

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO Nº 3

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 03/2017

Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

**SÃO PAULO
AGOSTO/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

Antonio Carlos Bacelar Nunes

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 Muriaé em Patrocínio do Muriaé por Francisco Eugênio

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	34

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 terceiro 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.

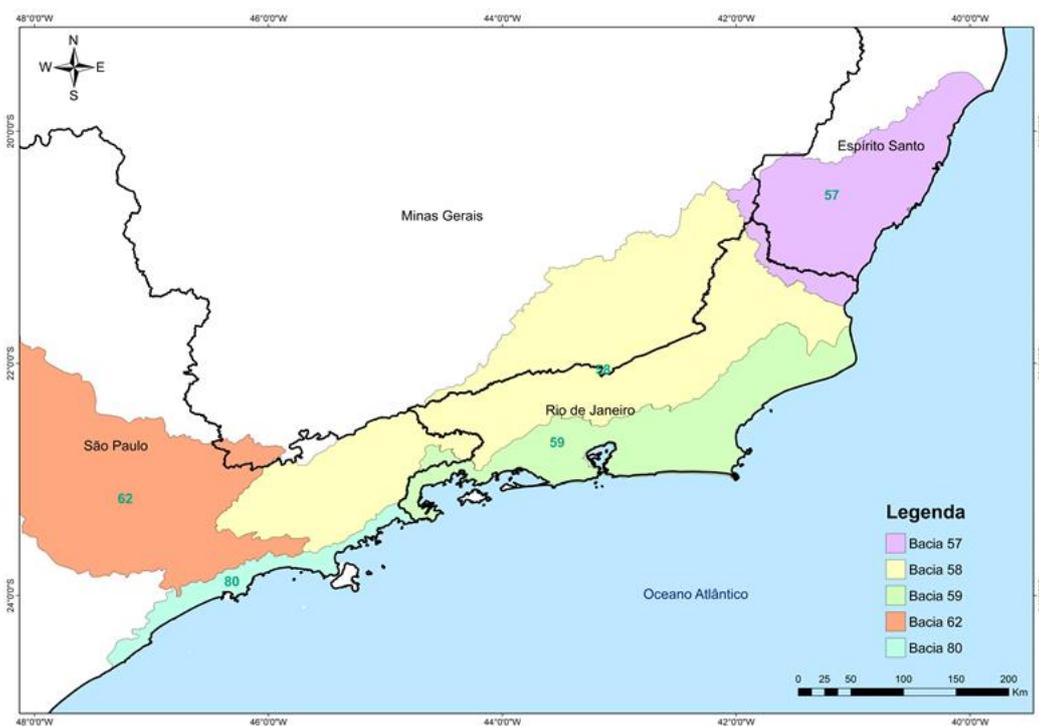


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas operadas pela Superintendência de São Paulo

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 terceiro 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 junho de 2017. Neste volume constam, também, as medições de descarga líquida realizadas durante o mês de julho 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 hidrológico, 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 agosto a outubro 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 julho e a razão entre o total precipitado em julho 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 julho 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 julho, a precipitação acumulada registrada de outubro de 2014 a julho de 2015, outubro de 2015 a julho de 2016 e a precipitação acumulada de outubro de 2016 a julho de 2017, no ano hidrológico atual, nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

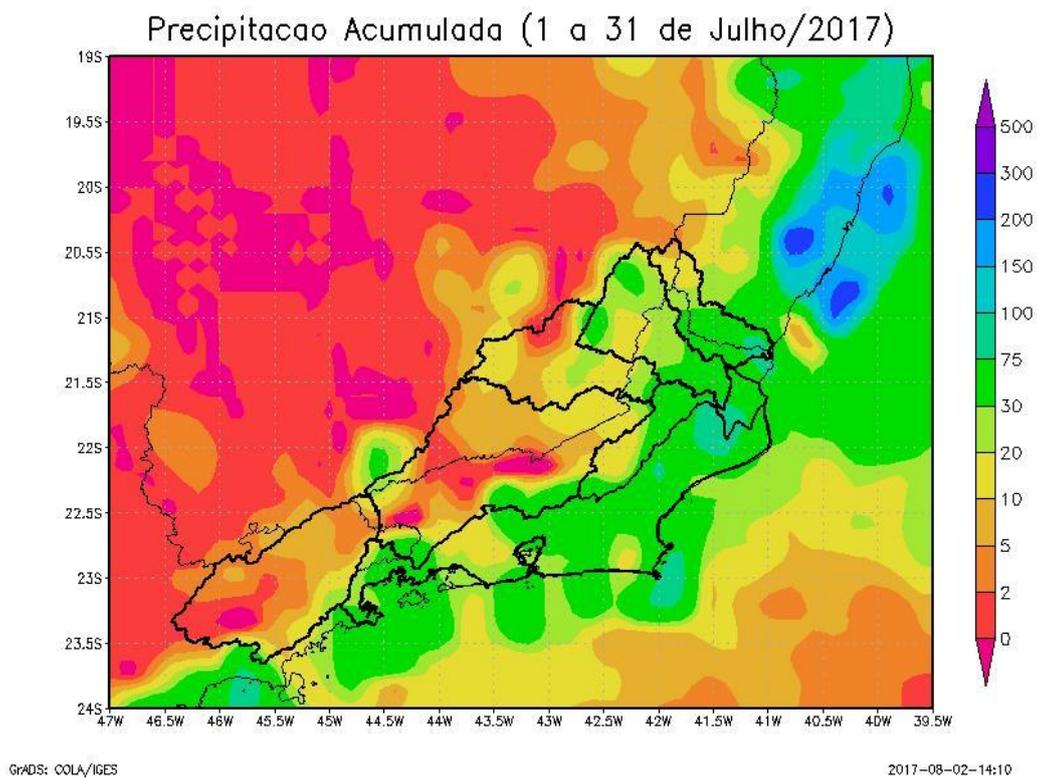


Figura 2 - Precipitação acumulada no mês de julho de 2017.

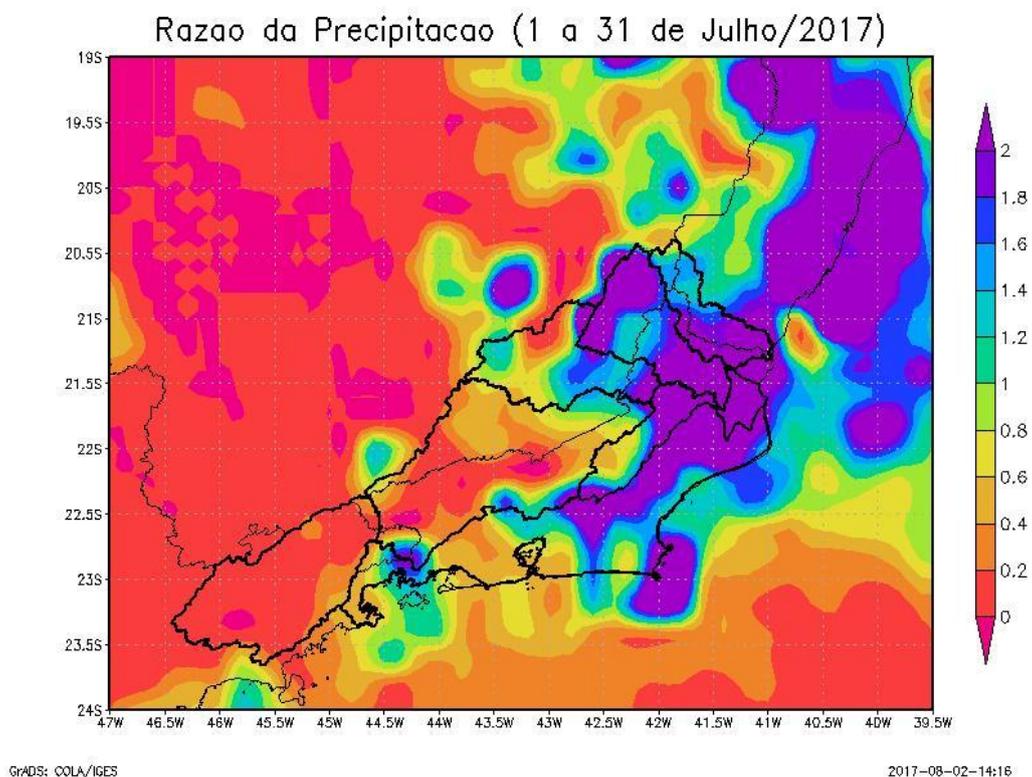


Figura 3 – Razão entre a precipitação acumulada no mês de julho de 2017 e a média histórica de julho (1998 a 2013).

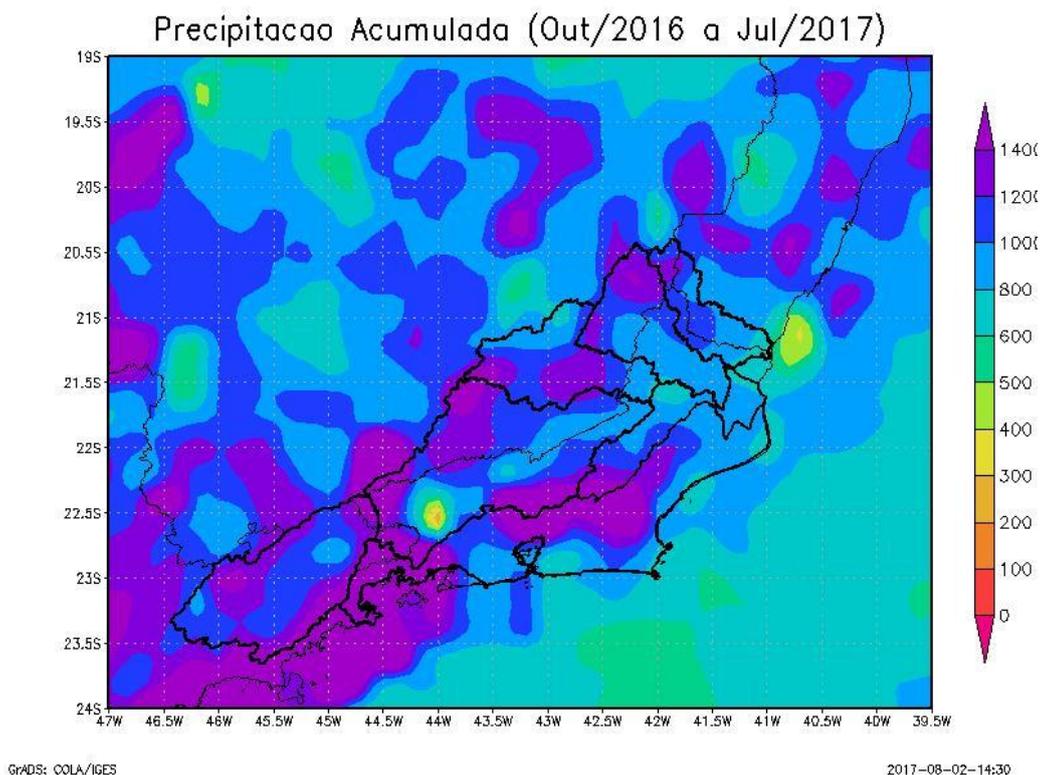


Figura 4 - Precipitação acumulada entre outubro de 2016 e julho de 2017.

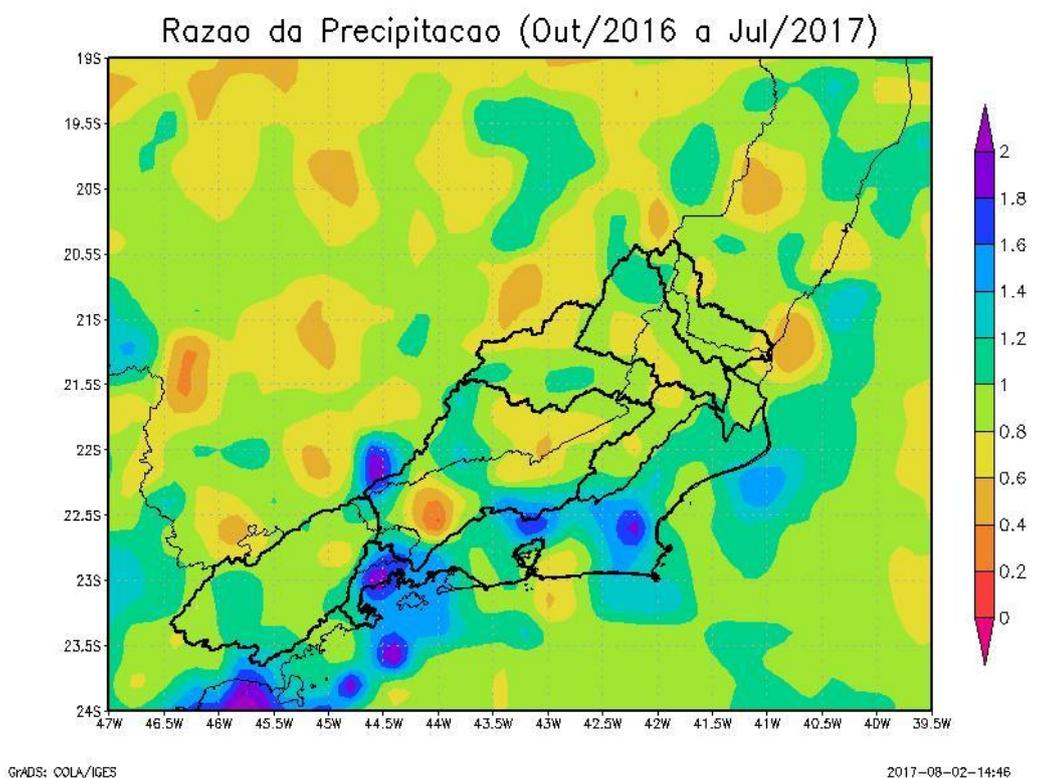


Figura 5 – Razão entre a precipitação acumulada entre outubro de 2016 e julho de 2017 e a média histórica do período (1998 a 2013).

Analisando as Figuras 2 e 3 é possível verificar que no mês de julho as precipitações acumuladas ficaram acima da média mensal histórica em algumas regiões da área de atuação da SUREG/SP, principalmente na Bacia do Rio Itabapoana, Bacia do Rio Muriaé, Bacia do Baixo Paraíba do Sul, e em partes da Bacia do Rio Pomba e Bacia 59. A região da Bacia do Alto e Médio Paraíba do Sul apresentaram precipitações abaixo da média histórica.

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

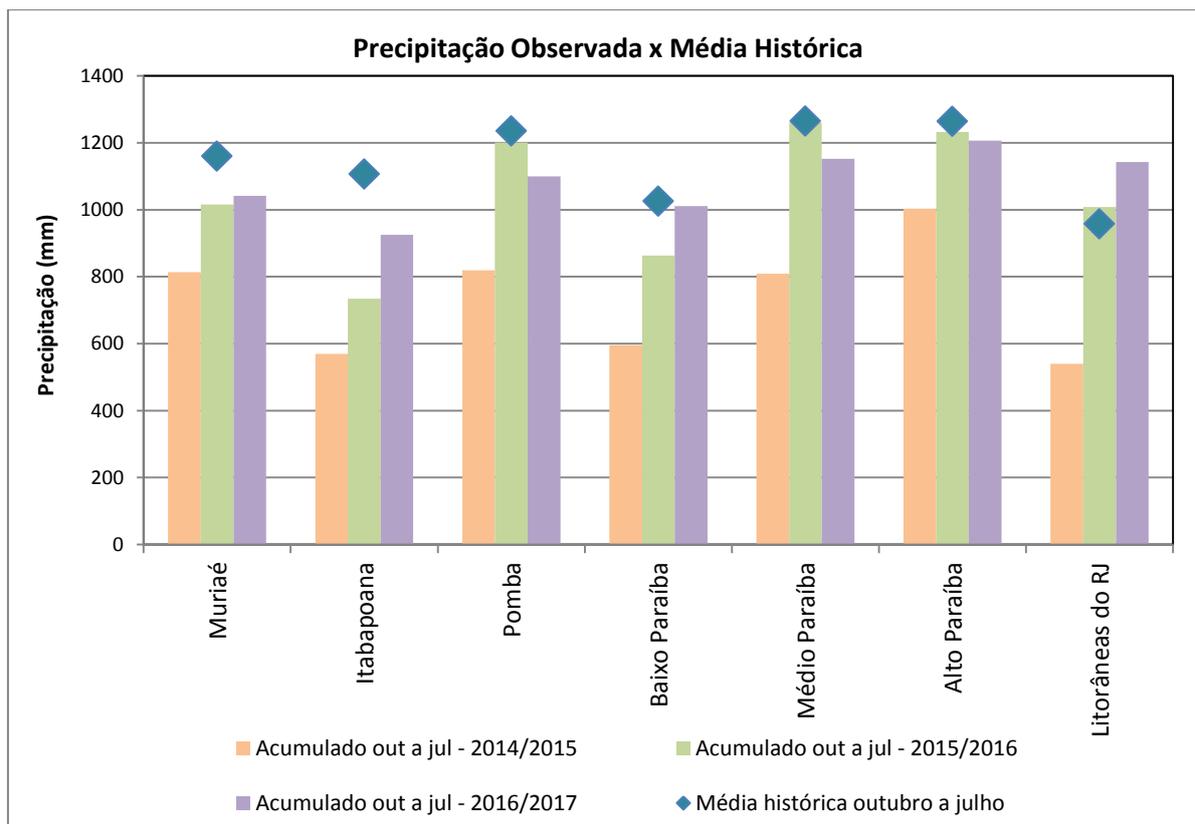


Figura 6 - Comparação entre a precipitação média histórica de outubro a julho, a precipitação acumulada de outubro de 2014 a julho de 2015, outubro de 2015 a julho de 2016, e outubro de 2016 a julho de 2017 nas bacias da área de atuação da SUREG/SP.

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, e Bacia do Rio Muriaé o acumulado no atual ano hidrológico é superior a 90% da média histórica. Percebe-se que as Bacias do Rio Itabapoana e rio Pomba estavam muito abaixo da média no ano hidrológico 2014/2015 e que a situação em ambas as bacias vem melhorando; no atual ano hidrológico a precipitação acumulada corresponde a 84% e 89% da média histórica, respectivamente.

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 julho de 2017 com as vazões de referência, as vazões e precipitações médias históricas, ilustrando assim a situação da atual estiagem. Não foi possível obter os dados observados em julho das estações de Itaperuna e Guaçuí.

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 Paraibuna (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

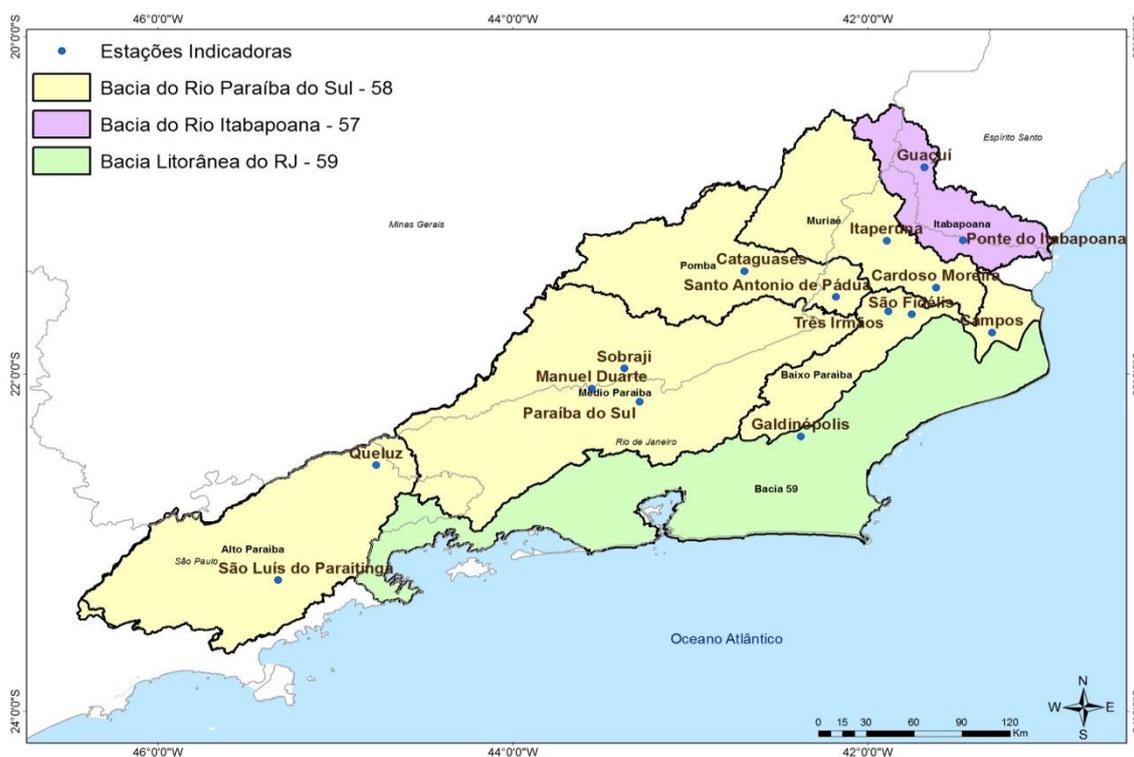


Figura 7 - Localização das estações fluviométricas indicadoras

Tabela 2 - Relação das estações indicadoras em julho de 2017

Código	Nome	Pmed jul (mm)	PObs* jul/17 (mm)	Qmed jul (m ³ /s)	Q95% (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Qmed jul/17 (m ³ /s)	Razão entre Qmed jul-17/ Qmed jul	Cota em 31/07/17 (cm)	Vazão em 31/07/17 (m ³ /s)
57740000	Guaçuí	27.4	-	5.7	3.9	2.4	-	-	-	-
57830000	Ponte do Itabapoana	31.4	53	25	14	4.4	13.1	0.52	68	9.14
58040000	São Luís do Paraitinga	28.1	1.5	20.5	14.8	10.8	16	0.78	147	14.7
58235100	Queluz	23.1	0	150	99.3	73.8	157	1.05	148	169
58380001	Paraíba do Sul	12.8	0	101	49.8	36.2	70.5	0.70	95	70.1
58520000	Sobraji	14.7	3.8	47.7	34	24.1	22.9	0.48	26	15.2
58585000	Manuel Duarte	16.7	0	46.7	32.6	22.7	34.5	0.74	116	28.4
58770000	Cataguases	20.6	9.5	57.6	38	27.3	29.7	0.52	73	23.9
58790002	Stº Antº de Pádua II	23.3	15	64.8	*	*	37.6	0.58	45	25.4
58795000	Três Irmãos	21.4	25.6	370	252	180	245	0.66	77	193
58880001	São Fidélis	21.1	25.3	383	255	197	273	0.71	57	252
58940000	Itaperuna	17.7	-	42.2	25.8	13.7	-	-	-	-
58960000	Cardoso Moreira	22.4	27.2	42.5	22.7	12.7	29.4	0.69	65	21.3
58974000	Campos	41.9	57.7	443	264	181	211	0.48	464	190
59125000	Galdinópolis	50.9	86	2.3	1.6	1.2	3.72	1.62	47	2.4

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

Verifica-se que no mês de julho grande parte das estações teve vazão média mensal inferior à vazão média histórica, com exceção da estação de Galdinópolis, na Bacia 59, e Queluz, na Bacia do Alto Paraíba do Sul. Com relação à precipitação, em seis estações o acumulado de julho ultrapassou a média mensal histórica. Todas as estações apresentaram as vazões médias acima da $Q_{7,10}$ em julho, porém em cinco estações a vazão média mensal é inferior a Q_{95} .

Analisando a Figura 8 é possível comparar as vazões de julho 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 superiores às vazões médias de 2016 em nove estações indicadoras.

As Figuras 9 e 10 apresentam as razões entre a vazão média de julho e a média mensal histórica, e a vazão média de julho de 2017 com a média de julho de 2016, respectivamente. Pode-se perceber que a situação está menos crítica na bacia do Alto Paraíba do Sul e Bacia 59; com relação ao ano de 2016, a Bacia do Alto e Médio Paraíba do Sul e do Rio Pomba apresentam vazões inferiores àquelas observadas em julho de 2016.

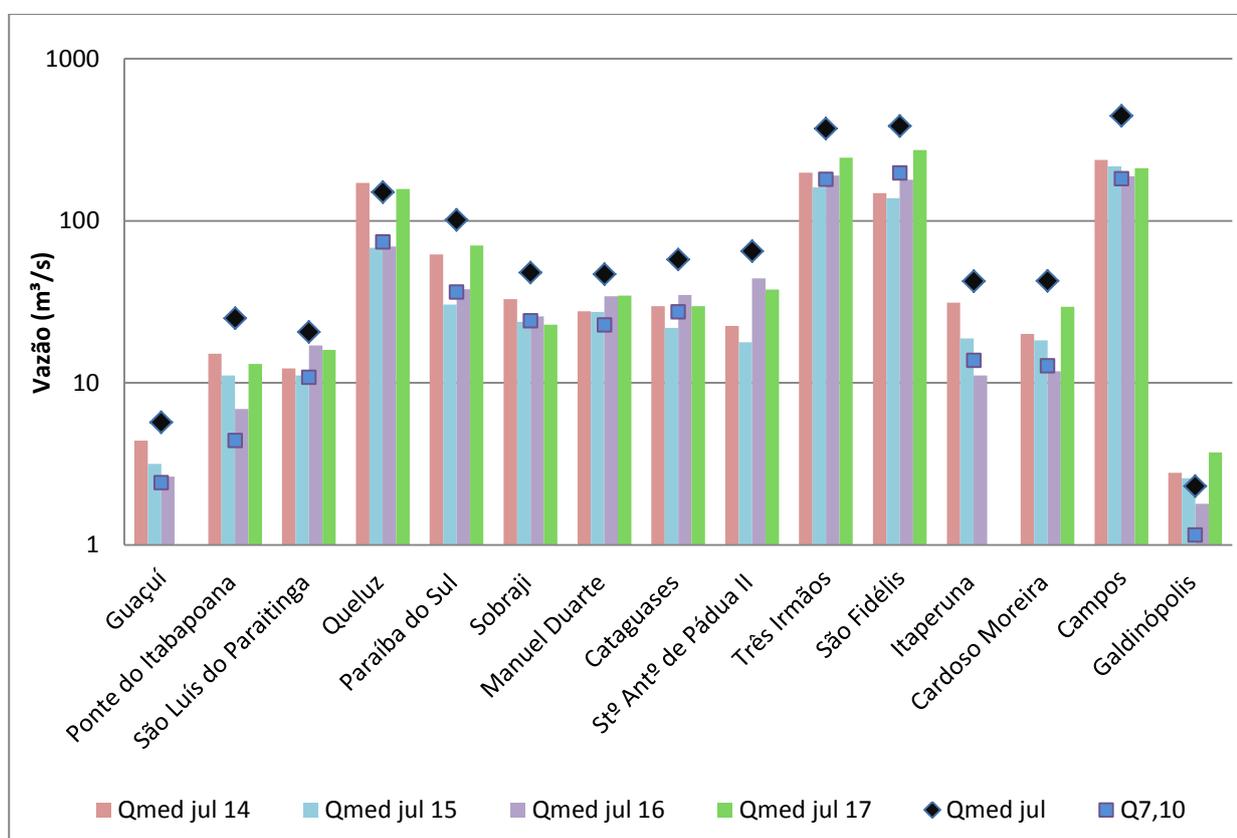


Figura 8 – Comparação entre a vazão média de julho de 2014, 2015, 2016 e 2017, média histórica de julho e vazão de referência $Q_{7,10}$ nas estações indicadoras.

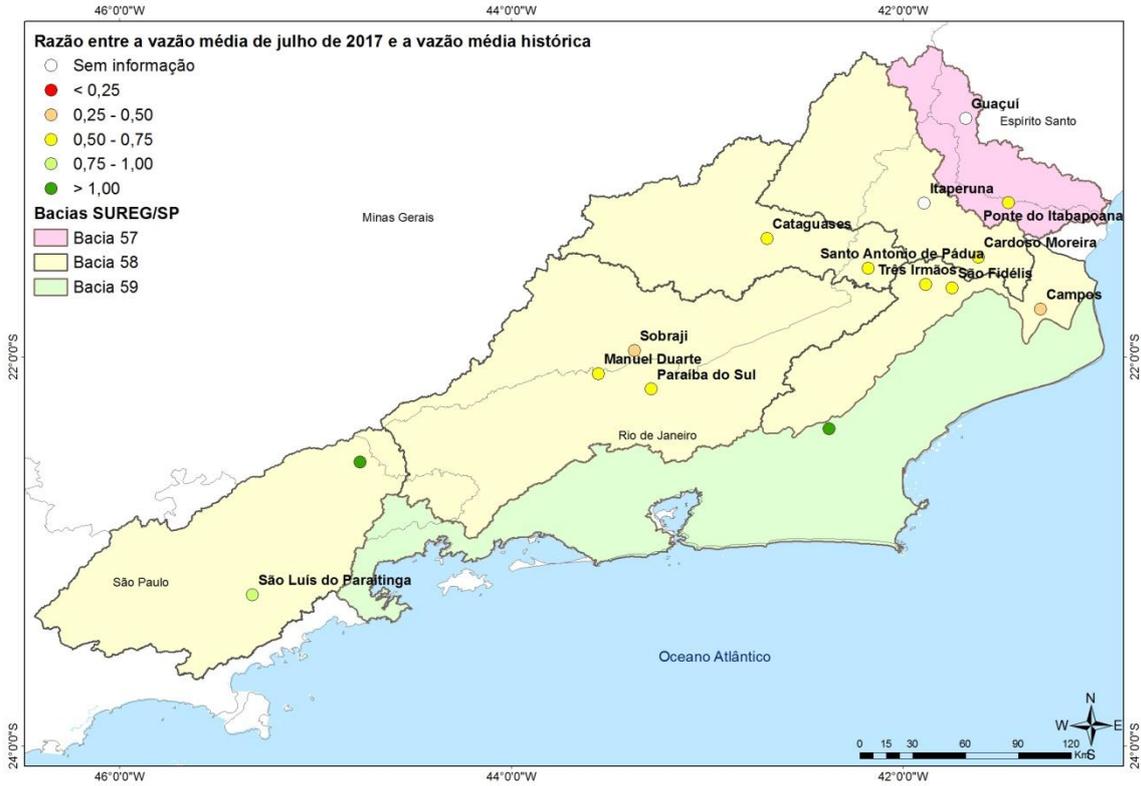


Figura 9 – Comparação entre a vazão de julho de 2017 e a média histórica

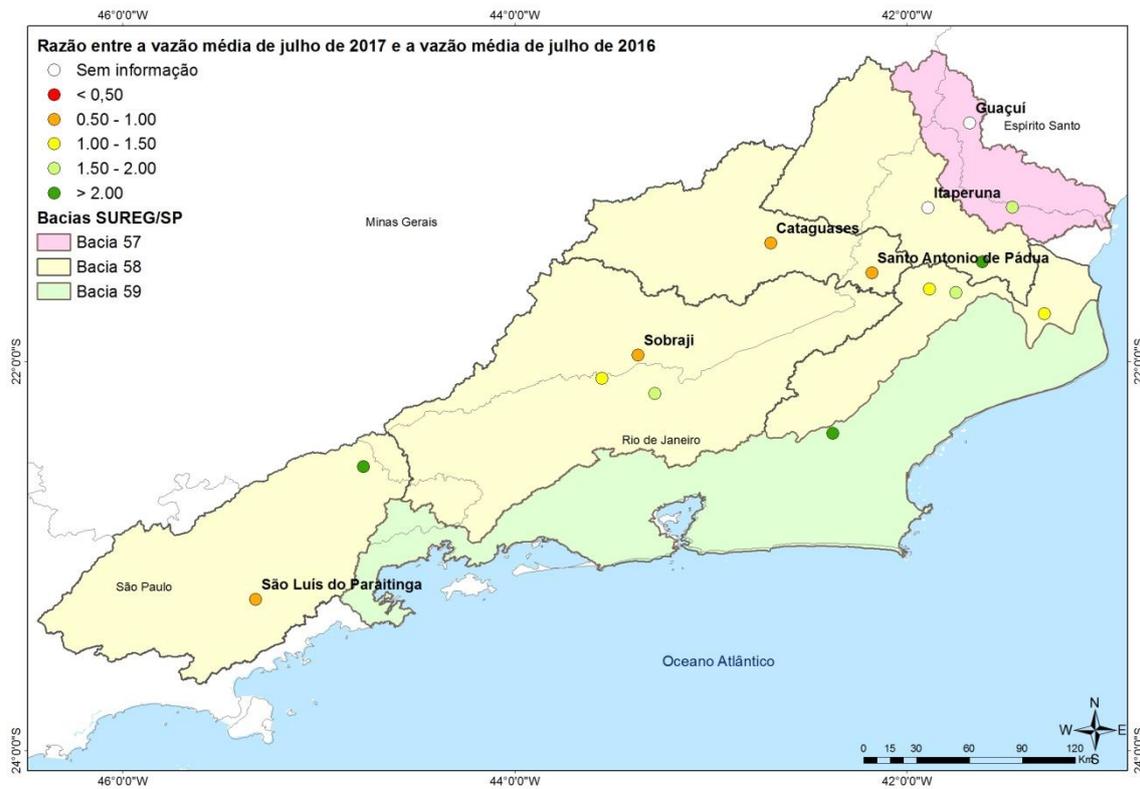


Figura 10 – Comparação entre a vazão de julho de 2017 e a vazão de julho de 2016

4.4 Análise da vazão medida

As equipes de campo realizaram medições de vazão durante o mês de julho de 2017 em 22 estações, nos roteiros 9 e 98. As Tabelas 3 e 4 apresentam a relação das estações visitadas em julho e o resumo das medições de comparadas com a vazão mínima histórica medida até 2013, respectivamente.

A Figura 11 apresenta a razão entre as vazões medidas em julho de 2017 e a mínima medida até 2013. Analisando a figura verifica-se que no mês de julho foi medida vazão mínima na estação de Santa Cruz, na Bacia do Rio Itabapoana. No Anexo II está apresentado o gráfico de cota x vazão de Santa Cruz.

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

Código	Estação	Rio	Lat	Long	AD (Km ²)
57700000	Caiana	Rio São João	-20:41:41	-041:55:17	406
58930000	Carangola	Rio Carangola	-20:44:24	-042:01:26	773
58917000	Jussara	Rio Glória	-20:54:40	-042:20:54	744
58910000	Fazenda Umbaúbas	Rio Preto	-21:03:02	-042:30:51	151
58920000	Patrocínio do Muriaé	Rio Muriaé	-21:09:02	-042:12:52	2660
58916000	Bicuiba	Rio Glória	-20:46:22	-042:18:04	393
58960000	Cardoso Moreira	Rio Muriaé	-21:29:14	-041:37:00	7210
57720000	Dores do Rio Preto	Rio Preto	-20:41:11	-041:50:48	222
57740000	Guaçuí	Rio Do Veado	-20:46:20	-041:40:52	408
57880000	Mimoso do Sul	Rio Muqui Do Sul	-21:03:53	-041:21:46	365
57830000	Ponte do Itabapoana	Rio Itabapoana	-21:12:22	-041:27:50	2720
57930000	Santa Cruz	Rio Itabapoana	-21:13:19	-041:18:29	3620
57770000	São José do Calçado	Rio Calçado	-21:01:43	-041:39:07	153
58380001	Paraíba do Sul	Rio Paraíba Do Sul	-22:09:46	-043:17:11	21400
58974000	Campos - Ponte Municipal	Rio Paraíba Do Sul	-21:45:12	-041:18:01	55700
58934000	Porciuncula	Rio Carangola	-20:57:48	-042:02:14	1340
58940000	Itaperuna	Rio Muriaé	-21:12:26	-041:53:32	5800
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
58520000	Sobraji	Rio Paraíbauna	-21:58:00	-043:22:28	3640
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

Ad: Área de Drenagem

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

Código	Estação	Cota (cm)	Vazão (m ³ /s)	Área Molhada (m ²)	Velocidade (m/s)	Vazão Mínima Medida até 2013 (m ³ /s)	Razão
57700000	Caiana	44	1.96	5.1	0.38	1.56	1.25
58930000	Carangola	66	2.97	17.8	0.17	1.66	1.79
58917000	Jussara	108	4.92	11.8	0.42	2.75	1.79
58910000	Fazenda Umbaúbas	127	1.12	4.1	0.28	0.67	1.67
58920000	Patrocínio do Muriaé	185	11.58	90.1	0.13	4.65	2.49
58916000	Bicuiba	66	2.84	5.9	0.48	1.78	1.59
58960000	Cardoso Moreira	70	15.98	57.6	0.28	12.9	1.24
57720000	Dores do Rio Preto	119	1.92	4.8	0.40	0.7	2.74
57740000	Guaçuí	101	3.96	11.1	0.36	2.43	1.63
57880000	Mimoso do Sul	37	1.76	6.5	0.27	1.71	1.03
57830000	Ponte do Itabapoana	74	11.12	76.4	0.15	8.59	1.29
57930000	Santa Cruz	101	7.37	30.0	0.25	15.3	0.48
57770000	São José do Calçado	50	0.32	3.1	0.10	0.248	1.29
58380001	Paraíba do Sul	94	72.99	310.5	0.24	23.1	3.16
58974000	Campos - Ponte Municipal	475	258.74	817.4	0.32	181	1.43
58934000	Porciuncula	110	4.40	38.7	0.11	1.96	2.24
58940000	Itaperuna	182	21.54	230.5	0.09	11.1	1.94
58790002	Santo Antônio de Pádua II	52	32.35	257.6	0.13	21.6	1.50
58880001	São Fidelis	67	241.89	496.5	0.49	219	1.10
58520000	Sobraji	41	27.97	117.8	0.24	19.2	1.46
58235100	Queluz	142	154.75	271.1	0.57	59.9	2.58
58315100	Vargem Alegre	52	195.54	227.2	0.86	194	1.01

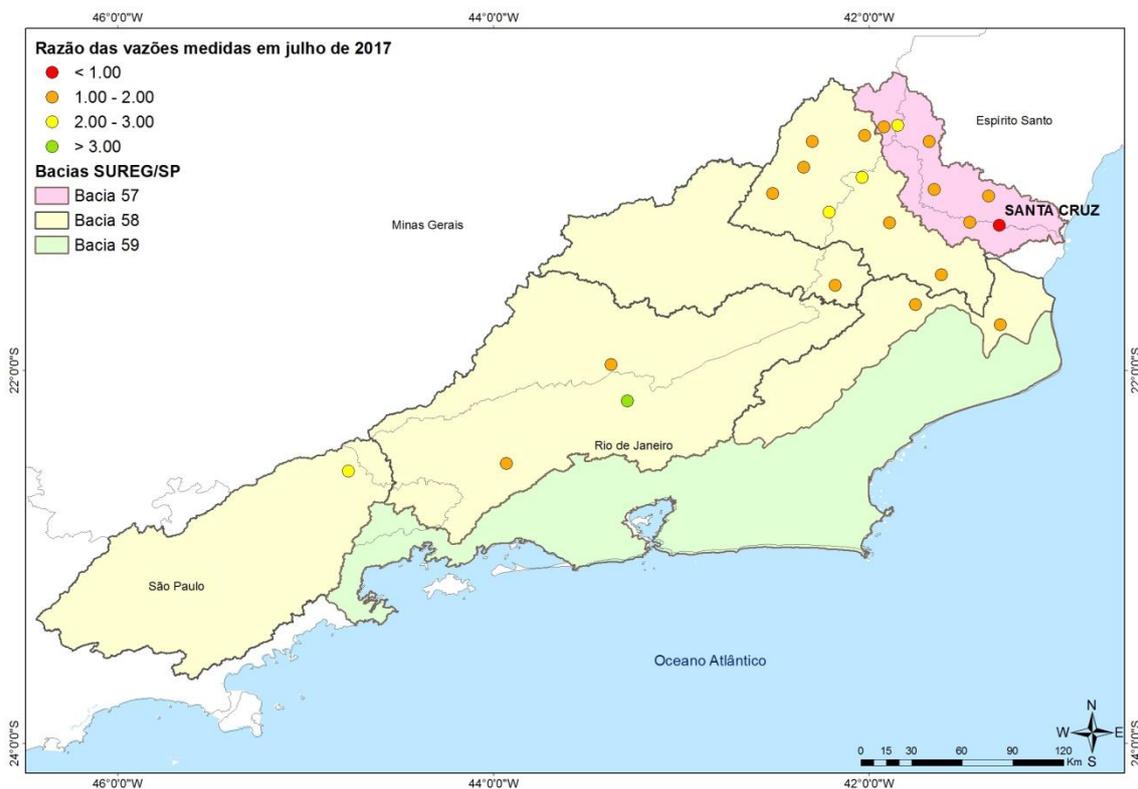


Figura 11 - Razão entre a vazão das medições de descarga líquida realizadas em julho de 2017 e a vazão mínima histórica medida até 2013

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 julho foram analisados estes parâmetros em 22 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.

Nas estações de Itaperuna e Caiana foram medidos valores de Oxigênio Dissolvido entre 5 e 6 mg/L, remetendo à 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 5 – Dados de qualidade da água de julho de 2017

Estação - Código	Estação - Nome	Data	Temperatura Da Água (°C)	Ph	Turbidez (Ftu)	Condutividade Elétrica (Us/Cm A 20°C)	Od (Mg/L 02)
57700000	Caiana	18/07/2017	18.1	7.49	7.4	48.7	5.99
58930000	Carangola	18/07/2017	19.7	6.99	7.1	65.3	6.06
58917000	Jussara	14/07/2017	18.9	7.09	7.1	25.7	7.48
58910000	Fazenda Umbaúbas	13/07/2017	17.8	7.24	5.4	24.1	7.17
58920000	Patrocínio do Muriaé	11/07/2017	21.2	7.01	7.7	42.7	6.43
58916000	Bicuiba	12/07/2017	17.5	7.66	5.6	21	7.02
58960000	Cardoso Moreira	25/07/2017	23.8	8.12	1.4	66.9	8.54
57720000	Dores do Rio Preto	19/07/2017	16.9	7.28	4.6	18.9	7.06
57740000	Guaçuí	17/07/2017	18.1	7.22	5.1	29.8	7.77
57880000	Mimoso do Sul	21/07/2017	20.4	6.98	26.8	62.1	6.24
57830000	Ponte do Itabapoana	24/07/2017	22.5	7.06	7.2	43.4	7.33
57930000	Santa Cruz	20/07/2017	22.4	7.11	2.6	51.5	7.47
57770000	São José do Calçado	20/07/2017	18.7	7.05	5.8	72.2	6.75
58380001	Paraíba do Sul	15/07/2017	20.9	7.42	11.9	82.9	8.3
58974000	Campos - Ponte Municipal	20/07/2017	21.48	7.34	3	67.7	8.25
58934000	Porciuncula	22/07/2017	20.85	7.21	4.1	58.3	8.27
58940000	Itaperuna	21/07/2017	23.68	6.68	4.1	90	5.23
58790002	Santo Antônio de Pádua II	17/07/2017	23.3	7.76	2.4	52.1	6.97
58880001	São Fidelis	19/07/2017	22.3	7.46	2.2	65	8.78
58520000	Sobraji	15/07/2017	18.88	6.86	4.1	53.4	8.82
58235100	Queluz	13/07/2017	20.14	6.75	15.1	77.1	6.36
58315100	Vargem Alegre	14/07/2017	20.35	7.05	6.9	80.7	6.9

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 agosto, setembro e outubro.

Na estação de Ponte do Itabapoana, na Bacia do Rio Itabapoana, é possível observar que as vazões de julho estão abaixo das médias históricas, porém superiores às vazões de 2016. O prognóstico aponta que esta a situação será mantida até o final do ano hidrológico.

Em Cataguases, na bacia do rio Pomba, a vazão média em julho 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 ficar abaixo da $Q_{7,10}$ em agosto de 2017, mantendo esse comportamento até outubro.

Na estação de Cardoso Moreira, na Bacia do Rio Muriaé, a vazão média mensal observada no mês de julho está abaixo da vazão média, porém acima da vazão do mesmo mês em 2016. O prognóstico aponta que essa situação será mantida.

Nas estações de São Fidélis e Três Irmãos, no Baixo Paraíba do Sul, as vazões médias mensais observadas em julho estão abaixo da vazão média, porém acima da vazão observada em 2016; o prognóstico aponta que essa situação será mantida até o final do ano hidrológico. Já na estação de Campos, a vazão observada está muito próxima da vazão de 2016 e da $Q_{7,10}$, sendo que esta situação deve ser mantida.

Na bacia do Médio Paraíba do Sul, as estações de Sobraji e Manuel Duarte apresentaram vazões observadas em julho abaixo da vazão média, e muito próximas das observadas em 2016, enquanto que na estação de Paraíba do Sul a vazão deste mês está acima das vazões observadas em 2016. O prognóstico indica uma tendência de diminuição das vazões nas estações, em Sobraji a vazão pode chegar próximo a $Q_{7,10}$ nos próximos meses; em Manuel Duarte e Paraíba do Sul a situação atual deve ser mantida.

Nas estações de Queluz, no Alto Paraíba do Sul, a vazão de julho está muito próxima da vazão média histórica, já na estação de São Luís do Paraitinga a vazão de julho está próxima da vazão observada em 2016 e abaixo da média histórica. O prognóstico aponta que essa situação deve permanecer em ambas as estações.

Na estação de Galdinópolis, na Bacia 59, a vazão do mês de julho 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 julho as precipitações ficaram em torno da média mensal histórica em algumas regiões; nas Bacias do Alto e Médio Paraíba do Sul as precipitações foram inferiores à média histórica;
- b) Na Bacia 59 a precipitação acumulada de outubro de 2016 a julho de 2017 é superior à precipitação média histórica no mesmo período;
- c) Para a região Sudeste, para o trimestre agosto a outubro 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 julho foi observado que:
 - Em 11 estações indicadoras as vazões médias ficaram abaixo da média mensal;
 - Na estação de Galdinópolis e Queluz a vazão média ficou acima da média mensal;
 - A precipitação acumulada em julho ficou acima da média em seis estações indicadoras;
 - Em 5 estações indicadoras a vazão média de julho foi inferior à Q95.
- e) Com relação às medições de vazão realizadas no mês de julho de 2017, verifica-se que em uma das 22 estações visitadas a vazão medida foi menor do que a mínima medida até dezembro de 2013;
- f) Das 22 estações visitadas em julho, em 2 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 julho 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

31 de julho de 2017

Número 7

Previsão de Consenso

Sumário Executivo

Junho apresentou chuvas predominantemente abaixo da média na Região Norte e no norte da Região Nordeste, incluindo o leste do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, onde a situação hídrica é bastante crítica. Por outro lado, a intensificação do escoamento anticiclônico próximo à costa leste do Brasil e a formação de distúrbios no escoamento de leste favoreceram o aumento da convergência de umidade entre a faixa litorânea sul de Pernambuco e Sergipe, onde choveu acima da média histórica.

Persistiram condições de neutralidade em relação ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) no Oceano Pacífico Equatorial, no decorrer dos meses de junho e julho. Neste mesmo período, houve aumento das anomalias positivas de TSM na região do Atlântico Tropical Norte, favorecendo o aumento da atividade convectiva na região de atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) nas proximidades da costa noroeste da África.

PREVISÃO ASO/2017

A previsão por consenso¹ para o trimestre agosto a outubro de 2017 (ASO/2017) indica maior probabilidade do total trimestral de chuva ocorrer na categoria abaixo da normal climatológica na área que se estende de Roraima ao norte do Pará, incluindo o Amapá, com a seguinte distribuição de probabilidades: 25%, 30% e 45% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. Para a Região 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. Ressalta-se a maior incerteza na previsão elaborada para o sul do Brasil, que se baseou principalmente nos resultados de modelos dinâmicos e estatísticos. O leste da Região Nordeste inicia seu período climatológico de estiagem no início do referido trimestre, com chuvas de pequena magnitude mais restritas à faixa litorânea. Para a grande área central do Brasil, não são esperados volumes significativos de chuva durante os próximos meses, por ser este período climatológico de estiagem. As áreas do mapa em cinza apresentam baixa previsibilidade climática sazonal, com igual probabilidade para as três categorias. As temperaturas médias para o trimestre ASO/2017 são previstas em torno dos valores climatológicos para a Região Sul e entre normal e acima da normal climatológica nas demais Regiões do País.



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

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 ASO

As Figuras 2 e 3 mostram os valores históricos da precipitação acumulada ao longo do trimestre agosto a outubro (ASO), 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 Bagé no Rio Grande do Sul (seta vermelha nas figuras ao lado). Os mapas indicam que a faixa normal de precipitação acumulada no trimestre ASO/2017 situa-se, aproximadamente, entre 300 mm e 500 mm. Combinando esta informação com a previsão de consenso ilustrada na Figura 1, obtém-se que a probabilidade prevista da chuva acumulada em Bagé-RS ficar abaixo de 300 mm neste trimestre é de aproximadamente 25%. Do mesmo modo, a probabilidade de que chuva exceda 500 mm é de 35%. Finalmente, a probabilidade prevista de que a chuva acumulada em Bagé-RS fique entre 300 mm e 500 mm é de aproximadamente 40%.

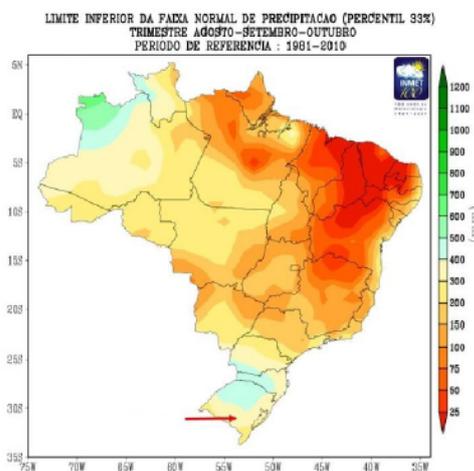


Figura 2 - Limite inferior da faixa normal de precipitação para o trimestre ASO.

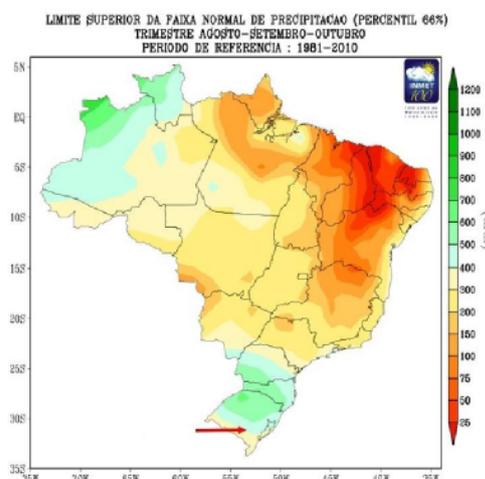


Figura 3 - Limite superior da faixa normal de precipitação para o trimestre ASO.

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

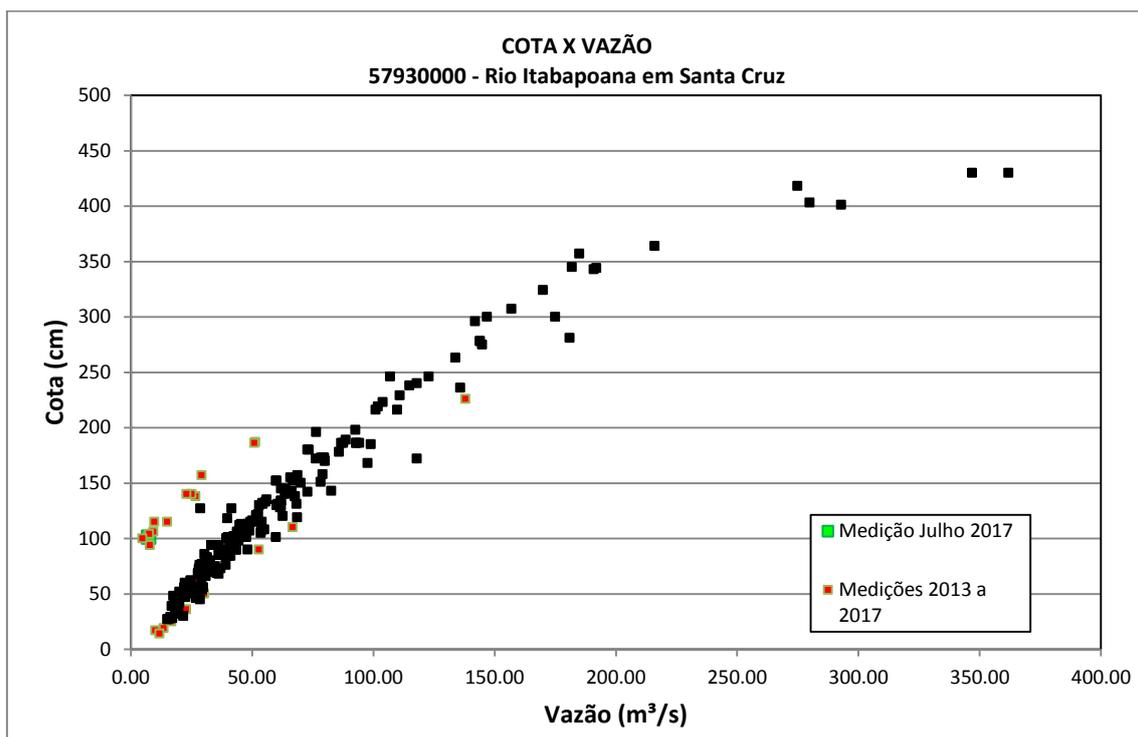


Figura 12 – Gráfico Cota x Vazão na estação Santa Cruz

ANEXO III – Gráficos de qualidade de água

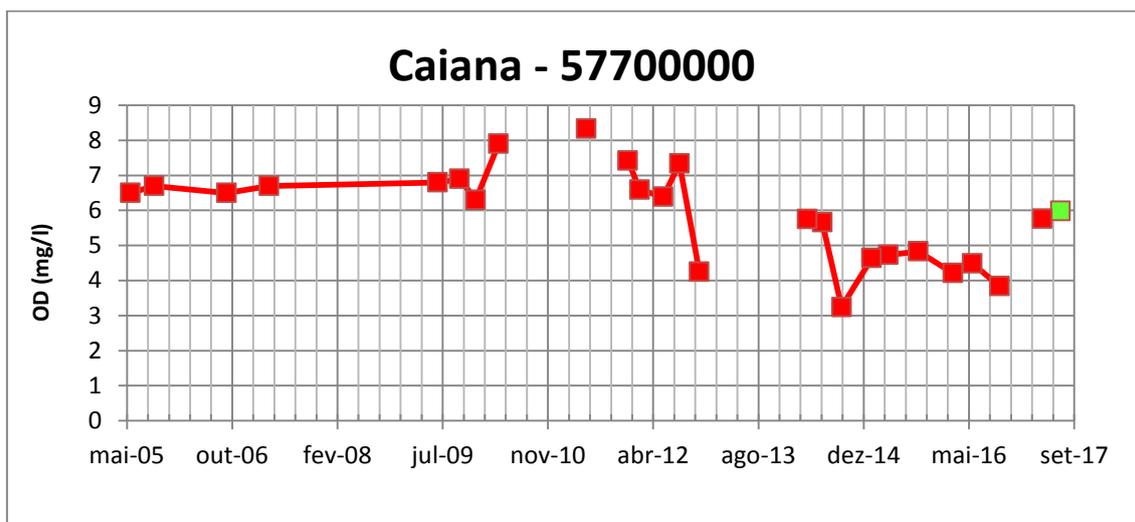


Figura 16 - Série histórica de OD na estação Caiana

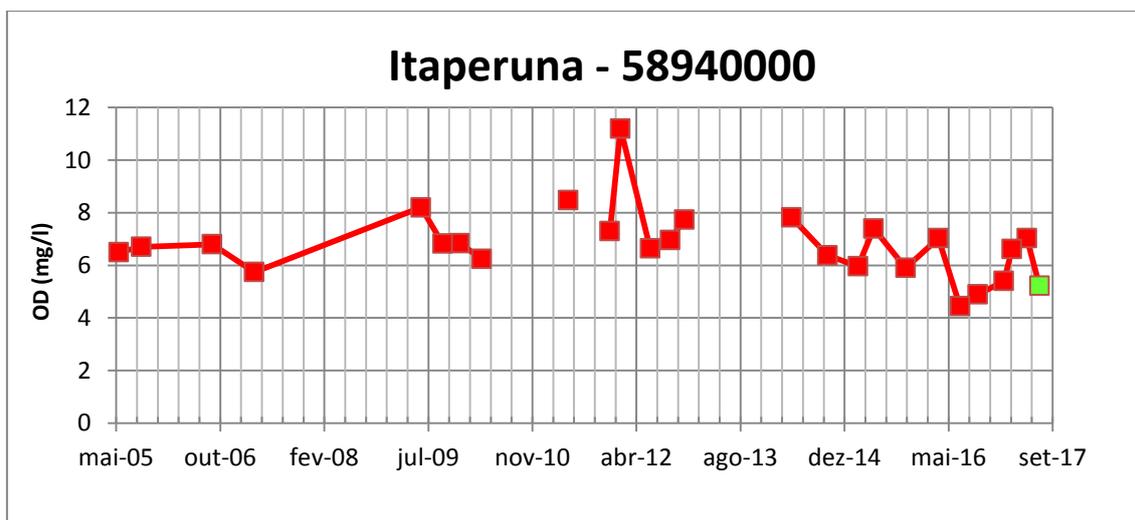


Figura 17 - Série histórica de OD na estação Itaperuna

ANEXO IV – Prognósticos de vazão

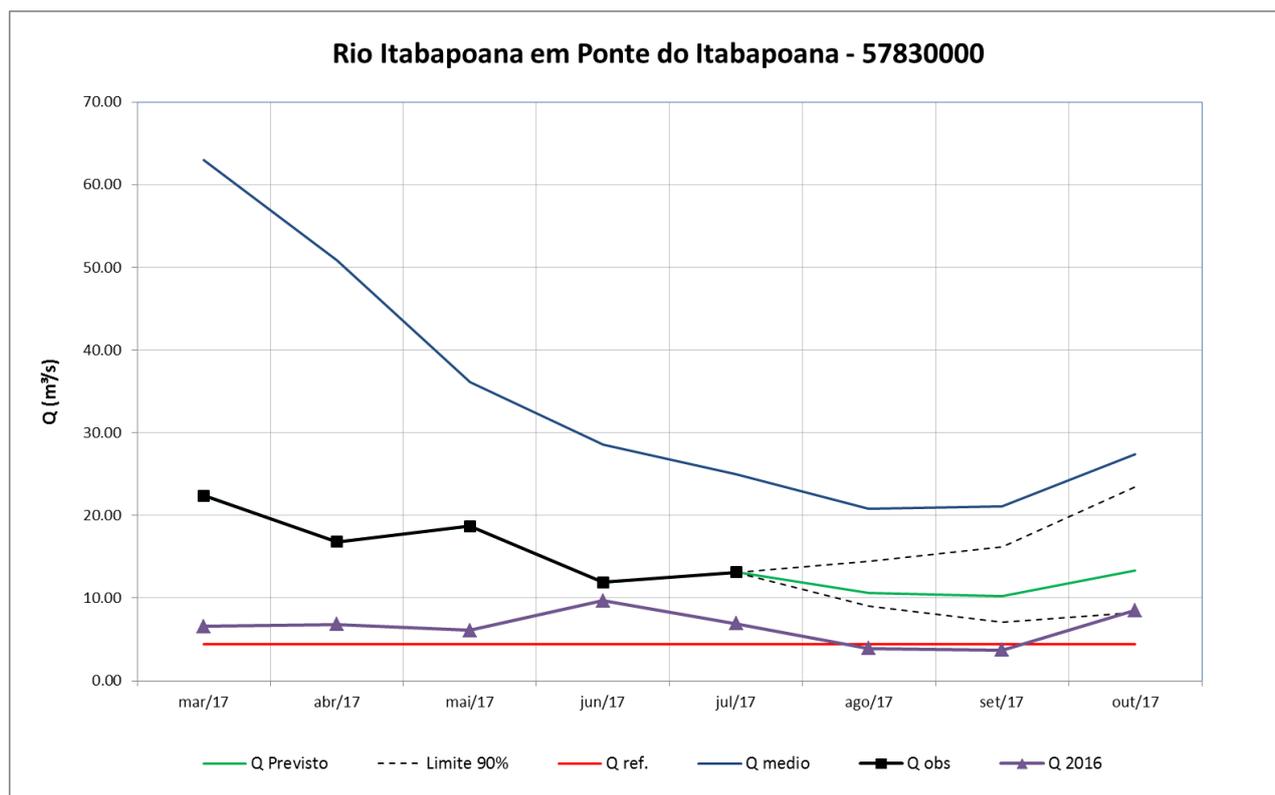


Figura 18 – Prognóstico de vazão para a estação de Ponte do Itabapoana

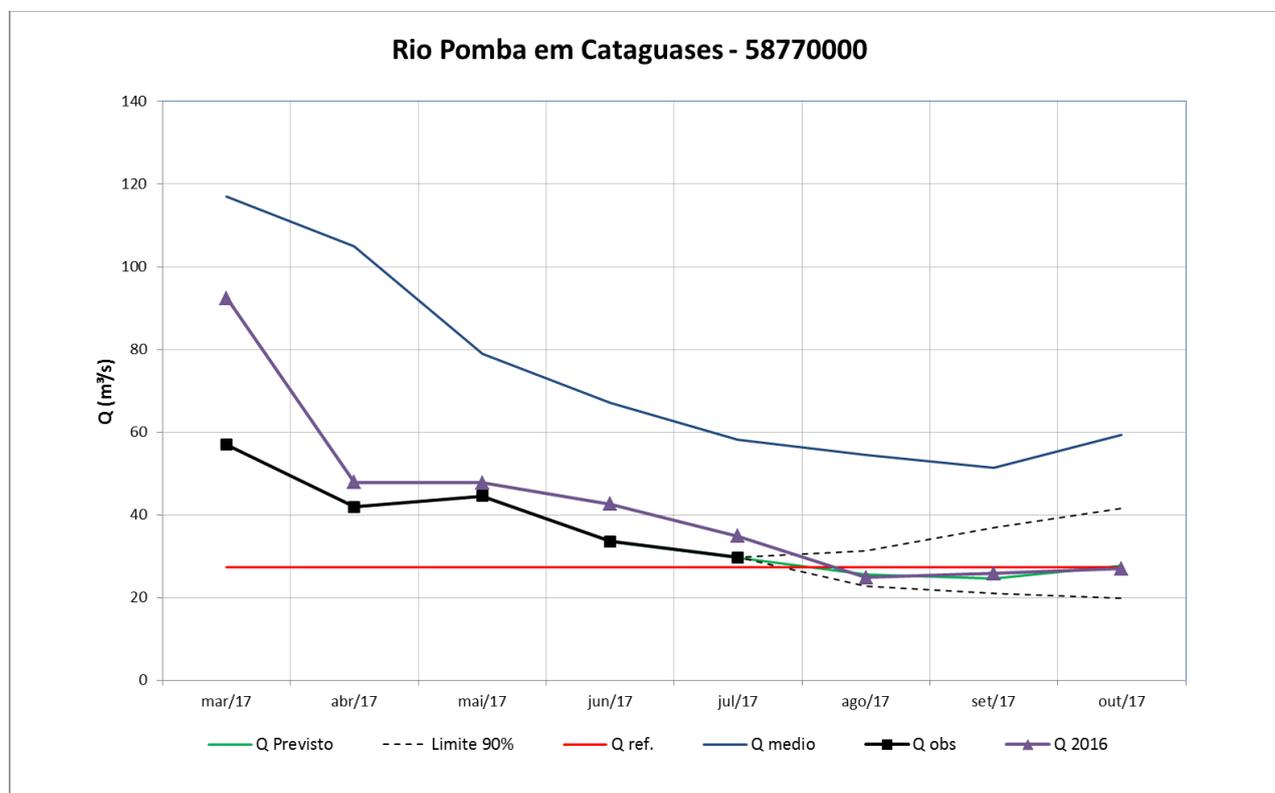


Figura 19 – Prognóstico de vazão para a estação de Cataguases

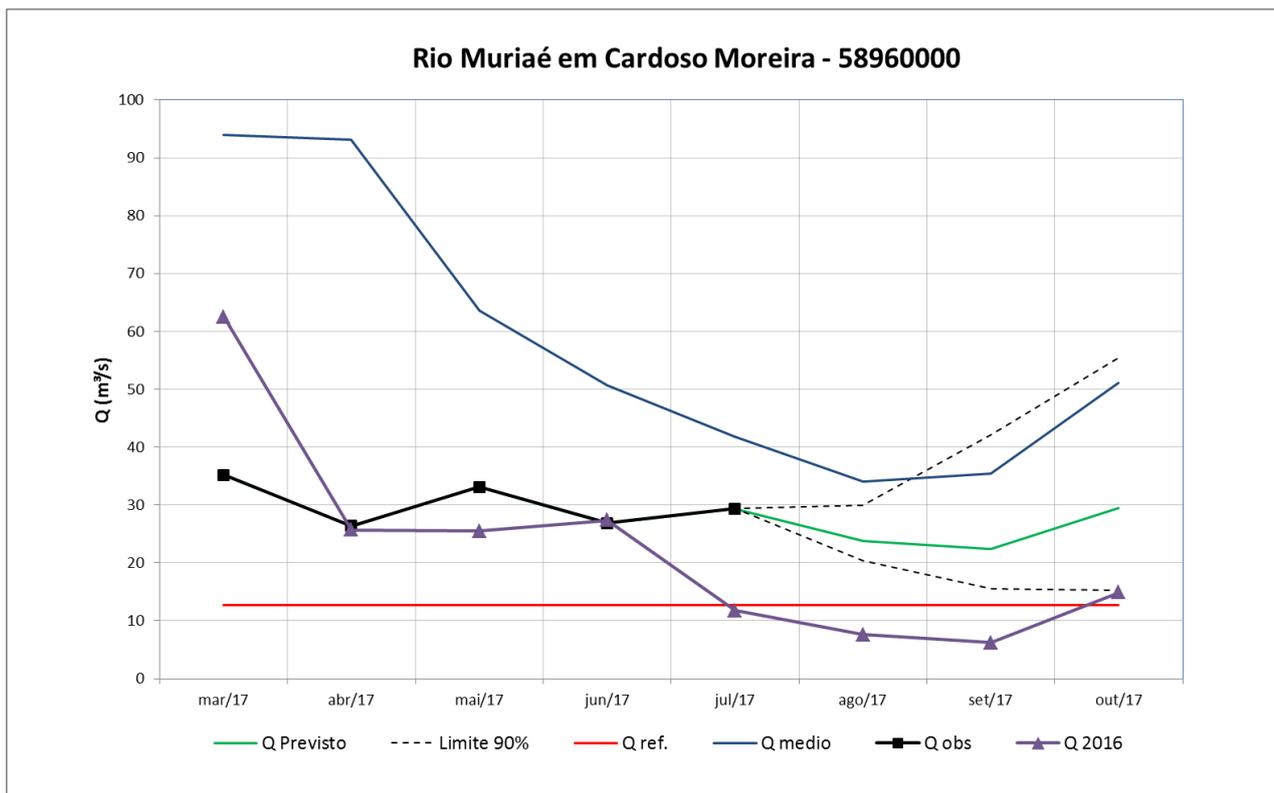


Figura 20 – Prognóstico de vazão para a estação de Cardoso Moreira

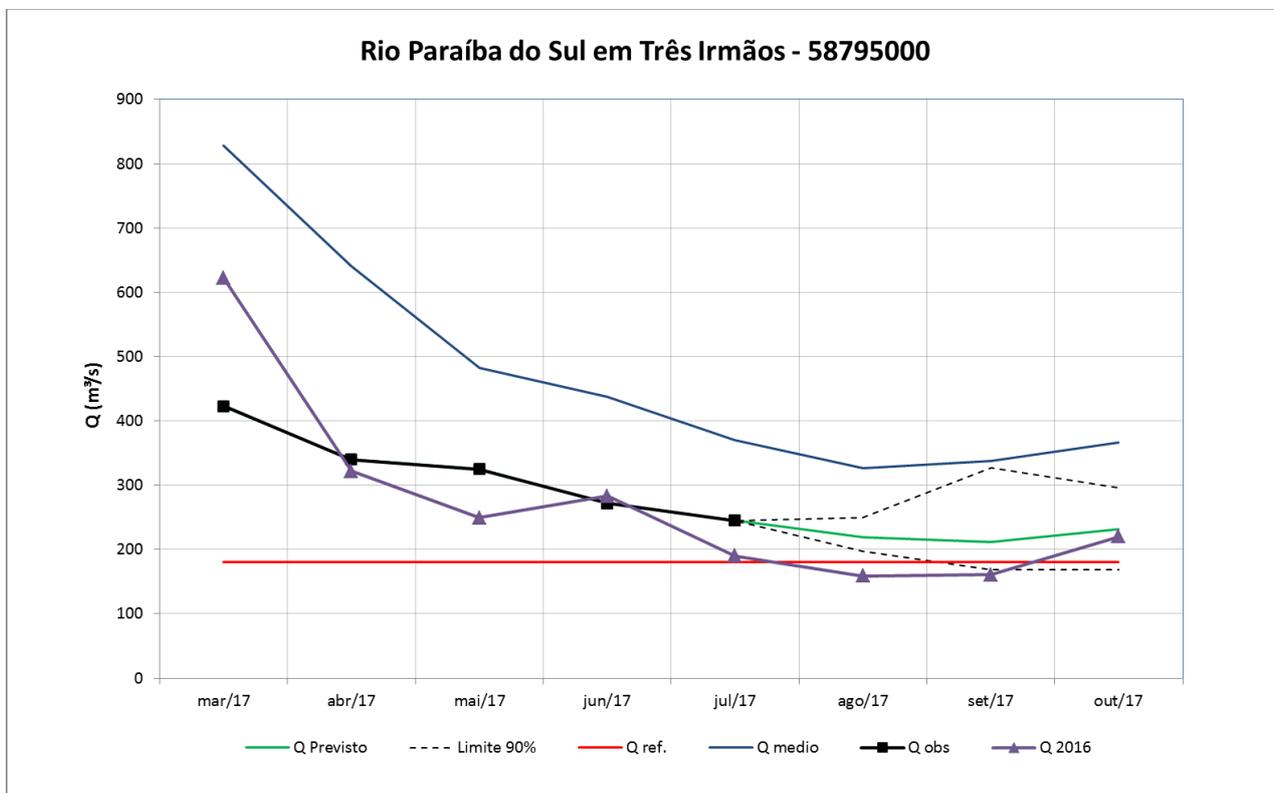


Figura 21 – Prognóstico de vazão para a estação de Três Irmãos

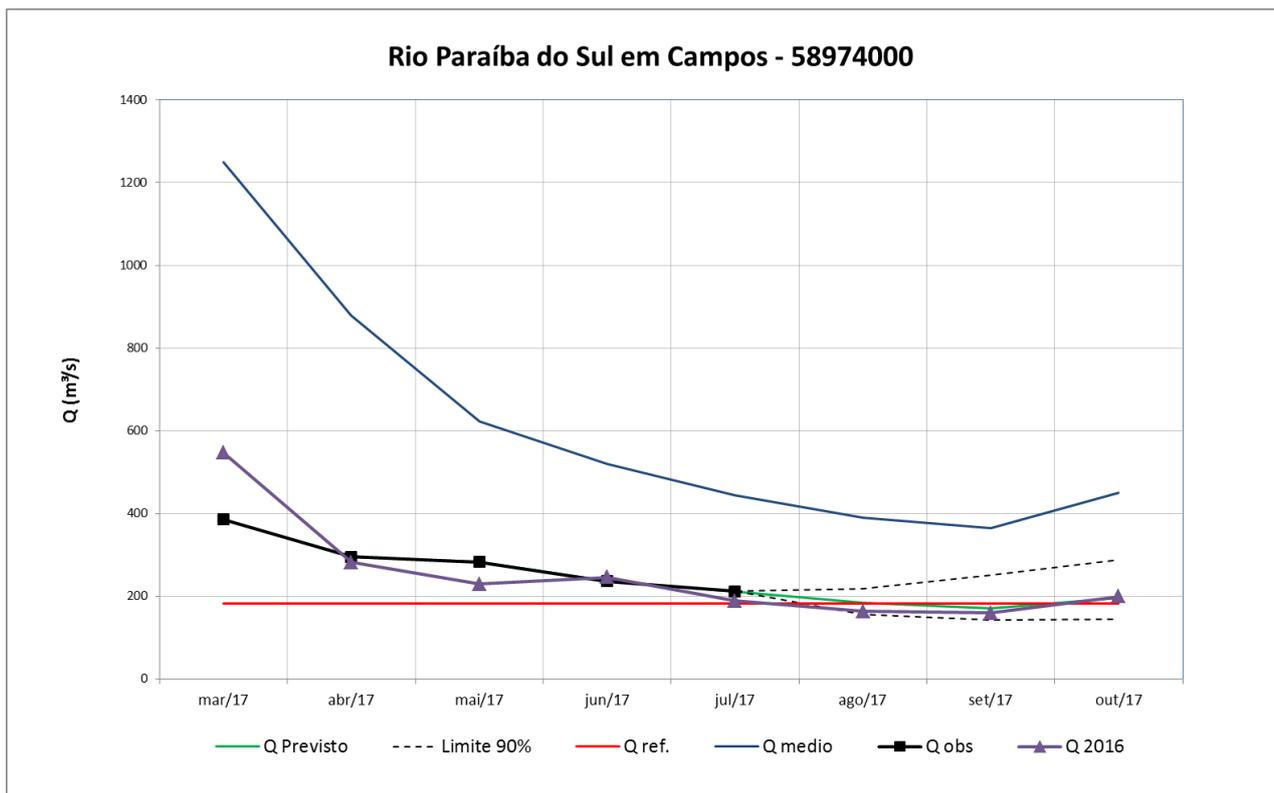


Figura 22 – Prognóstico de vazão para a estação de Campos

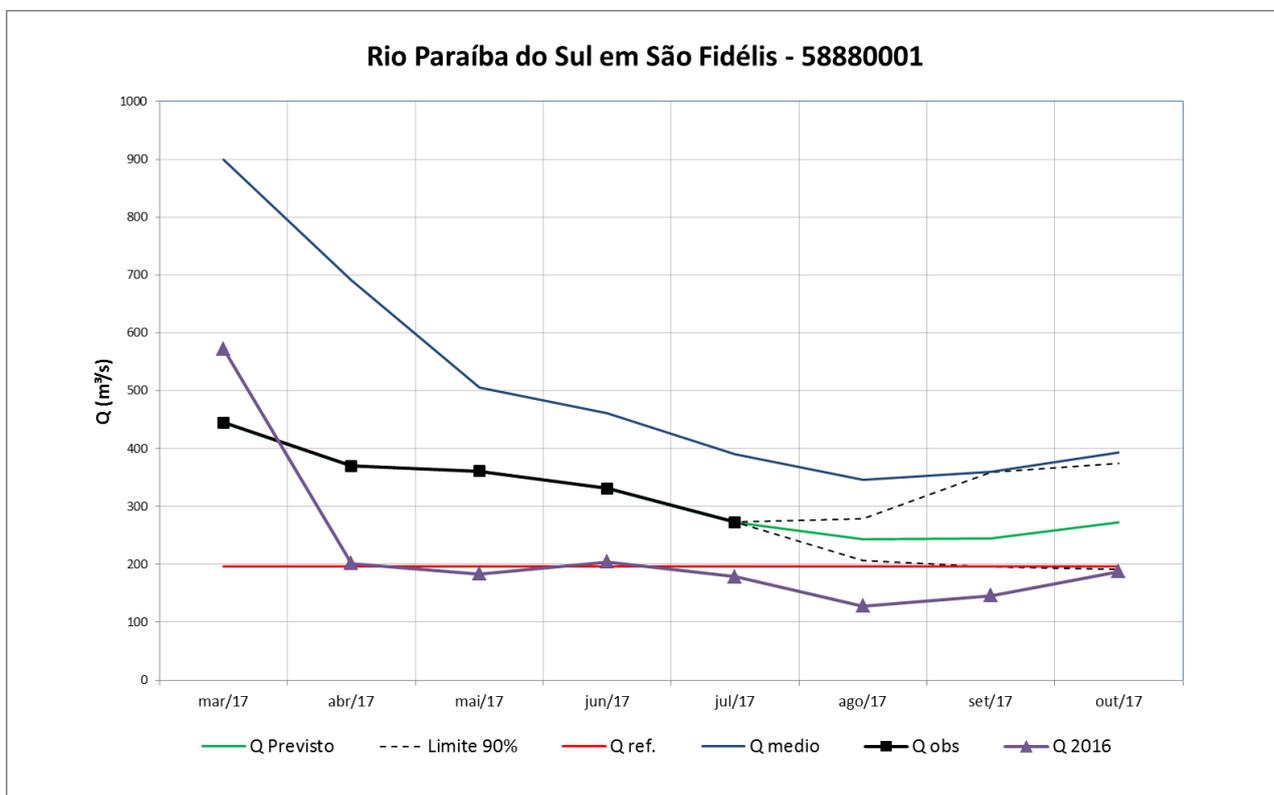


Figura 23 – Prognóstico de vazão para a estação de São Fidélis

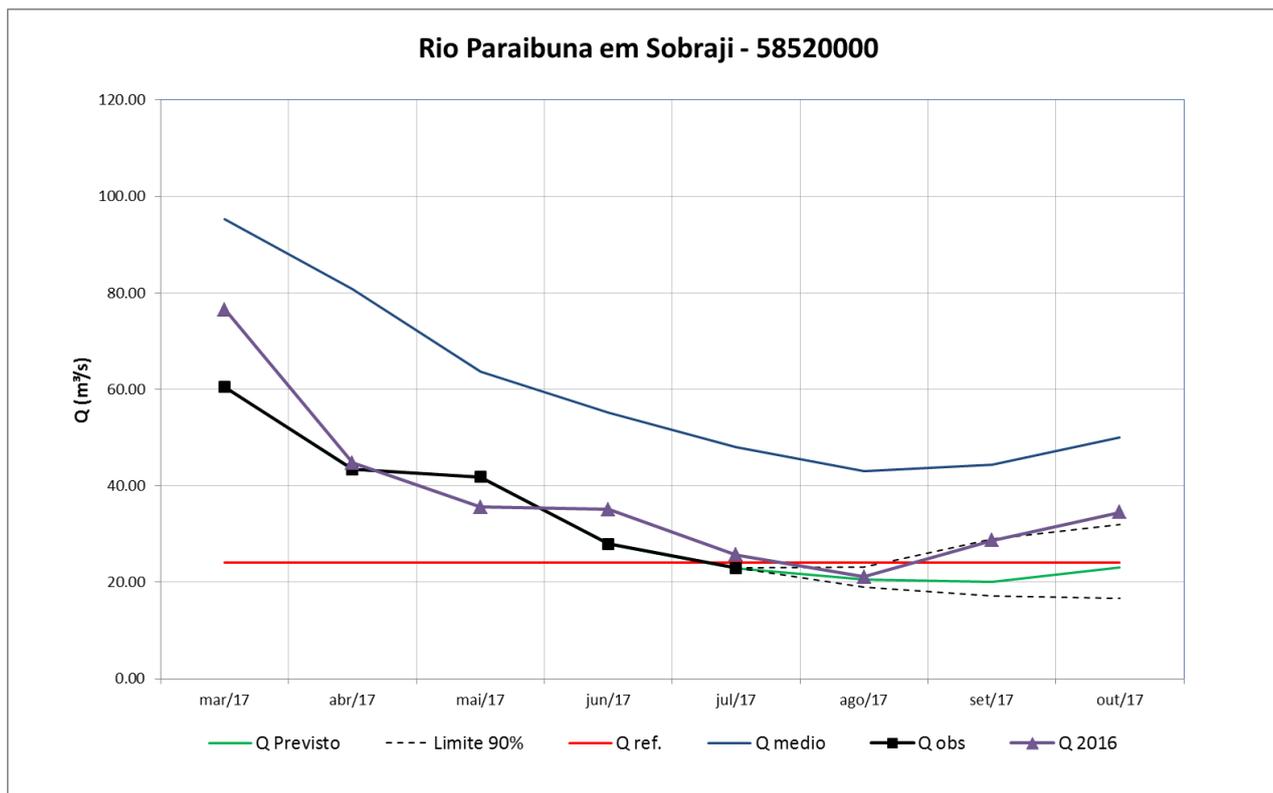


Figura 24 – Prognóstico de vazão para a estação de Sobraji

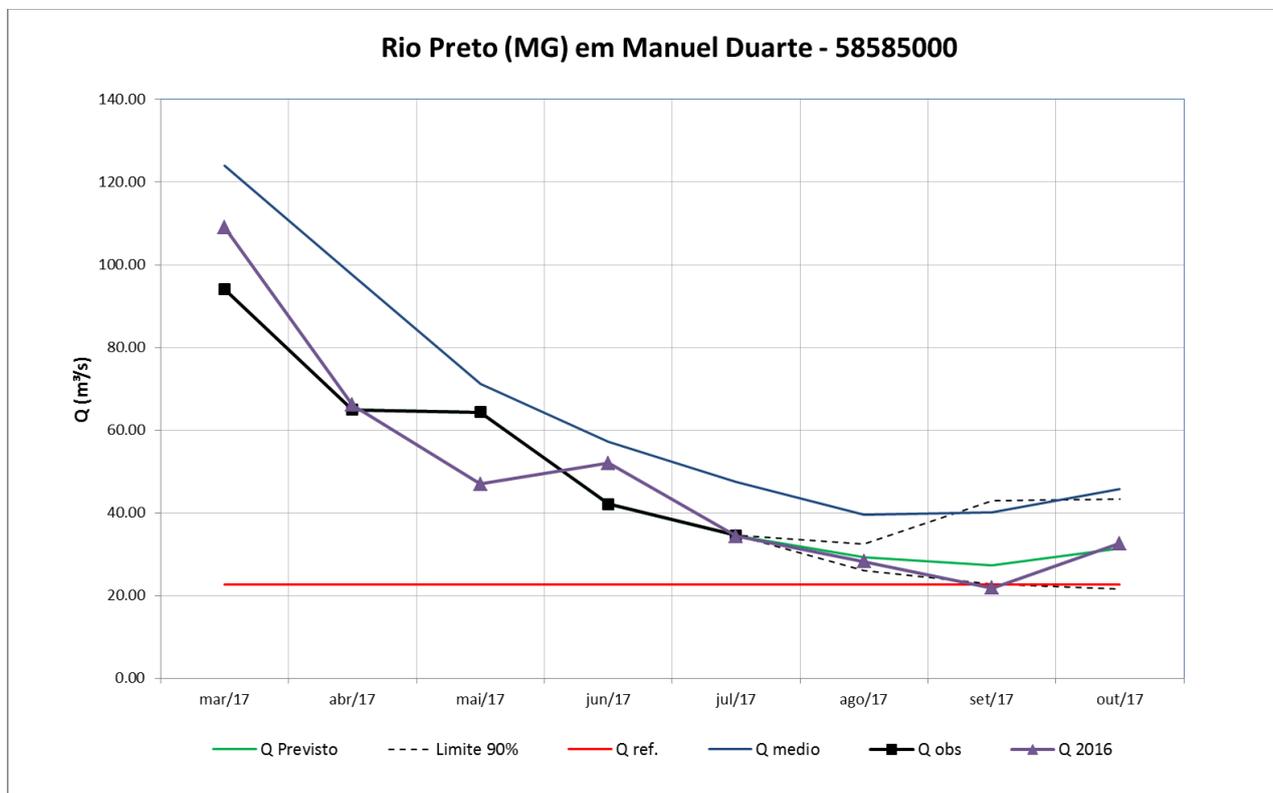


Figura 25– Prognóstico de vazão para a estação de Manuel Duarte

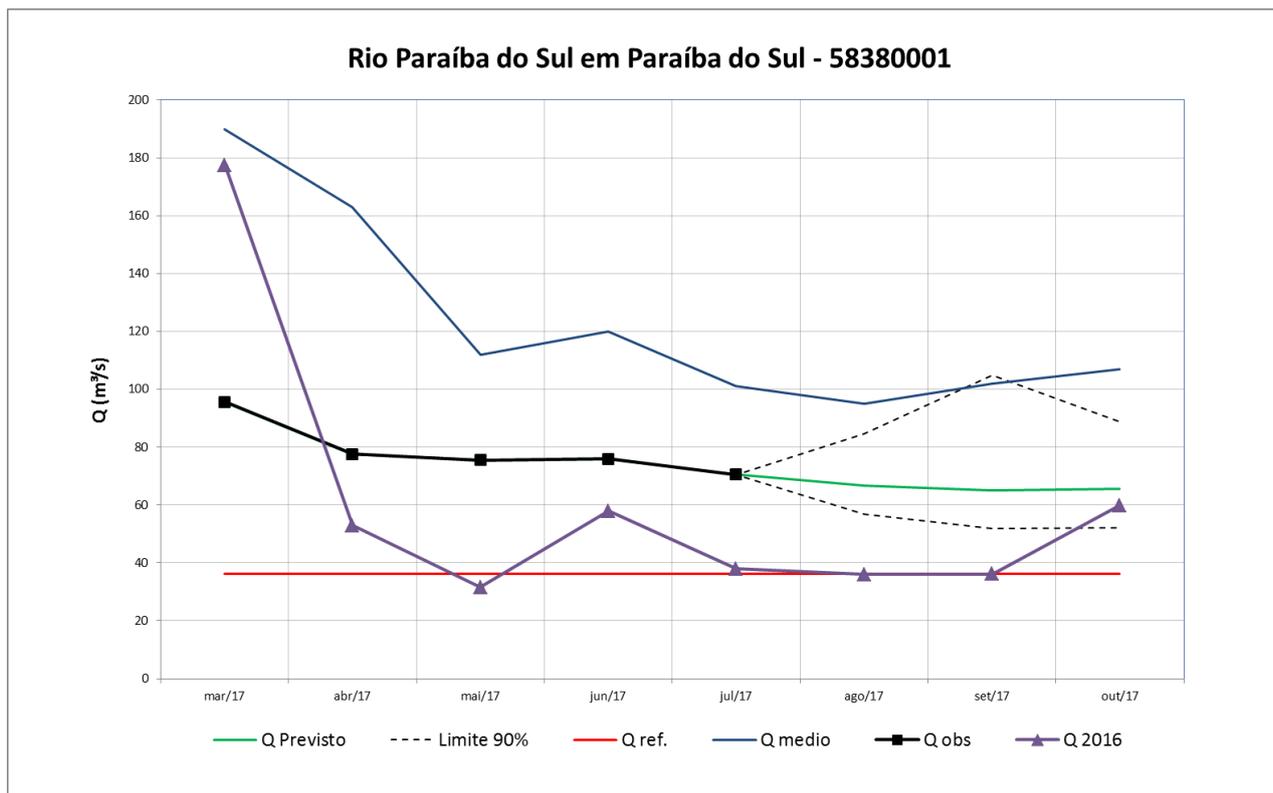


Figura 26 – Prognóstico de vazão para a estação de Paraíba do Sul

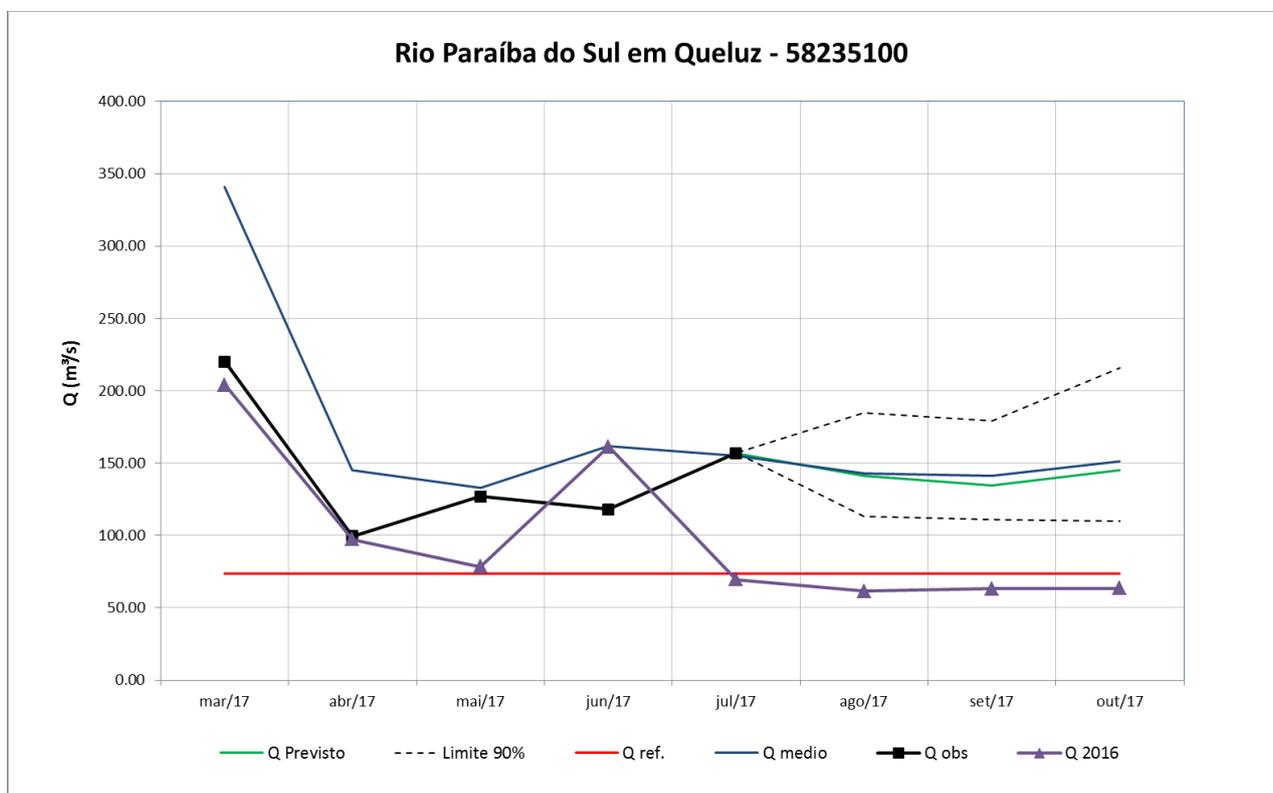


Figura 27 – Prognóstico de vazão para a estação de Queluz

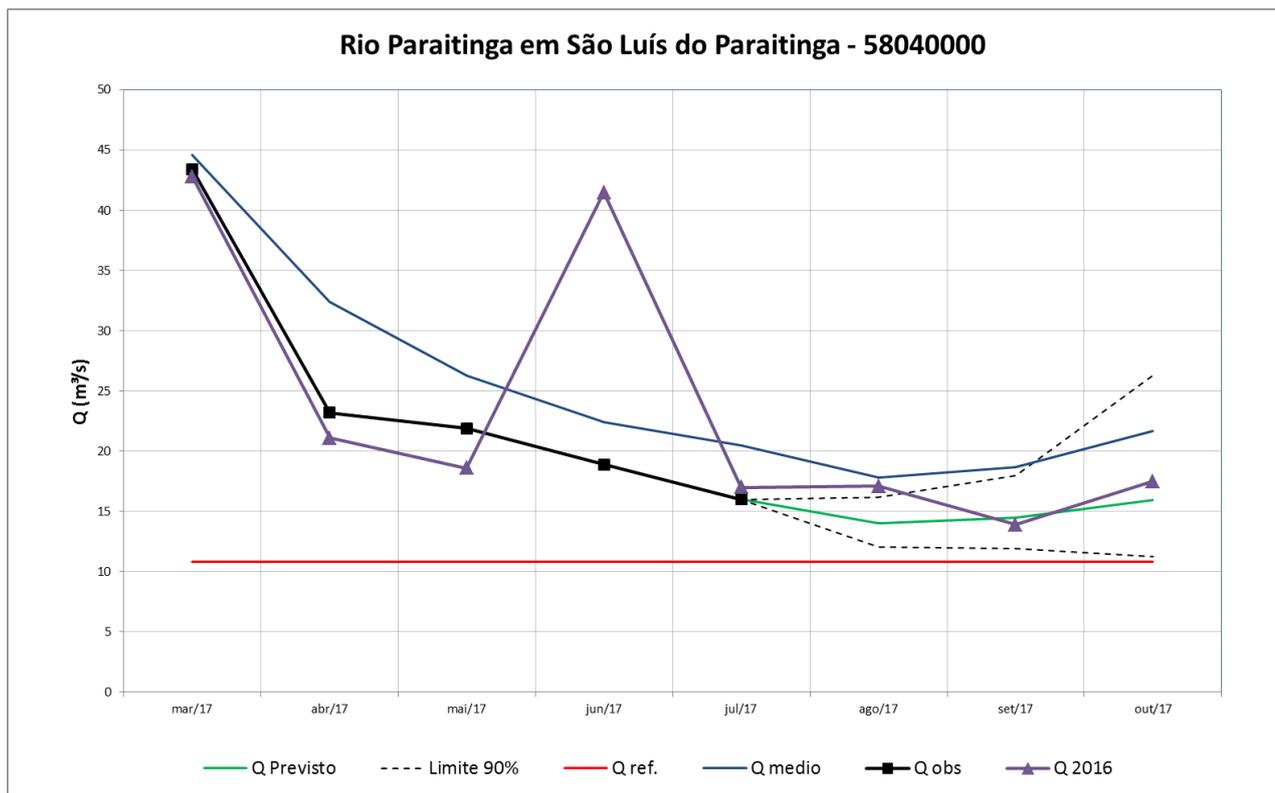


Figura 28 – Prognóstico de vazão para a estação de São Luís do Paraitinga

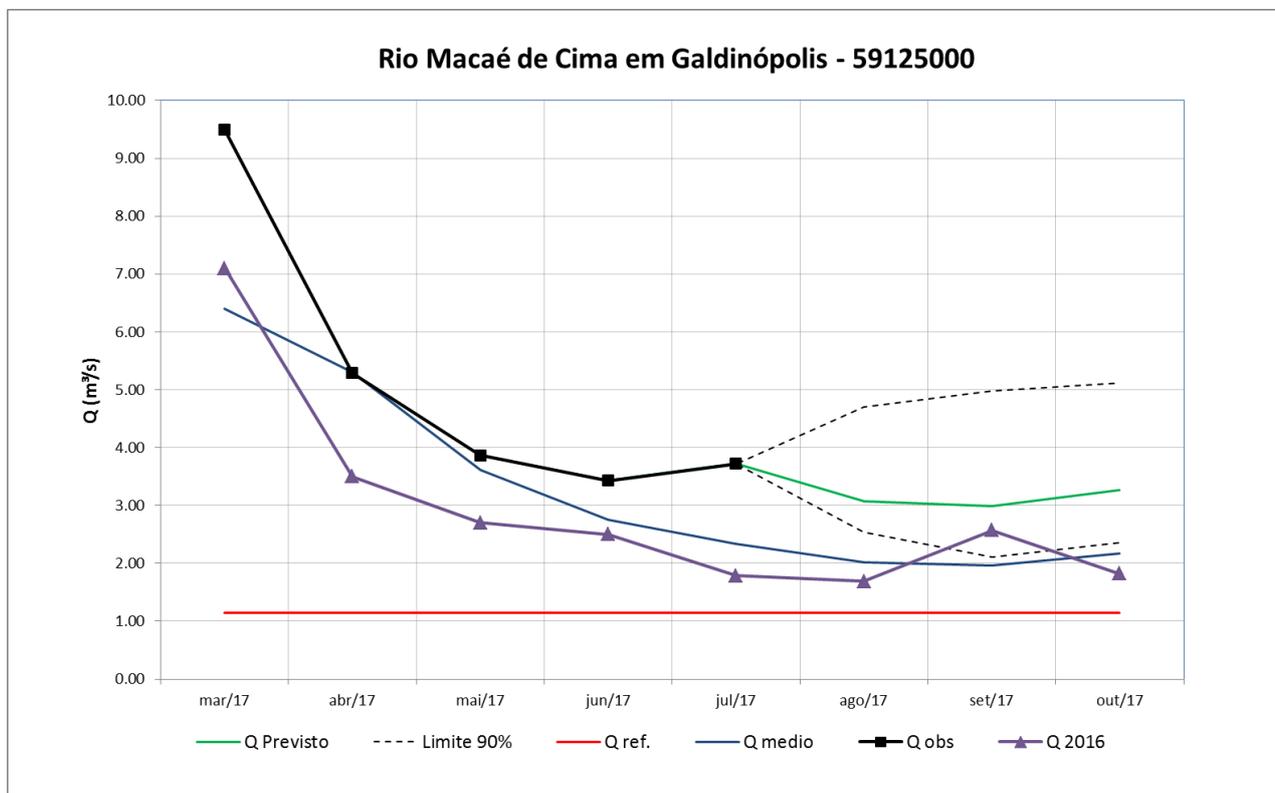


Figura 29 – Prognóstico de vazão para a estação de Galdinópolis

