado que:
 - Em quatorze estações indicadoras as vazões médias ficaram abaixo da média mensal;
 - Em onze estações a vazão média de setembro está abaixo de 50% da vazão média histórica;
 - A precipitação acumulada em setembro foi superior à média em oito estações indicadoras;
 - Em treze estações indicadoras a vazão média foi inferior à vazão Q95;
 - Em dez estações indicadoras a vazão média foi inferior à vazão de referência $Q_{7,10}$.
- e) Com relação às medições de vazão realizadas nos meses de setembro de 2016, verifica-se que em 4 das 24 estações visitadas a vazão medida foi menor do que a mínima medida até dezembro de 2013;
- f) Das 24 estações visitadas em setembro, 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 setembro 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 setembro de 2016

Número 9

Previsão de Consenso

Sumário Executivo

A análise dos campos oceânicos e atmosféricos para a região do Pacífico Equatorial mostrou diminuição da área de resfriamento anômalo das águas superficiais, bem como o relaxamento dos ventos nesta mesma área, no decorrer de agosto de 2016. Com este padrão oceânico e atmosférico, o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) permanece numa situação de neutralidade, diminuindo as chances de estabelecimento da condição de La Niña. No Atlântico Tropical, as anomalias positivas de temperatura das águas superficiais ao norte do equador contribuíram para a atuação da Zona de

Convergência Intertropical em torno de sua posição climatológica.

As chuvas foram mais acentuadas nas Regiões Sul, Centro-Oeste e sul da Região Sudeste no decorrer da segunda quinzena de agosto. Neste período, a atividade frontal também foi favorecida pela maior intensidade do escoamento na alta troposfera, com ocorrência de chuvas acima da média histórica entre o centro-norte da Região Sul e o centro-sul das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Neste mesmo período, incursões de massas de ar frio resultaram na ocorrência de geada em treze municípios no centro-sul do Brasil.

PREVISÃO OND/2016

A previsão por consenso¹ para o trimestre outubro a dezembro de 2016 (OND/2016) indica maior probabilidade do total trimestral de chuva ocorrer na categoria abaixo da faixa normal climatológica do norte da Região Norte ao norte do Maranhão, com a seguinte distribuição: 25%, 35% e 40% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente, com possibilidade de grande variabilidade espaço-temporal. Considerando a previsão da maioria dos modelos acoplados oceano-atmosfera, em associação com a ausência clara da atuação de um fenômeno de grande escala, as demais áreas do País (área cinza do mapa) apresentam baixa previsibilidade climática sazonal. Ressalta-se, no decorrer do referido trimestre, o estabelecimento do período mais chuvoso na grande área central do Brasil: sul da Região Norte, Regiões Sudeste e Centro-Oeste e sul e oeste da Região Nordeste. Nestas áreas, o trimestre OND é marcado pela formação de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Nesta grande área central do Brasil, os índices que determinam o início da estação chuvosa indicam maior probabilidade de chuvas mais regulares entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de novembro de 2016. Para o trimestre OND/2016, também são previstas temperaturas entre normal e acima da normal climatológica na maior parte do País.



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

¹ Previsão 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, FUNCIME 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 OND

As Figuras 2 e 3 mostram os valores históricos da precipitação acumulada ao longo do trimestre outubro, novembro e dezembro (OND), 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 Boa Vista, capital do Estado do Roraima (seta nas figuras ao lado). Os mapas indicam que a faixa normal de precipitação acumulada no trimestre OND/2016 situa-se, entre 100 mm e 300 mm, aproximadamente. Combinando esta informação com a previsão de consenso ilustrada na Figura 1, obtém-se que a probabilidade prevista da chuva acumulada em Boa Vista-RR exceder 300 mm neste trimestre é de aproximadamente 25%. Do mesmo modo, a probabilidade de que chova menos que 100 mm é de aproximadamente 40%. Finalmente, a probabilidade prevista de que a chuva acumulada em Boa Vista-RR fique entre 100 mm e 300 mm é de aproximadamente 35%.

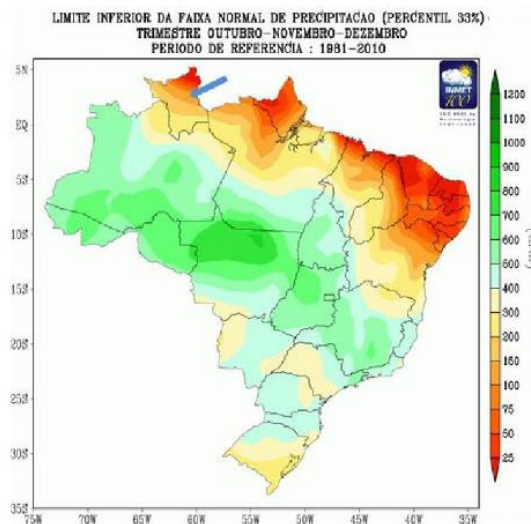


Figura 2 - Limite inferior da faixa normal de precipitação para o trimestre OND.

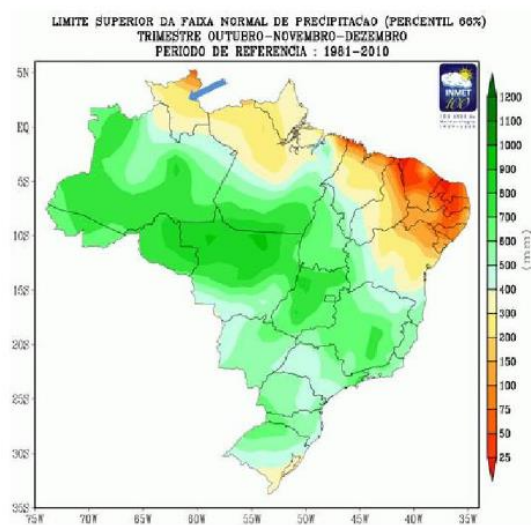


Figura 3 - Limite superior da faixa normal de precipitação para o trimestre OND.

ANEXO II – Gráfico de vazão medida x cota

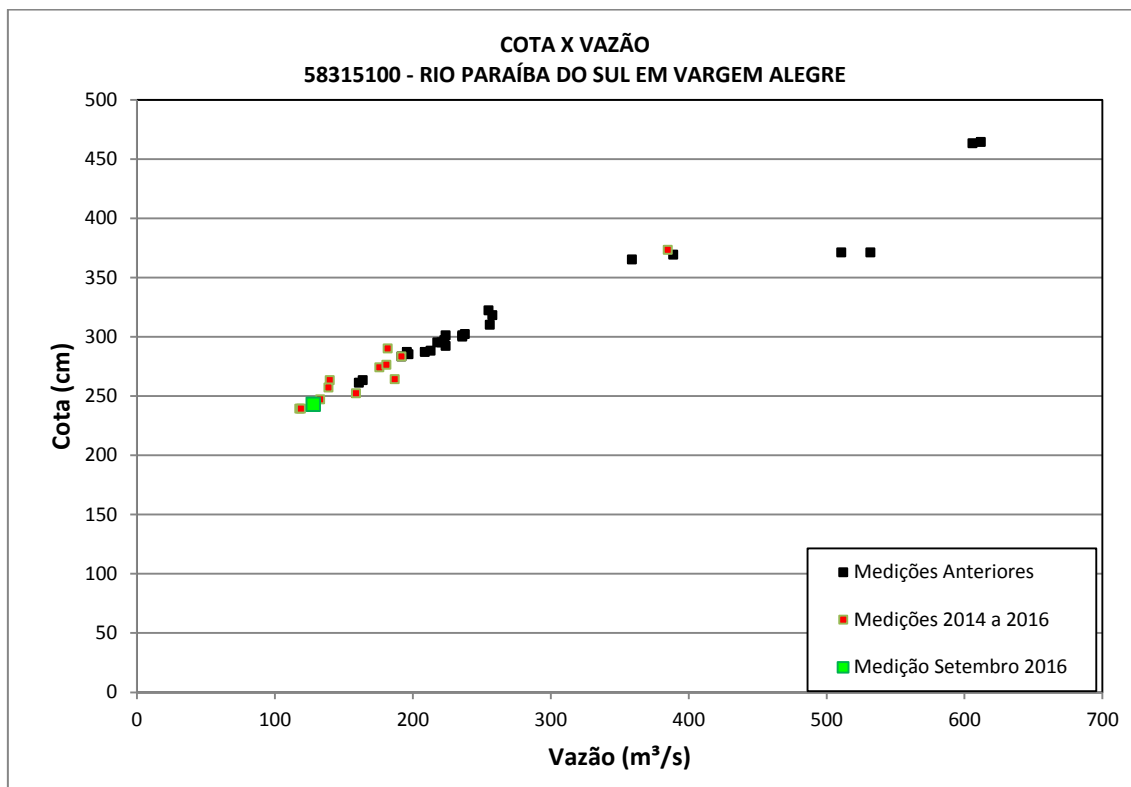


Figura 12 – Gráfico Cota x Vazão na estação Vargem Alegre

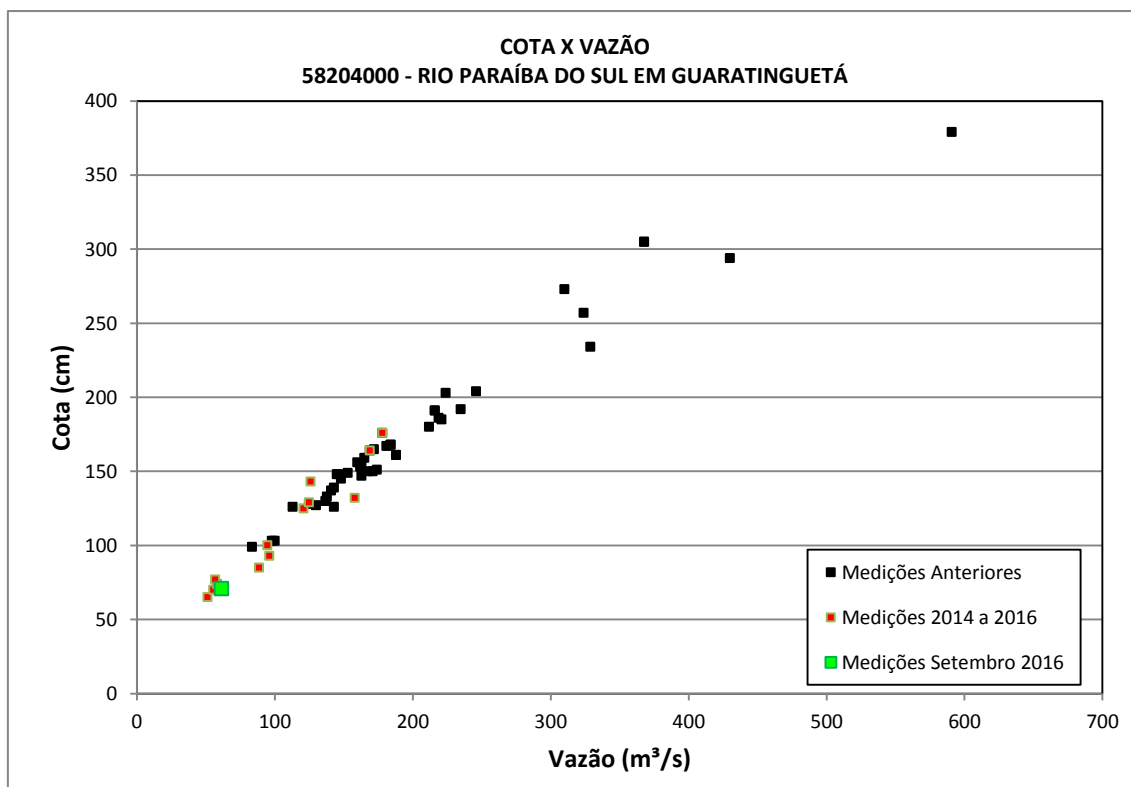


Figura 13 – Gráfico Cota x Vazão na estação Guaratinguetá

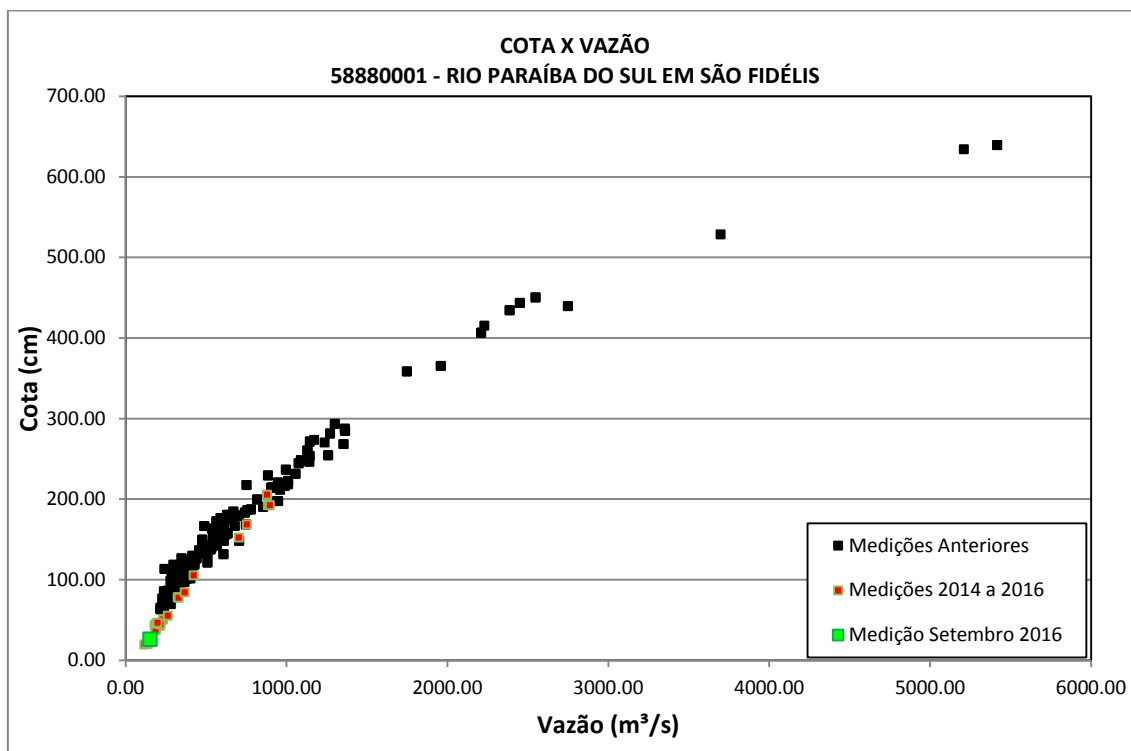


Figura 14 – Gráfico Cota x Vazão na estação São Fidélis

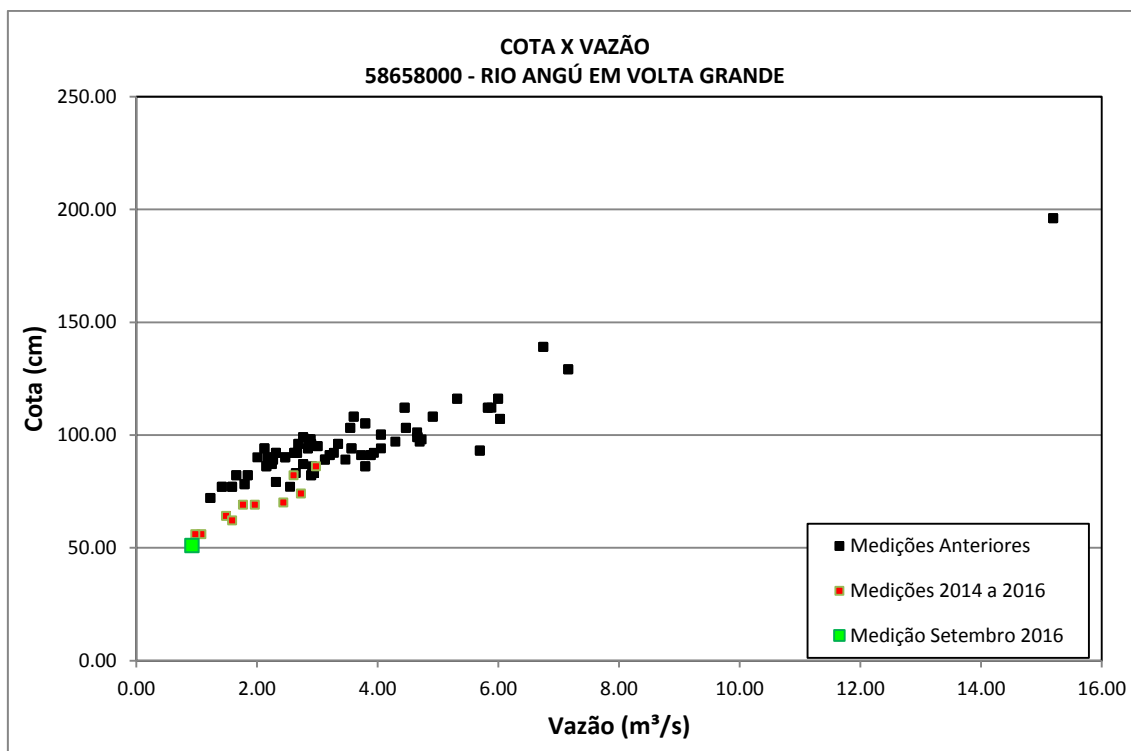


Figura 15 – Gráfico Cota x Vazão na estação Volta Grande

ANEXO III – Gráficos de qualidade de água

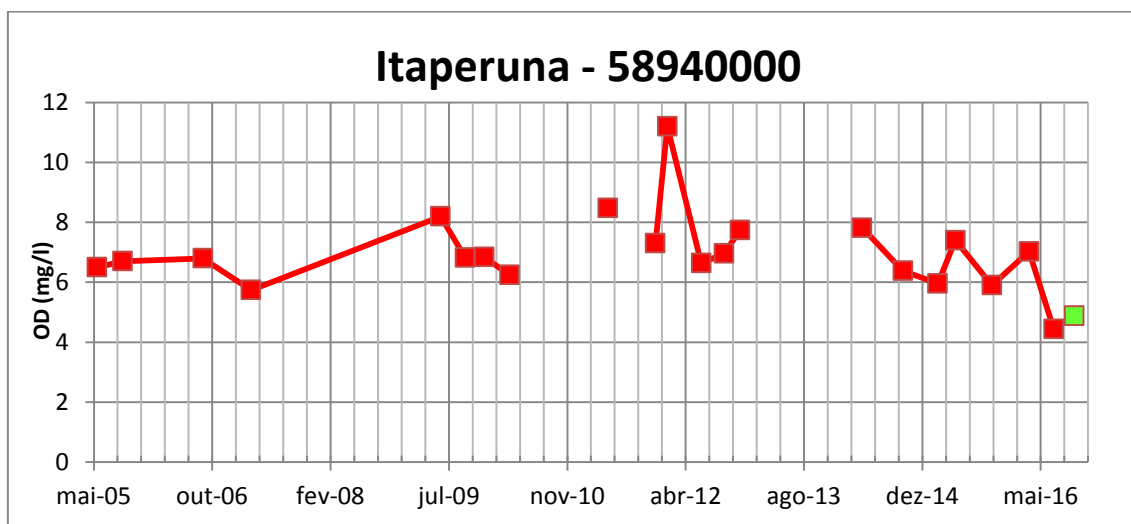


Figura 16 – Série histórica de OD na estação Itaperuna

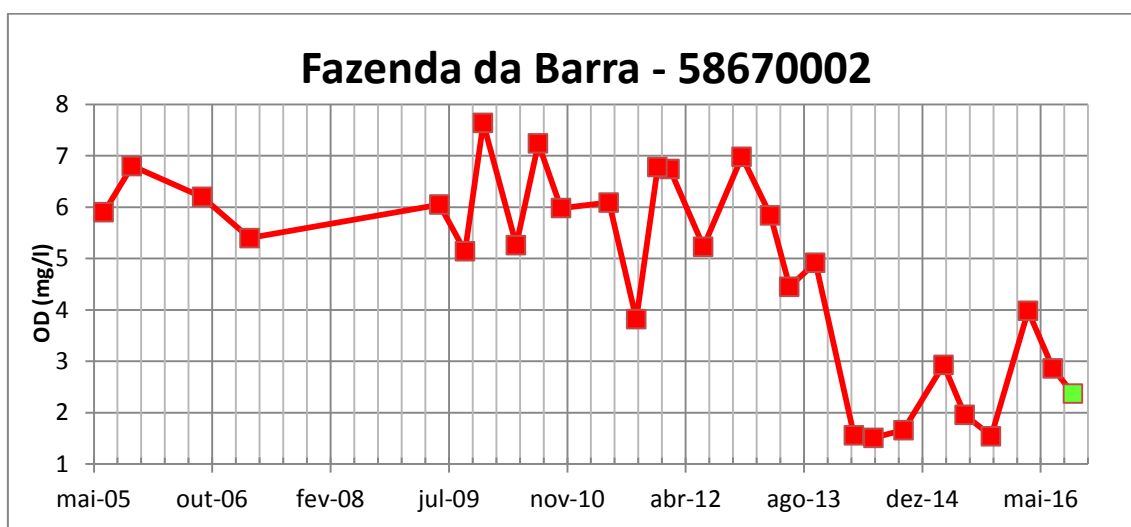


Figura 17 – Série histórica de OD na estação Fazenda da Barra

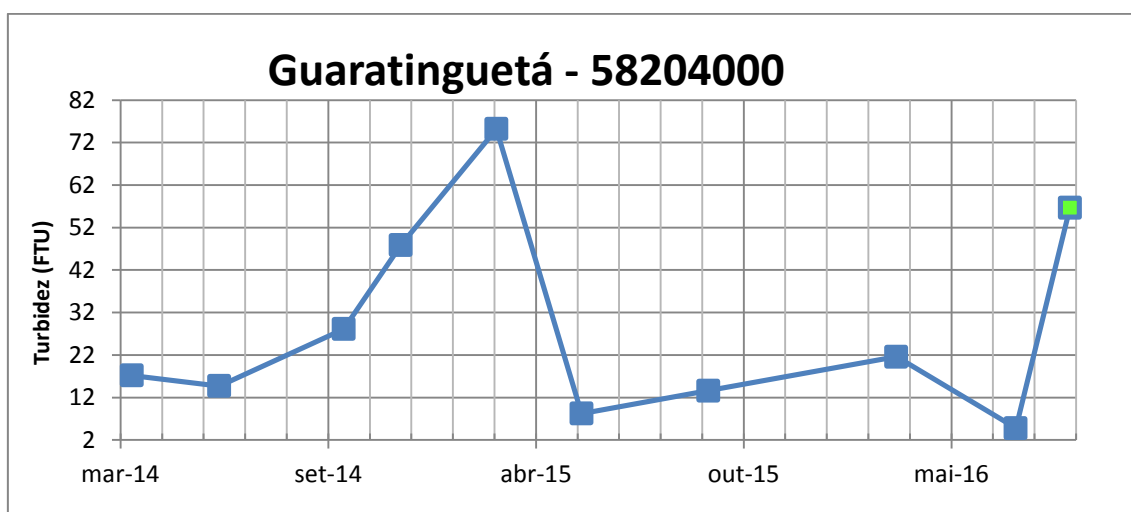


Figura 18 – Série histórica de Turbidez na estação Guaratinguetá

ANEXO IV – Prognósticos de vazão

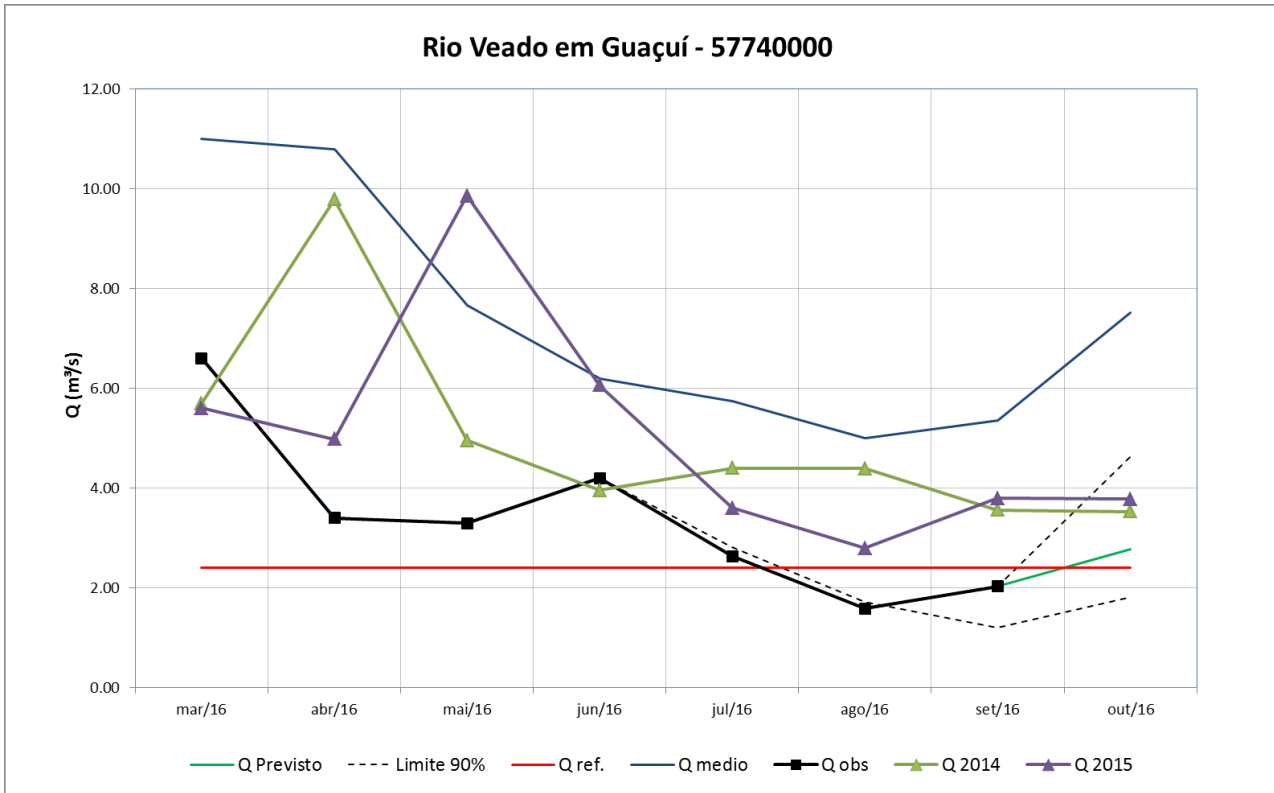


Figura 19 – Prognóstico de vazão para a estação de Guaçuí

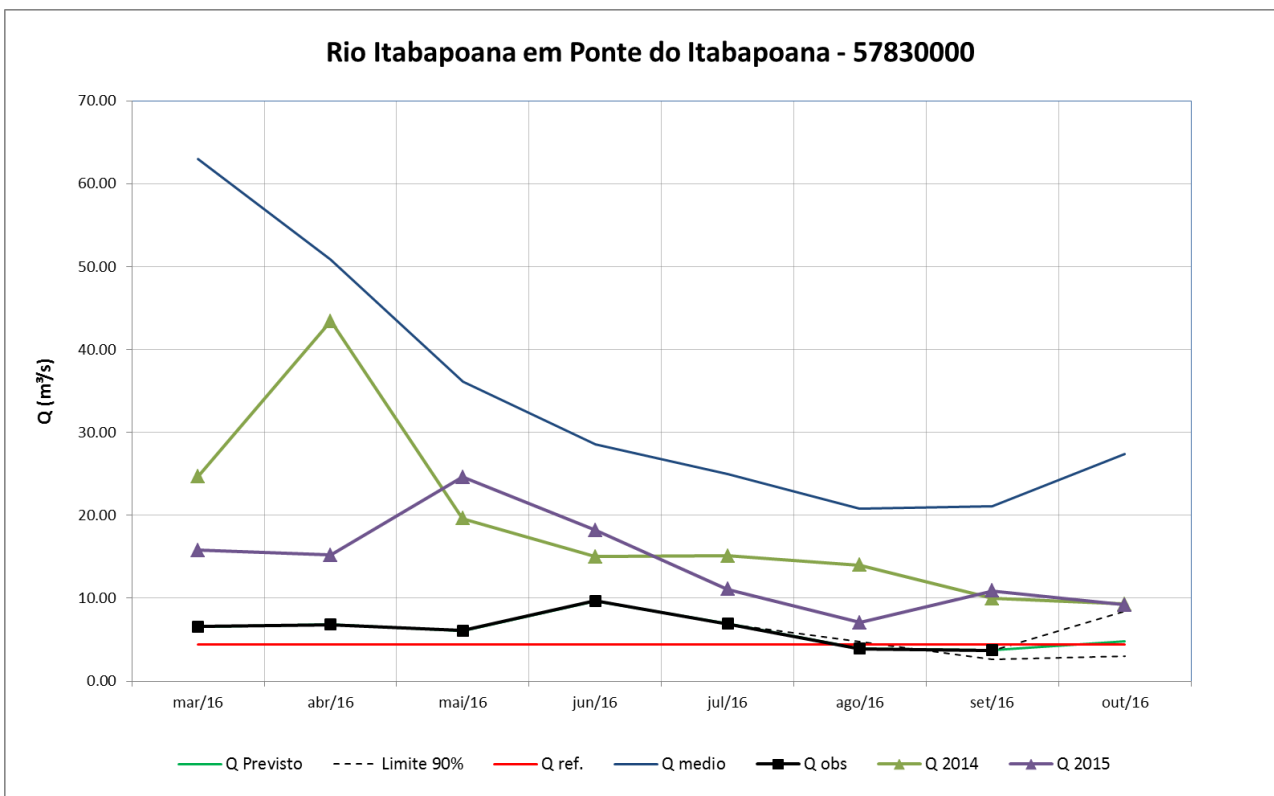


Figura 20 – Prognóstico de vazão para a estação de Ponte do Itabapoana

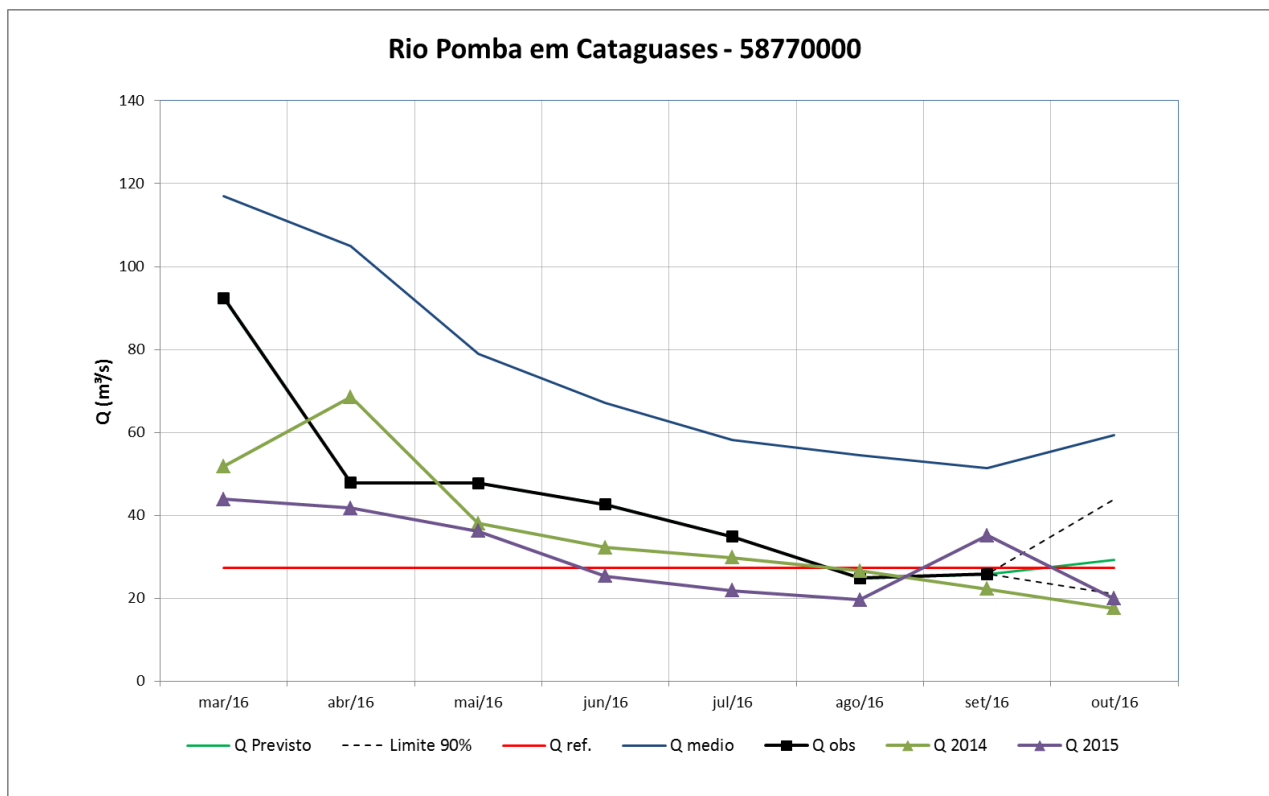


Figura 21 – Prognóstico de vazão para a estação de Cataguases

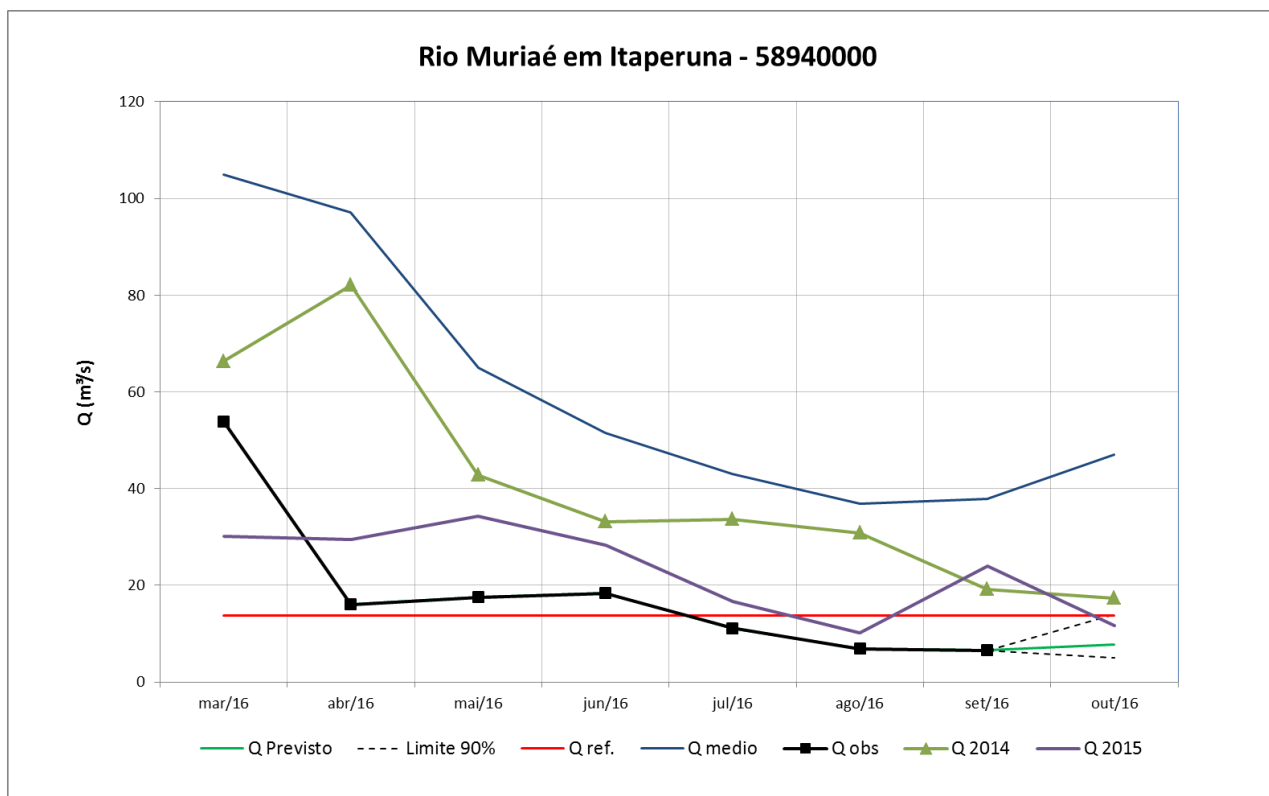


Figura 22 – Prognóstico de vazão para a estação de Itaperuna

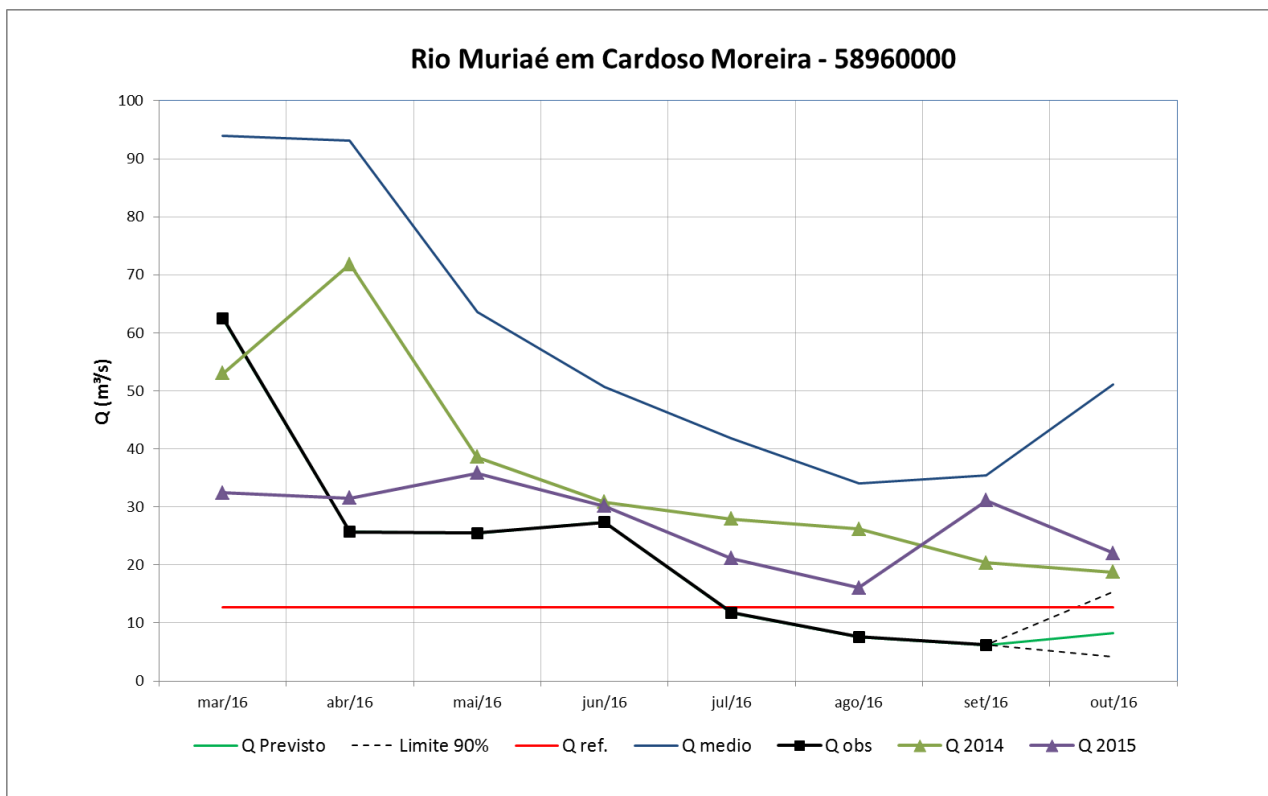


Figura 23 – Prognóstico de vazão para a estação de Cardoso Moreira

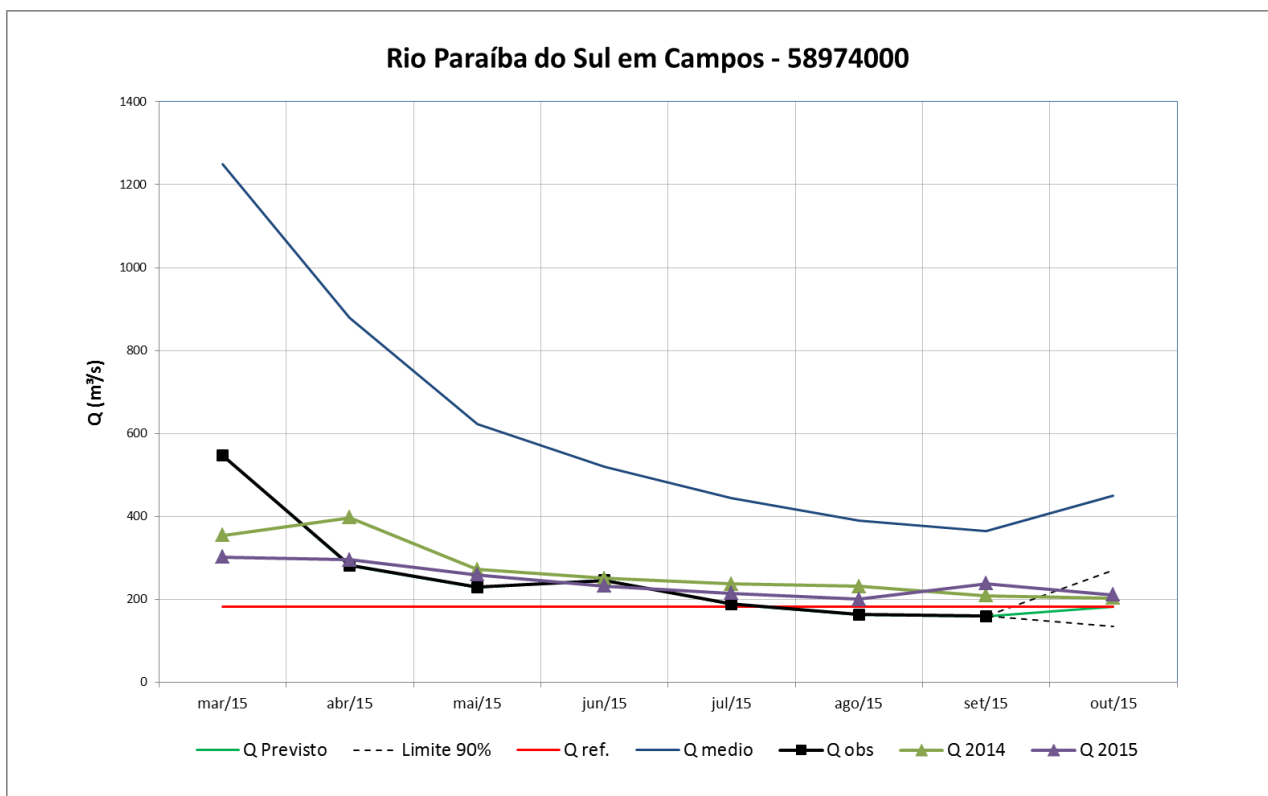


Figura 24 – Prognóstico de vazão para a estação de Campos

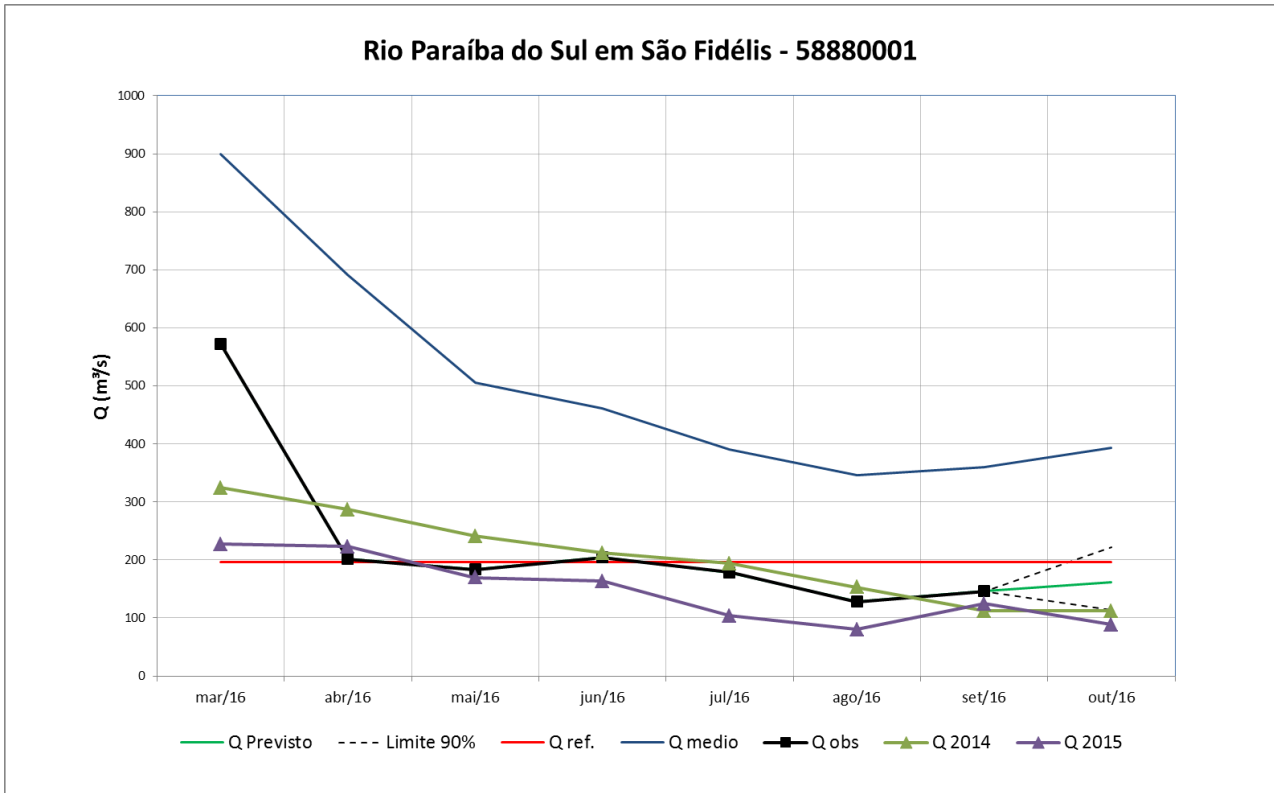


Figura 25 – Prognóstico de vazão para a estação de São Fidélis

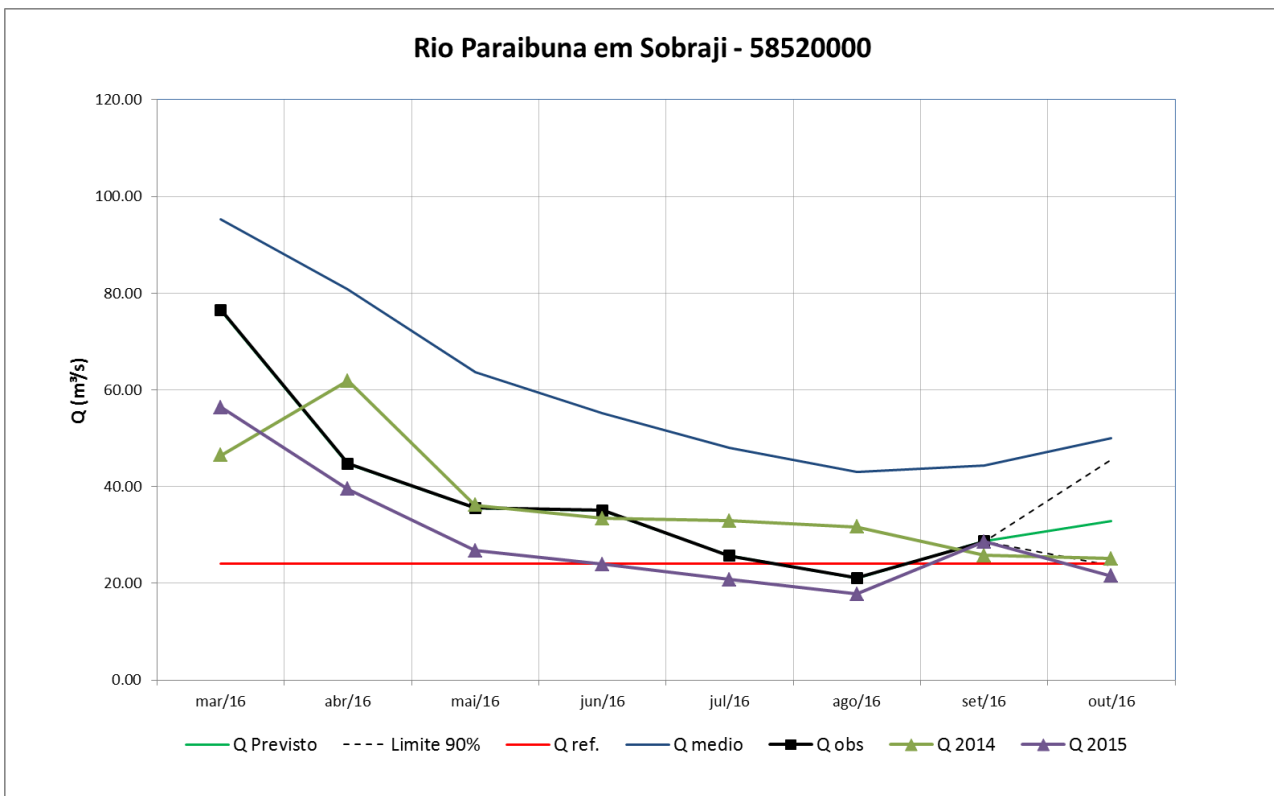


Figura 26 – Prognóstico de vazão para a estação de Sobraji

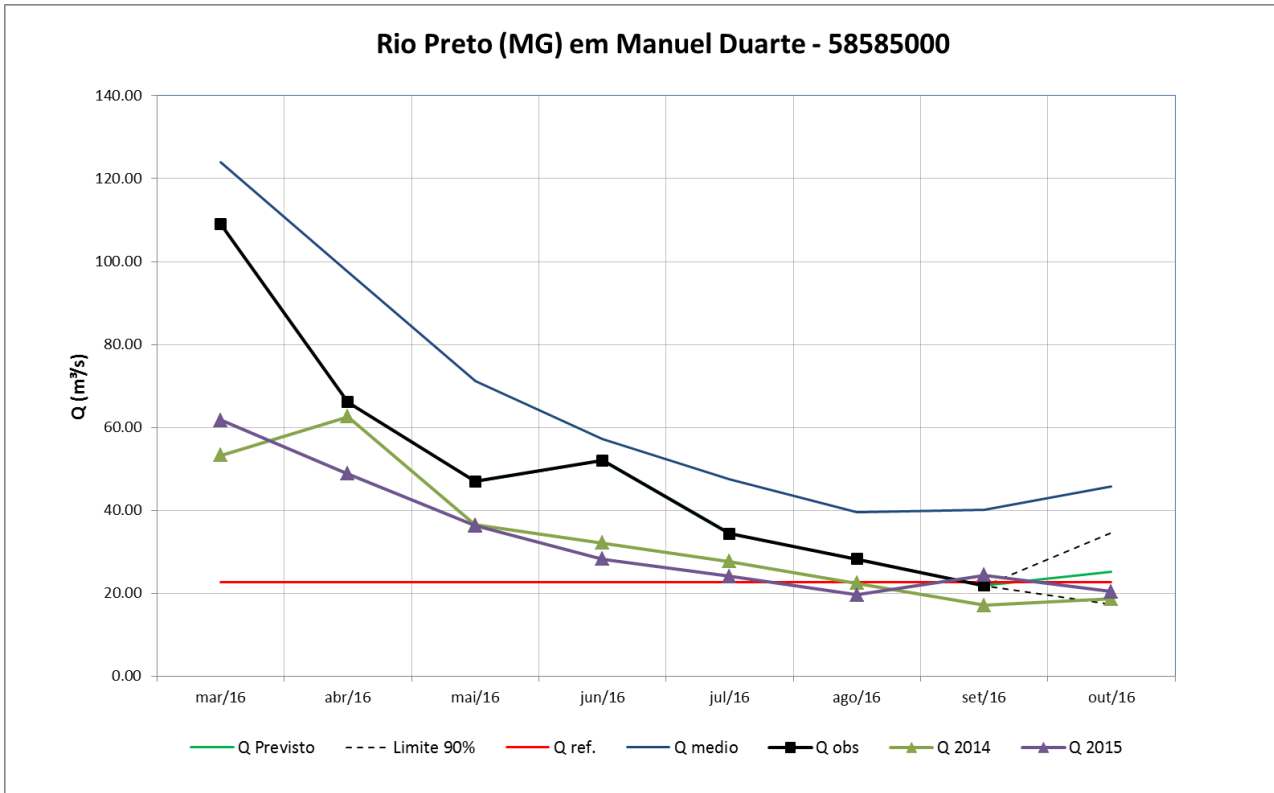


Figura 27 – Prognóstico de vazão para a estação de Manuel Duarte

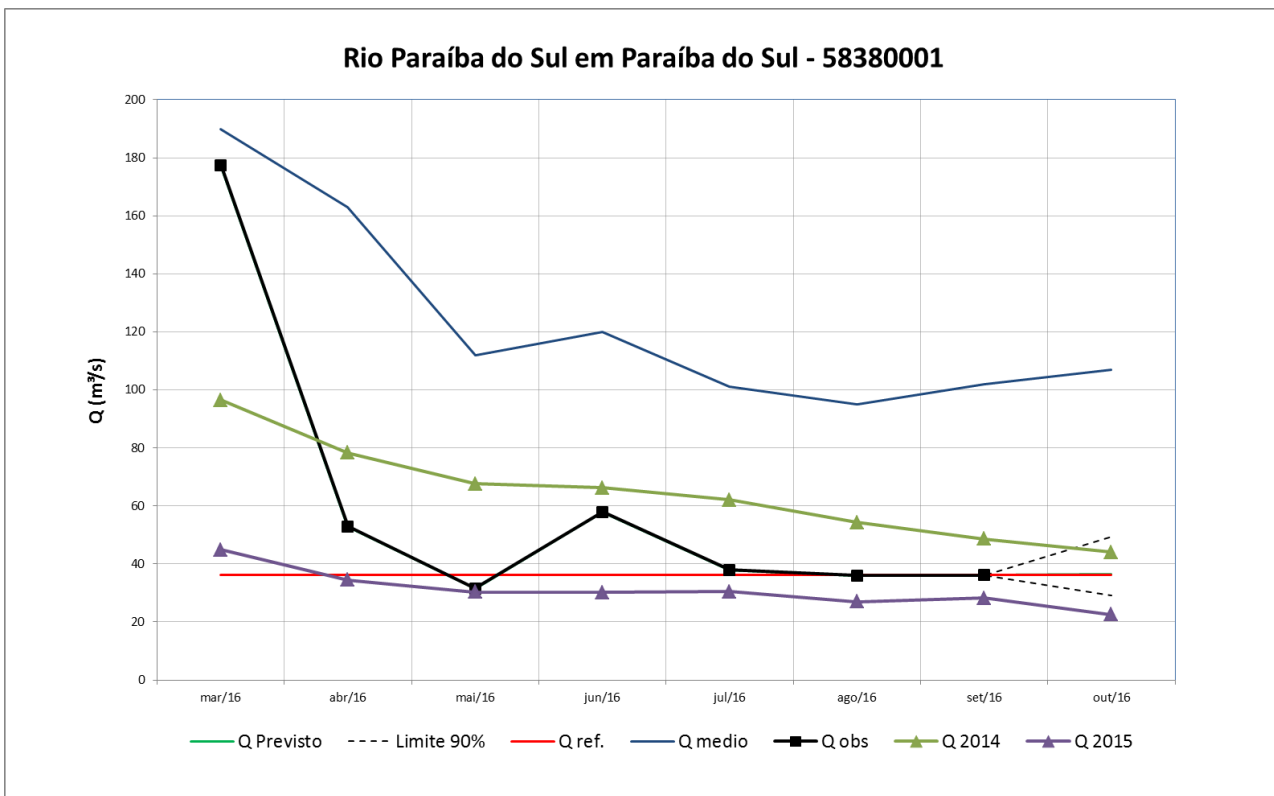


Figura 28 – Prognóstico de vazão para a estação de Paraíba do Sul

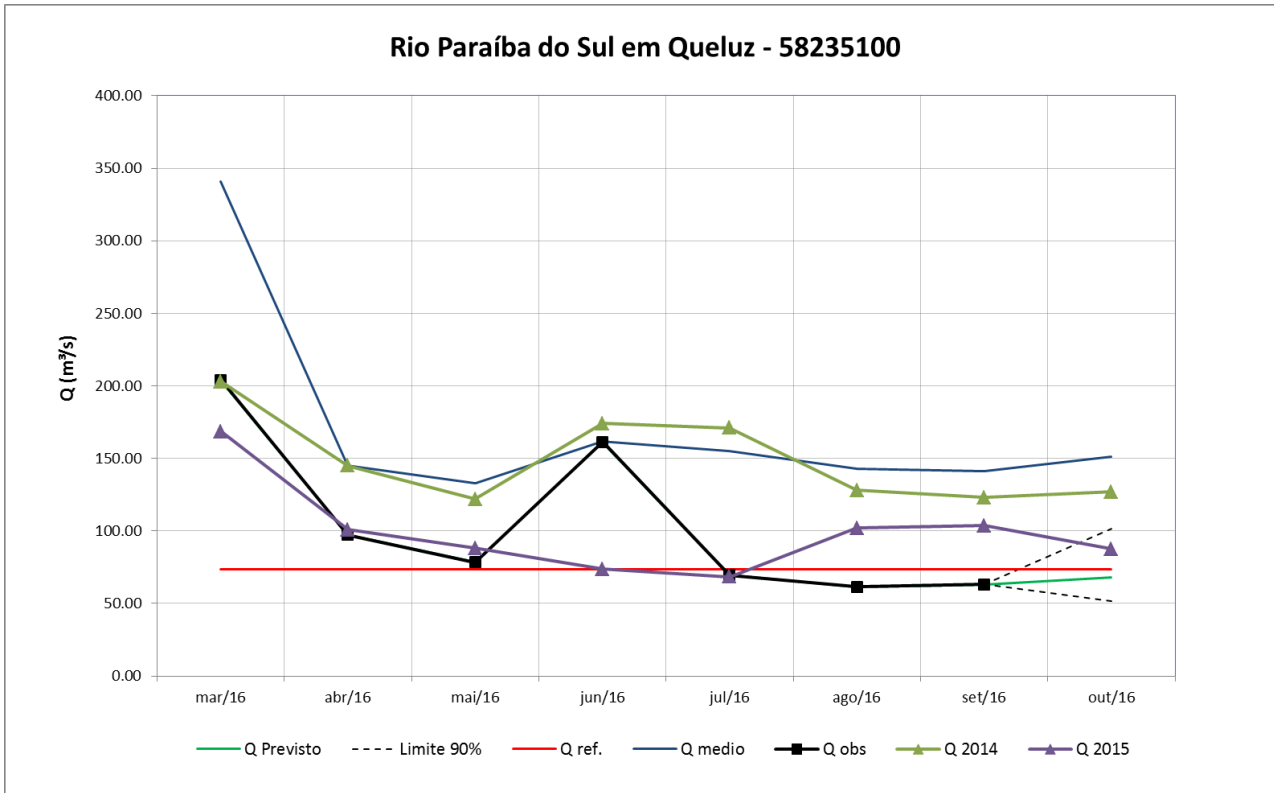


Figura 29 – Prognóstico de vazão para a estação de Queluz

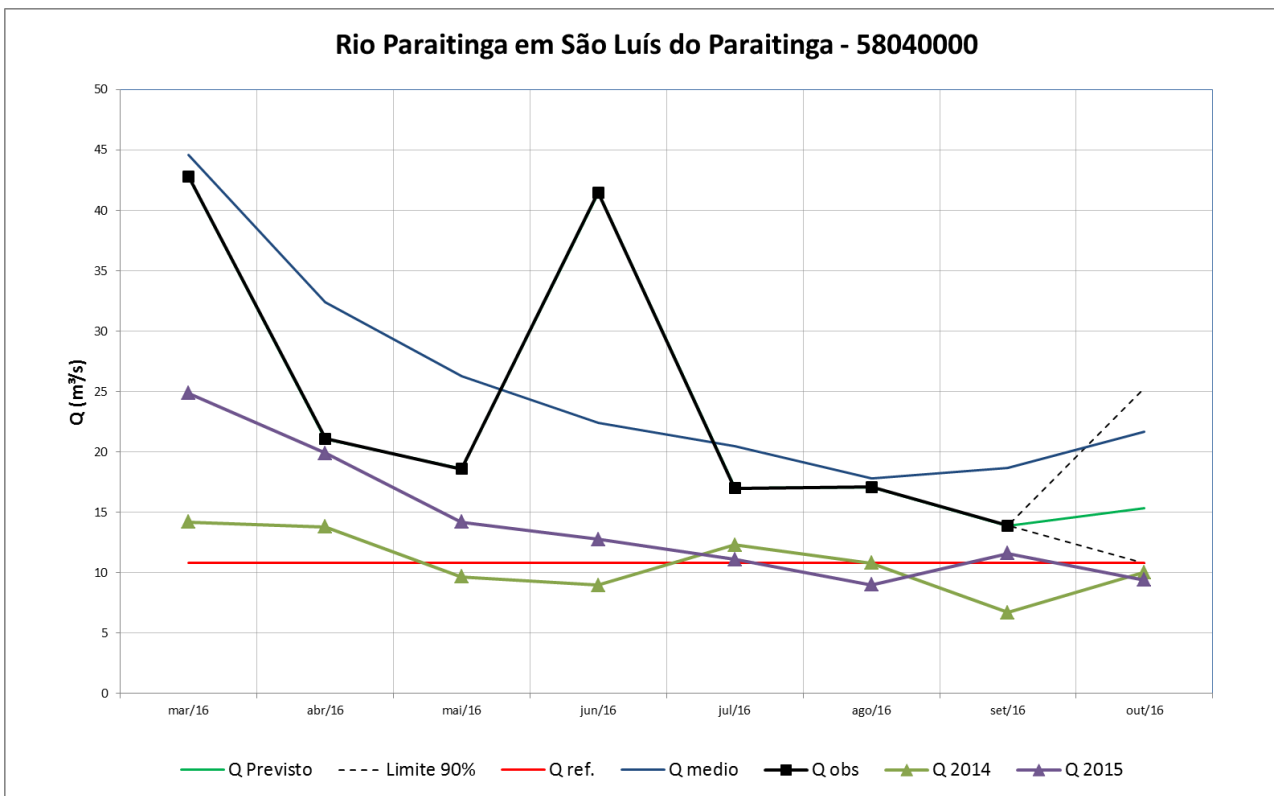


Figura 30 – Prognóstico de vazão para a estação de São Luís do Paraitinga

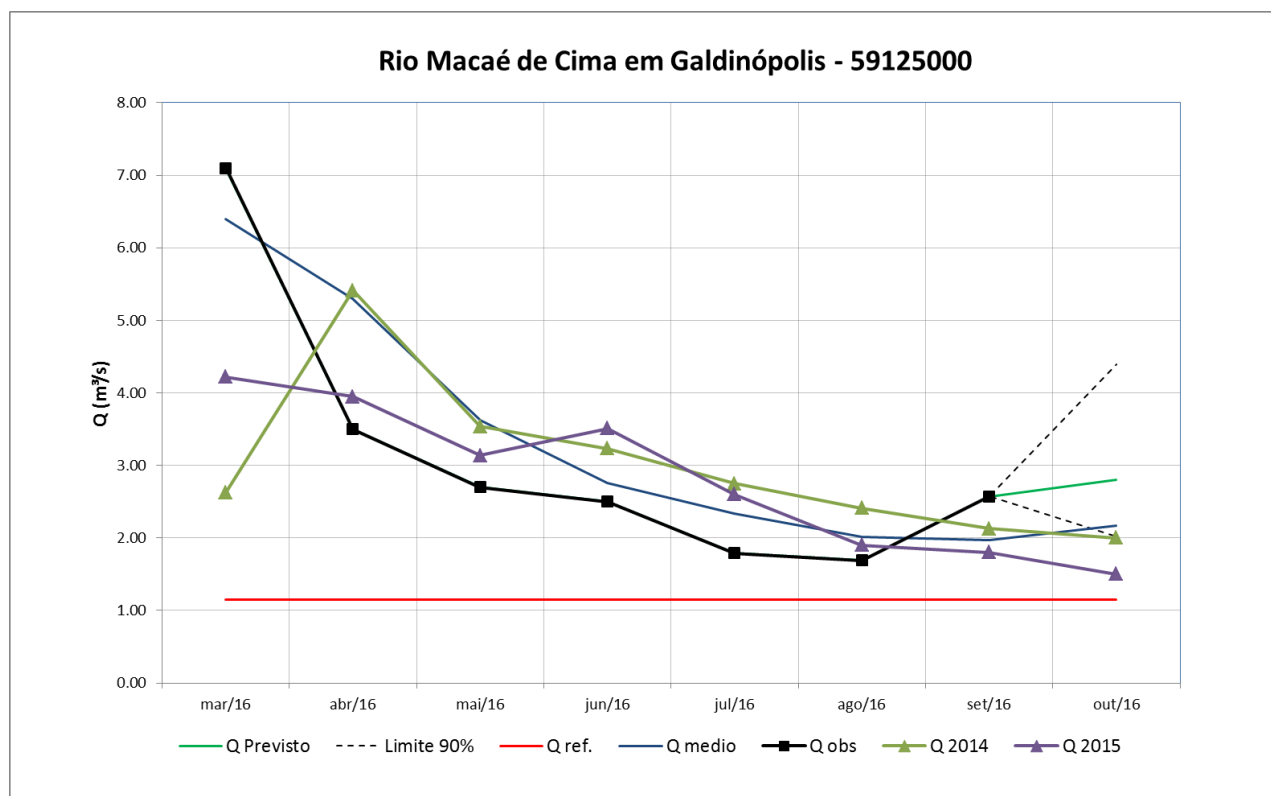


Figura 31 – Prognóstico de vazão para a estação de Galdinópolis

