

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO 5

Área de Atuação da Superintendência
Regional da CPRM de São Paulo

2015



CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO 05/2015

Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

**SÃO PAULO
AGOSTO/2015**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Carlos Eduardo de Sousa Braga

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretor Presidente

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Thales de Queiroz Sampaio

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Superintendente Regional

José Carlos Garcia Ferreira

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Vanesca Sartorelli Medeiros

Supervisor de Hidrologia

Érico Chaves Fontes Lima

CRÉDITOS

Equipe Técnica

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

Equipe de Campo

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

Foto da Capa

Rio Paraíba do Sul em Pureza por Bruno dos Anjos da Motta

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.....	8
3.4	Análise da vazão medida.....	9
3.5	Análise da qualidade da água.....	9
3.6	Elaboração de prognóstico de vazões.....	9
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.....	13
4.4	Análise da vazão medida.....	18
4.5	Análise de qualidade da água.....	20
4.6	Elaboração de prognóstico de vazões.....	21
5	Considerações Finais	23
6	Referências Bibliográficas	24
	ANEXO I – Previsão Climática	25
	ANEXO II – Gráfico de vazão medida x cota	28
	ANEXO III – Prognósticos de vazão.....	31
	ANEXO IV – Razão entre a vazão média de agosto de 2015 e $Q_{7,10}$; $Q_{95\%}$; $Q_{médiaagosto}$ e $Q_{agosto14}$	38
	ANEXO V – Séries históricas de parâmetros de qualidade da água	41

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.

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

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe do Departamento de Hidrologia

2 Introdução

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

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

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

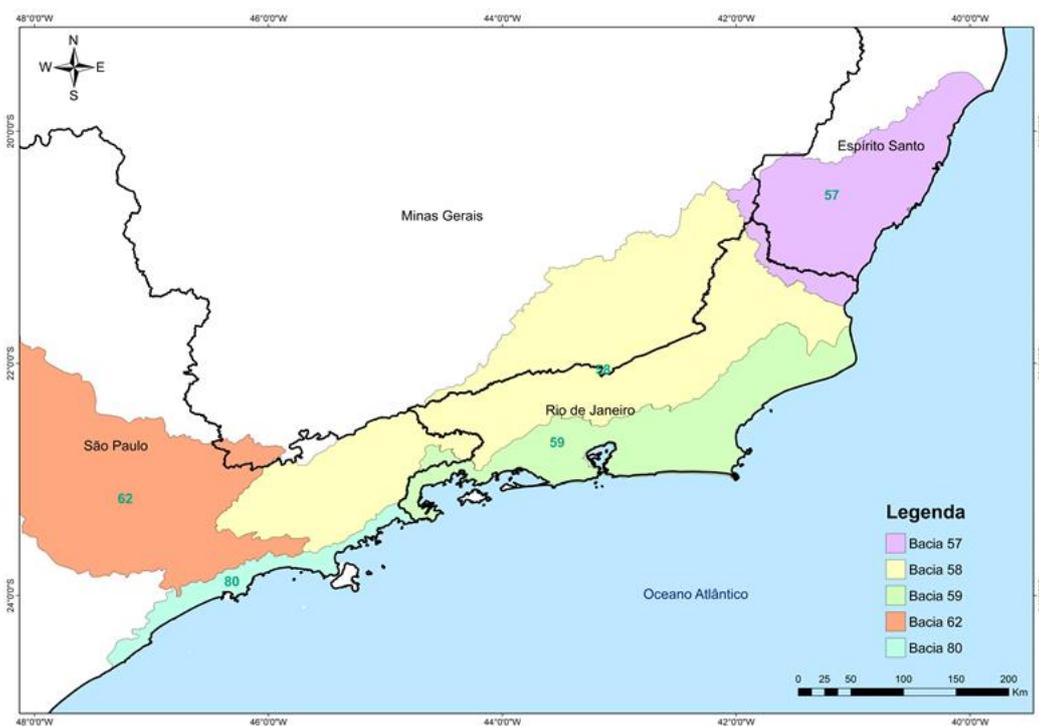


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas operadas pela Superintendência de São Paulo

Na área de atuação da SUREG/SP o ano hidrológico inicia em outubro e finaliza em setembro, com o período chuvoso ocorrendo de outubro a março e o seco de abril a setembro. Nos quatro últimos anos hidrológicos: outubro de 2011 a setembro de 2012, outubro de 2012 a setembro de 2013, outubro de 2013 a setembro de 2014 e outubro de 2014 em diante, tem sido registradas precipitações abaixo da média histórica. Em função disto, as vazões dos rios nesta região estão muito abaixo das vazões médias já registradas. Estas condições podem acarretar problemas de escassez de água para diversos segmentos econômicos, tais como, abastecimento público e industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação etc.

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

Este é o terceiro relatório do monitoramento da estiagem de 2015 na Região Sudeste considerando a área de atuação da SUREG/SP e apresenta uma análise das vazões observadas no mês de junho de 2015. Neste volume constam, também, as medições de descarga líquida realizadas durante o mês de junho de 2015. Além disso, é apresentado um prognóstico de vazões do período de estiagem para algumas estações até o mês de outubro de 2015.

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 em junho de 2015 com:
 - A vazão média mensal;
 - As vazões de referência utilizadas para a concessão de outorgas, $Q_{7,10}$ e Q_{95} ;
 - A vazão média mensal do mês de junho de 2014.
- 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;
- Elaboração de prognóstico 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.

3.2 Comparação da precipitação observada e a média histórica

A comparação da precipitação observada com a média histórica foi feita utilizando as precipitações estimadas 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.

São coletados os dados diretamente com os observadores quinzenalmente.

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 histórica mensal;
- As vazões de referência utilizadas para a concessão de outorgas, $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$.
- A vazão média mensal do ano hidrológico de junho de 2014.

Esta análise evidencia quais são as regiões mais críticas.

3.4 Análise da vazão medida

De acordo com os resultados encontrados na comparação das vazões observadas nas estações indicadoras com a média histórica mensal, as vazões de referência e as vazões médias mensais do ano hidrológico de outubro de 2013 a setembro de 2014, as equipes de campo são direcionadas para as regiões mais críticas para a realização de medições de vazões em todas as estações da região.

As vazões medidas são comparadas com a vazão mínima medida do histórico 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, 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 influencia 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 setembro a novembro de 2015, 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. Na área central do país o início deste período é considerado de estiagem, com as chuvas aumentando a partir de outubro.

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.

As Figuras 2 e 3 apresentam a razão entre o total precipitado de:

- agosto de 2015 e a média histórica do mês de agosto;
- outubro de 2014 a agosto de 2015 e a média histórica do período de 1998 a 2013.

Analisando a Figura 2 é possível concluir que no mês de agosto grande parte da área de atuação da SUREG/SP teve precipitações abaixo da média mensal histórica. A precipitação deste mês ficou acima da média histórica na região da bacia do Rio Pombo, em parte da bacia do Médio Paraíba do Sul, e em algumas regiões das bacias do Baixo Paraíba do Sul e Bacia 59. A situação é mais crítica no restante da Bacia 59, na Bacia do Alto Paraíba e na Bacia do Rio Itabapoana, nas quais a precipitação mensal ficou abaixo da média histórica.

Embora algumas regiões na área de atuação da SUREG/SP terem apresentado precipitação acima da média mensal em agosto de 2015, o total acumulado desde outubro de 2014 (início do ano hidrológico) até agosto de 2015 segue abaixo da média histórica (Figuras 3 e 4). Verifica-se que em todas as bacias operadas pela SUREG/SP o total acumulado no atual período chuvoso é menor do que o total acumulado da média histórica para o mesmo período. Com exceção da bacia do Alto Paraíba, na qual foi observado uma precipitação acumulada de 80% da média, em todas as outras bacias a precipitação no ano hidrológico atual está abaixo de 70% da média histórica do mesmo período. A situação mais crítica é observada na Bacia 59, na qual a precipitação acumulada não ultrapassou 59% da média histórica.

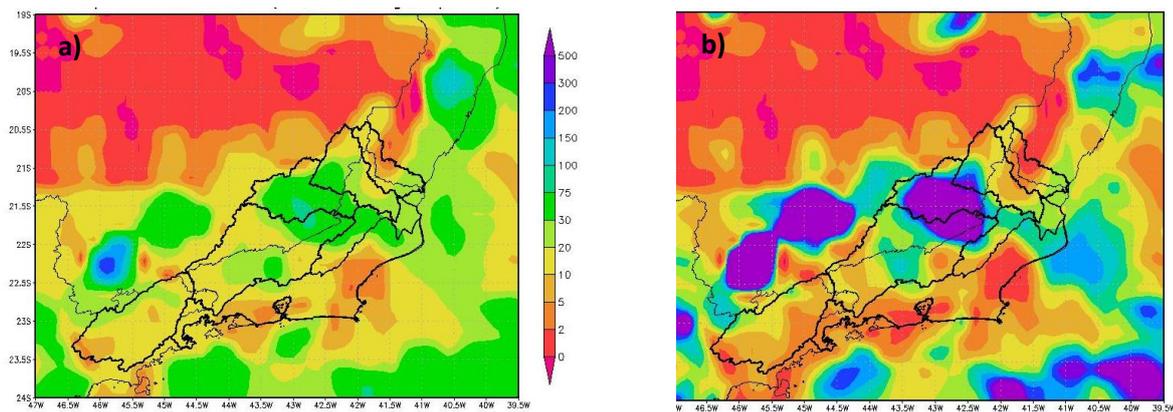


Figura 2 - a) Total precipitado em agosto de 2015; b) Razão entre o total precipitado em agosto de 2015 e a média histórica de agosto.

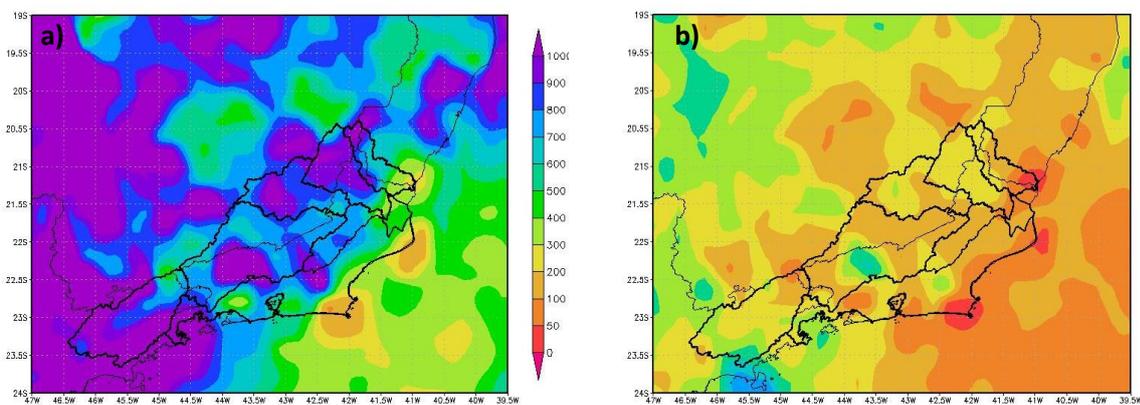


Figura 3 - a) Total precipitado entre outubro de 2014 e agosto de 2015; b) Razão entre o total precipitado de outubro de 2014 a agosto de 2015 e a média histórica do mesmo período.

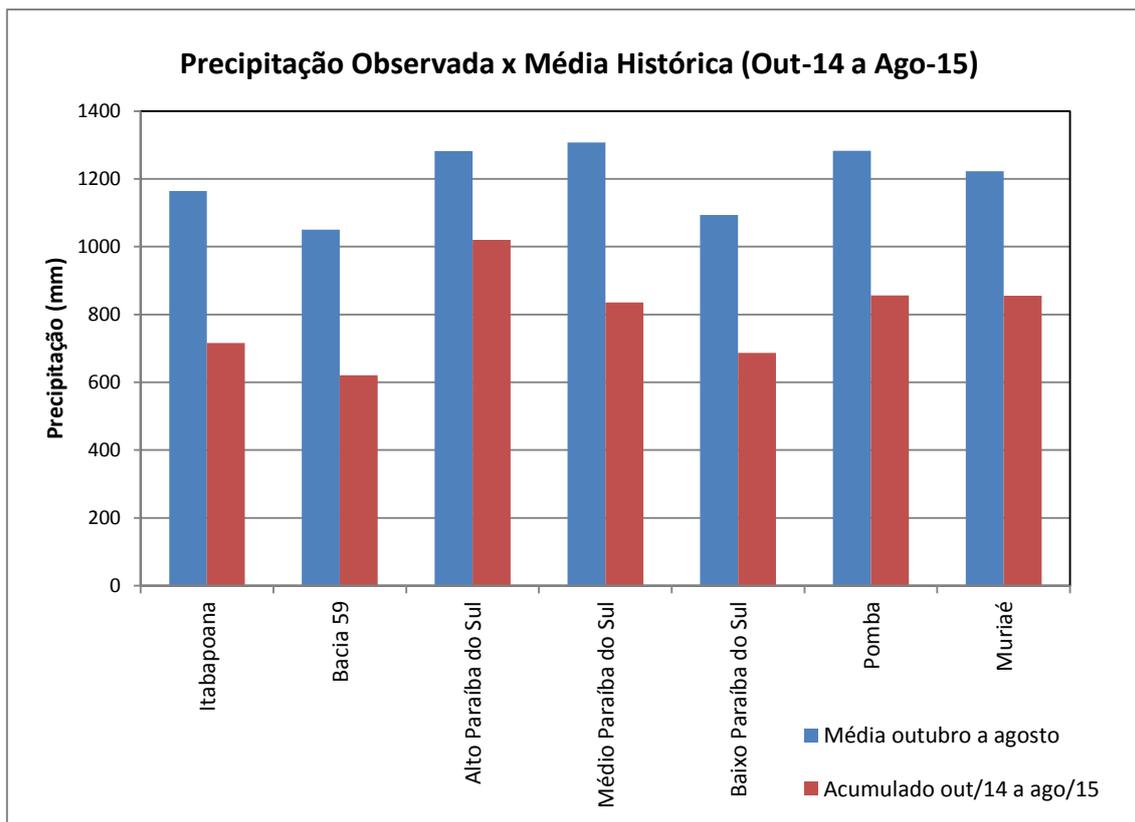


Figura 4 - Comparação entre a precipitação média acumulada nos meses de outubro a agosto de 1998 a 2013 e a precipitação acumulada entre outubro de 2014 e agosto de 2015.

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 5.

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

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

AD – Área de drenagem

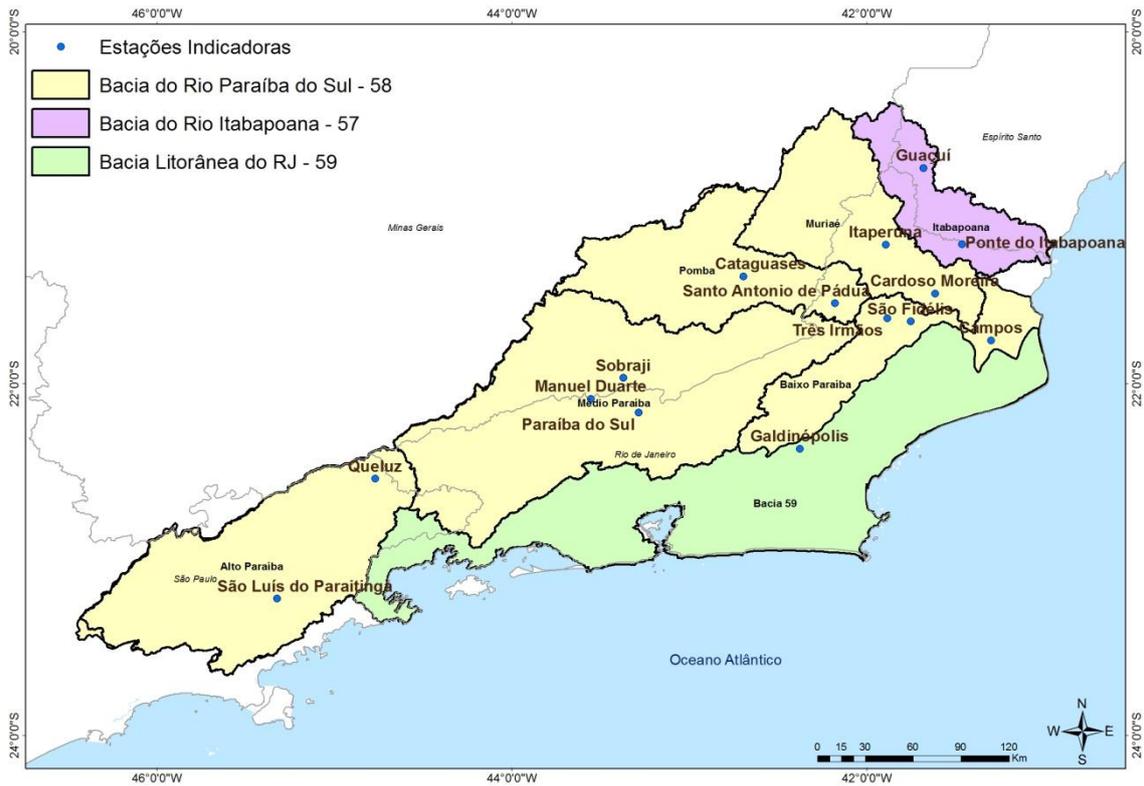


Figura 5 - Localização das estações fluviométricas indicadoras

As curvas chaves das estações indicadoras são do tipo:

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

Onde,

Q é a vazão em $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

h é a cota na régua em m

a , h_0 e n são parâmetros da equação

Os parâmetros das curvas chave das estações indicadoras estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Curvas Chaves das estações indicadoras

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

A Figura 6 e a Tabela 3 permitem comparar as vazões de agosto de 2015 com as vazões de referência, as vazões médias históricas e as vazões médias de agosto de 2014, ilustrando a severidade da atual estiagem.

Analisando as informações, verifica-se que, no mês de agosto de 2015 a vazão média mensal não ultrapassou a vazão de referência ($Q_{7,10}$) em 7 estações: São Luís do Paraitinga, Paraíba do Sul, Sobraji, Manuel Duarte, Cataguases, São Fidélis e Itaperuna. Apenas nas estações de Queluz e Galdinópolis as vazões médias em agosto foram superiores à Q95%. Todas as estações tiveram valores de vazão média de agosto abaixo da média mensal para o período

Comparando as vazões observadas em agosto de 2015 com as vazões de agosto de 2014, observa-se que todas as estações fluviométricas apresentaram vazões menores em 2015 do que no ano de 2014, indicando que o cenário de estiagem do ano hidrológico atual é ainda mais severo do que no ano hidrológico de 2013-2014. A situação mais crítica é encontrada na

estação de Itaperuna, cuja vazão de agosto de 2015 é quase três vezes menor do que a vazão média para o mesmo período em 2014.

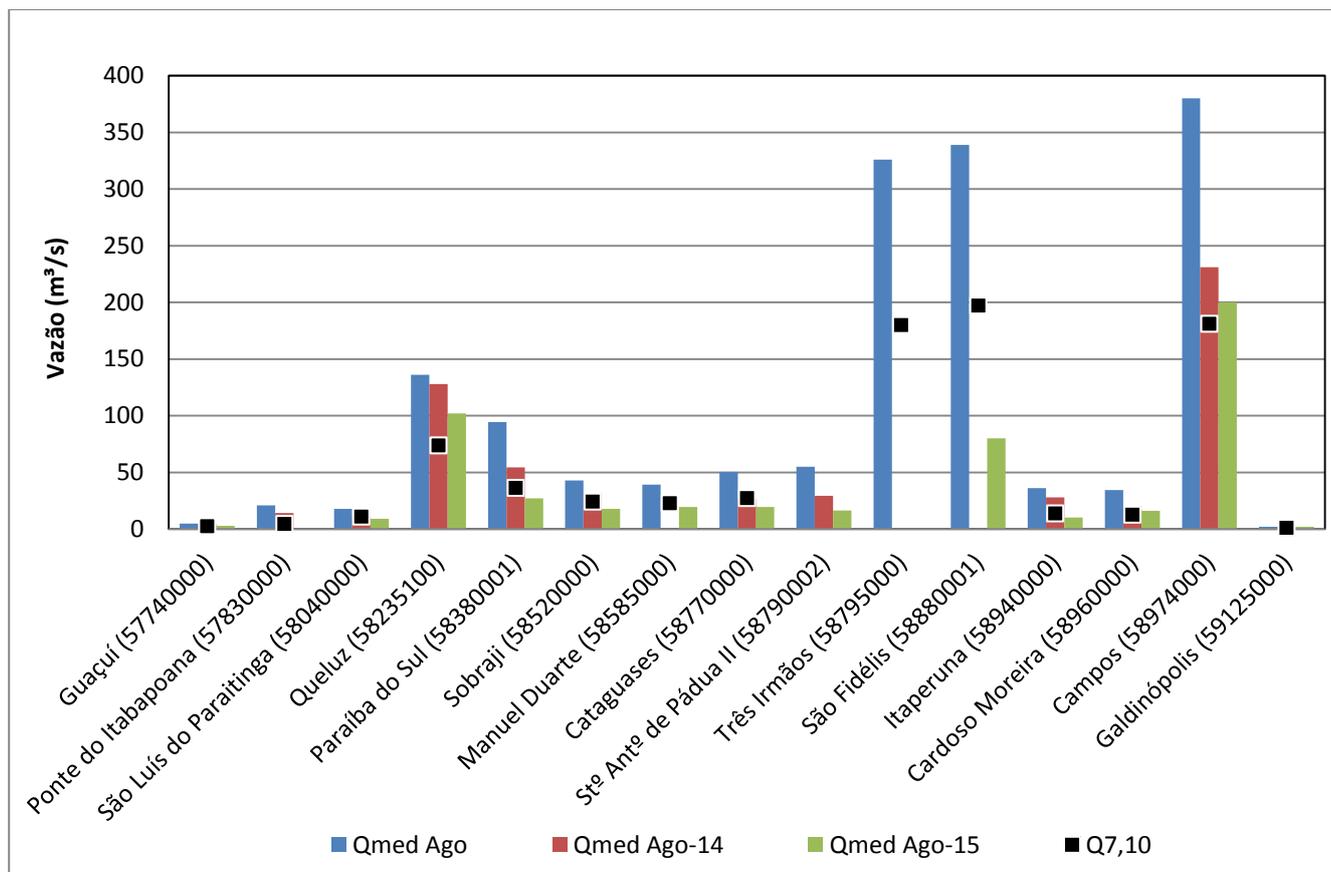


Figura 6 – Comparação entre a vazão média mensal de agosto de 2015, agosto de 2014, média histórica de agosto e vazão de referência $Q_{7,10}$ nas estações indicadoras.

Tabela 3 - Relação das estações indicadoras

Código	Nome	Pmed ago (mm)	PObs* ago/15 (mm)	Qmed ago (m ³ /s)	Q95% (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Qmed ago/15 (m ³ /s)	Razão entre Qmed ago-15/ Qmed ago	Cota em 31/08/15 (cm)	Vazão em 31/08/15 (m ³ /s)
57740000	Guaçuí	28,0	5,5	4,96	3,9	2,4	2,8	0,56	93	2,9
57830000	Ponte do Itabapoana	27,2	-	20,8	14,0	4,4	-	-	-	-
58040000	São Luís do Paraitinga	30,0	11,9	17,8	14,8	10,8	9,0	0,51	124,5	8,8
58235100	Queluz	32,3	25,1	136,0	99,3	73,8	102,1	0,75	120	113,5
58380001	Paraíba do Sul	18,1	3	94,5	49,8	36,2	27,0	0,29	49	26,7
58520000	Sobraji	17,4	8,2	42,9	34,0	24,1	17,8	0,41	25,5	17,5
58585000	Manuel Duarte	17,3	13,2	39,2	32,6	22,7	19,6	0,50	104,5	17,6
58770000	Cataguases	17,7	16,6	50,5	38,0	27,3	19,6	0,39	69	21,0
58790002	Stº Antº de Pádua II	15,3	13	55,1	*	*	16,4	0,30	44	17,0
58795000	Três Irmãos	20,0	-	326,0	252,0	180,0	-	-	-	-
58880001	São Fidélis	17,5	14,1	339,0	255,0	197,0	80,2	0,24	10,5	80,0
58940000	Itaperuna	17,9	17,4	36,1	25,8	13,7	10,2	0,28	175,5	17,1
58960000	Cardoso Moreira	19,0	27,2	34,5	22,7	12,7	16,1	0,47	44	18,7
58974000	Campos	18,9	28,2	380,0	264,0	181,0	200,1	0,53	470	205,3
59125000	Galdinópolis	47,0	6,4	1,95	1,6	1,2	1,9	0,98	38	1,7

Pmed – precipitação média mensal; PObs ago/15 – precipitação observada no mês de agosto de 2015; Qmed – vazão média mensal; Q95% - vazão com permanência de 95%; Q_{7,10} – vazão mínima anual média com 7 dias de duração e período de retorno de 10 anos; Qmed ago/15 é a vazão média de agosto de 2015; Razão entre Qmed ago-15/Qmed ago é a razão entre a vazão média observada de agosto de 2015 e a vazão média mensal de agosto. * - Série histórica menor do que 10 anos.

As figuras 23 a 26 do Anexo IV apresentam a razão entre a vazão média do mês de agosto de 2015 e:

- A vazão de referência $Q_{7,10}$;
- A vazão de referência Q95%;
- A vazão média mensal histórica;
- A vazão média de agosto de 2014.

Analisando as figuras observa-se que a situação está mais crítica em toda bacia do Paraíba do Sul (Alto Paraíba, Médio Paraíba, Baixo Paraíba, Pomba e Muriaé); estando a vazão observada mais próxima das médias e das vazões de referência na Bacia 59 (Litorâneas do Rio de Janeiro).

4.4 Análise da vazão medida

As equipes de campo realizaram medições de vazão durante todo o mês de agosto de 2015, nas bacias do rio Paraíba do Sul, Itabapoana e Bacia 59, sendo realizadas medições extras em algumas estações. Em agosto de 2015 foram realizadas 20 medições em 18 estações. A Tabela 4 apresenta a relação das estações visitadas em agosto de 2015.

Tabela 4 – Relação das estações fluviométricas visitadas em agosto de 2015

Código	Estação	Rio	Lat	Long	AD (km ²)
58420000	Fazenda Sobradinho	Preto	-22:12:01	-042:54:04	719
58235100	Queluz	Paraíba do Sul	-22:32:24	-044:46:22	12800
58405000	Pedro do Rio	Piabanha	-22:19:56	-043:08:01	435
58425000	Parada Morelli	Preto	-22:12:03	-043:01:37	930
58434000	Fagundes	Fagundes	-22:17:59	-043:10:41	275
58520000	Sobraji	Paraibuna Mineiro	-21:57:59	-043:22:21	3640
58585000	Manuel Duarte	Preto	-22:05:09	-043:33:24	3110
58645000	Sumidouro	Paquequer	-22:02:46	-042:40:44	294
58790002	Santo Antonio de Pádua II	Pomba	-21:32:32	-042:10:50	8210
58805000	São Lourenço	Grande	-22:20:58	-042:37:27	10
58846000	Manuel de Moraes	Grande	-22:01:27	-042:08:04	1370
58880001	São Fidélis	Paraíba do Sul	-21:38:43	-041:45:08	48900
58940000	Itaperuna	Muriaé	-21:12:28	-041:53:36	5800
58960000	Cardoso Moreira	Muriaé	-21:29:14	-041:37:00	7210
59120000	Macaé de Cima	Macaé	-22:22:20	-042:27:44	67
59125000	Galdinópolis	Macaé	-22:22:08	-042:22:45	104
59135000	Piller	Bonito	-22:24:33	-042:20:10	71
59240000	Parque Ribeira	Macacu	-22:35:23	-042:44:06	289

AD: Área de Drenagem

A Tabela 5 apresenta o resumo das medições de vazão realizadas nas estações localizadas nas áreas visitadas em agosto de 2015, comparadas com a vazão mínima histórica medida até 2013. Analisando esta tabela, verifica-se que em 3 das 18 estações analisadas foram obtidos resultados de vazão abaixo das mínimas medidas até 2013.

Tabela 5 - Resumo de medição de descargas realizadas no mês de agosto

Código	Estação	Cota (cm)	Vazão (m ³ ·s-1)	Área Molhada (m ²)	Velocidade (m·s-1)	Vazão Mínima Medida até 2013 (m ³ ·s-1)	Razão
58420000	Fazenda Sobradinho	46	6,96	23,3	0,30	2,76	2,5
58235100	Queluz	121	108,51	181,5	0,60	59,90	1,8
58405000	Pedro do Rio	64	3,46	13,6	0,26	1,53	2,3
58425000	Parada Morelli	26	7,06	25,7	0,28	4,24	1,7
58425000	Parada Morelli	13	3,92	17,8	0,22	4,24	0,9
58434000	Fagundes	125	1,61	7,2	0,22	0,84	1,9
58520000	Sobraji	45	27,72	167,0	0,17	19,20	1,4
58585000	Manuel Duarte	107	20,70	105,0	0,20	19,30	1,1
58645000	Sumidouro	22	2,37	7,0	0,34	1,45	1,6
58645000	Sumidouro	19	0,94	2,8	0,34	1,45	0,7
58790002	Santo Antonio de Pádua II	44	26,18	242,7	0,11	21,60	1,2
58805000	São Lourenço	29	0,24	1,7	0,14	0,14	1,8
58846000	Manuel de Moraes	17	5,58	21,4	0,26	5,98	0,9
58880001	São Fidélis	22	139,83	229,3	0,61	136,00	1,0
58940000	Itaperuna	168	13,59	203,6	0,07	3,22	4,2
58960000	Cardoso Moreira	56	16,59	255,4	0,07	12,90	1,3
59120000	Macaé de Cima	20	1,68	8,4	0,20	0,67	2,5
59125000	Galdinópolis	42	2,21	6,2	0,36	0,93	2,4
59135000	Piller	35	8,74	12,8	0,68	0,84	10,4
59240000	Parque Ribeira	52	3,66	12,4	0,30	2,13	1,7

A Figura 7 apresenta a razão entre as vazões medidas em agosto de 2015 e a mínima medida até 2013. Analisando a figura verifica-se que ao longo de toda bacia do Paraíba do Sul (Bacia 58) existem estações cuja vazão ficou abaixo da mínima histórica. Na bacia 59 (Litorâneas do Rio de Janeiro) as medições indicam vazão superior às mínimas históricas; na Bacia do Rio Itabapoana não houve medições de vazão no período de agosto.

No Anexo II estão apresentados os gráficos de cota x vazão das estações cujas vazões mediadas em agosto de 2015 ficaram abaixo das vazões mínimas medidas até 2013.

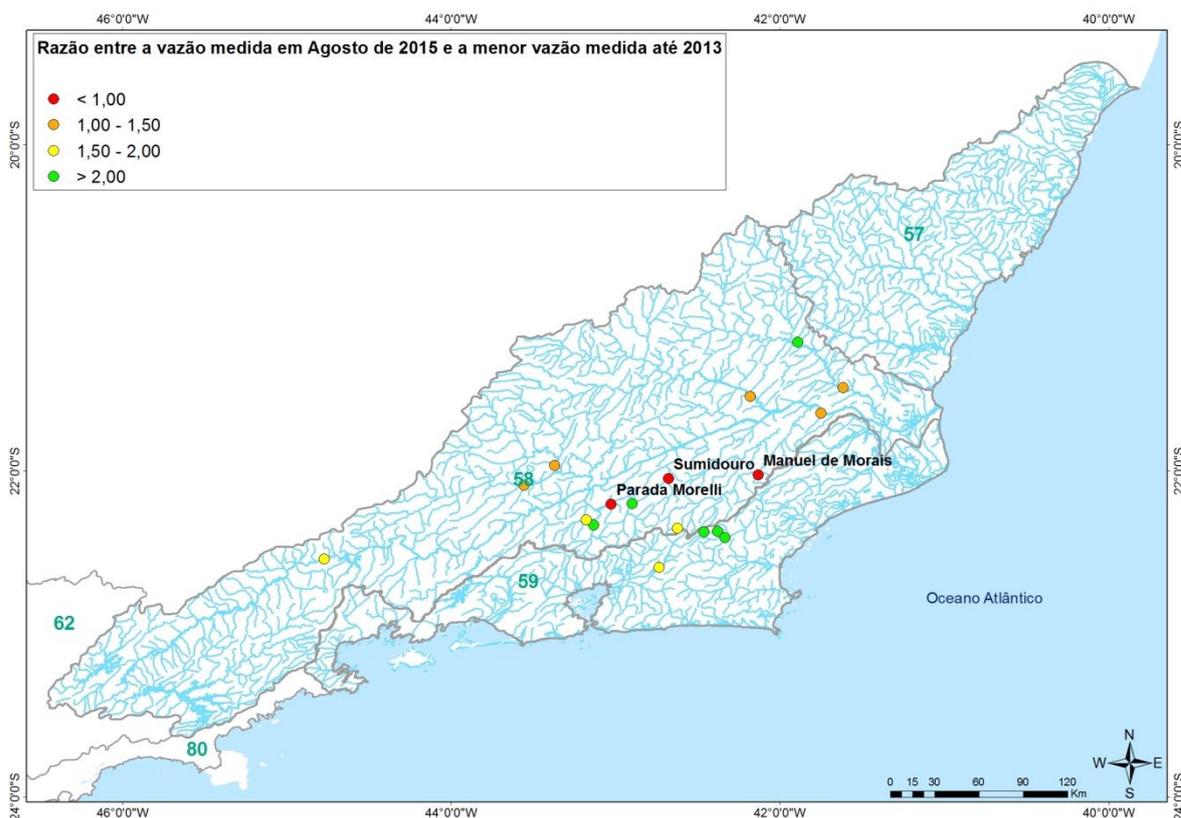


Figura 7 - Razão entre a vazão das medições de descarga líquida realizadas em agosto de 2015 e a vazão mínima histórica medida até 2013

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 5 parâmetros: Temperatura da água, pH, OD, Turbidez e Condutividade Elétrica.

Nas visitas realizadas em agosto foram analisados estes parâmetros em 10 estações. A Tabela 6 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.

Tabela 6 – Dados de Qualidade da Água

Estação	Nome	Data	pH	Turbidez (UNT)	Cond elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 20°C)	OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	Temp Água (°C)	Temp Ar (°C)
59240000	Parque Ribeira	03/08/2015	7,15	10,8	47,6	7,16	20	25
58805000	São Lourenço	11/08/2015	8,09	1,91	14,92	7,42	17	24
59120000	Macaé de Cima	07/08/2015	7,86	1,24	11,3	7,46	15	20
59135000	Piller	10/08/2015	7,19	1,98	15,28	8,76	16	22
59125000	Galdinópolis	08/08/2015	7,08	1,66	17,72	8,56	16	21
58434000	Fagundes	30/07/2015	7,24	112,4	43,92	8,01	23	25
58405000	Pedro do Rio	29/07/2015	7,06	26,7	108,46	7,03	22	24
58425000	Parada Morelli	28/07/2015	7,01	98,6	58,68	6,74	23	26
58645000	Sumidouro	12/08/2015	7,03	20,2	58,64	5,72	20	26
58420000	Fazenda Sobradinho	27/07/2015	7,04	52,4	62,28	6,28	21	25

Das estações visitadas neste mês, somente a estação de Fagundes apresentou alta medição de turbidez, com um valor de 112,4 UNT, o que remete à classe inferior a 3 de qualidade de água, conforme pode ser visto na figura 30 do anexo V.

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.

4.6 Elaboração de prognóstico de vazões

Os gráficos das figuras 11 a 22 do Anexo III mostram o prognóstico de vazão média mensal das estações fluviométricas indicadoras, para os meses de setembro e outubro.

Na estação de Guaçuí, na bacia do Itabapoana, é possível observar que em agosto de 2015 a vazão está abaixo da média histórica e também abaixo da vazão registrada em 2014. O prognóstico aponta que as vazões para os próximos meses sejam superiores à vazão $Q_{7,10}$ e que no mês de outubro seja superior à vazão de 2014.

Em Cataguases, na bacia do rio Pomba, a vazão média em agosto de 2015 se manteve abaixo da $Q_{7,10}$, com o prognóstico até outubro indicando que ela continuará menor que a vazão de referência. As vazões observadas de 2015 estão abaixo das observadas em 2014.

Nas estações de Itaperuna e Cardoso Moreira, ambas na bacia do rio Muriaé, as vazões médias mensais observadas até agosto de 2015 estão abaixo das observadas em 2014, quando as vazões já eram inferiores à média mensal. Em conformidade com o prognóstico do mês de julho, a vazão média de agosto na estação de Itaperuna foi menor que a $Q_{7,10}$. O prognóstico deste mês aponta que até outubro de 2015 a vazão em Cardoso Moreira se manterá acima da vazão de referência $Q_{7,10}$, enquanto que em Itaperuna a vazão continuará abaixo da vazão de referência.

Nas estações de Campos e São Fidélis, no Baixo Paraíba do Sul, as vazões médias mensais estão abaixo da vazão observada em 2014 desde maio deste ano, com um prognóstico até outubro de se manterem abaixo. Em Campos, a vazão média mensal em agosto de 2015 se manteve próxima da $Q_{7,10}$. Em São Fidélis o prognóstico aponta que a vazão continuará abaixo da $Q_{7,10}$.

Nas estações de Sobraji, Manuel Duarte e Paraíba do Sul, no Médio Paraíba do Sul, as vazões de agosto estão abaixo da $Q_{7,10}$ e da média de 2014 para o período, com o prognóstico até outubro indicando que as vazões se mantenham abaixo da vazão de referência.

Nas estações de Queluz e São Luís do Paraitinga, no Alto Paraíba do Sul, as vazões de agosto estão abaixo das vazões de 2014 para o mesmo período, com o prognóstico até outubro indicando que as vazões se mantenham abaixo. Em Queluz a vazão de agosto está acima da $Q_{7,10}$, com um prognóstico até outubro de que ela se mantenha acima; em São Luís do Paraitinga o prognóstico indica que a vazão ira se manter abaixo da vazão de referência, mas acima da vazão observada em 2014.

Na estação de Galdinópolis, na Bacia 59, a vazão do mês de agosto foi inferior à vazão média, estando também abaixo da vazão observada em 2014; o prognóstico ate outubro aponta que este comportamento será mantido.

5 Considerações Finais

Avaliando os dados levantados, foi possível observar que:

- a) A precipitação acumulada no mês de agosto foi superior à média histórica mensal nas em regiões das bacias do Rio Pomba, Médio Paraíba do Sul , Baixo Paraíba do Sul e Bacia 59;
- b) Nas bacias do Alto Paraíba do Sul e Itabapoana, e em partes da Bacia 59, o acumulado de chuva do mês de agosto foi abaixo da média mensal;
- c) O total acumulado de chuva desde o início do atual ano hidrológico está abaixo da média do período em toda área de atuação da SUREG/SP;
- d) Segundo a previsão climática para a região Sudeste para o trimestre de setembro a novembro de 2015, as precipitações estarão dentro da normalidade, ou seja, igual probabilidade das precipitações estarem acima, abaixo ou dentro da média;
- e) A vazão dos rios nas estações indicadoras durante o mês de agosto de 2015 ficou abaixo da média em toda a área de atuação da SUREG/SP. Com relação aos dados de vazão das estações indicadoras, foi observado que:
 - As vazões médias observadas em agosto de 2015 ficaram abaixo da vazão média histórica do mês em todas as estações;
 - Abaixo da Q95% em 11 estações, ficando acima apenas nas estações de Queluz e Galdinópolis;
 - Em nenhuma estação a vazão de agosto de 2015 é superior à vazão de agosto de 2014.
- f) Com relação às medições de vazão realizadas em agosto de 2015, das 18 estações medidas, em 3 a vazão ficou abaixo da mínima histórica registrada até 2013;
- g) A análise dos dados de qualidade da água mostrou que em apenas das 10 estações onde foram realizadas medições de qualidade da água houve um parâmetro fora dos padrões, remetendo à classe inferior a 3 de qualidade da água na estação de Fagundes;
- h) Com relação aos prognósticos de estiagem, a previsão até outubro de 2015 é de que em 12 estações indicadoras a vazão permanecerá abaixo das médias mensais históricas; caso o prognóstico se confirme, em 7 estações a vazão mensal ficará abaixo da $Q_{7,10}$.

A análise das vazões e das precipitações do mês de julho de 2015 em conjunto com os dados históricos de precipitação e vazão, como descrito na metodologia, permitiu diagnosticar a estiagem do ano hidrológico de 2014-2015, onde será necessária a realização de medições extras de vazão. Dessa forma, foi feita uma reprogramação da operação da rede hidrometeorológica que possibilite a medição de vazões tanto nas estações fluviométricas das regiões mais críticas, bem como nas estações da programação normal.

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

No mês de setembro de 2015 serão realizadas medições de vazões nas estações distribuídas por toda área de atuação da SUREG/SP.

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 12

27 de agosto de 2015

Número 08

Previsão de Consenso

Sumário Executivo

Julho apresentou um padrão característico do fenômeno El Niño, com chuvas predominantemente abaixo da média histórica na Região Norte e em parte da Região Nordeste, e abaixo da média na Região Sul do Brasil. No norte do Paraná, o volume de chuva excedeu a climatologia em mais que 300 mm. A intensificação dos ventos sobre o Atlântico Sul também contribuiu para a ocorrência de chuvas acima da média histórica em algumas áreas do litoral da Região Nordeste. Destacou-se, também, o aumento das temperaturas mínimas, que ficaram acima da média em todo o País.

O episódio quente do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) manteve sua evolução no Oceano Pacífico, atingindo anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) de até 4°C próximo à costa oeste da América do Sul. O Índice de Oscilação Sul (IOS) atingiu seu valor mais negativo (-1.1), desde o estabelecimento do El Niño em março passado. Já o índice oceânico que indica a magnitude do El Niño passou a 1.0, limiar entre as intensidades fraca e moderada.

PREVISÃO SON/2015

A previsão por consenso¹ para o trimestre setembro a novembro de 2015 (SON/2015) indica maior probabilidade dos totais pluviométricos sazonais ocorrerem na categoria abaixo da faixa normal climatológica para o norte da Região Norte, com distribuição de probabilidade de 25%, 30% e 45% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. No oeste do Amazonas, a previsão indica maior probabilidade de chuva acima da faixa normal climatológica, com probabilidades de 40%, 35% e 25% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. Para o leste da Região Nordeste, onde o volume de chuva ainda é considerável em agosto, a previsão por consenso indica maior probabilidade das chuvas ocorrerem na categoria dentro da faixa normal climatológica, com a seguinte distribuição de probabilidade: 25%, 40% e 35% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. Para a Região Sul, a previsão por consenso indica maior probabilidade das chuvas situarem-se acima da faixa normal climatológica, a saber: 40%, 35% e 25% para as categorias acima, dentro e abaixo da faixa normal climatológica, respectivamente. Na grande área central do País, o início do referido trimestre ainda é considerado de estiagem, com o aumento gradual das chuvas a partir de outubro. A previsão por consenso indica temperaturas variando em torno a acima dos valores normais na maior parte do Brasil. Climatologicamente, ainda podem ocorrer incursões de massas de ar frio, com acentuado declínio das temperaturas, em particular no centro-sul do Brasil.

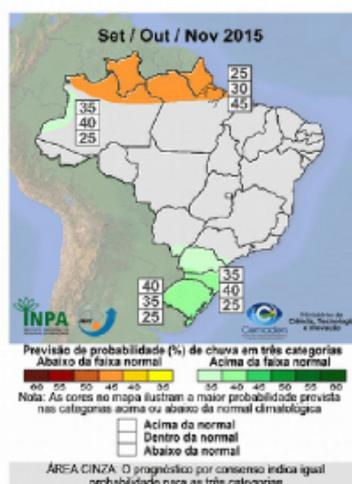


Figura 1 - Previsão probabilística (em tercís) de consenso do total de chuva para o trimestre setembro a novembro de 2015.

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

LIMITES CLIMATOLÓGICOS DA FAIXA NORMAL PARA O TRIMESTRE SON

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

Considere-se o caso da localidade de Curitiba, capital do Estado de Paraná (seta vermelha nas figuras ao lado). Os mapas indicam que a faixa normal de precipitação acumulada no trimestre SON/2015 situa-se, aproximadamente, entre 300 mm e 500 mm. Combinando esta informação com a previsão de consenso ilustrada na Figura 1, obtém-se que a probabilidade prevista da chuva acumulada em Curitiba-PR exceder 500 mm neste trimestre é de aproximadamente 35%. Do mesmo modo, a probabilidade de que chova menos que 300 mm é de aproximadamente 25%. Finalmente, a probabilidade prevista de que a chuva acumulada em Florianópolis fique entre 300 mm e 500 mm é de aproximadamente 40%.

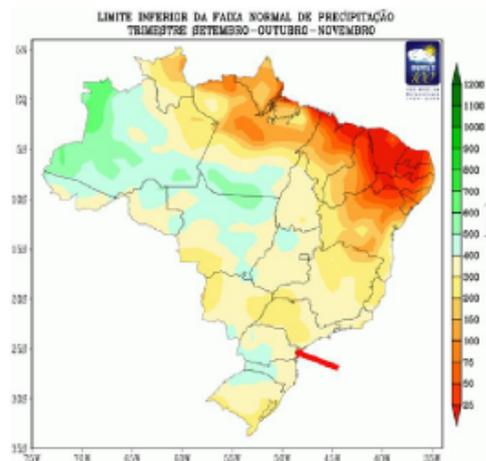


Figura 2 - Limite inferior da faixa normal de precipitação para o trimestre SON.

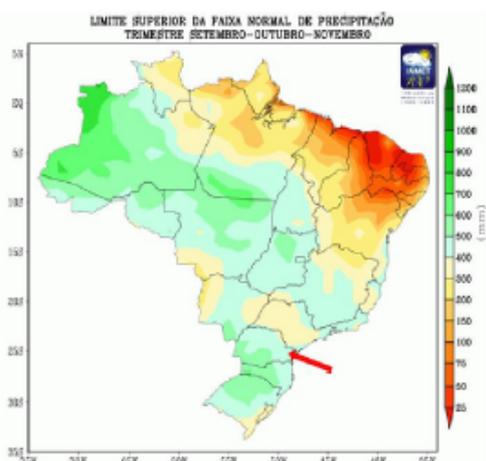


Figura 3 - Limite superior da faixa normal de precipitação para o trimestre SON.

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

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

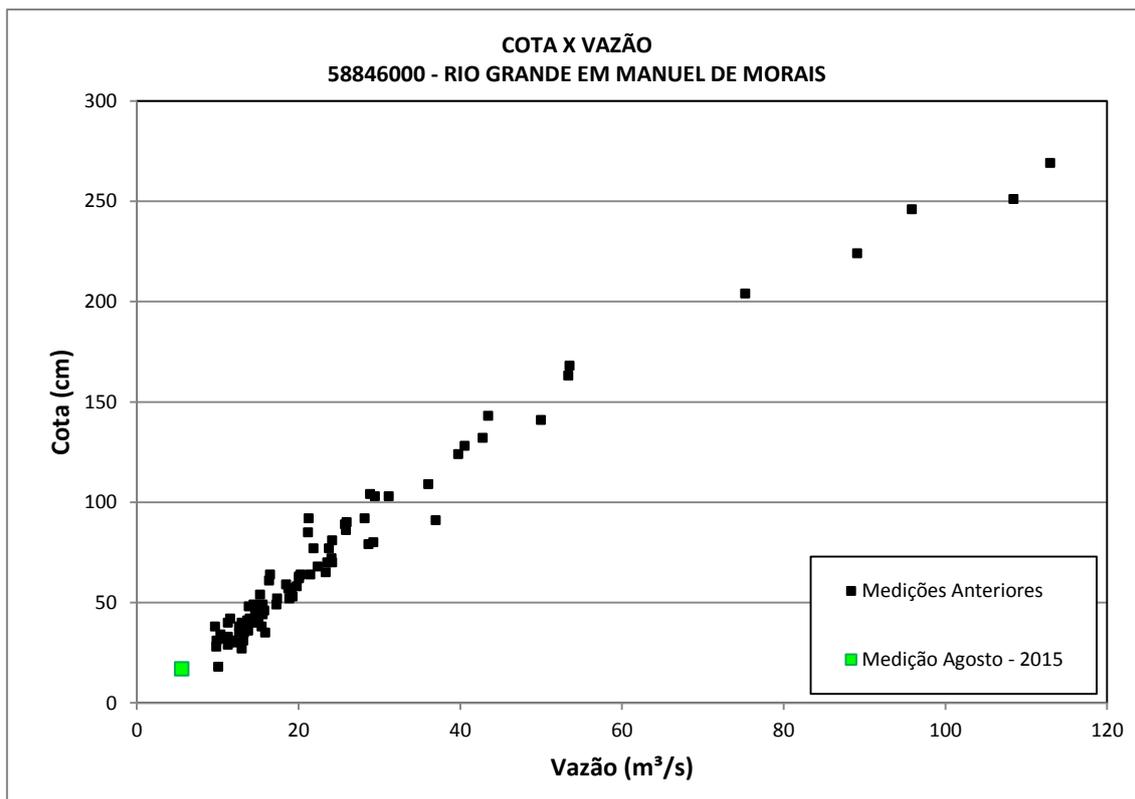


Figura 8 - Gráfico cota x vazão na estação Manuel de Moraes

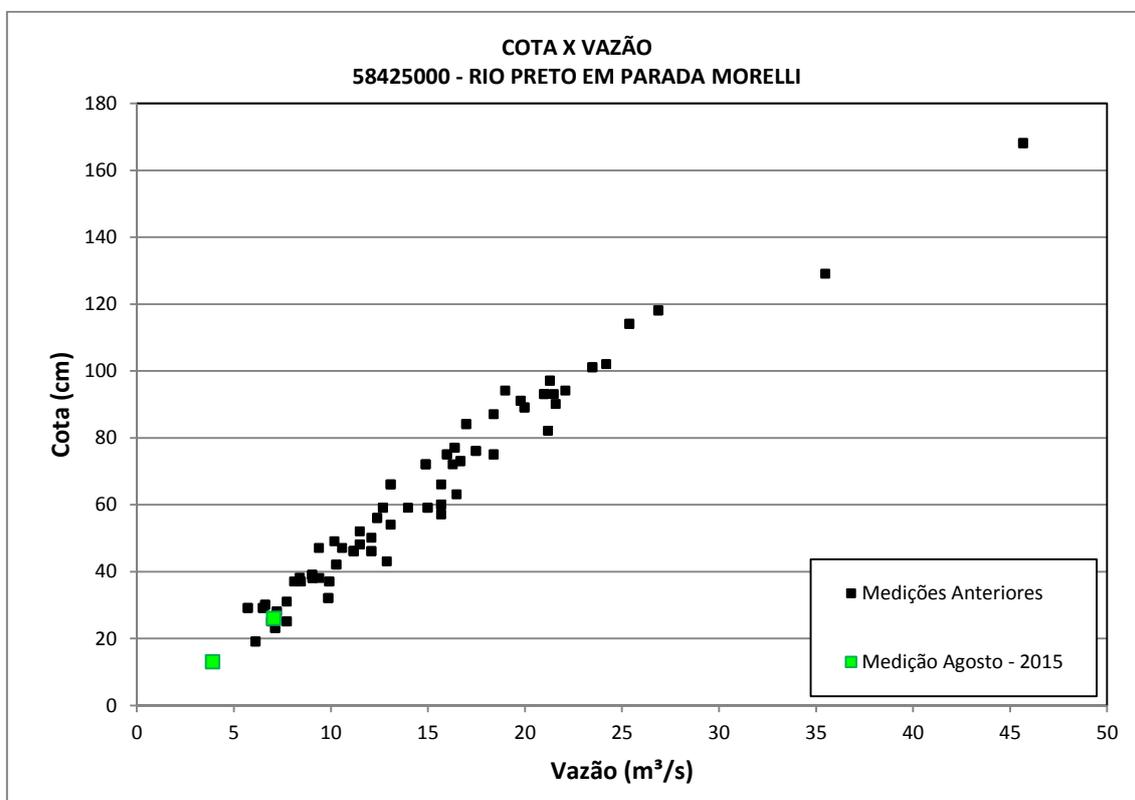


Figura 9 - Gráfico cota x vazão na estação Parada Morelli

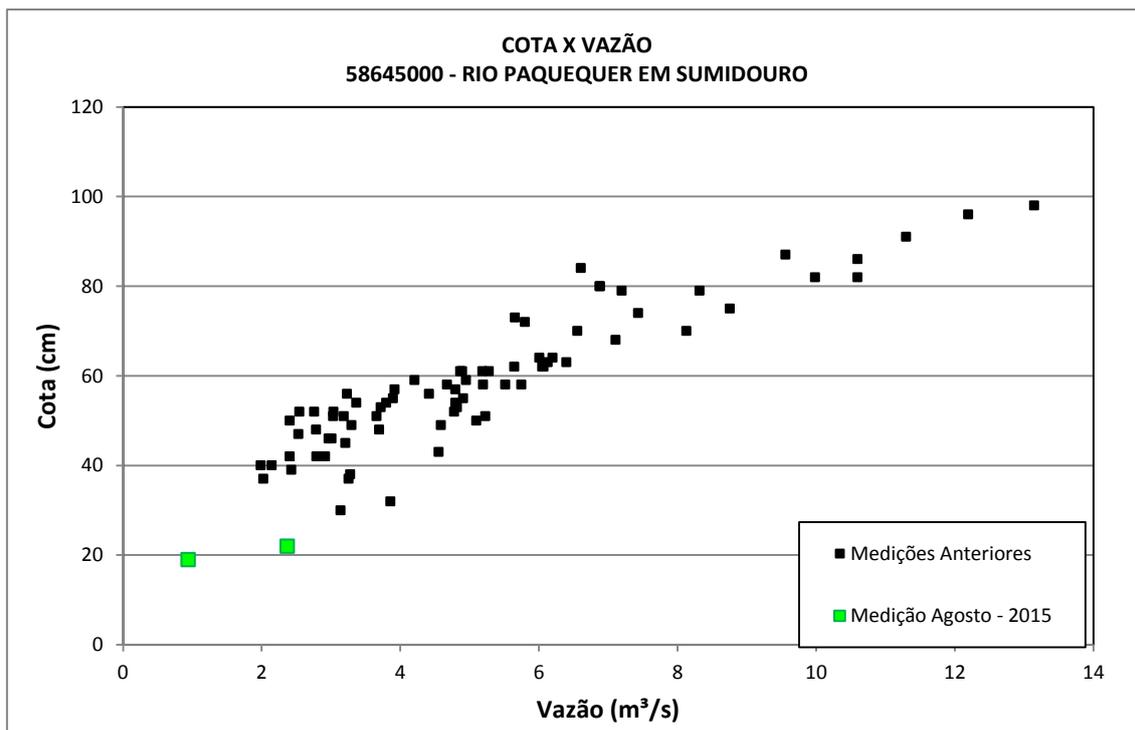


Figura 10 - Gráfico cota x vazão na estação Sumidouro

ANEXO III – Prognósticos de vazão

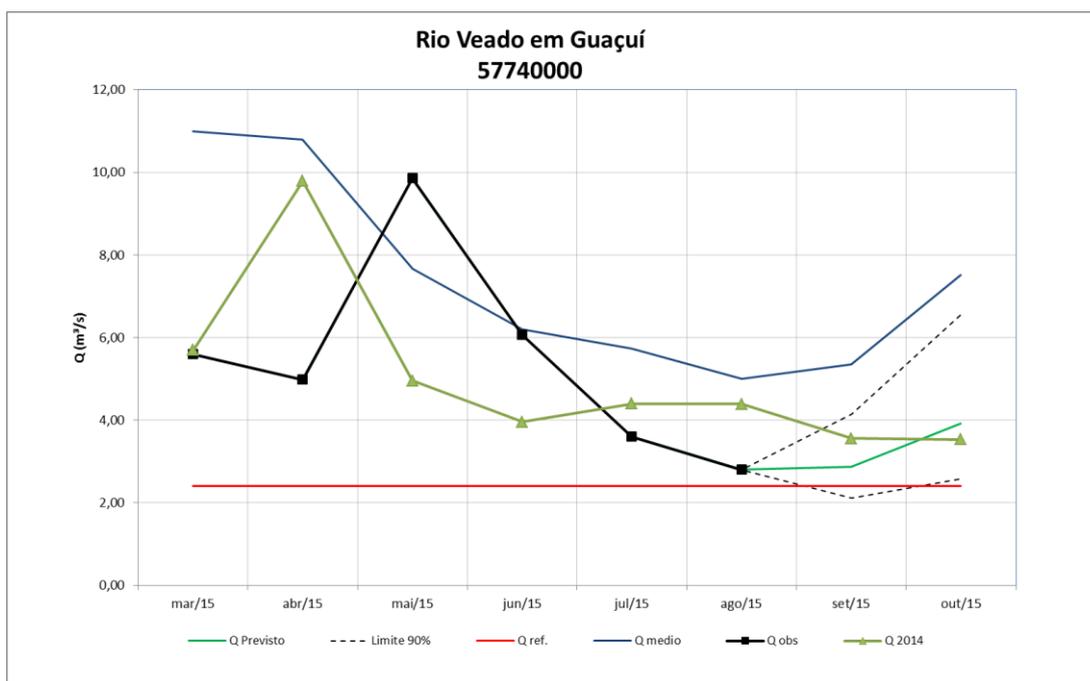


Figura 11 - Prognóstico de vazão para o rio do Veado, na estação fluviométrica de Guaçuí.

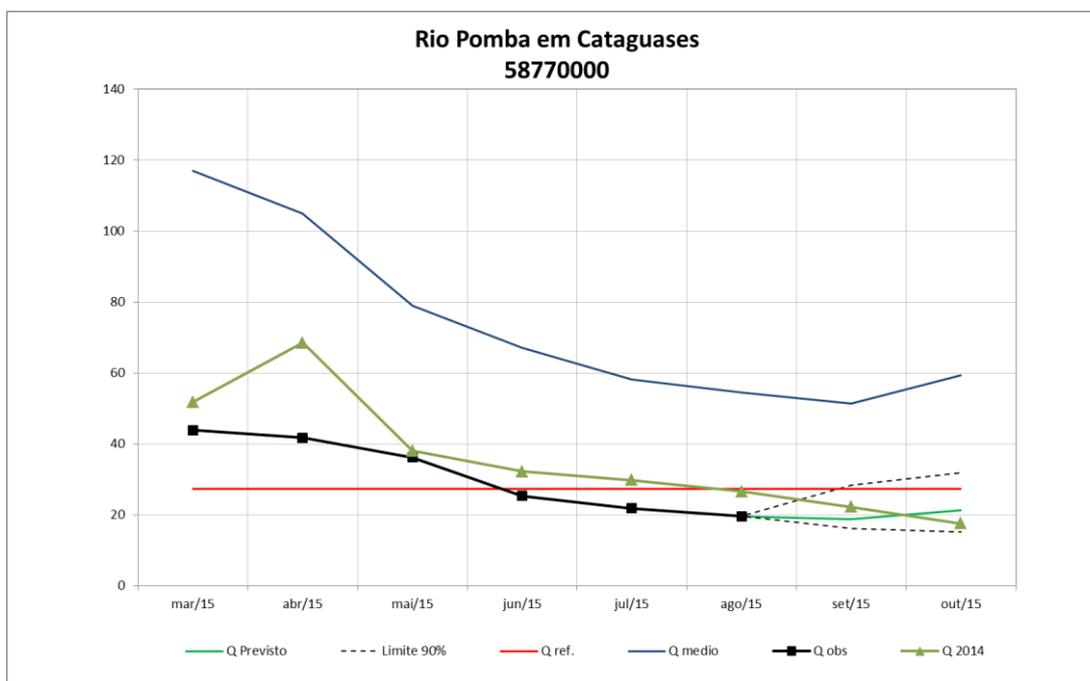


Figura 12 - Prognóstico de vazão para o rio Pomba, na estação fluviométrica de Cataguases.

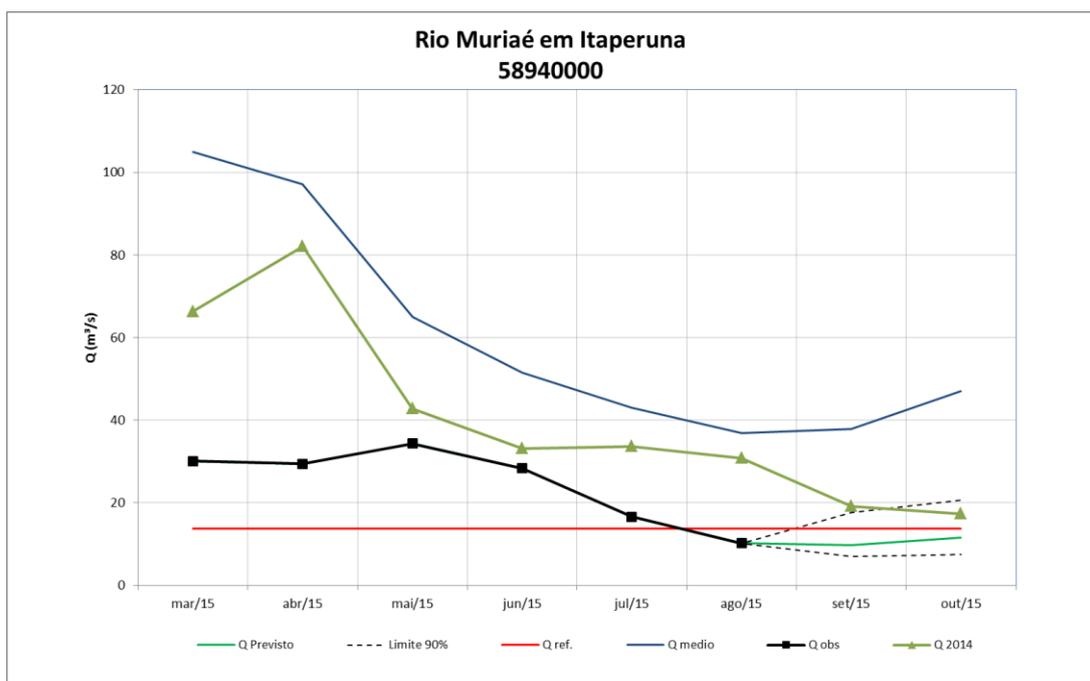


Figura 13 - Prognóstico de vazão para o rio Muriaé, na estação fluviométrica de Itaperuna.

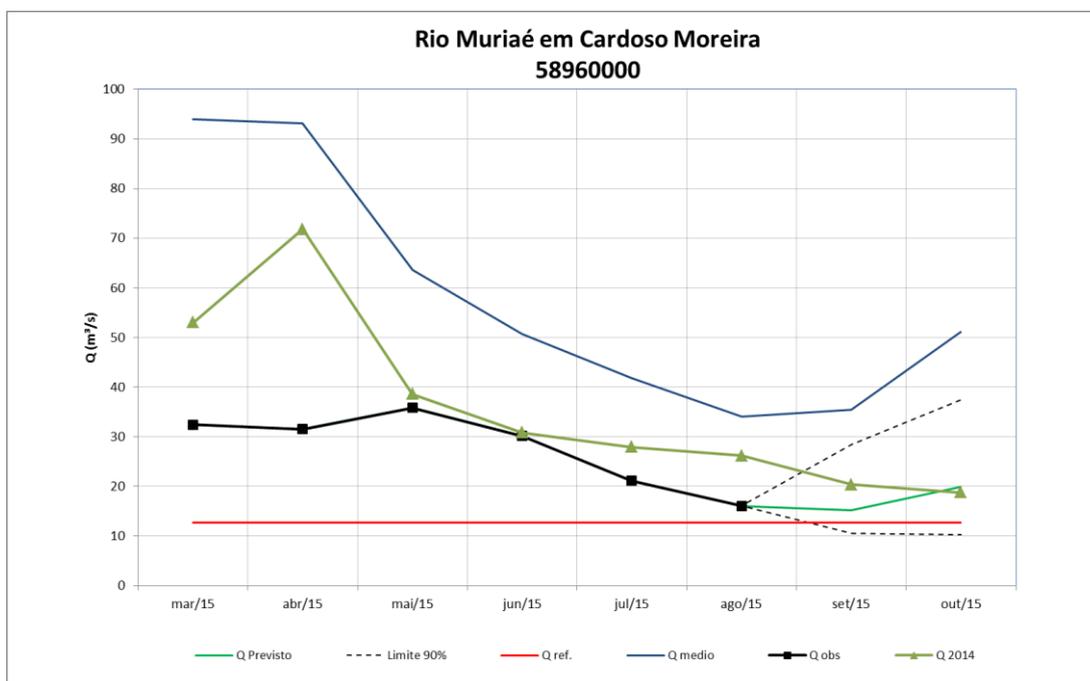


Figura 14 - Prognóstico de vazão para o rio Muriaé, na estação fluviométrica de Cardoso Moreira.

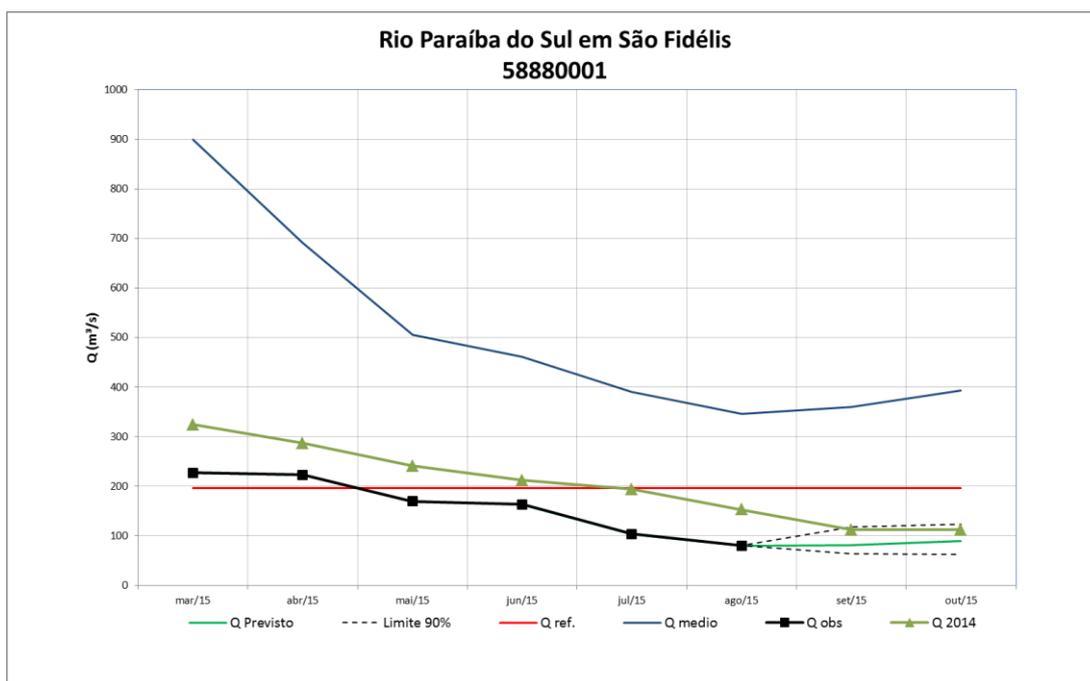


Figura 15 - Prognóstico de vazão para o rio Paraíba do Sul, na estação fluviométrica de São Fidélis.

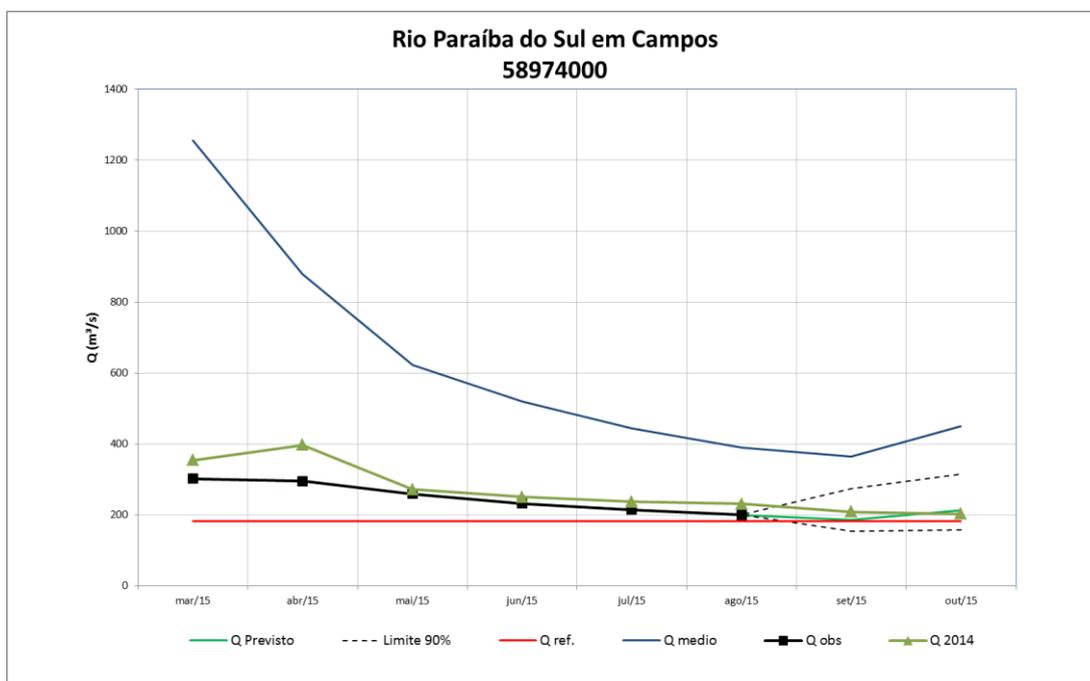


Figura 16 - Prognóstico de vazão para o rio Paraíba do Sul, na estação fluviométrica de Campos.

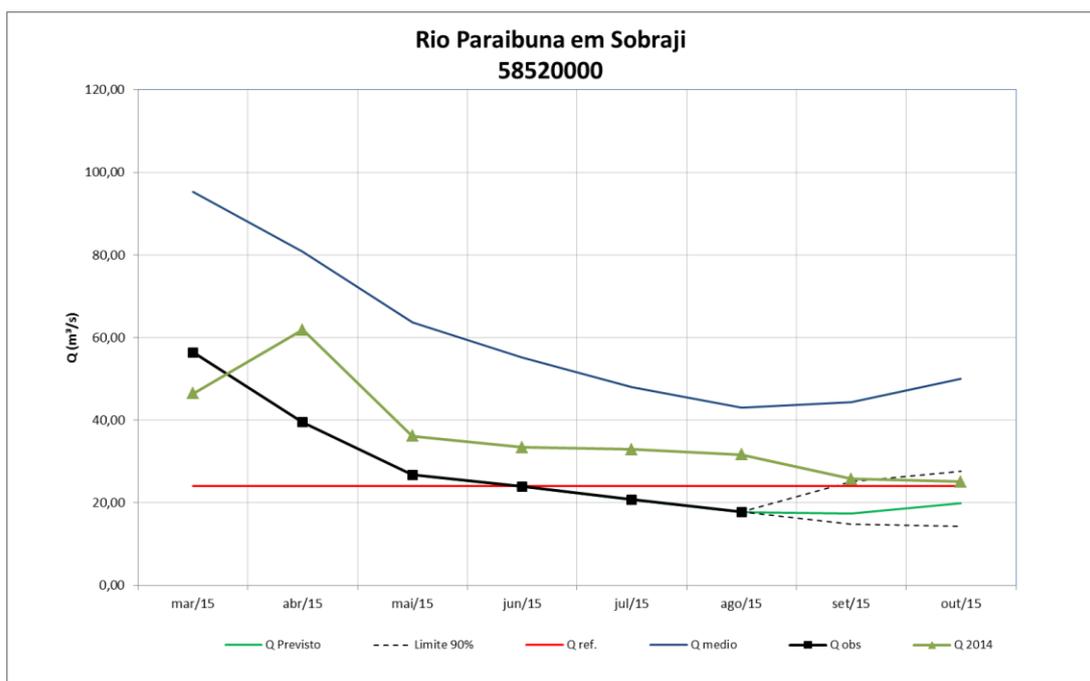


Figura 17 - Prognóstico de vazão para o rio Paraibuna, na estação fluviométrica de Sobraji.

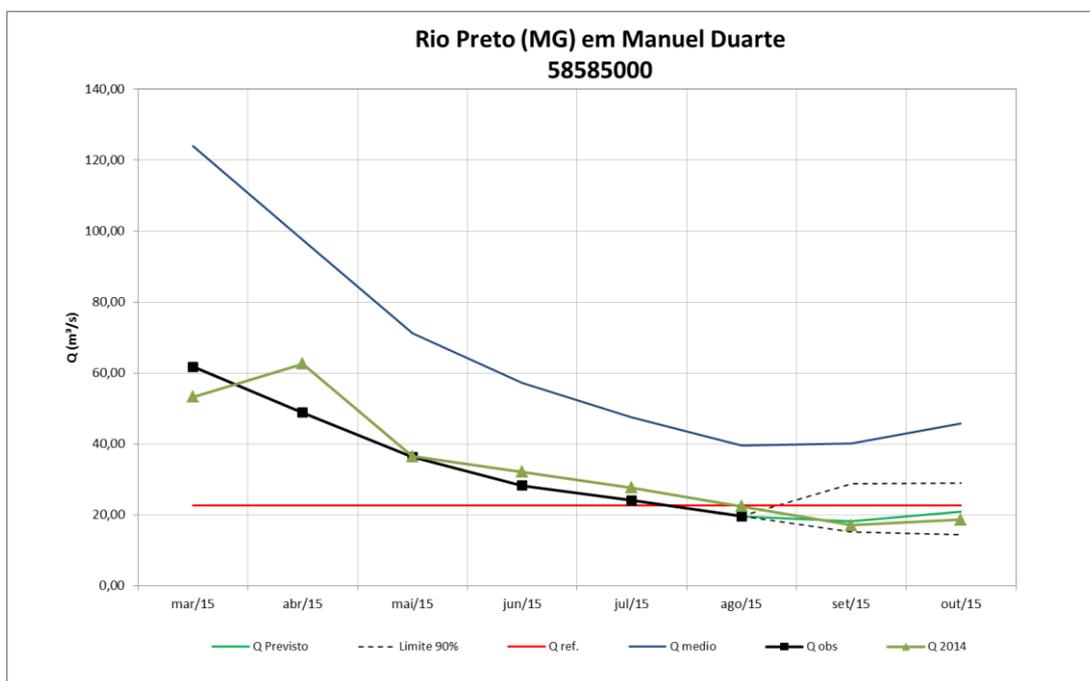


Figura 18 - Prognóstico de vazão para o rio Preto (MG), na estação fluviométrica de Manuel Duarte.

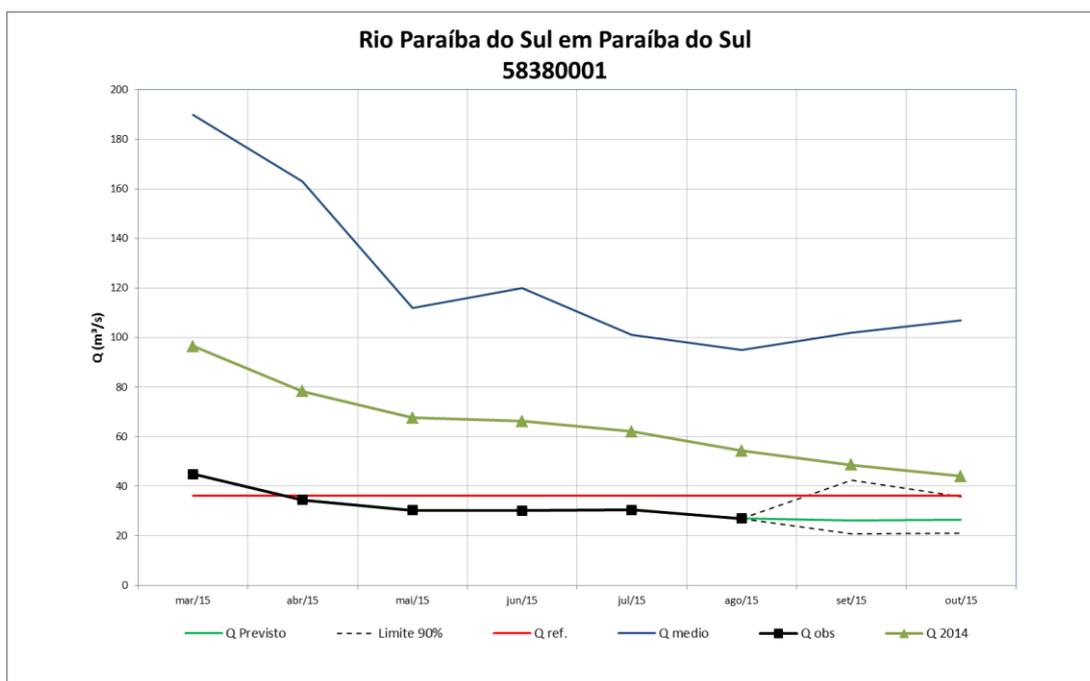


Figura 19 - Prognóstico de vazão para o rio Paraíba do Sul, na estação fluviométrica de Paraíba do Sul.

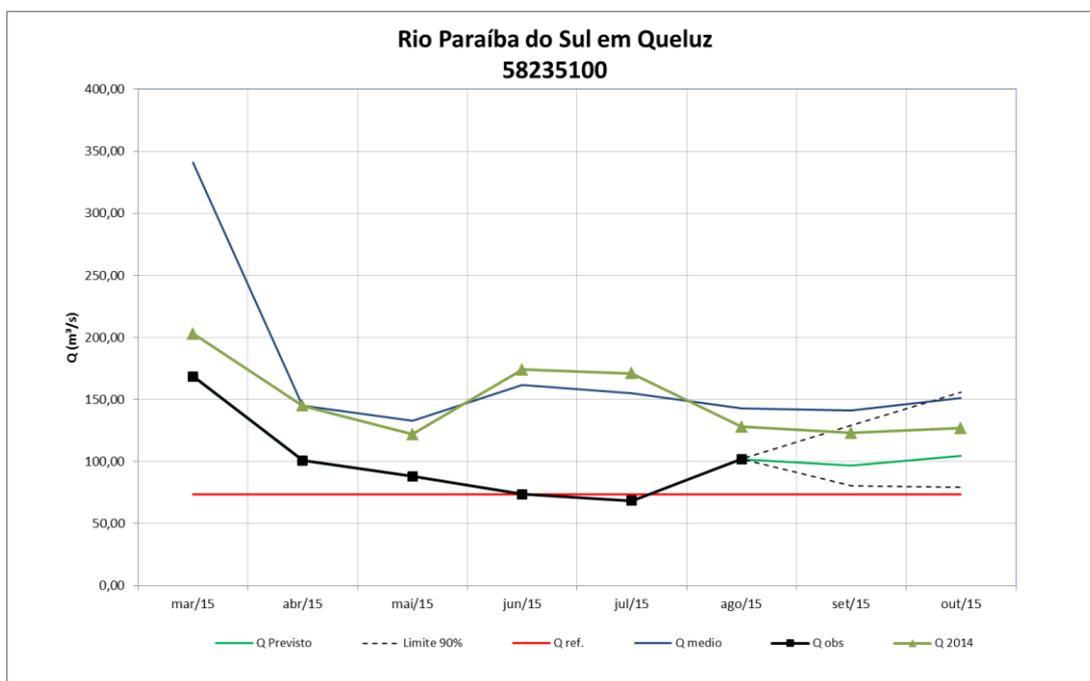


Figura 20 - Prognóstico de vazão para o rio Paraíba do Sul, na estação fluviométrica de Queluz.

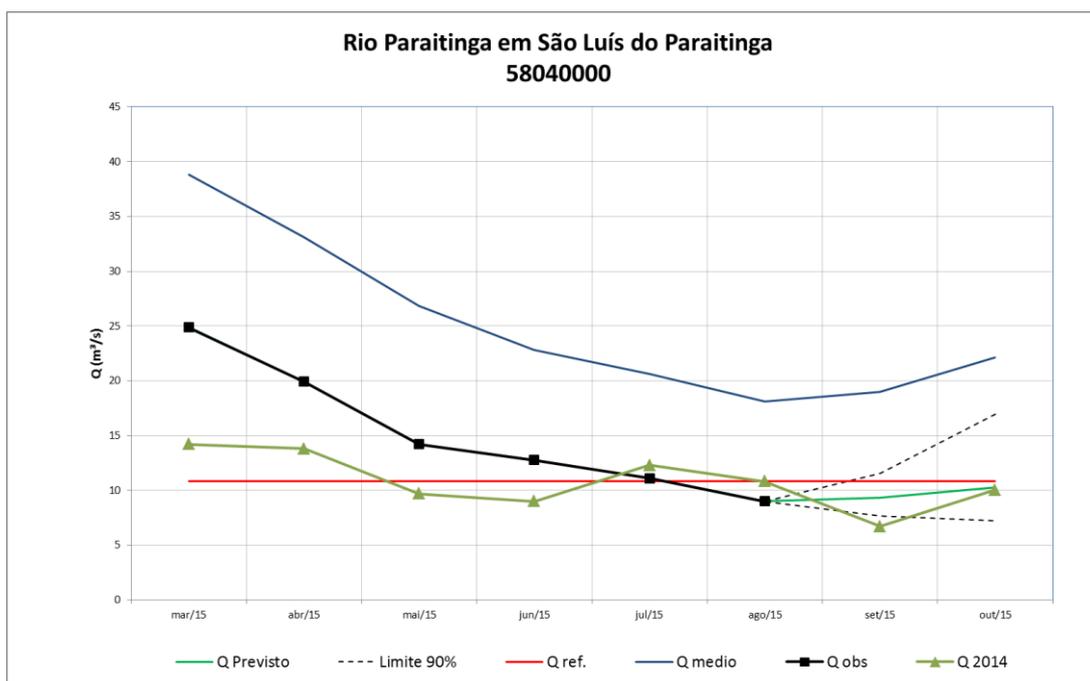


Figura 21 - Prognóstico de vazão para o rio Paraitinga, na estação fluviométrica de São Luís do Paraitinga.

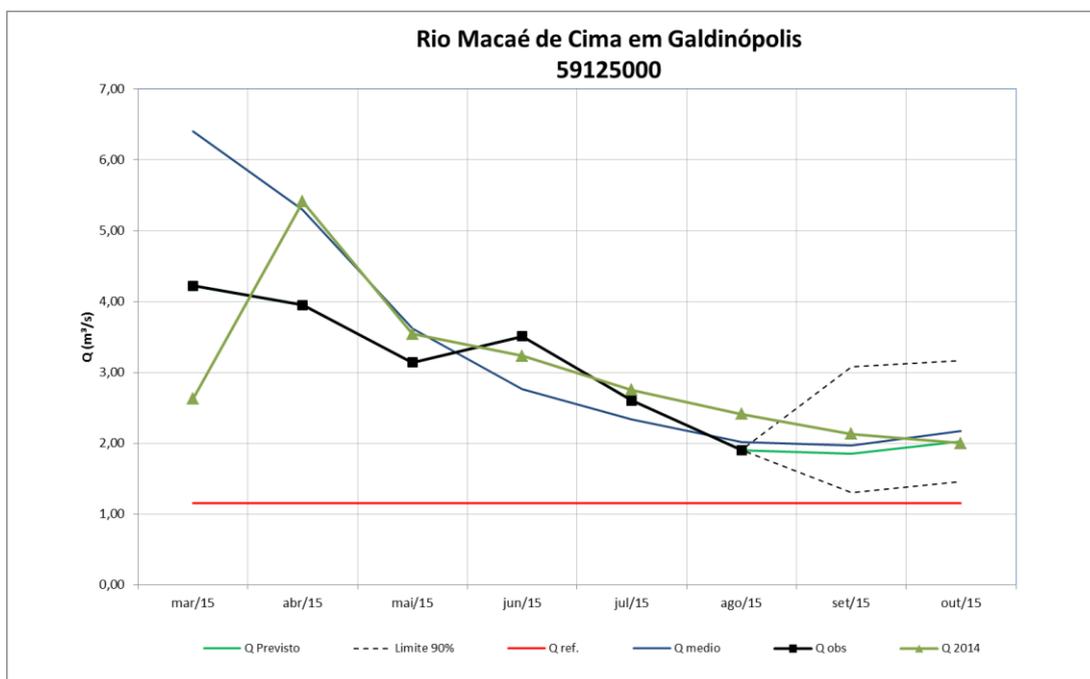


Figura 22 - Prognóstico de vazão para o rio Macaé de Cima, na estação fluviométrica de Galdinópolis.

ANEXO IV – Razão entre a vazão média de agosto de 2015 e $Q_{7,10}$; $Q_{95\%}$;
 $Q_{\text{médiaago}}$ e Q_{ago14}

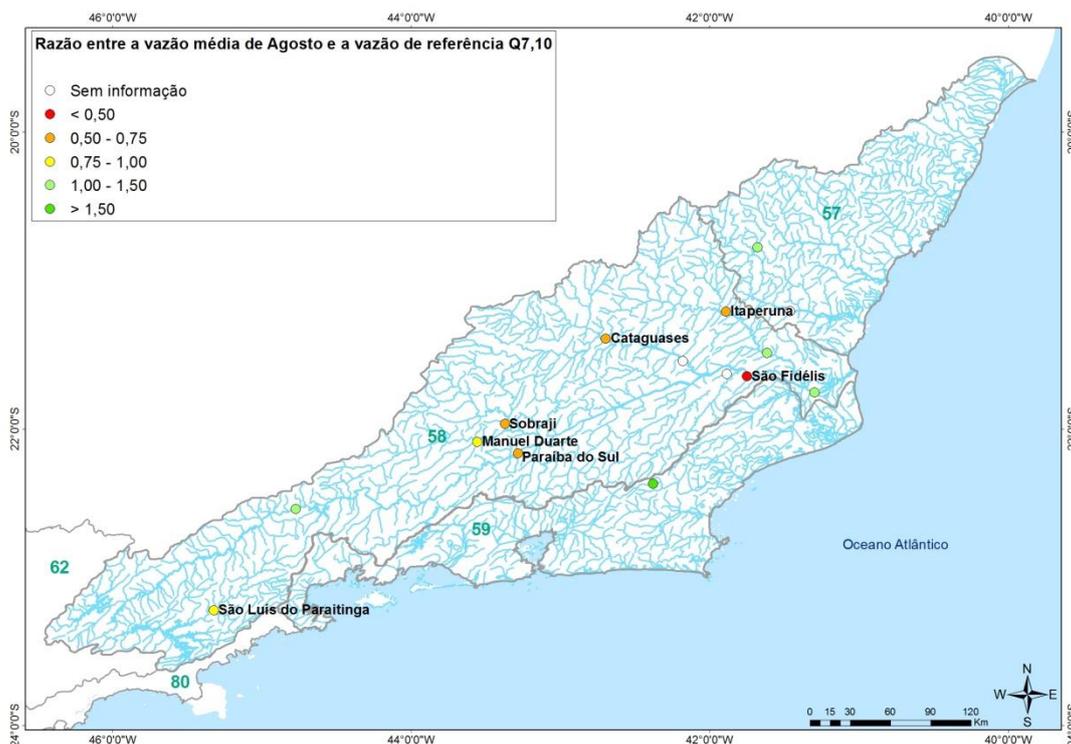


Figura 23 - Razão entre a vazão média mensal de agosto de 2015 e a vazão de referência $Q_{7,10}$

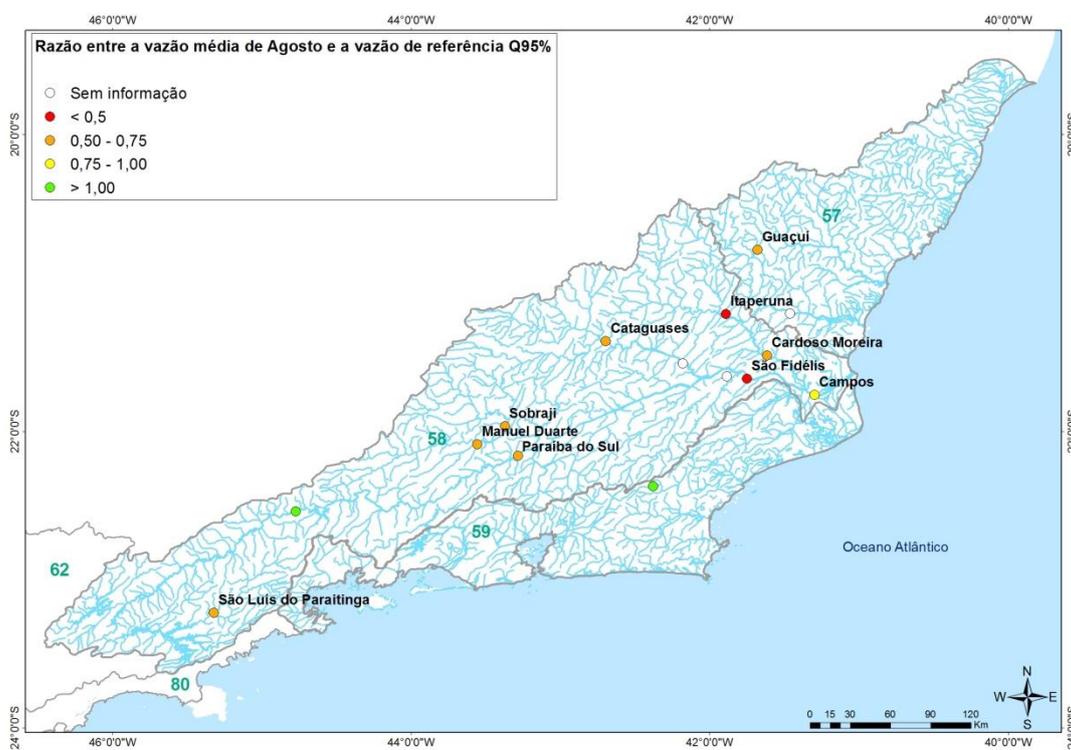


Figura 24 - Razão entre a vazão média mensal de agosto de 2015 e a vazão de referência Q95%

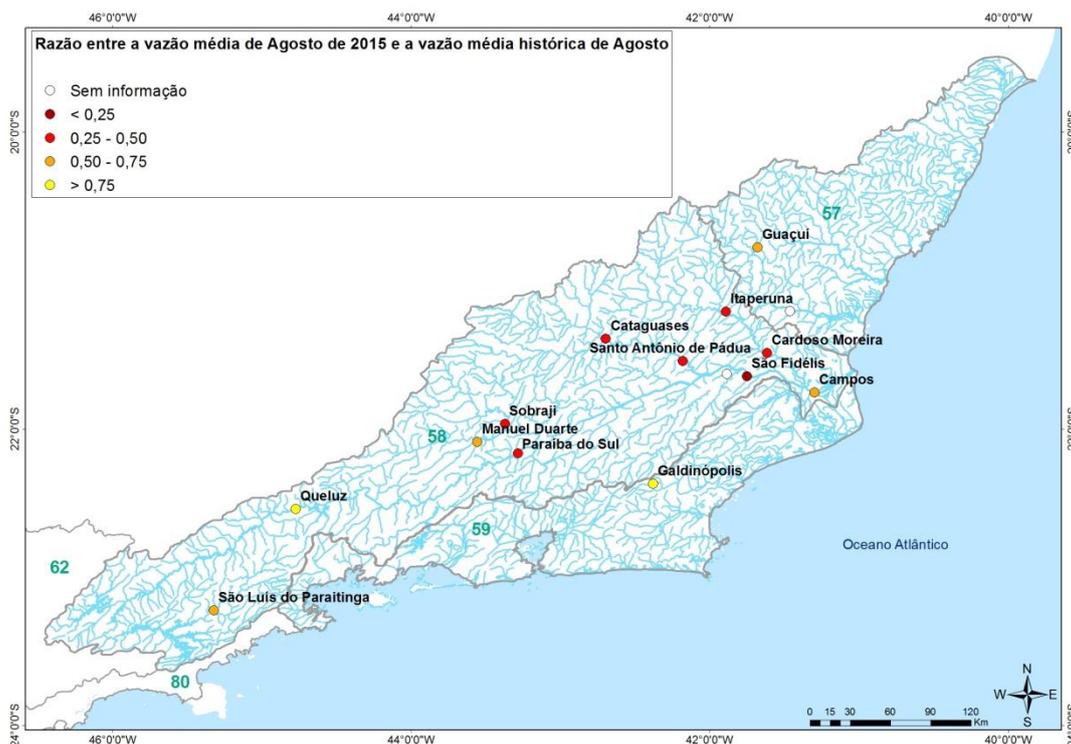


Figura 25 - Razão entre a vazão média mensal de agosto de 2015 e a vazão média mensal histórica de agosto

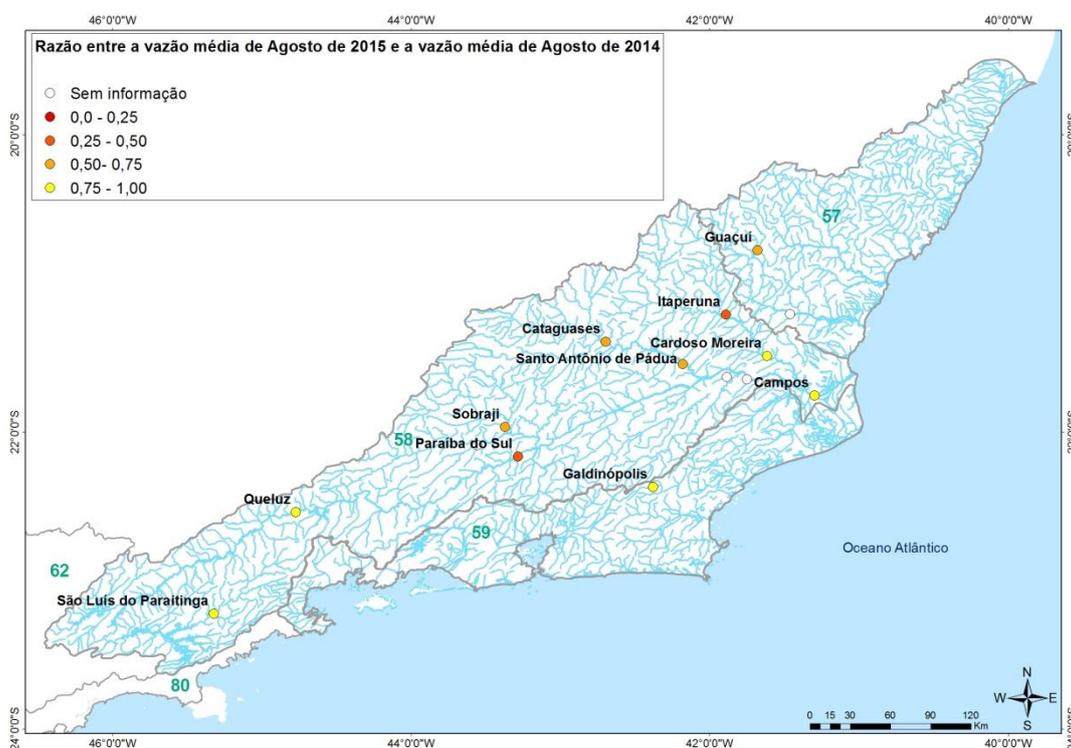


Figura 26 - Razão entre a vazão média mensal de agosto de 2015 e a vazão média mensal de agosto de 2014

ANEXO V – Séries históricas de parâmetros de qualidade da água

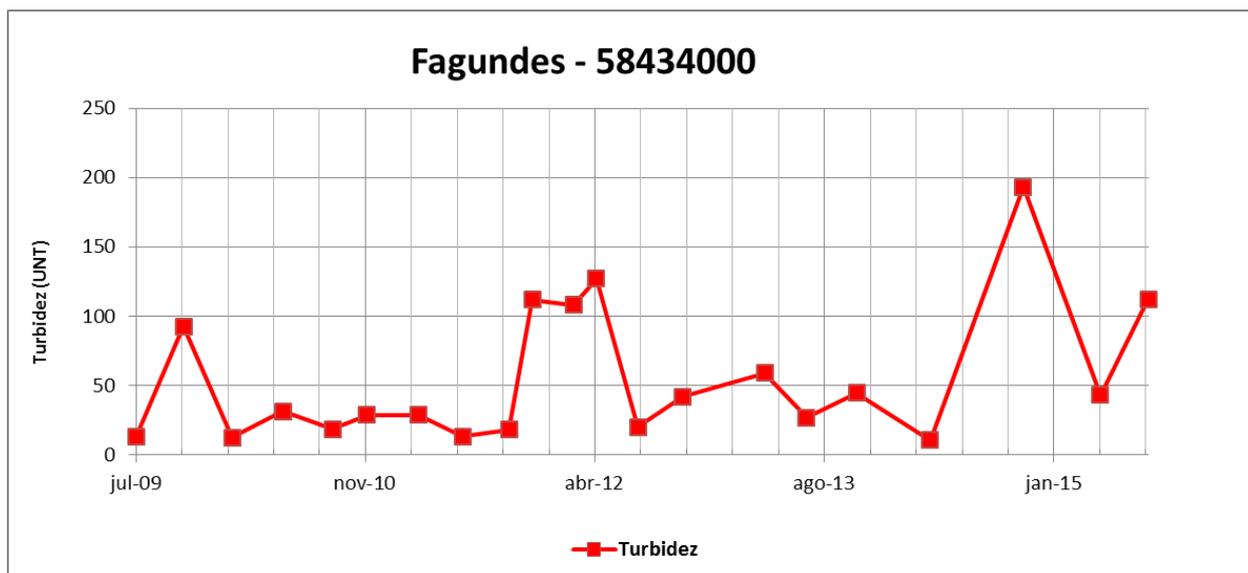


Figura 27 - Série histórica de medições de Turbidez na estação de Fagundes (58434000)

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

BOLETIM Nº 01 - FEVEREIRO

Área de Atuação da Superintendência
Regional da CPRM de São Paulo

2015



Rio Paraíba do Sul em São Fidélis por Caluan Rodrigues Capozzoli