

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO Nº 1

Área de Atuação da Superintendência
Regional da CPRM de São Paulo

2017



CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO 01/2017

Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

**SÃO PAULO
JUNHO/2017**

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

José Leonardo Silva Andriotti

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Superintendente Regional

Marcio José Remédio

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.
Aline da Silva Garcia - Técnica em Geociências
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.
Eduardo Soares Feliciano dos Santos - Técnico em Geociências
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
Ligia Yuhiko Nishioka – Pesquisadora em Geociências
Luana Souza Serafim de Lima - Técnica em Geociências
Maira Uchoa Pinto dos Santos - Técnica em Geociências
Márcio de Oliveira Cândido – Pesquisador em Geociências - M. Sc.
Marcos Figueiredo Salviano – Pesquisador em Geociências
Marina das Graças Perin – Técnica em Geociências
Priscila Nishihara Leo – Alimentadora de base de dados
Ricardo Gabriel Bandeira de Almeida – Pesquisador em Geociências –M. Sc.
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, Francisco Eugenio E. Dias, Gentil M. da Silva, Natal de Jesus Pinto.

Foto da Capa

Rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes por Natal de Jesus Pinto

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	19
4.5	Análise de qualidade da água	22
4.6	Elaboração de prognóstico de vazões	24
5	Considerações Finais	25
6	Referências Bibliográficas	26
	ANEXO I – Previsão Climática	27
	ANEXO II – Gráfico de vazão medida x cota	30
	ANEXO III – Gráficos de qualidade de água	32
	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 primeiro volume de 2017 dando sequência aos relatórios publicados em 2015 e 2016 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.

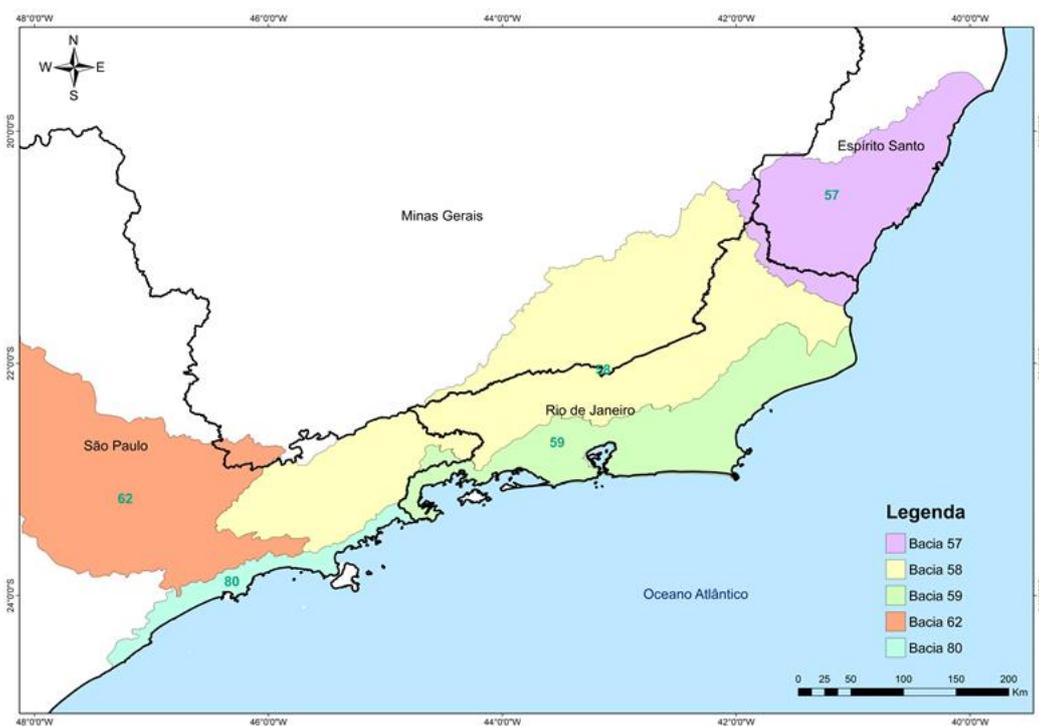


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas operadas pela Superintendência de São Paulo

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, outubro de 2014 a setembro de 2015 e outubro de 2015 a setembro de 2016, 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 primeiro relatório do monitoramento da estiagem de 2017 na Região Sudeste considerando a área de atuação da SUREG/SP e apresenta uma análise das vazões observadas no mês de maio de 2017. Neste volume constam, também, as medições de descarga líquida realizadas durante o mês de maio de 2017.

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;
- 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.

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 hidrológica, 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, para o trimestre de junho a agosto de 2017, 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.

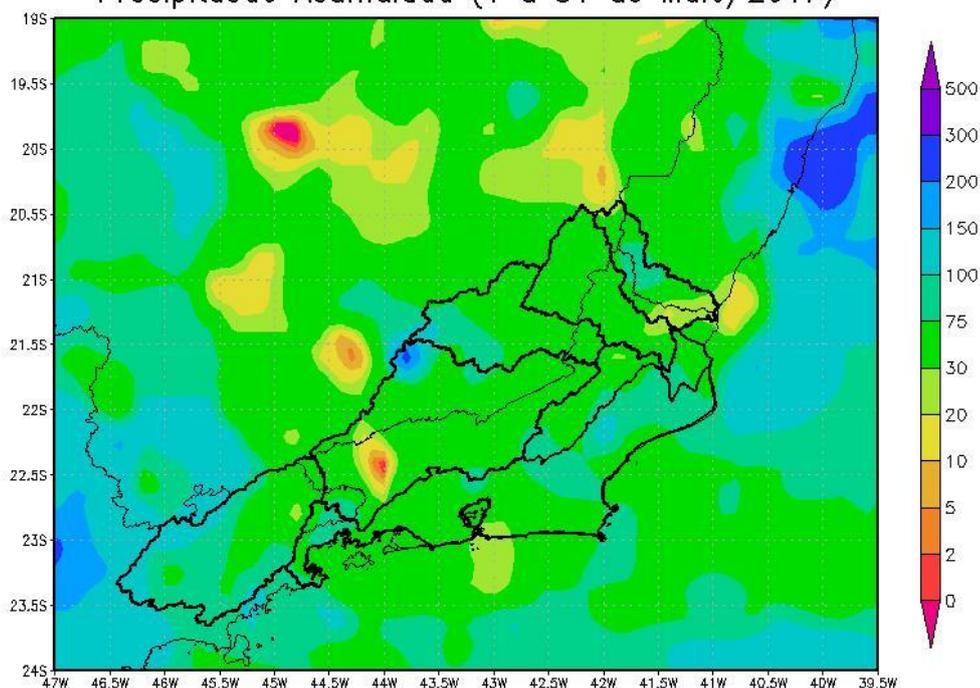
Dentro do período chuvoso existe um trimestre mais chuvoso, que na porção leste e norte vai de novembro a janeiro e na porção sul e oeste de dezembro a fevereiro. Do mesmo modo dentro do período seco, existe um trimestre mais seco, que vai de junho a agosto em toda a região, quando são registrados menos 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 maio e a razão entre o total precipitado em maio de 2017 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 2016 a maio de 2017, 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 maio, a precipitação acumulada registrada de outubro de 2014 a maio de 2015, outubro de 2015 a maio de 2016 e a precipitação acumulada de outubro de 2016 a maio de 2017, no ano hidrológico atual, nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

Precipitacao Acumulada (1 a 31 de Maio/2017)

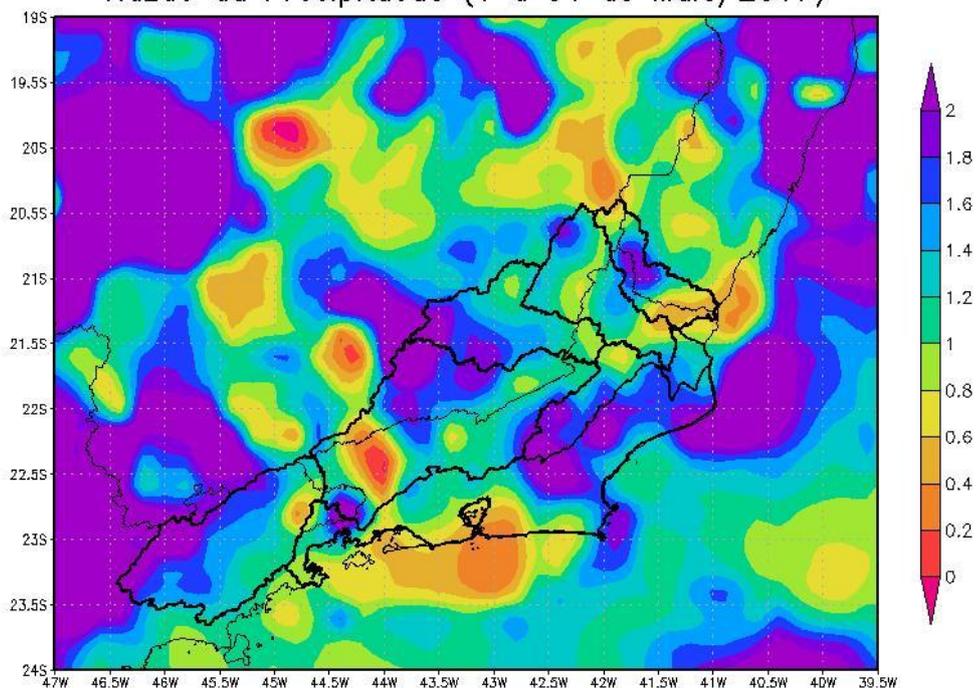


GRADS: COLA/IGES

2017-07-06-13:54

Figura 2 - Precipitação acumulada no mês de maio de 2017.

Razao da Precipitacao (1 a 31 de Maio/2017)



GRADS: COLA/IGES

2017-07-06-13:56

Figura 3 – Razão entre a precipitação acumulada no mês de maio de 2017 e a média histórica de maio (1998 a 2013).

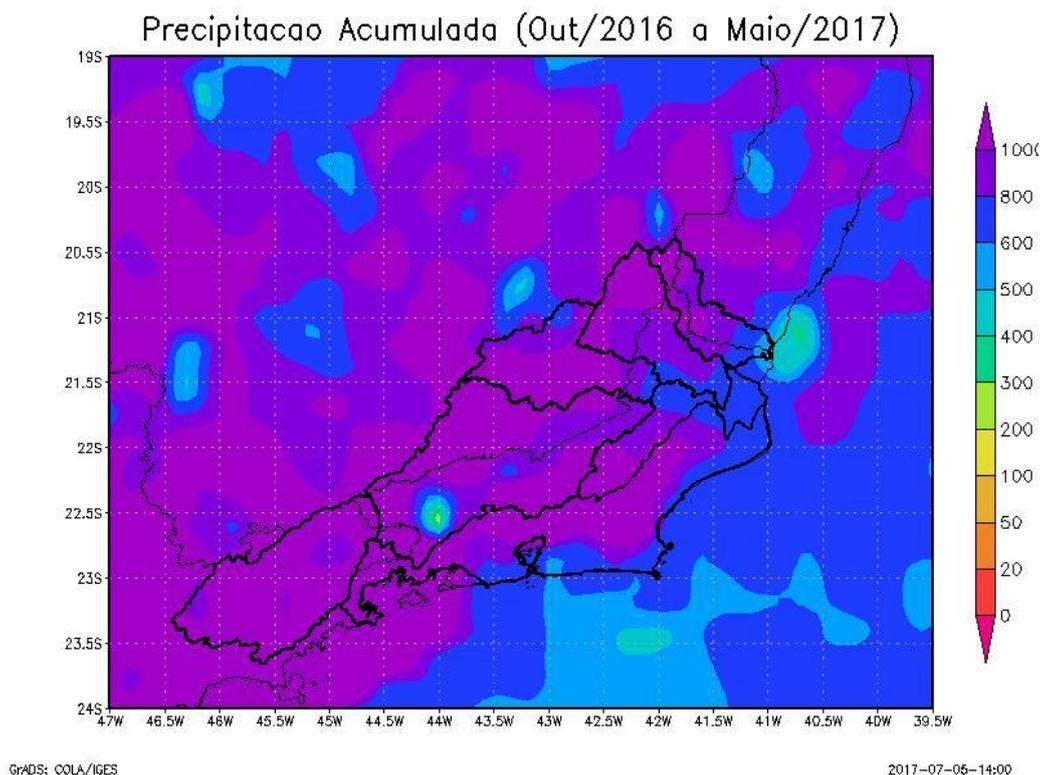


Figura 4 - Precipitação acumulada entre outubro de 2016 e maio de 2017.

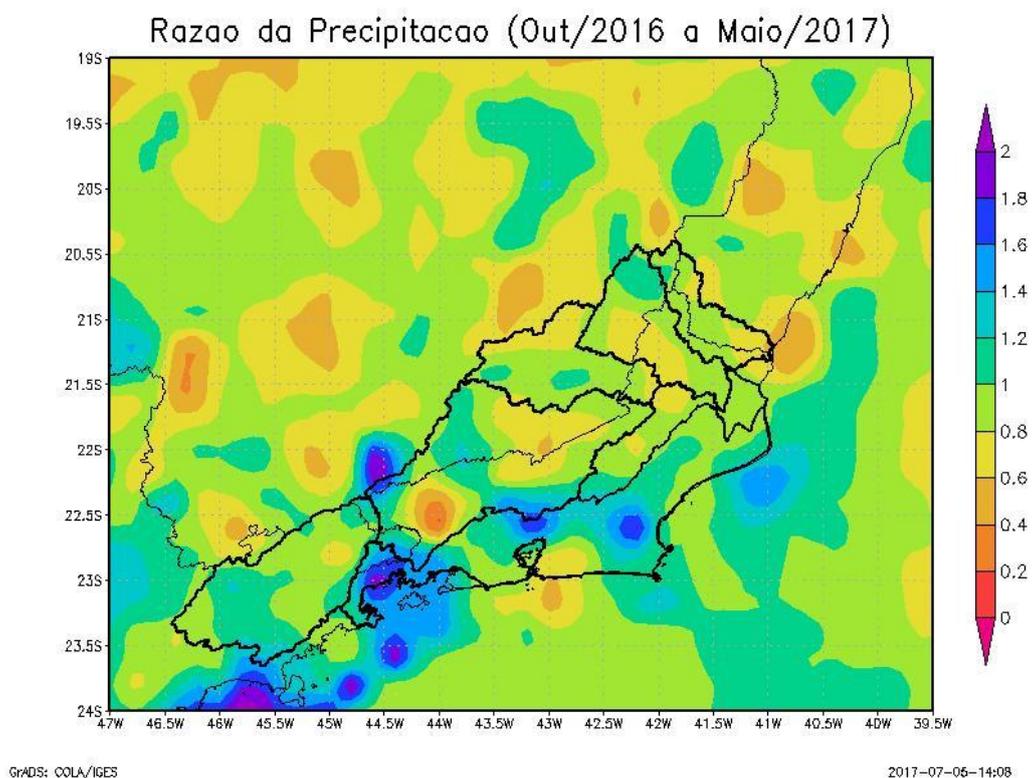


Figura 5 – Razão entre a precipitação acumulada entre outubro de 2016 e maio de 2017 e a média histórica do período (1998 a 2013).

Analisando as Figuras 2 e 3 é possível verificar que no mês de maio as precipitações acumuladas ficaram acima da média mensal histórica em algumas regiões da área de atuação da SUREG/SP. A região da Bacia do Médio Paraíba do Sul, e a foz da Bacia do Rio Itabapoana e Rio Muriaé apresentaram precipitações abaixo da média histórica.

No atual ano hidrológico (outubro de 2016 a maio de 2017), observa-se que a precipitação acumulada está em torno da média para o mesmo período (Figuras 4 e 5); a região mais crítica é a Bacia do Médio Paraíba do Sul, que apresenta precipitações abaixo da média histórica.

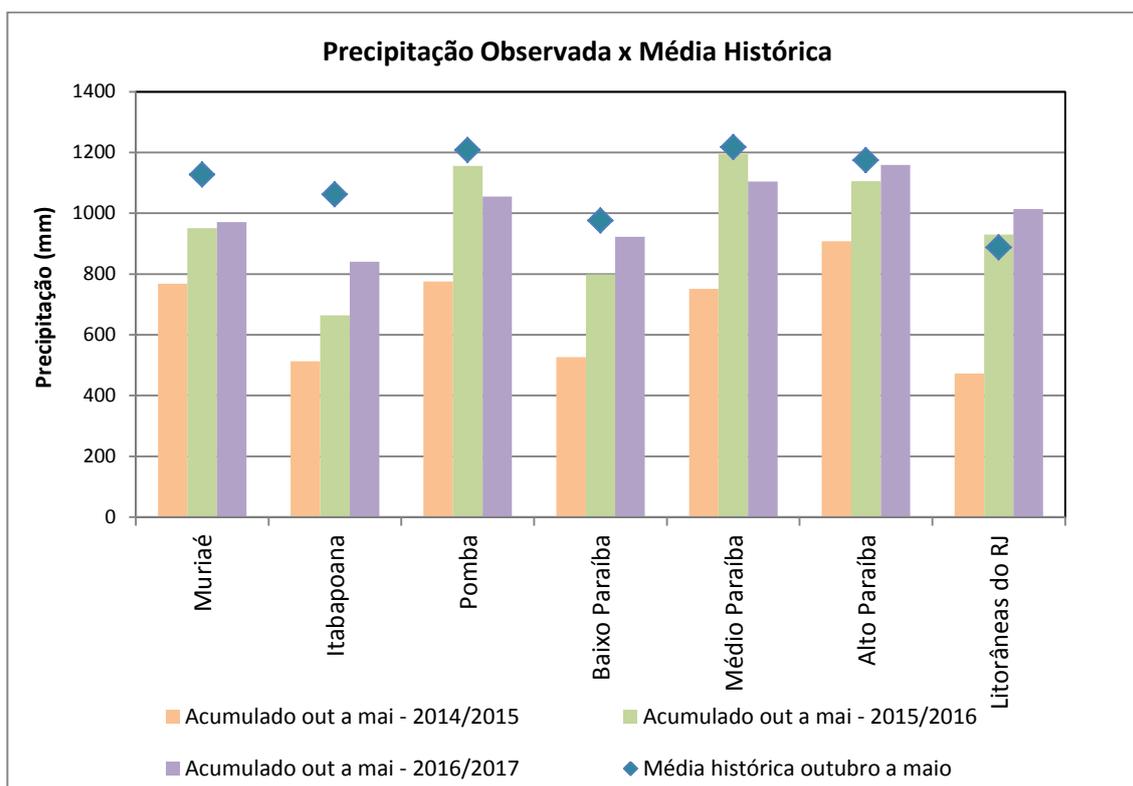


Figura 6 - Comparação entre a precipitação média histórica de outubro a maio, a precipitação acumulada de outubro de 2014 a maio de 2015, outubro de 2015 a maio de 2016, e outubro de 2016 a maio de 2017 nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

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 Bacias do Alto, Médio e Baixo Paraíba do Sul o acumulado no atual ano hidrológico é superior a 90% da média histórica. A situação mais crítica é observada na Bacia do Rio Itabapoana, na qual a precipitação acumulada de outubro de 2016 a maio de 2017 atingiu apenas 79% 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. A Tabela 2 permite comparar as vazões e precipitações de maio de 2017 com as vazões de referência, as vazões e precipitações médias históricas, ilustrando assim a situação da atual estiagem.

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

AD – Área de drenagem

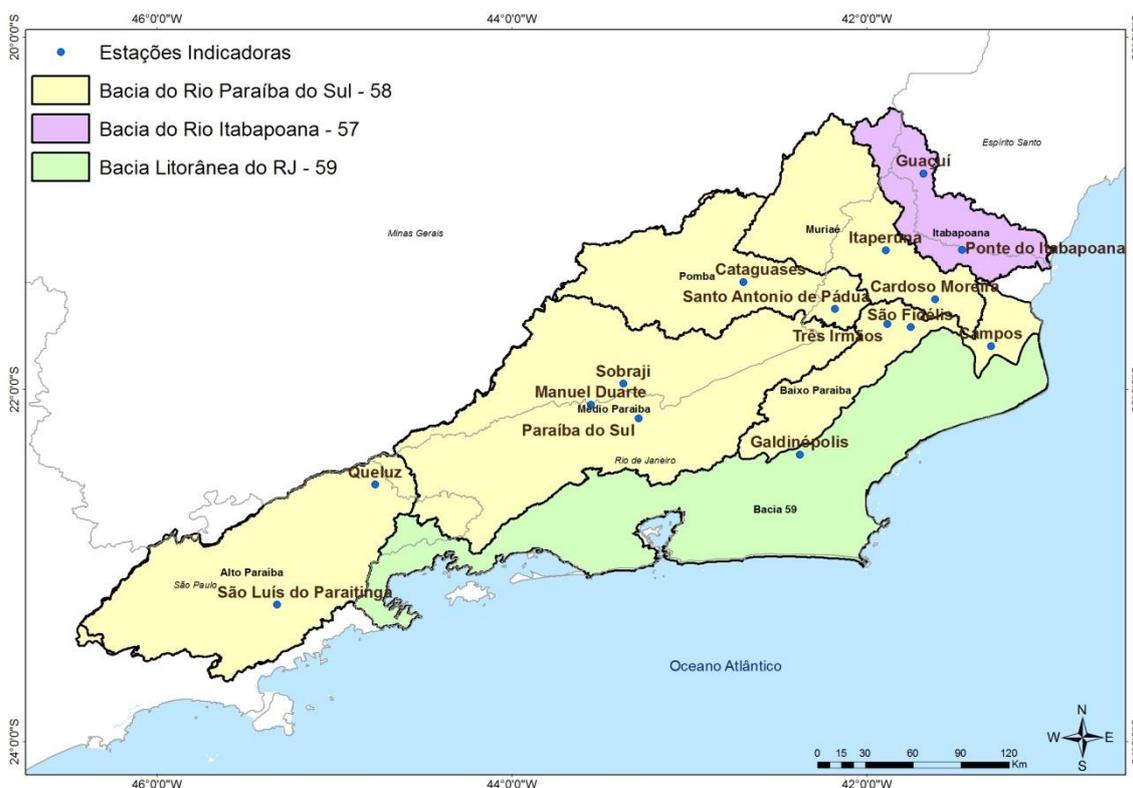


Figura 7 - Localização das estações fluviométricas indicadoras

Tabela 2 - Relação das estações indicadoras em maio de 2017

Código	Nome	Pmed mai (mm)	PObs* mai/17 (mm)	Qmed mai (m ³ /s)	Q95% (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Qmed mai/17 (m ³ /s)	Razão entre Qmed mai-17/ Qmed mai	Cota em 31/05/17 (cm)	Vazão em 31/05/17 (m ³ /s)
57740000	Guaçuí	50.6	89.3	7.6	3.9	2.41	5.46	0.72	101	3.48
57830000	Ponte do Itabapoana	44.7	34	36.1	14.0	4.4	18.7	0.52	80	13.8
58040000	São Luís do Paraitinga	50.7	64.8	26.3	14.8	10.8	21.9	0.83	163	18.5
58235100	Queluz	45.4	94.5	182.0	99.3	73.8	127	0.70	117	107
58380001	Paraíba do Sul	40.7	58.7	111.0	49.8	36.15	75.5	0.68	98	73.2
58520000	Sobraji	38.6	92.4	62.9	34.0	24.05	41.8	0.66	61	34.8
58585000	Manuel Duarte	39.6	86.4	70.4	32.6	22.7	64.3	0.91	135	42.8
58770000	Cataguases	36.9	68.4	78.5	38.0	27.34	44.5	0.57	95	42.3
58790002	Stº Antº de Pádua II	26.5	19.2	93.6	*	*	52.5	0.56	78	56.3
58795000	Três Irmãos	35.0	37	482.0	252.0	180	325	0.67	124	297
58880001	São Fidélis	34.3	39.9	494.0	255.0	197	361	0.73	92	377
58940000	Itaperuna	35.5	63	64.4	25.8	13.7	29.5	0.46	185	25.3
58960000	Cardoso Moreira	34.6	38.6	66.1	22.7	12.7	33.1	0.50	85	31.1
58974000	Campos	51.2	71.5	622.0	264.0	181	282	0.45	491	259
59125000	Galdinópolis	77.7	57.3	3.7	1.6	1.15	3.87	1.05	59	3.47

Pmed – precipitação média mensal; PObs mai/17 – precipitação observada no mês de maio de 2017; 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 mai/17 - vazão média do mês de maio de 2017; Razão entre Qmed mai-17/Qmed mai - razão entre a vazão média observada no mês de maio de 2017 e a vazão média mensal do mês de maio. * - Série histórica menor do que 10 anos.

Verifica-se que no mês de maio todas as estações tiveram vazão média mensal inferior à vazão média histórica, com exceção a estação de Galdinópolis, na Bacia 59. Com relação à precipitação, em doze estações o acumulado de maio ultrapassou a média mensal histórica. Todas as estações apresentaram as vazões médias acima da Q95 e da Q_{7,10} em maio.

Analisando a Figura 8 é possível comparar as vazões de maio de 2017 com as vazões nos anos de 2014, 2015 e 2016, a média e a vazão de referência Q_{7,10}. Percebe-se que as vazões de 2017 estão inferiores às vazões médias de 2016 em duas estações, Cataguases e Santo Antônio de Pádua, ambas localizadas na Bacia do Rio Pomba.

As Figuras 9 e 10 apresentam as razões entre a vazão média de maio e a média mensal histórica, e a vazão média de maio de 2017 com a média de maio de 2016, respectivamente. Pode-se perceber que a situação está mais crítica na Bacia do Rio Itabapoana, Bacia do Rio Muriaé e Bacia do Baixo Paraíba; com relação ao ano de 2016, a Bacia do Rio Pomba apresenta vazões inferiores àquelas observadas em maio de 2016.

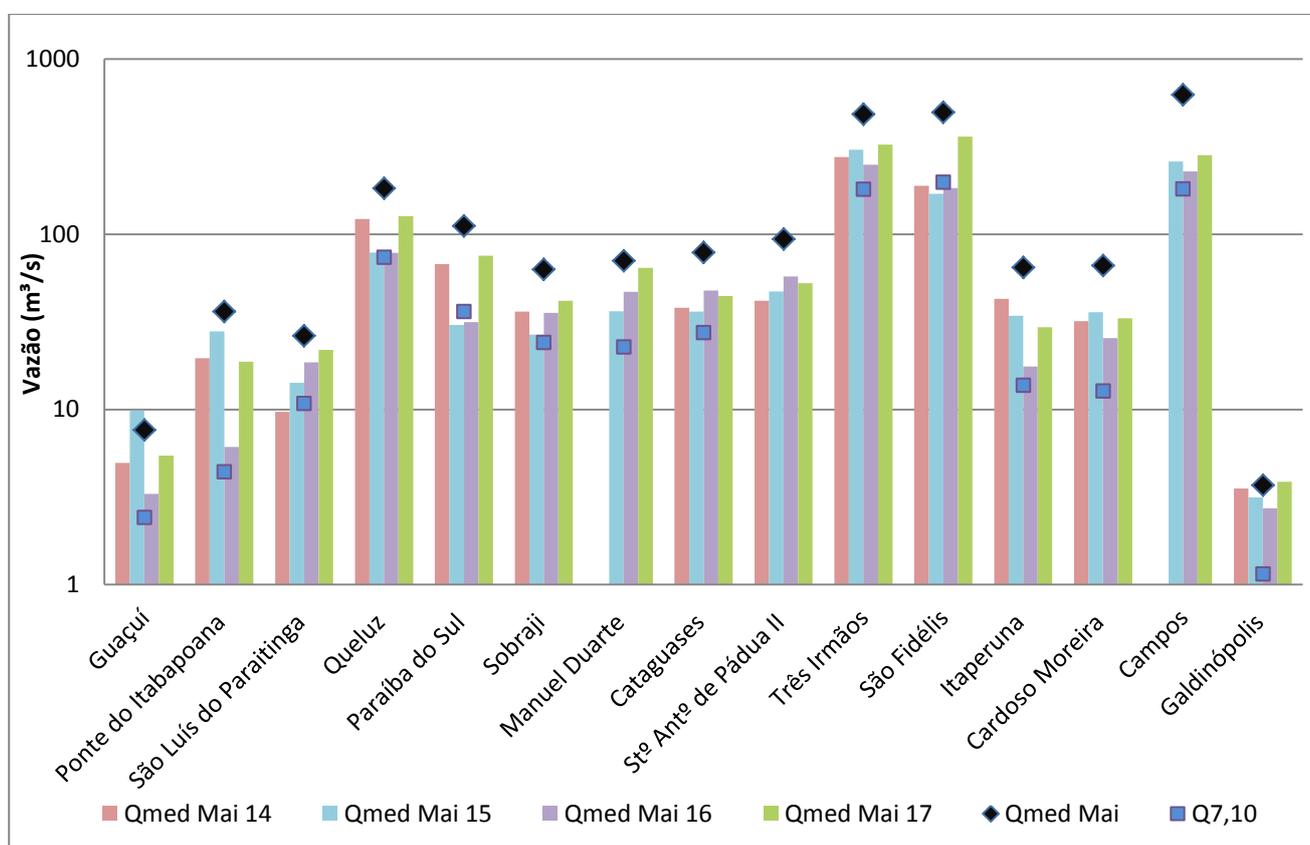


Figura 8 – Comparação entre a vazão média de maio de 2014, 2015, 2016 e 2017, média histórica de maio e vazão de referência Q_{7,10} nas estações indicadoras.

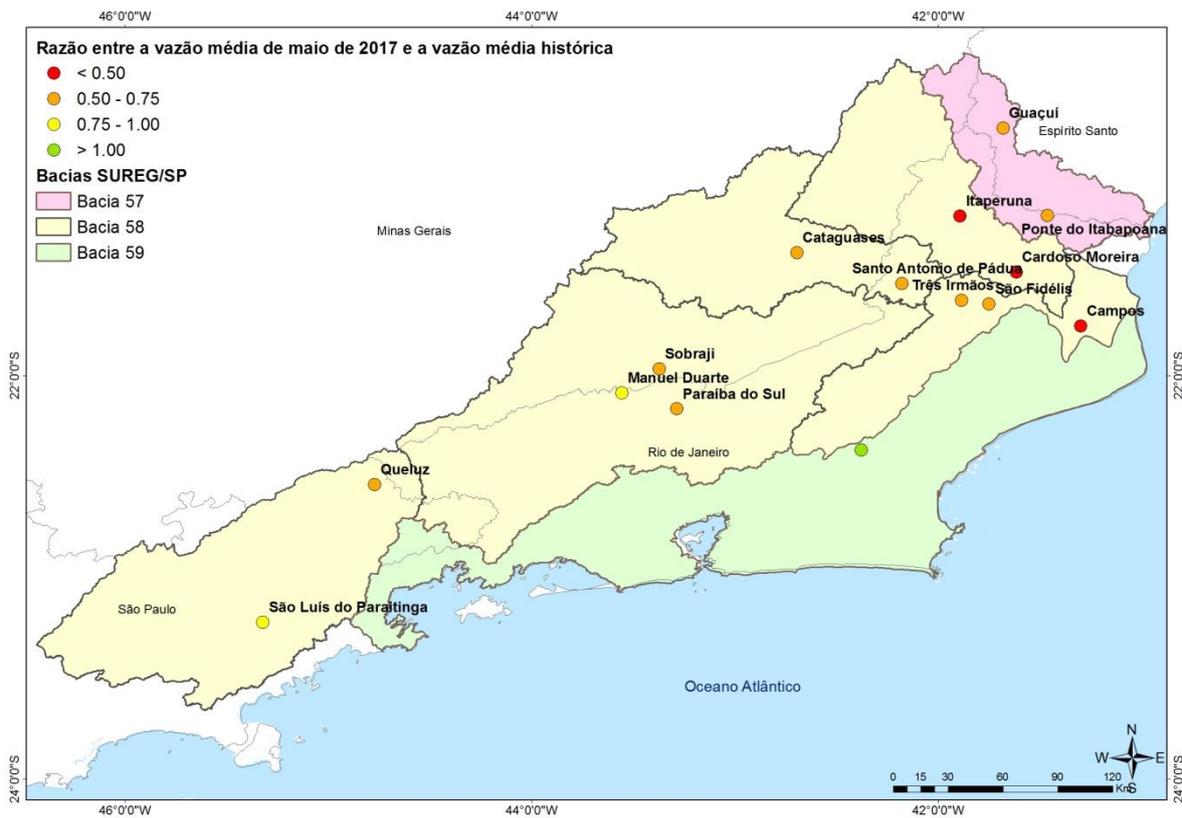


Figura 9 – Comparação entre a vazão de maio de 2017 e a média histórica

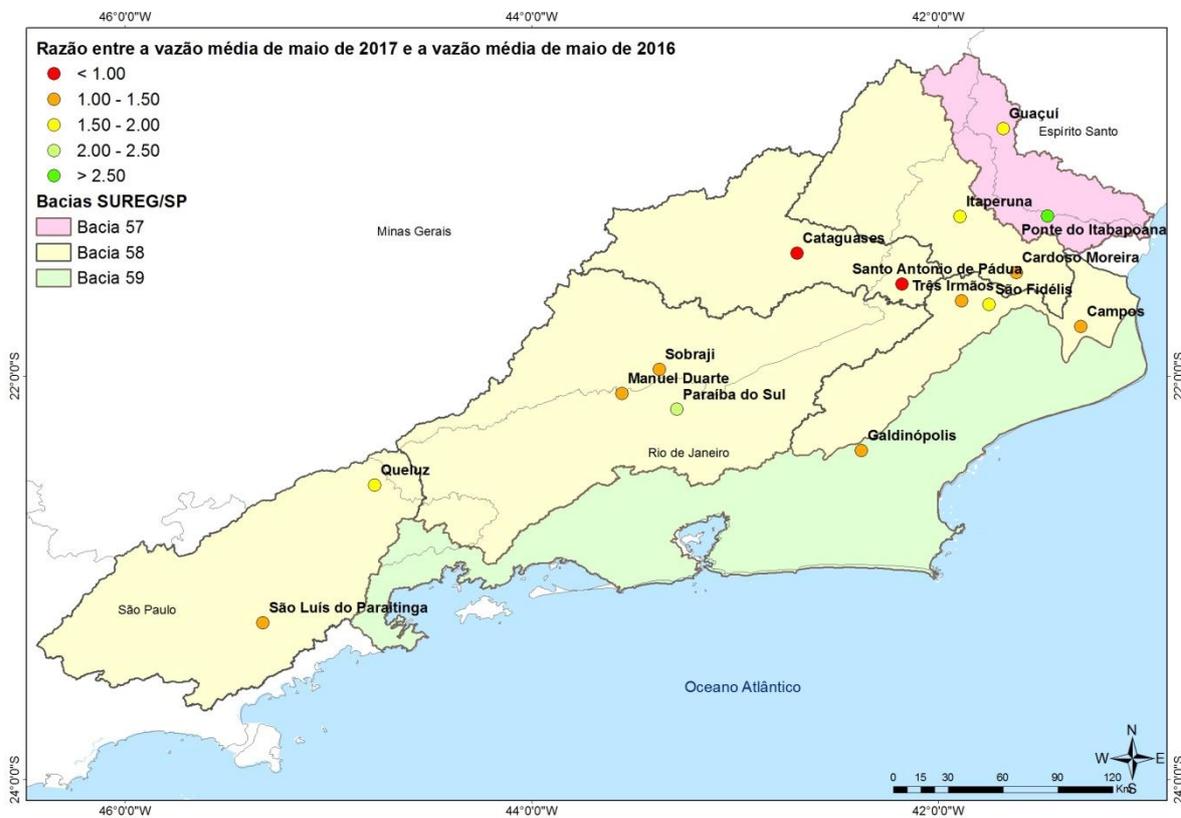


Figura 10 – Comparação entre a vazão de maio de 2017 e a vazão de maio de 2016

4.4 Análise da vazão medida

As equipes de campo realizaram medições de vazão durante o mês de maio de 2017 em 26 estações, nos roteiros 1, 8 e 98. As Tabelas 3 e 4 apresentam a relação das estações visitadas em maio e o resumo das medições de comparadas com a vazão mínima histórica medida até 2013, respectivamente.

Tabela 3 – Relação das estações fluviométricas visitadas em maio de 2017

Código	Estação	Rio	Lat	Long	AD (km ²)
62584500	Portal das Estrelas	Ribeirão das Posses	-22:51:57	-046:14:44	7
62584600	Foz Ribeirão das Posses	Ribeirão das Posses	-22:49:58	-046:13:53	12
62655800	Nazaré Paulista	Córrego do Moinho	-23:12:37	-046:21:19	17
62663800	Joanópolis	Ribeirão do Cancã	-22:56:05	-046:12:42	121
58645000	Sumidouro	Rio Paquequer	-22:02:59	-042:40:39	294
58648001	Paquequer	Rio Paquequer	-21:52:35	-042:37:48	762
58658000	Volta Grande	Rio Angú	-21:46:03	-042:32:23	348
58670002	Fazenda da Barra	Rio Pirapetinga	-21:39:29	-042:20:34	590
58792100	Aperibé	Rio Pomba	-21:37:16	-042:06:00	
58795000	Três Irmãos	Rio Paraíba do Sul	-21:37:33	-041:59:07	45300
58846000	Manuel de Morais	Rio Grande	-22:01:27	-042:08:04	1370
58850000	Pimentel	Rio Grande	-21:46:12	-041:56:18	1810
58857000	Aldeia	Rio Negro	-21:57:08	-042:21:22	350
58860000	Fazenda Ponte do Ismério	Rio Negro	-21:55:20	-042:18:10	393
58870000	Barra do Rio Negro	Rio Negro	-21:43:44	-041:57:17	1120
58874000	Dois Rios	Rio Dois Rios	-21:38:39	-041:51:32	3120
59100000	Macabuzinho	Rio Macabu	-22:05:09	-041:44:22	630
58235100	Queluz	Rio Paraíba do Sul	-22:32:24	-044:46:22	12800
58315100	Vargem Alegre	Rio Paraíba do Sul	-22:29:54	-043:55:48	16400
58380001	Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	-22:09:46	-043:17:11	21400
58520000	Sobraji	Rio Paraíbauna	-21:58:00	-043:22:28	3640
58790002	Santo Antônio de Pádua II	Rio Pomba	-21:32:32	-042:10:50	8210
58880001	São Fidelis	Rio Paraíba do Sul	-21:38:43	-041:45:08	48900
58934000	Porciuncula	Rio Carangola	-20:57:48	-042:02:14	1340
58940000	Itaperuna	Rio Muriaé	-21:12:26	-041:53:32	5800
58974000	Campos	Rio Paraíba do Sul	-21:45:12	-041:18:01	55700

AD: Área de Drenagem

Tabela 4 - Resumo de medição de descarga realizadas no mês de maio de 2017

Código	Estação	Cota (cm)	Vazão (m³/s)	Área Molhada (m²)	Velocidade (m/s)	Vazão Mínima Medida até 2013 (m³/s)	Razão
62584500	Portal das Estrelas	26	0.08	0.3	0.29	0.034	2.46
62584600	Foz do Ribeirão das Posses	105	0.15	0.8	0.20	0.056	2.74
62655800	Nazaré Paulista	55	0.11	1.6	0.07	-	-
62663800	Joanópolis	118	1.07	2.8	0.39	-	-
58645000	Sumidouro	37	2.47	5.7	0.43	1.45	1.71
58648001	Paquequer	30	3.54	17.6	0.20	2.06	1.72
58658000	Volta Grande	56	1.17	3.6	0.33	1.23	0.95
58670002	Fazenda da Barra	121	1.02	5.9	0.17	0.91	1.13
58792100	Aperibé	56	46.89	201.5	0.24	-	-
58795000	Três Irmãos	127	262.86	742.7	0.35	127	2.07
58846000	Manuel de Moraes	155	15.30	44.7	0.34	5.98	2.56
58850000	Pimentel	28	8.61	21.8	0.40	5.89	1.46
58857000	Aldeia	202	1.54	15.0	0.10	1.31	1.17
58860000	Fazenda Ponte do Ismério	70	2.50	5.3	0.47	3.39	0.74
58870000	Barra do Rio Negro	35	2.19	30.5	0.07	2.11	1.04
58874000	Dois Rios	43	11.47	25.5	0.45	10.1	1.14
59100000	Macabuzinho	71	3.18	7.2	0.44	1.65	1.93
58235100	Queluz	116	109.80	253.8	0.43	59.9	1.83
58315000	Vargem Alegre	268	170.90	214.7	0.80	83.9	2.04
58380001	Paraíba do Sul	98	77.38	309.6	0.25	23.1	3.35
58520000	Sobraji	53	33.50	115.5	0.29	19.2	1.74
58790002	Santo Antonio de Pádua	60	37.17			21.6	1.72
58880001	São Fidélis	76	328.39			219	1.50
58934000	Porciuncula	141	11.90	46.3	0.26	1.96	6.07
58940000	Itaperuna	202	44.71			3.22	13.89
58974000	Campos	536	419.91	895.9	0.47	181	2.32

A Figura 11 apresenta a razão entre as vazões medidas em maio de 2017 e a mínima medida até 2013. Analisando a figura verifica-se que nas Bacias do Médio e Baixo Paraíba do Sul existem estações cuja vazão ficou abaixo da mínima histórica. No mês de maio foram medidas vazões mínimas nas estações de Volta Grande e Fazenda Ponte do Ismério. No Anexo II estão apresentados os gráficos de cota x vazão das estações cujas vazões medidas em maio de 2017 ficaram abaixo das vazões mínimas medidas até 2013.

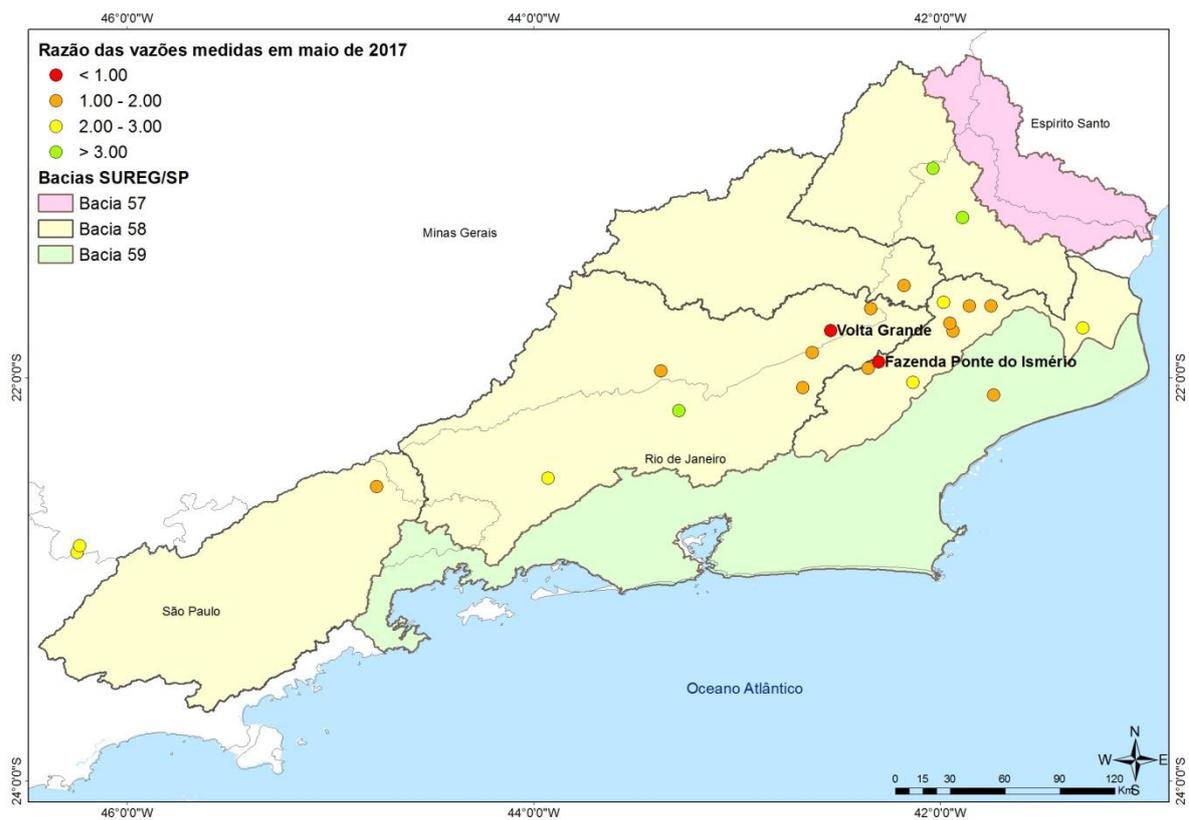


Figura 11 - Razão entre a vazão das medições de descarga líquida realizadas em maio de 2017 e a vazão mínima histórica medida até 2013

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 maio foram analisados estes parâmetros em 24 estações. A Tabela 5 apresenta os valores de cada um dos parâmetros, destacando-se em **negrito** o parâmetro cujo valor remete às classes de enquadramento 3, 4, ou fora de enquadramento.

Na estação de Vargem Alegre foi medido valores de Oxigênio Dissolvido entre 5 e 6 mg/L, remetendo à classe 2 de qualidade de água; na estação de Barra do Rio Negro foi medido valores de OD entre 4 e 5 mg/L, remetendo à classe 3 de qualidade de água; na estação de Aldeia foi medido o valor de OD entre 2 e 4 mg/L, e assim sendo classificada como classe 4 de qualidade de água; na estação de Fazenda da Barra, o valor de OD foi inferior a 2mg/L. Com relação à Turbidez, somente na estação de Foz do Ribeirão das Posses foi observado um valor entre 40 e 100 NTU, remetendo às classes 2 e 3 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 5 – Dados de qualidade da água de maio de 2017

Estação - Código	Estação - Nome	Data	Temperatura da água (°C)	pH	Turbidez (FTU)	Condutividade elétrica (uS/cm a 20°C)	OD (mg/l O2)
62584500	Portal das Estrelas	30/05/2017	18.37	7.2	15.8	40.7	7.17
62584600	Foz do Ribeirão das Posses	30/05/2017	16.7	7.22	44	94.2	7.5
62655800	Nazaré Paulista	01/06/2017	17.12	6.77	14	40.8	8.74
62663800	Joanópolis	31/05/2017	17.32	7.2	29.2	28.1	9.01
58645000	Sumidouro	15/05/2017	21.3	7.37	37.2	56.1	8.04
58648001	Paquequer	15/05/2017	22.9	7.21	31.8	54.1	7.86
58658000	Volta Grande	16/05/2017	20.4	7.22	14.1	46.5	7.83
58670002	Fazenda da Barra	16/05/2017	23	7.09	18.1	103.1	1.46
58792100	Aperibé	17/05/2017	24.3	7.49	1.8	47.6	7.77
58795000	Três Irmãos	20/05/2017	22.8	7.66	8.5	63.3	8.25
58846000	Manuel de Morais	13/05/2017	20	7.48	8.4	51.7	8.15
58850000	Pimentel	19/05/2017	22.5	7.72	2.1	52.2	8.17
58857000	Aldeia	18/05/2017	22	7.06	11.6	107.2	3.89
58860000	Fazenda Ponte do Ismério	18/05/2017	20.6	7.91	7.3	117	7.01
58870000	Barra do Rio Negro	17/05/2017	21.8	7.83	31.8	120.4	4.66
58874000	Dois Rios	19/05/2017	22	7.29	3.4	47.6	8.01
59100000	Macabuzinho	12/05/2017	24.7	6.87	24.2	50.1	7.32
58235100	Queluz	01/06/2017	22.04	6.92	5.3	90.17	6.32
58315100	Vargem Alegre	30/05/2017	22.6	7.36	2.2	100.41	5.78
58380001	Paraíba do Sul	29/05/2017	23.17	7.68	2.7	91.91	7.4
58790002	Santo Antonio de Pádua	20/05/2017	23.94	7.22	1.8	50.72	7.73
58934000	Porciuncula	25/05/2017	22.75	7.14	7.7	47.45	7.79
58940000	Itaperuna	22/05/2017	22.6	7.12	4.6	20.46	7.03
58974000	Campos	24/05/2017	24.21	7.48	2.6	69.92	7.09

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 junho, julho e agosto.

Na estação de Guaçuí e Ponte do Itabapoana, na Bacia do Rio Itabapoana, é possível observar que as vazões de maio estão abaixo das médias históricas, porém superiores às vazões de 2016. O prognóstico aponta que esta a situação será mantida em ambas as estações.

Em Cataguases, na bacia do rio Pomba, a vazão média em maio de 2017 ficou abaixo da vazão média histórica e abaixo da vazão observada em 2016. O prognóstico aponta uma tendência de queda da vazão, podendo chegar próximo da $Q_{7,10}$ em agosto de 2017.

Nas estações de Itaperuna e Cardoso Moreira, ambas na bacia do rio Muriaé, as vazões médias mensais observadas no mês de maio estão abaixo da vazão média porém acima das vazões de 2016. O prognóstico aponta uma tendência de declínio das vazões em ambas as estações, porém sem ficar inferior à $Q_{7,10}$.

Nas estações de Campos, São Fidélis e Três Irmãos, no Baixo Paraíba do Sul, as vazões médias mensais observadas em maio estão abaixo da vazão média porém acima das vazões observadas em 2016. O prognóstico aponta que a vazão nas três estações irá diminuir, porém somente em Campos a vazão deve ficar abaixo da $Q_{7,10}$ em julho.

Na bacia do Médio Paraíba do Sul, as estações de Sobraji, Paraíba do Sul e Manuel Duarte apresentaram vazões abaixo da média, mas acima da vazão observada em 2016 para o período; o prognóstico indica uma tendência de diminuição das vazões nas estações, porém sem da $Q_{7,10}$.

Nas estações de Queluz e São Luís do Paraitinga, no Alto Paraíba do Sul, as vazões de maio estão abaixo das vazões médias históricas. O prognóstico aponta que a vazão deve permanecer superior à vazão de referência em ambas as estações.

Na estação de Galdinópolis, na Bacia 59, a vazão do mês de maio está superior à vazão média e à vazão observada em 2016; o prognóstico para os próximos meses aponta que este comportamento será mantido.

5 Considerações Finais

Avaliando os dados levantados, foi possível observar que:

- a) No mês de maio as precipitações ficaram em torno da média mensal histórica em algumas regiões; na Bacia do Rio Itabapoana, Bacia do Rio Muriaé e Bacia do Médio Paraíba do Sul as precipitações foram inferiores à média histórica;
- b) Na Bacia 59 a precipitação acumulada de outubro de 2016 a maio de 2017 é superior à precipitação média histórica no mesmo período;
- c) Para a região Sudeste, para o trimestre junho a agosto de 2017, 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 maio foi observado que:
 - Em 14 estações indicadoras as vazões médias ficaram abaixo da média mensal;
 - Na estação de Galdinópolis a vazão média ficou acima da média mensal;
 - A precipitação acumulada em maio ficou acima da média em doze estações indicadoras;
- e) Com relação às medições de vazão realizadas no mês de maio de 2017, verifica-se que em 2 das 26 estações visitadas a vazão medida foi menor do que a mínima medida até dezembro de 2013;
- f) Das 24 estações visitadas em maio, em 5 delas foram medidos valores de Oxigênio Dissolvido e de Turbidez que remetem às classes de qualidade de água inferiores a classe 1.

A análise das vazões e das precipitações do mês de maio de 2017, em conjunto com os dados históricos de precipitação e vazão, como descrito na metodologia, permitiu diagnosticar a estiagem do ano hidrológico de 2016-2017. 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

CPRM. Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Boletim 1 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo. SÃO PAULO, janeiro/2015. Disponível em www.cprm.gov.br.

CPRM. Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Boletim 3 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo. SÃO PAULO, fevereiro/2015. Disponível em www.cprm.gov.br.

CPRM. Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Boletim 5 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo. SÃO PAULO, março/2015. Disponível em www.cprm.gov.br.

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 14

29 de maio de 2017

Número 5

Previsão de Consenso

Sumário Executivo

O aumento das anomalias positivas de TSM na região do Atlântico Tropical Norte, em área e magnitude, resultou na migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para latitudes mais ao norte ainda durante abril. Dessa forma, choveu predominantemente abaixo da média histórica no norte da Região Nordeste. Já as anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) adjacentes à costa oeste da América do Sul, que atingiram valores superiores a 3°C em março, continuaram acima da média, porém apresentaram considerável diminuição no último mês.

A segunda quinzena de abril foi marcada por incursões de massas de ar frio que declinaram as temperaturas no centro-sul do Brasil e sul da Amazônia, contribuindo para a formação do primeiro episódio de friagem do ano. Em maio corrente, o aumento da convergência de umidade e a formação de alguns episódios de distúrbios no escoamento de leste, na região do Atlântico Sul – típicos para este período do ano – favoreceram os elevados totais de chuvas em Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Na Região Norte, os rios Tapajós (estação Santarém) e Amazonas (estação Itacoatiara) apresentaram nível acima das respectivas cotas de transbordamento.



Figura 1 - Previsão probabilística (em tercias) de consenso do total de chuva para o trimestre junho a agosto de 2017.

PREVISÃO JJA/2017

A previsão por consenso¹ para o trimestre junho a agosto de 2017 (JJA/2017) indica maior probabilidade do total trimestral de chuva ocorrer na categoria abaixo da normal climatológica na área que se estende do norte do Amazonas o Amapá e na faixa leste da Região Nordeste, com a seguinte distribuição de probabilidades: 25%, 35% e 40% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. Para a Região Sul do Brasil, incluindo o sul do Mato Grosso do Sul, a previsão por consenso indica maior probabilidade das precipitações ocorrerem em torno da faixa normal climatológica, com distribuição de 35%, 40% e 25% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. As demais áreas do País (área cinza do mapa) apresentam baixa previsibilidade climática sazonal, com igual probabilidade para as três categorias. As temperaturas médias para o trimestre JJA/2017 são previstas entre normal a acima da normal climatológica para o centro-norte do Brasil. Para a Região Sul e o sul das Regiões Sudeste e Centro-Oeste, onde as incursões de massas de ar frio ainda são frequentes no decorrer deste trimestre, a previsão é de temperaturas em torno 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 JJA

As Figuras 2 e 3 mostram os valores históricos da precipitação acumulada ao longo do trimestre junho a agosto (JJA), 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 Encruzilhada do Sul, no Rio Grande do Sul (seta vermelha nas figuras ao lado). Os mapas indicam que a faixa normal de precipitação acumulada no trimestre JJA/2017 situa-se, aproximadamente, entre 300 mm e 600 mm. Combinando esta informação com a previsão de consenso ilustrada na Figura 1, obtém-se que a probabilidade prevista da chuva acumulada em Encruzilhada do Sul-RS ficar abaixo de 300 mm neste trimestre é de aproximadamente 25%. Do mesmo modo, a probabilidade de que chuva exceda 600 mm é de 35%. Finalmente, a probabilidade prevista de que a chuva acumulada em Encruzilhada do Sul-RS fique entre 300 mm e 600 mm é de aproximadamente 40%.

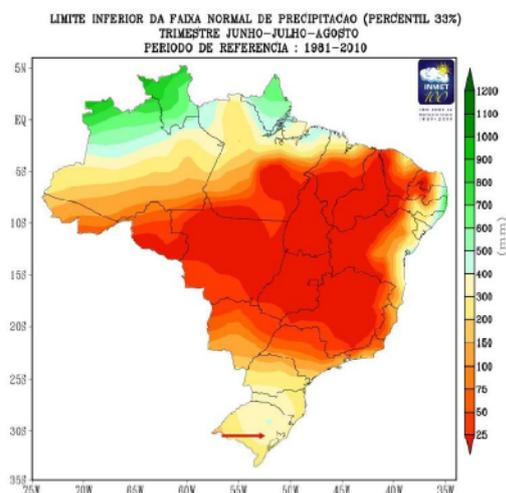


Figura 2 - Limite inferior da faixa normal de precipitação para o trimestre JJA.

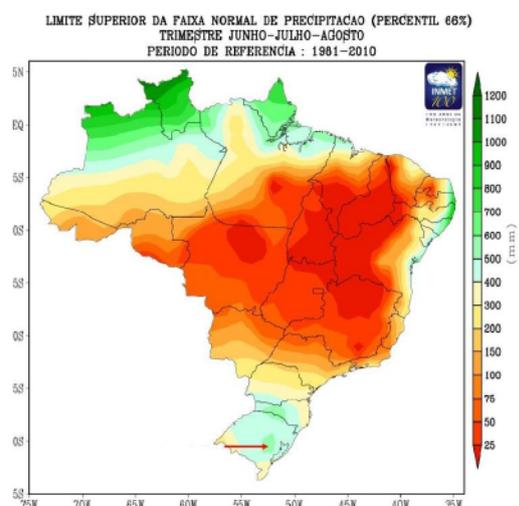


Figura 3 - Limite superior da faixa normal de precipitação para o trimestre JJA.

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

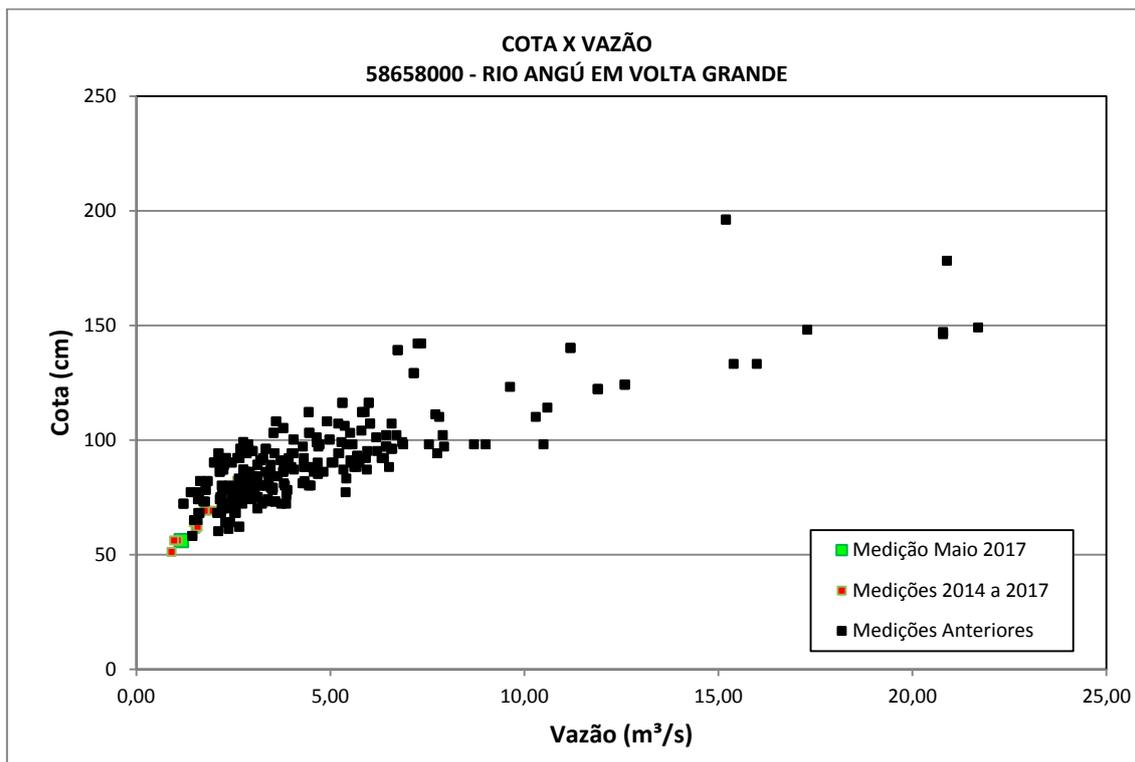


Figura 12 – Gráfico Cota x Vazão na estação Volta Grande

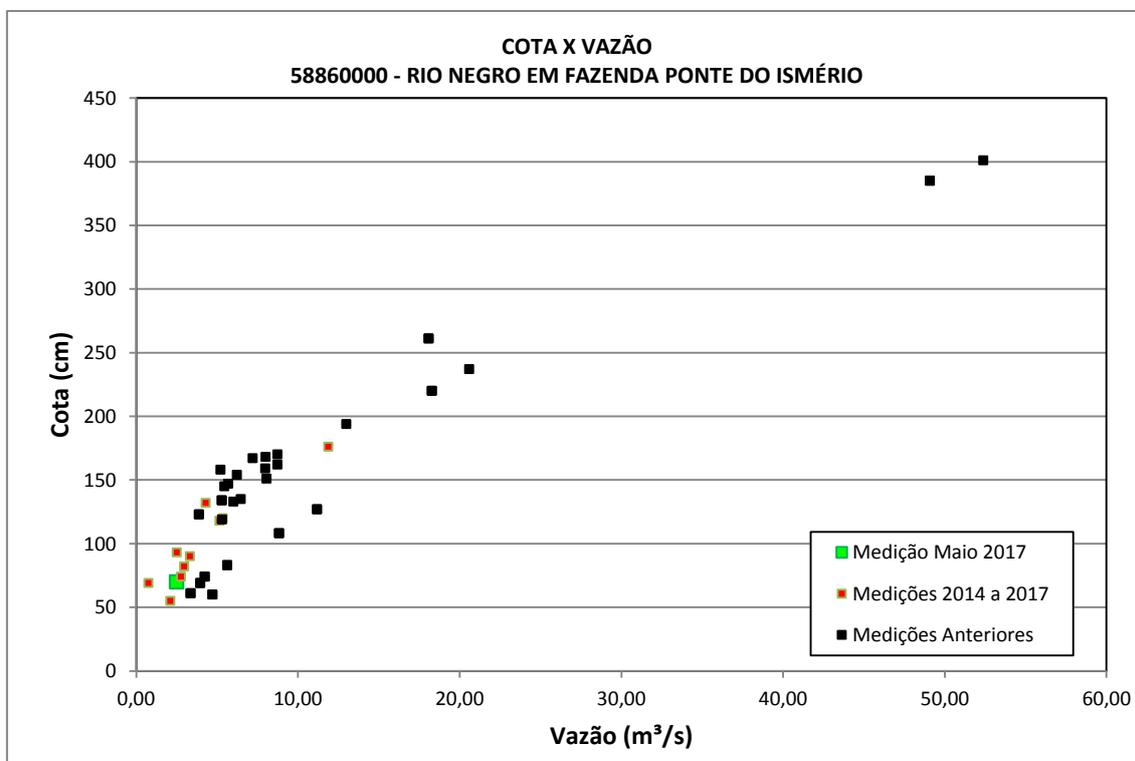


Figura 13 – Gráfico Cota x Vazão na estação Fazenda Ponte do Ismério

ANEXO III – Gráficos de qualidade de água

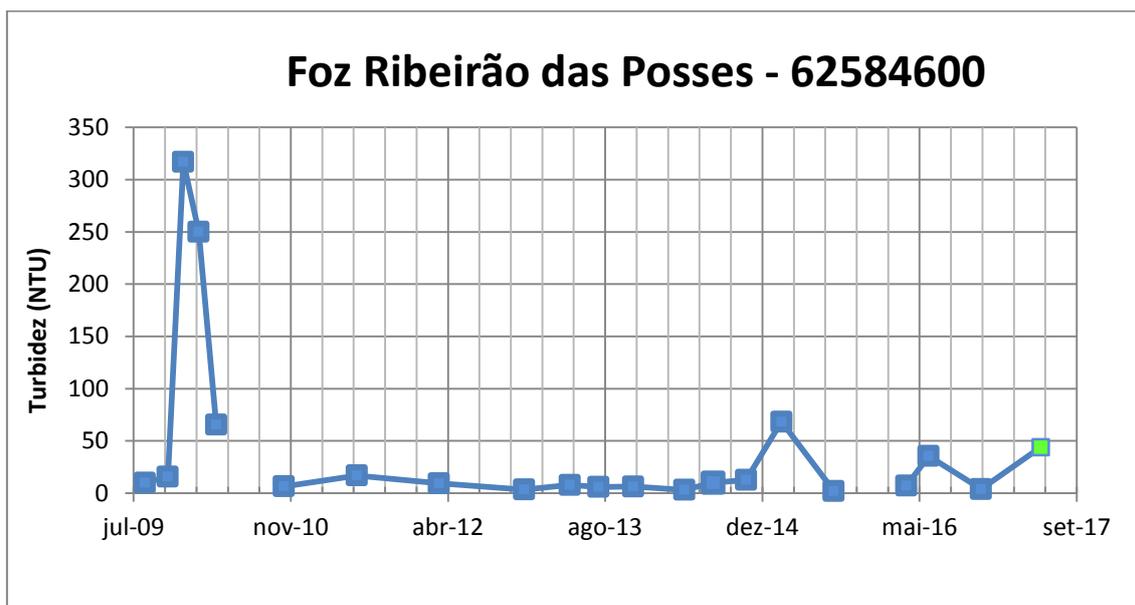


Figura 14 - Série histórica de Turbidez na estação Foz Ribeirão das Posses

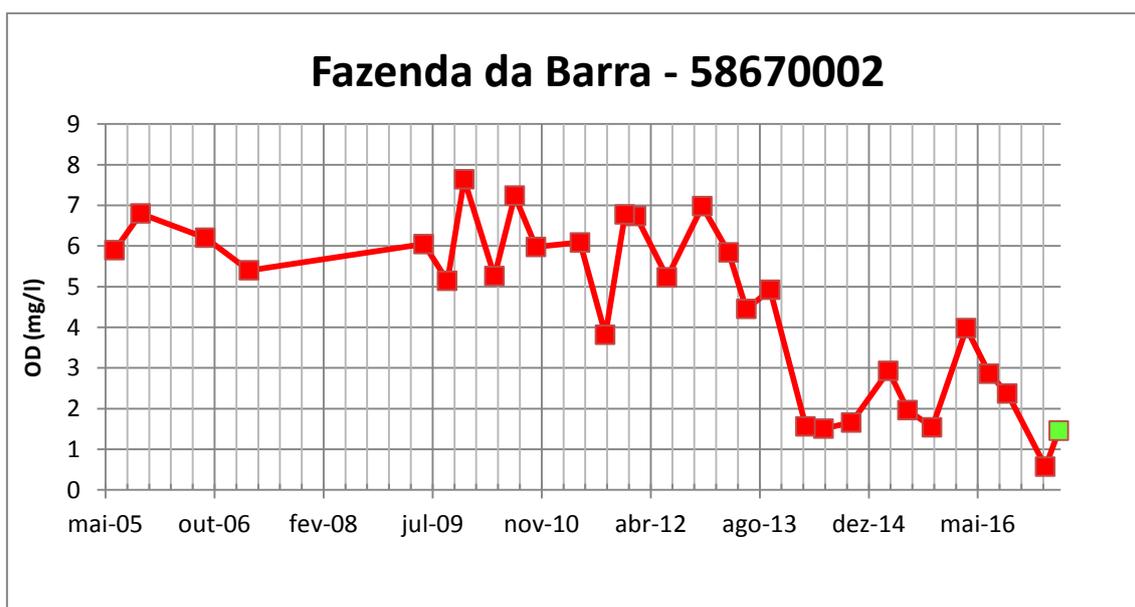


Figura 15 - Série histórica de OD na estação Fazenda da Barra

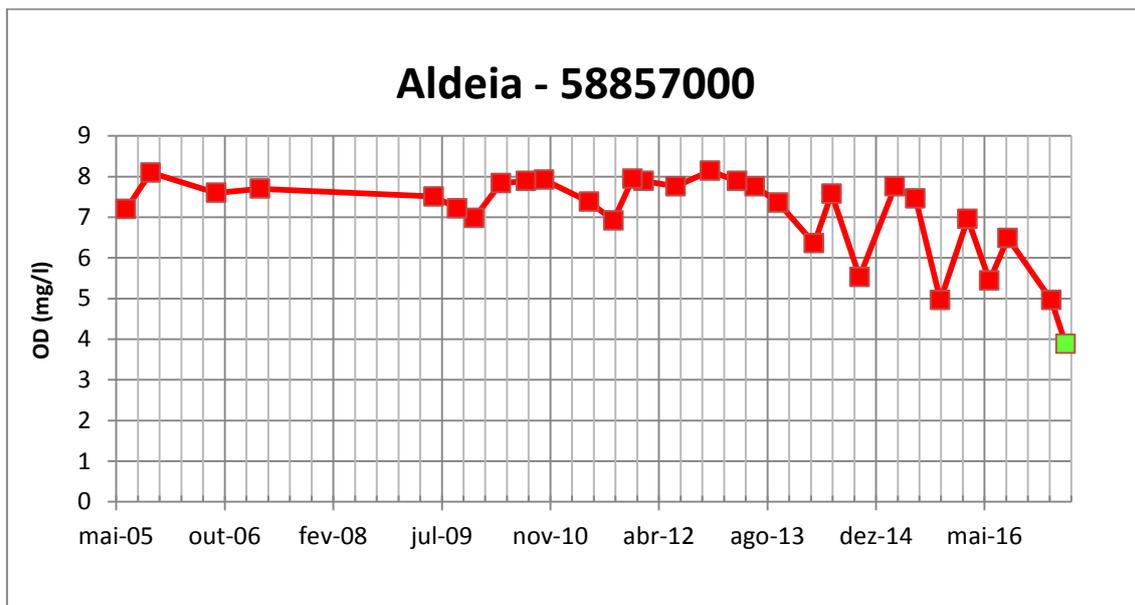


Figura 16 - Série histórica de OD na estação Aldeia

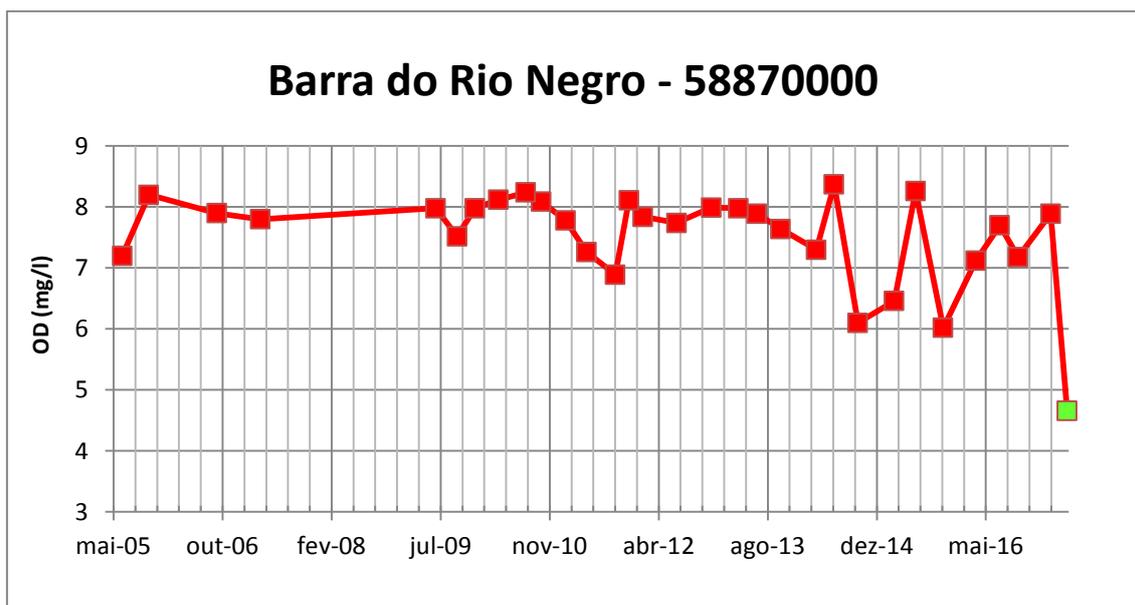


Figura 17 - Série histórica de OD na estação Barra do Rio Negro

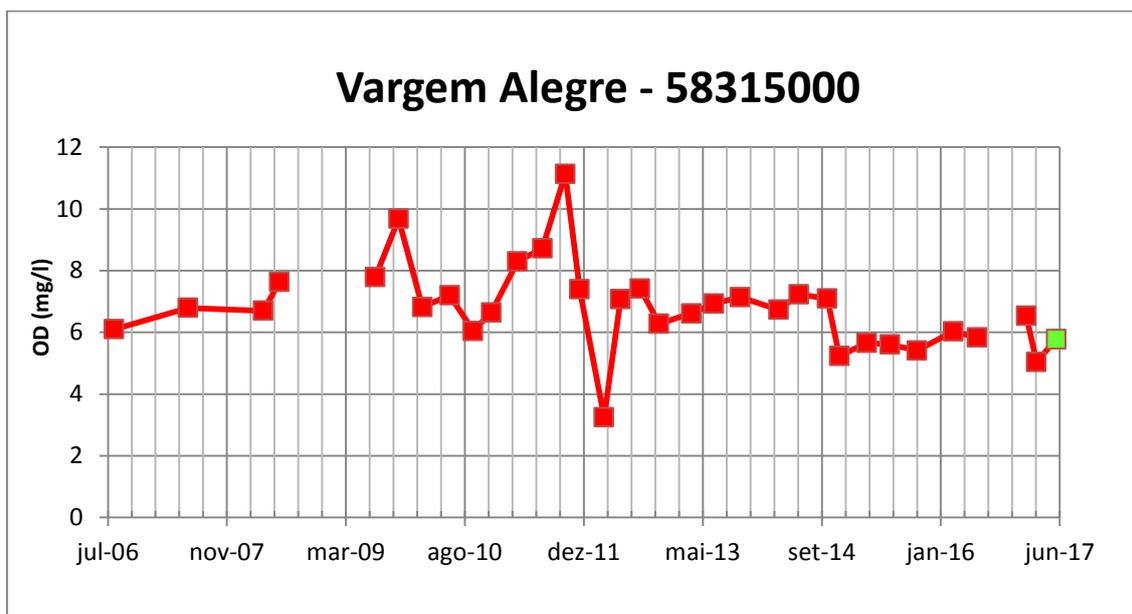


Figura 18 - Série histórica de OD na estação Vargem Alegre

ANEXO IV – Prognósticos de vazão

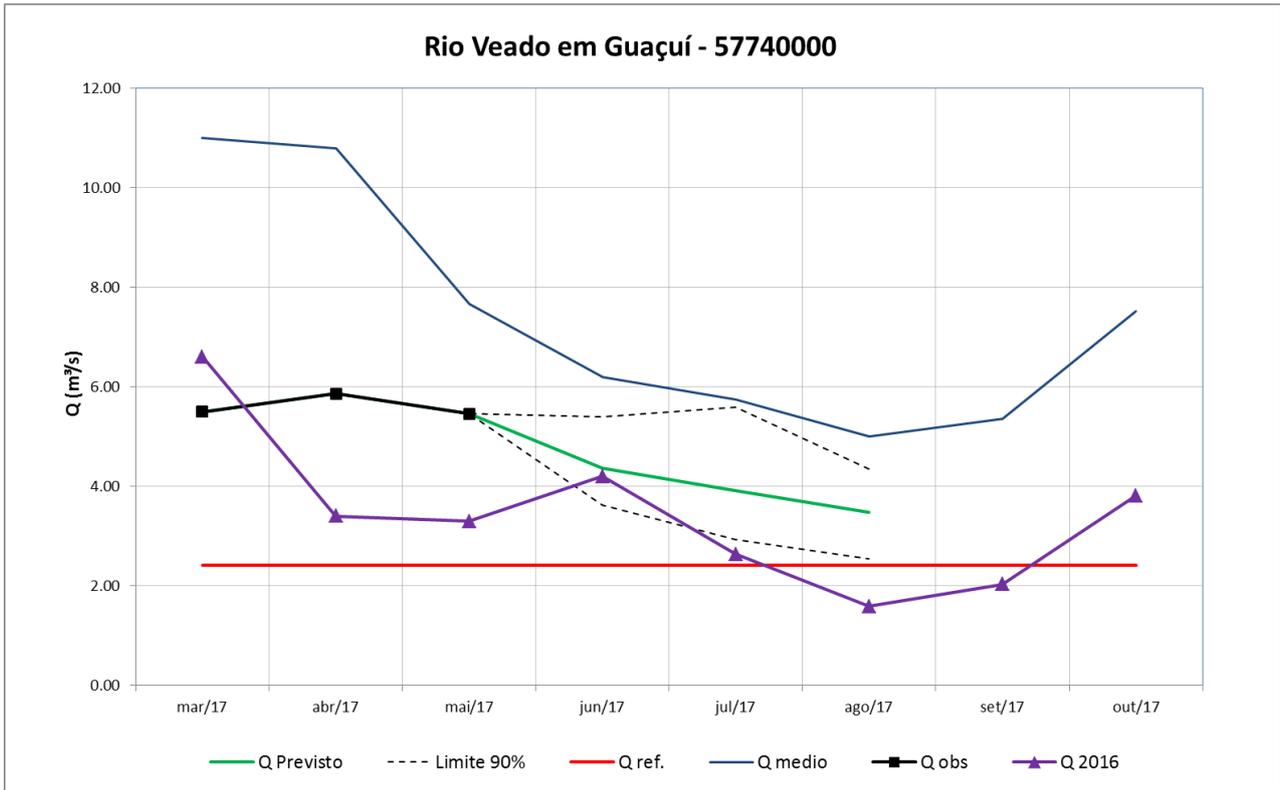


Figura 19 – Prognóstico de vazão para a estação de Guaçuí

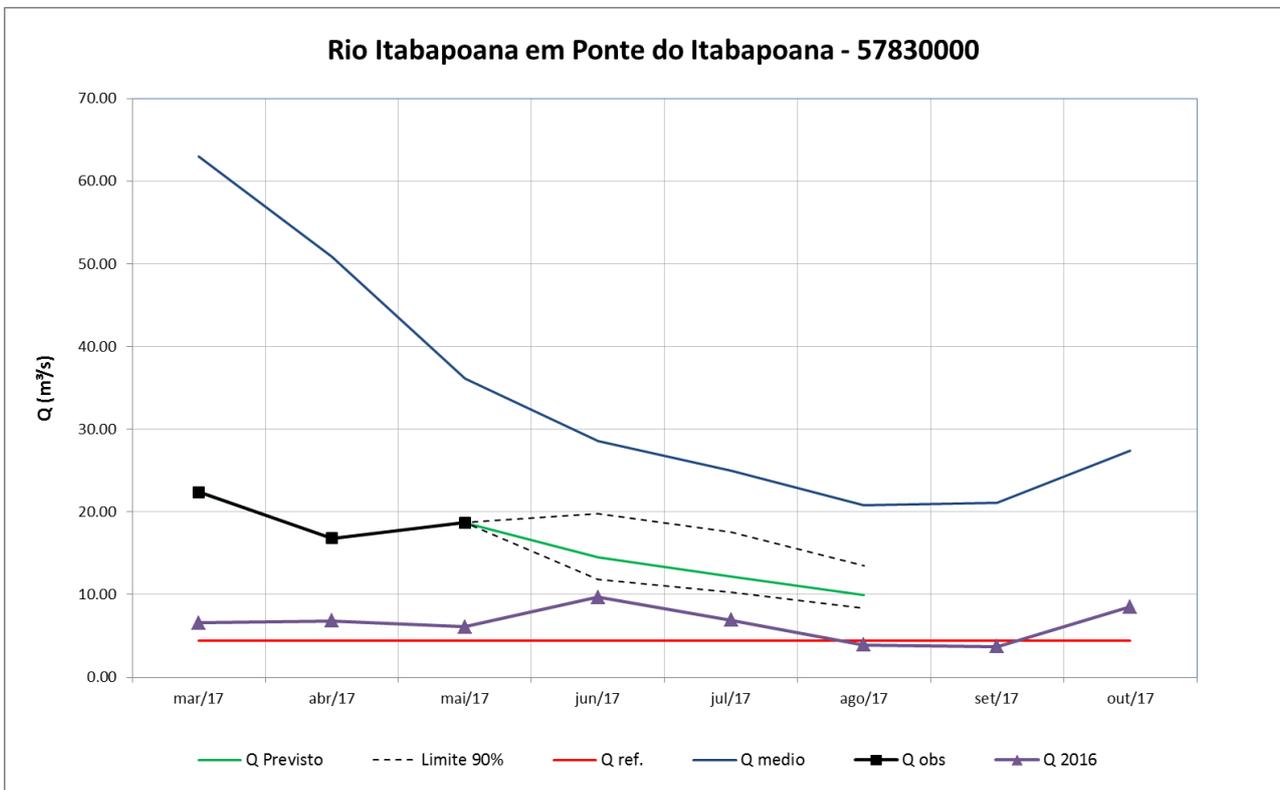


Figura 20 – Prognóstico de vazão para a estação de Ponte do Itabapoana

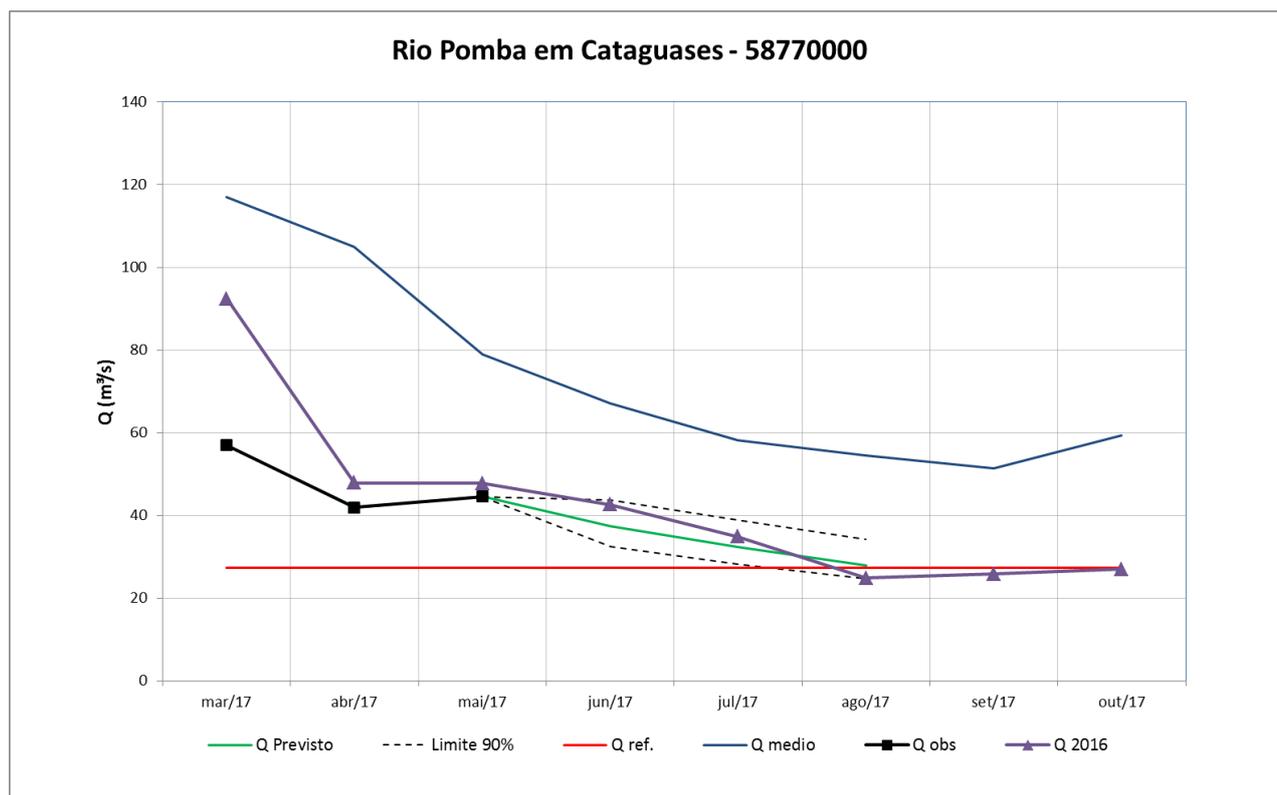


Figura 21 – Prognóstico de vazão para a estação de Cataguases

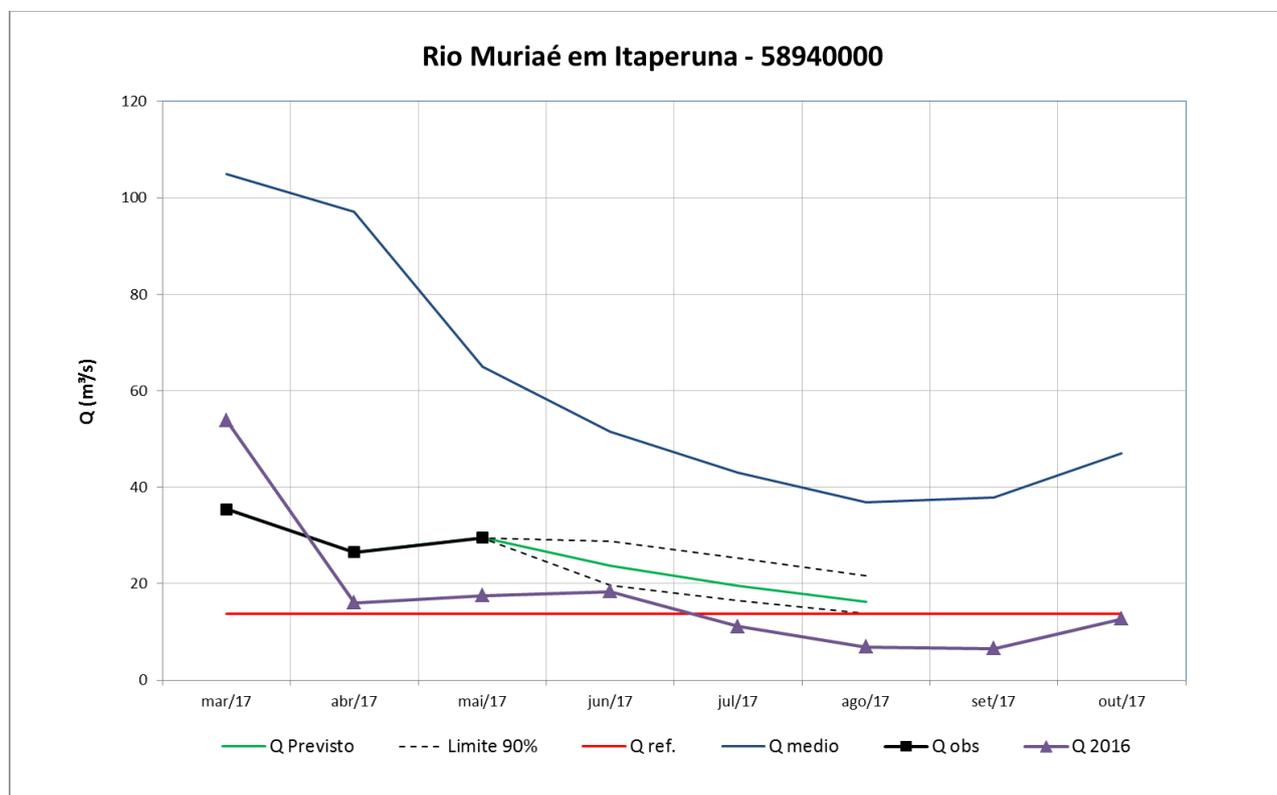


Figura 22 – Prognóstico de vazão para a estação de Itaperuna

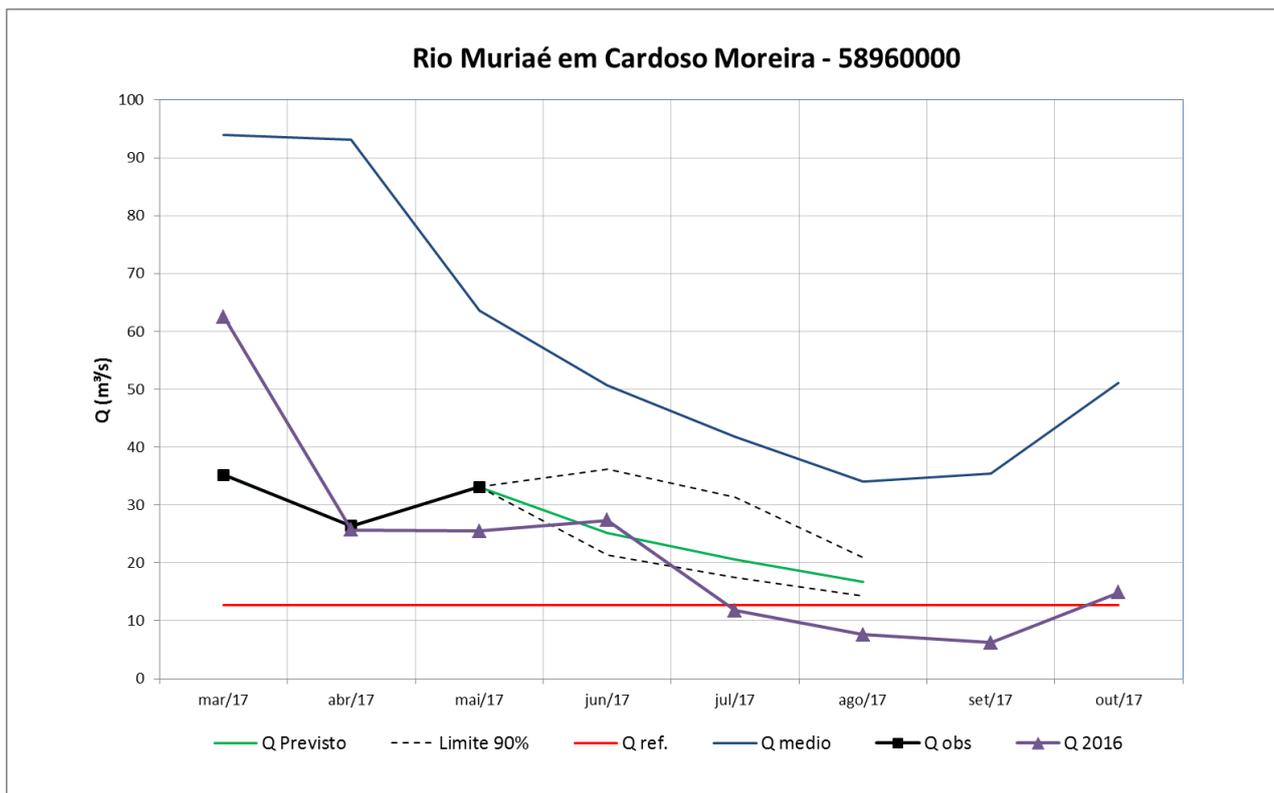


Figura 23 – Prognóstico de vazão para a estação de Cardoso Moreira

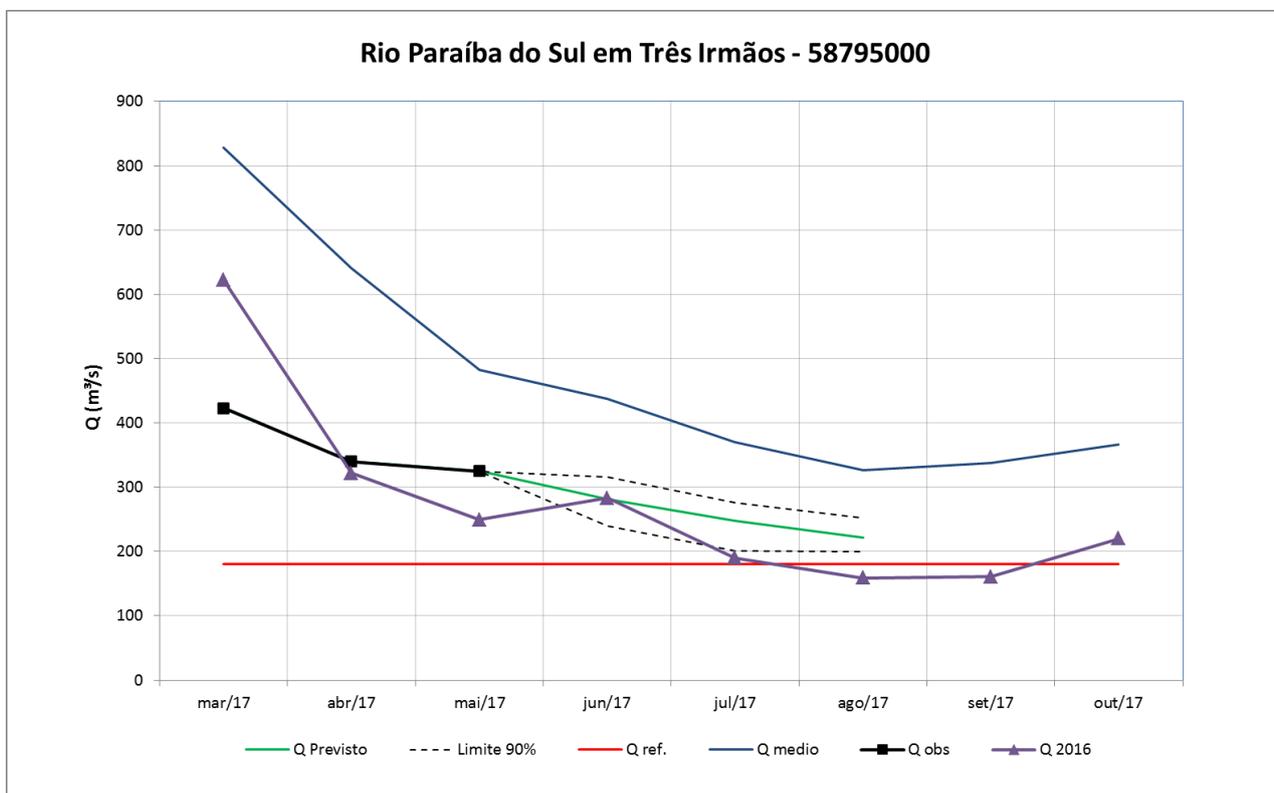


Figura 24 – Prognóstico de vazão para a estação de Três Irmãos

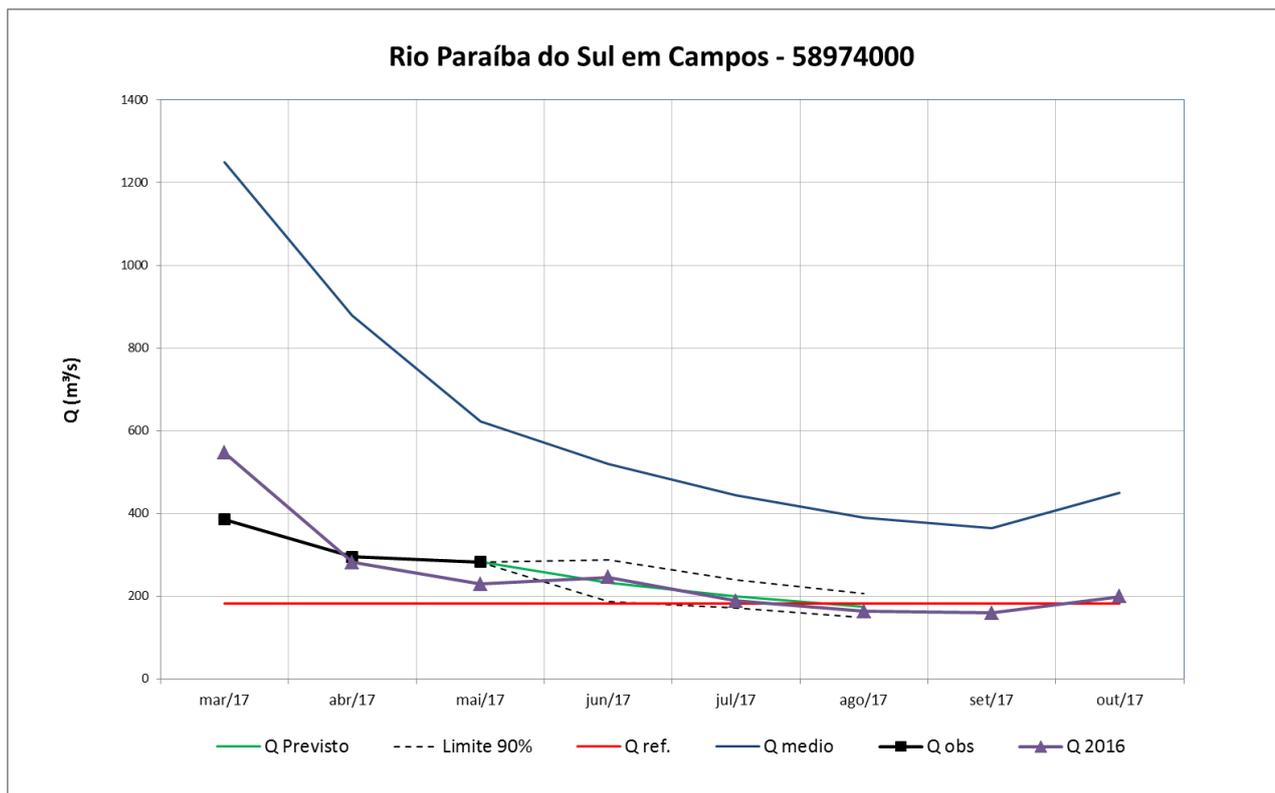


Figura 25 – Prognóstico de vazão para a estação de Campos

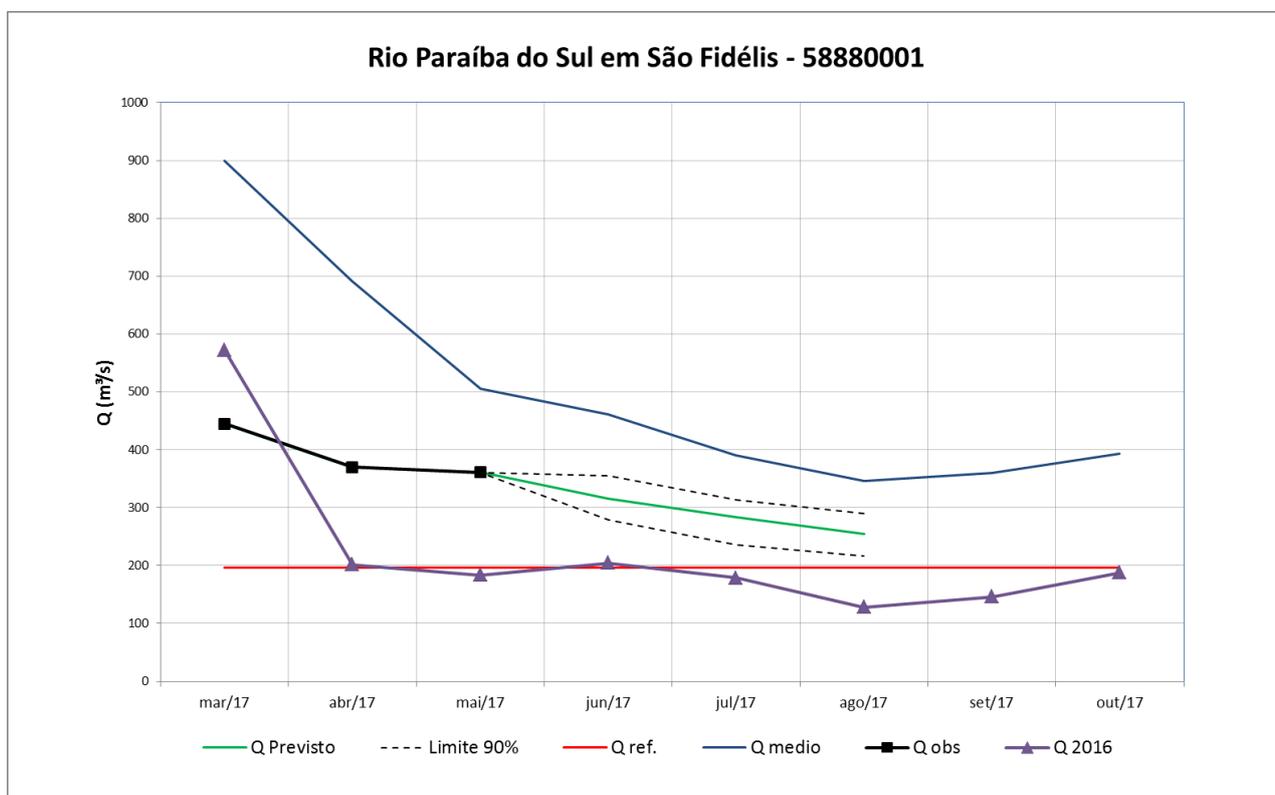


Figura 26 – Prognóstico de vazão para a estação de São Fidélis

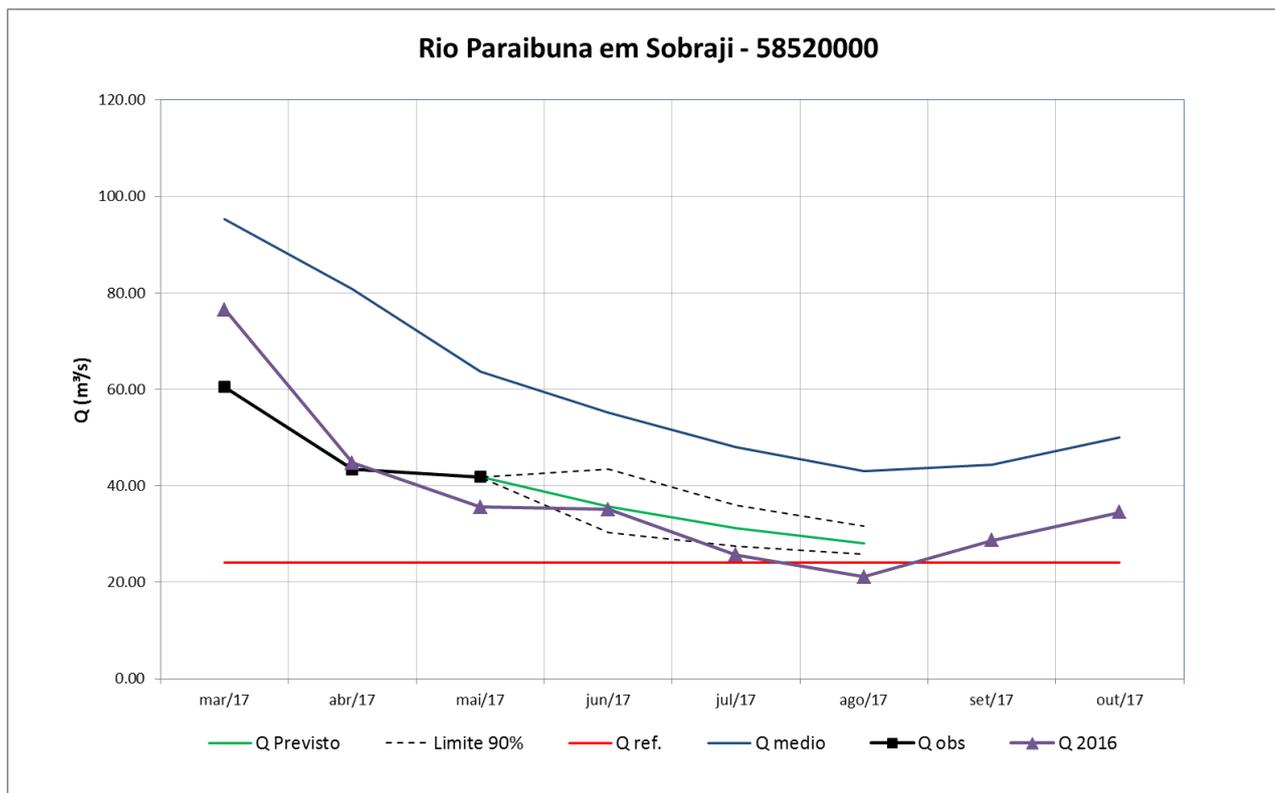


Figura 27 – Prognóstico de vazão para a estação de Sobraji

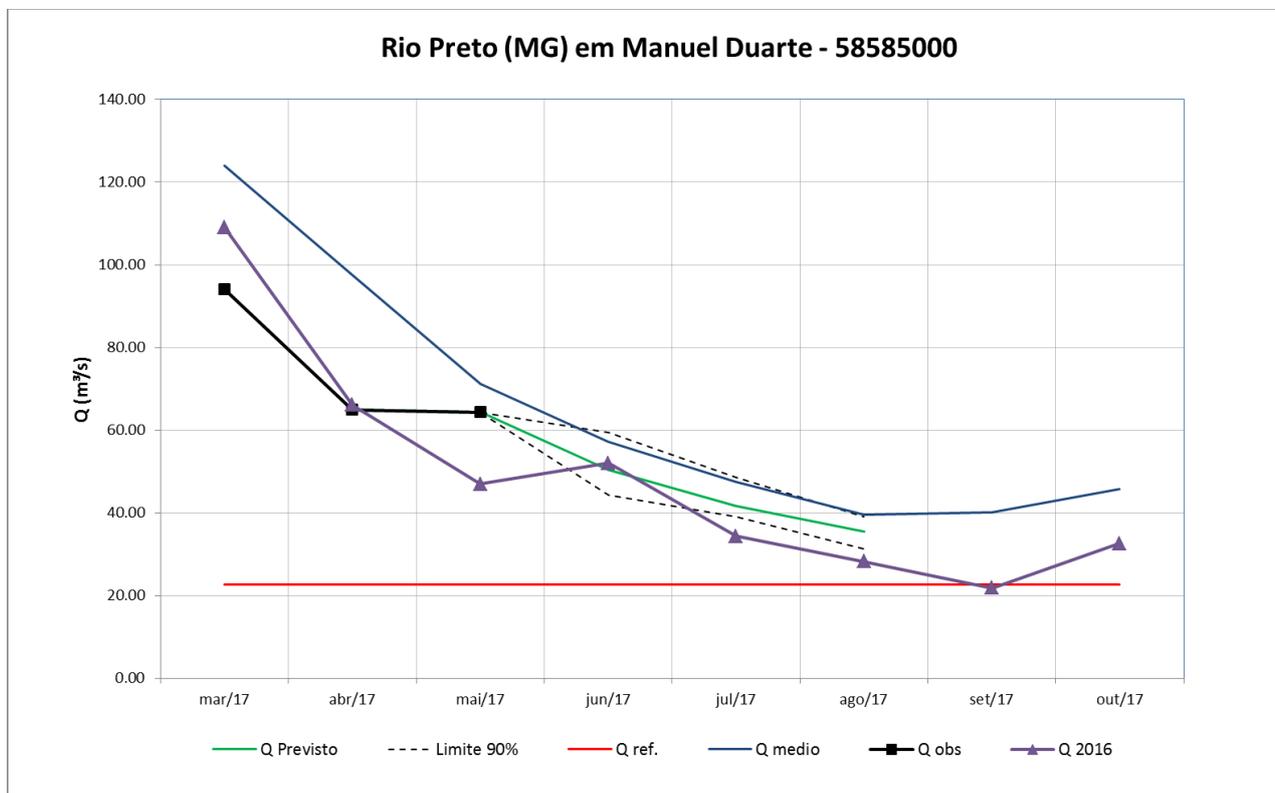


Figura 28– Prognóstico de vazão para a estação de Manuel Duarte

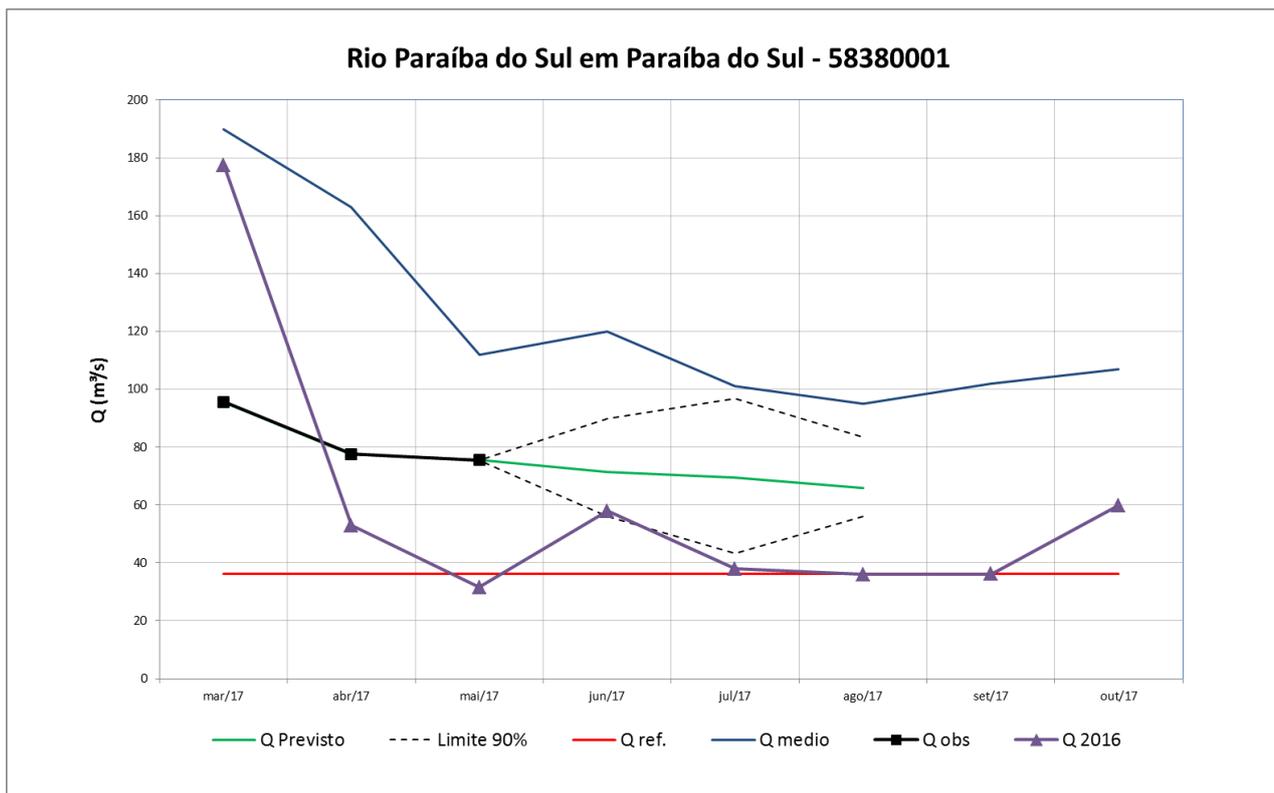


Figura 29 – Prognóstico de vazão para a estação de Paraíba do Sul

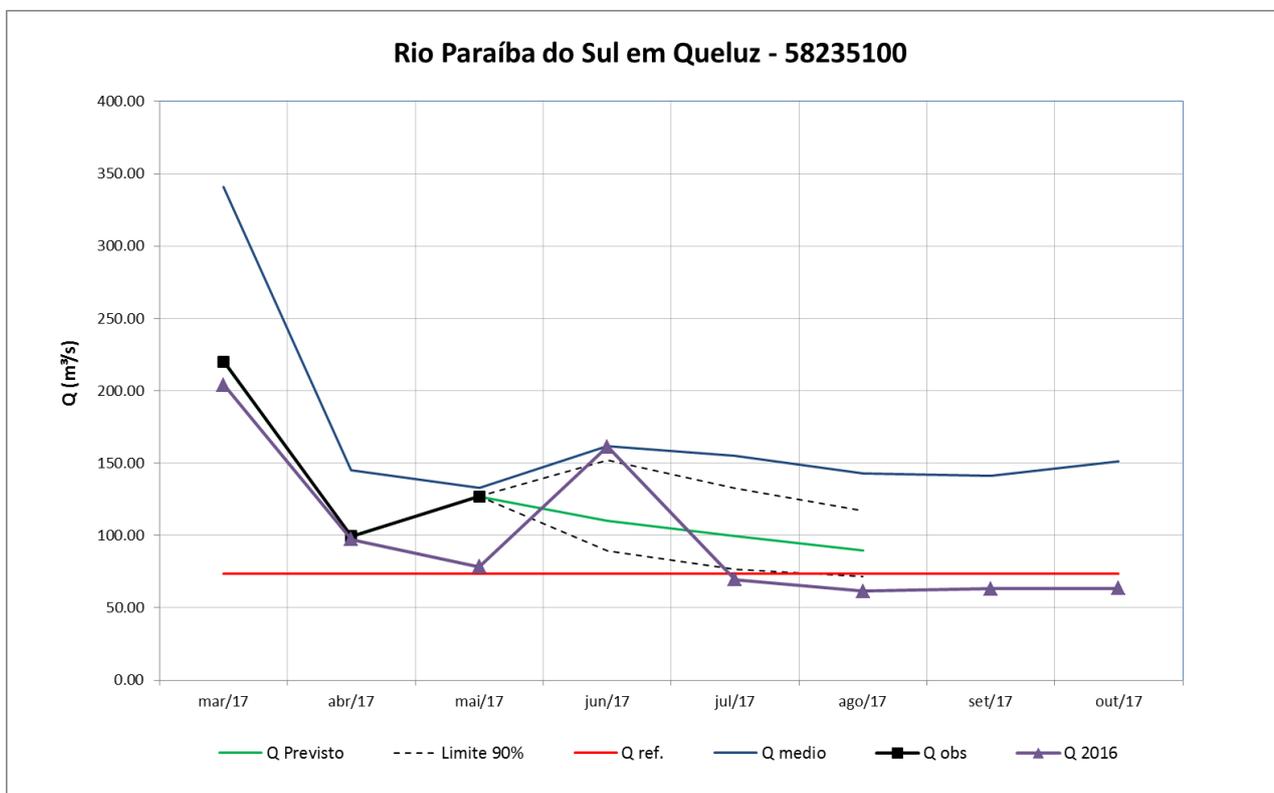


Figura 30 – Prognóstico de vazão para a estação de Queluz

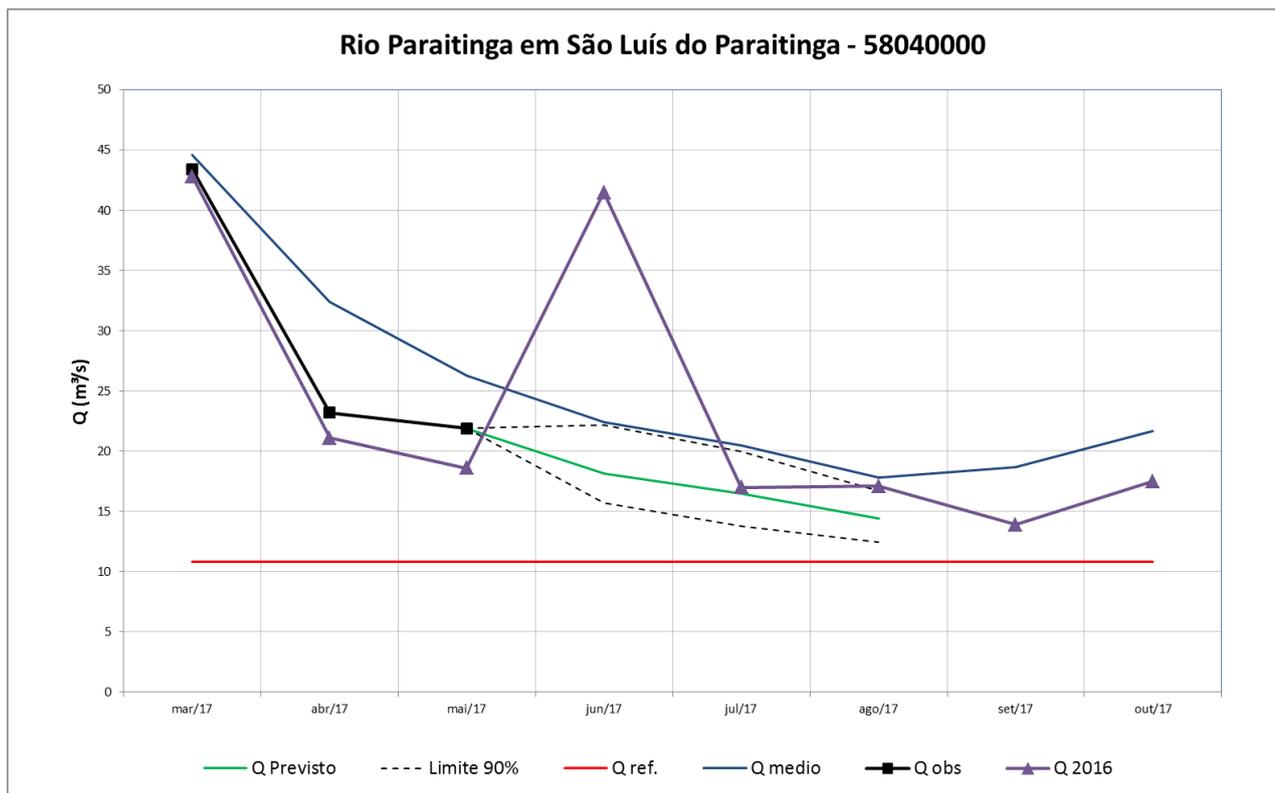


Figura 31 – Prognóstico de vazão para a estação de São Luís do Paraitinga

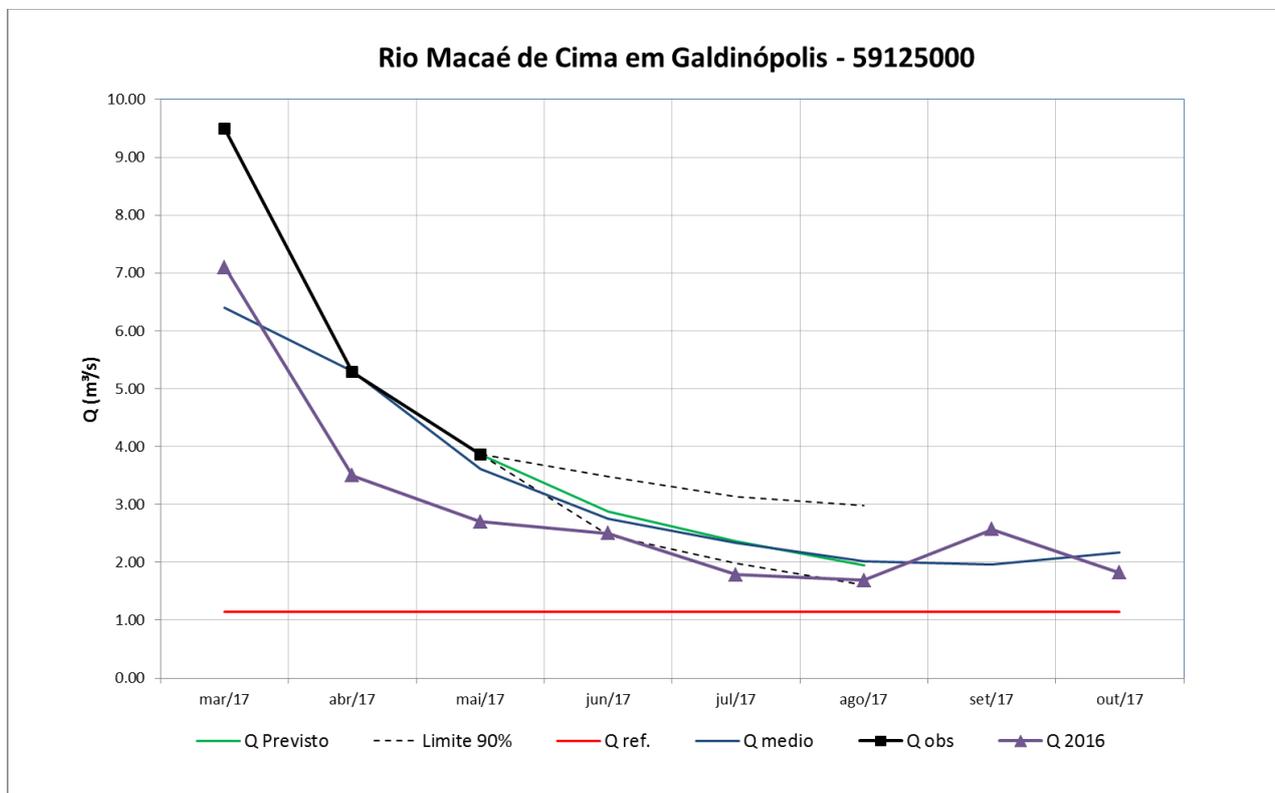


Figura 32 – Prognóstico de vazão para a estação de Galdinópolis

