

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO 1

**Área de Atuação da Superintendência
Regional da CPRM de São Paulo**

2014



CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

RELATÓRIO 1

Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

**SÃO PAULO
MAIO DE 2014**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Ministro de Estado
Edison Lobão

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
Diretor Presidente
Manoel Barreto 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

Alessandro José da Silva – Técnico em Geociências

Bruno dos Anjos da Motta – Técnico em Geociências

Alice Silva de Castilho – Pesquisadora em Geociências - M. Sc.

Caluan Rodrigues Capozzoli – Pesquisador em Geociências

Éber José de Andrade Pinto – Pesquisador em Geociências - D. Sc.

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

Márcio de Oliveira Cândido – Pesquisador em Geociências - M. Sc.

Marina das Graças Perin – Técnica em Geociências

Marcos Figueiredo Salviano – Pesquisador em Geociências

Ricardo Gabriel Bandeira de Almeida – Pesquisador em Geociências

Vanesca Sartorelli Medeiros – Pesquisadora em Geociências - M. Sc.

Foto da Capa

Rio Paraíba do Sul em São Fidélis por Érico Chaves Fontes Lima

Sumário

1	Apresentação	5
2	Introdução	6
3	Metodologia	7
4	Resultados	9
5	Considerações Finais	22
6	Referências Bibliográficas	23
ANEXO I – Metodologia para Monitoramento de Vazões Mínimas no Ano de 2014		24
ANEXO II – Gráficos contendo as razões entre as vazões de fevereiro de 2014 e vazões históricas		29

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 2014, em grande parte do sudeste brasileiro, as chuvas foram bem 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, 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. Bem como, 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.

Ciente do seu papel, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil, publica o primeiro relatório 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 utiliza-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 - Açu;
- sub-bacia 62 – Duas estações localizadas no Ribeirão das Posses.

A Figura 1 apresenta a localização das sub-bacias. Nesta área de atuação da SUREG/SP o ano hidrológico vai de outubro a setembro, sendo o período chuvoso de outubro a março e o seco de abril a setembro. Nos três últimos anos hidrológicos: outubro de 2011 a setembro de 2012, outubro de 2012 a setembro de 2013 e outubro de 2013 em diante, tem sido registradas precipitações abaixo da média histórica. Em função disto, as vazões dos rios nesta região estão abaixo das médias, o que pode resultar em problemas de escassez de água em diversos segmentos econômicos 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 no ramo inferior das curvas chaves para melhor definição das mesmas, bem como, numa etapa futura, estabelecer prognósticos de vazões para o período seco.

Este Relatório contém os primeiros resultados do monitoramento de vazões do período de estiagem de 2014 na área de atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo. O texto é composto por esta Introdução, a descrição da Metodologia, apresentação dos Resultados, Considerações Finais e Anexos.

3 Metodologia

A metodologia utilizada foi proposta pelo pesquisador Éber José de Andrade Pinto e submetida ao DEHID no início de abril de 2014 e encontra-se apresentada na íntegra no ANEXO I deste relatório.

O objetivo da metodologia é definir as regiões prioritárias para a realização de medições de vazões na área de atuação da SUREG/BH e SUREG/SP.

Para tanto o primeiro passo foi comparar os totais anuais de precipitação, dos trimestres chuvosos (outubro/dezembro e janeiro/março) e mensais com os totais médios registrados na série histórica.

Ressalta-se que os dados de precipitação foram obtidos a partir do produto Precmerge disponibilizado pelo INPE/CPTEC, para o período de outubro de 1998 a abril de 2014, 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 do Brasil (Pinto, 2011), sendo que os resultados encontrados foram satisfatórios.

Identificadas as áreas com precipitações abaixo da média histórica, a metodologia utilizada consiste em selecionar estações fluviométricas chaves distribuídas na área de atuação da SUREG/BH e SUREG/SP para o acompanhamento mensal do monitoramento de cotas e vazões diárias. Na seleção destas estações levou-se em conta: a distribuição espacial, rios com usos mais importantes, regiões de conflito de uso, estações fora da influência de estruturas hidráulicas que regularizam as vazões a jusante, estações de referência para análise de continuidade de vazões e facilidade de obtenção dos dados.

Ressalta-se que as estações fluviométricas chaves consistem num indicativo das áreas onde devem ser intensificadas as medições. As medições extras serão realizadas no maior número possível de estações desta região.

O acompanhamento mensal é composto além da avaliação das precipitações, pela análise das vazões mensais nas estações fluviométricas. A análise consiste na comparação da vazão do mês na estação fluviométrica com vazões de referência obtidas com as séries históricas. Neste caso específico, a vazão de fevereiro de 2014 na estação foi comparada com:

- Vazão média do mês de fevereiro;
- Vazão de fevereiro com percentil de 10%;
- Vazão mínima medida da série histórica de medições de vazão.

A comparação foi feita através do cálculo das razões entre a vazão mensal e as três vazões adotadas como referência e indicadas no paragrafo anterior. A razão calculada é analisada graficamente por bacia e espacialmente com o uso de mapas.

A vazão mensal com percentil de 10% é aquela associada a frequência acumulada (Fac) de 10%, ou seja, $Fac = m/N = 0,10$, onde m é o número de ordem e N o tamanho da amostra. O

número de ordem é definido ordenando a série de vazões mensais de forma crescente e atribuindo 1 a menor vazão e N a maior vazão.

De posse destas informações, serão selecionadas as regiões da área de atuação da SUREG/BH e SUREG/SP onde deverão ser realizadas medições extras de descargas líquidas e acompanhamento de cotas linimétricas em tempo real, a partir de maio de 2014.

4 Resultados

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.

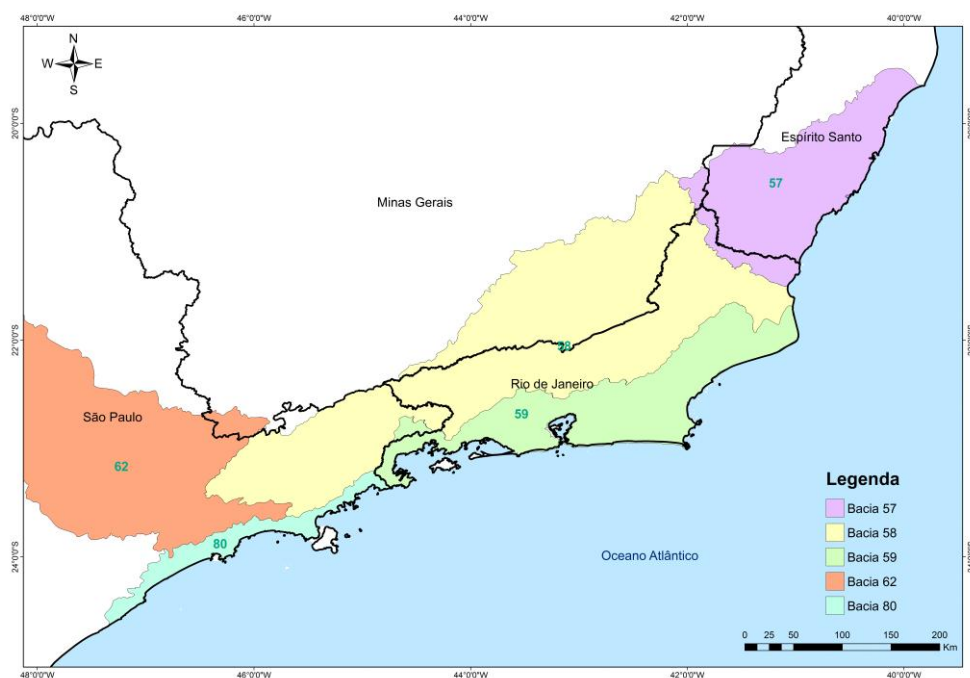


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas operadas pela Superintendência de São Paulo.

Inicialmente foram avaliadas as anomalias de precipitação dos períodos de chuvosos de outubro a abril entre os anos de 2011 a 2014. As Figuras 2 a 4 apresentam as anomalias de precipitação, em relação à média histórica, registradas nos períodos de outubro de 2011 a abril de 2012, outubro de 2012 a abril de 2013 e outubro de 2013 a abril de 2014, respectivamente.

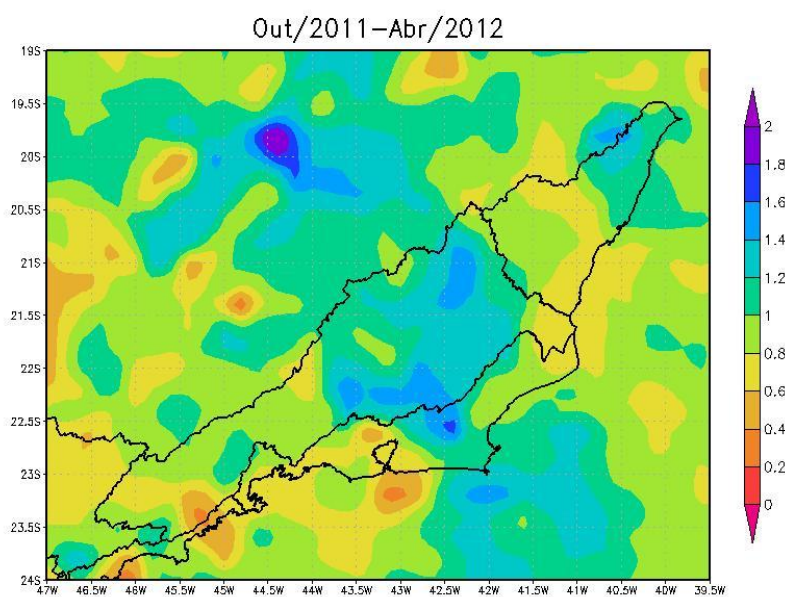


Figura 2 – Razão entre o total precipitado no período de outubro de 2011 a abril de 2012 e a média histórica de outubro de 1998 a abril de 2014.

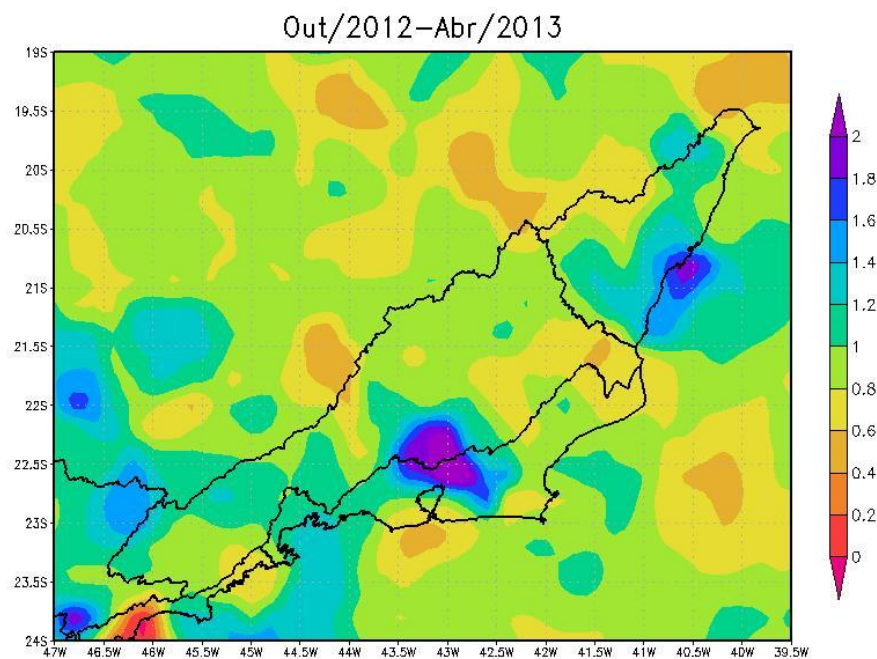


Figura 3 – Razão entre o total precipitado no período de outubro de 2012 a abril de 2013 e a média histórica de outubro de 1998 a abril de 2014.

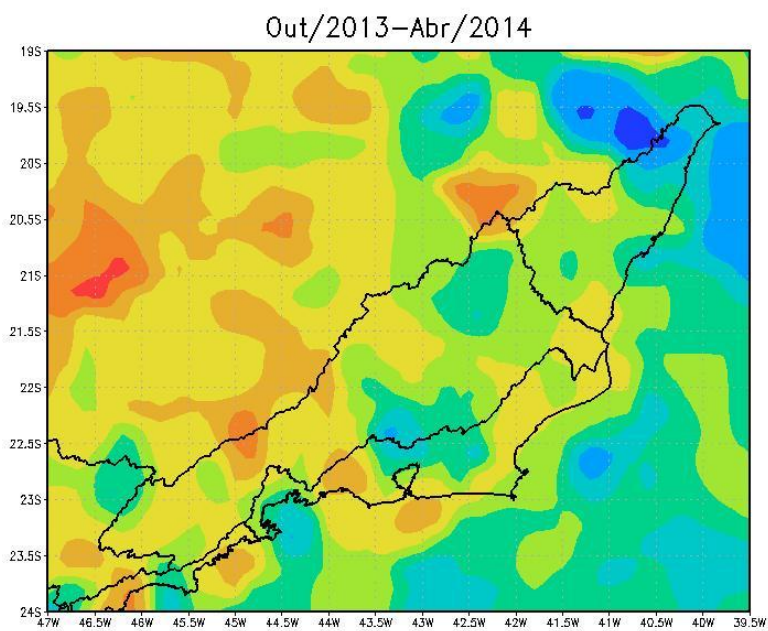


Figura 4 – Razão entre o total precipitado no período de outubro de 2013 a abril de 2014 e a média histórica de outubro de 1998 a abril de 2014.

Analisando estas Figuras 2, 3 e 4, verifica-se que as chuvas registradas nos períodos de chuvosos de outubro a abril, entre os anos de 2011 a 2014, têm sido abaixo da média histórica, nas seguintes regiões:

- Outubro de 2011 a abril de 2012 – Parte da bacia 57 onde estão localizadas as estações fluviométricas de São Paulo. Parte Sul da bacia do rio Paraíba do Sul (Alto Paraíba até o médio Paraíba) e grande parte da bacia 59.
- Outubro de 2012 a abril de 2013 – Maior parte da bacia do rio Paraíba do Sul (porção do Alto Paraíba e médio Paraíba até a Foz) e grande parte da bacia 59;
- Outubro de 2013 a abril de 2014 – bacias 57, 58 e 59.

Em seguida foi analisado o comportamento do trimestre chuvoso de janeiro a março de 2014 em relação à média histórica. A Figura 5 ilustra as anomalias de precipitação, em relação à média histórica, registradas no período de janeiro a março de 2014.

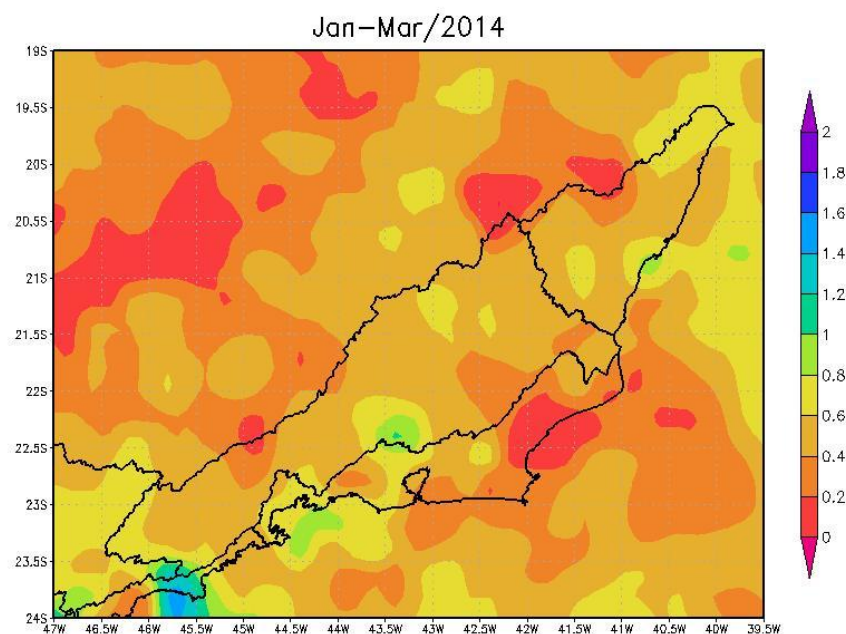


Figura 5 – Razão entre o total precipitado no período de janeiro a março de 2014 e a média histórica de janeiro a março de 2014.

Analisando a Figura 5 verifica-se que as precipitações registradas no período de janeiro a março de 2014 foram muito abaixo da média histórica em toda a área de atuação da SUREG/SP.

Finalmente avaliou-se o comportamento da precipitação de abril de 2014. A Figura 6 apresenta as anomalias de precipitação, em relação à média histórica, registradas em abril de 2014.

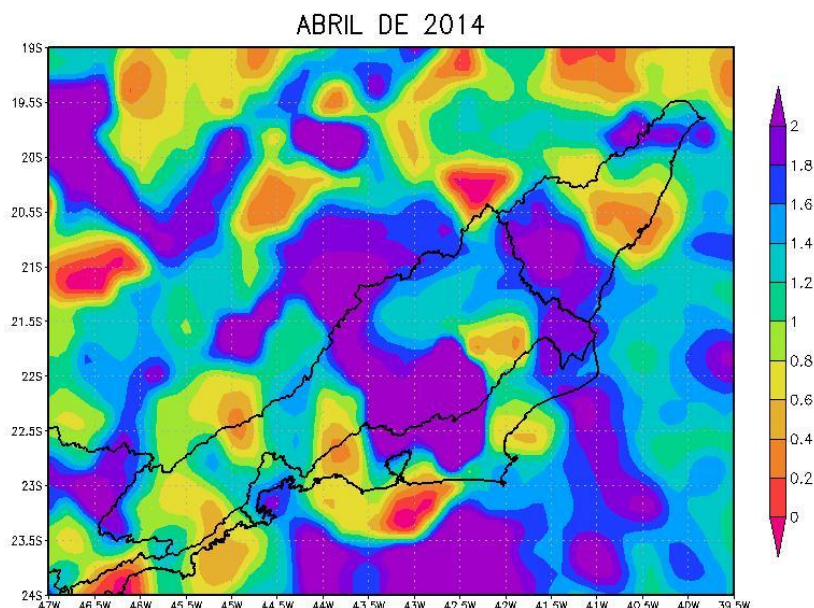


Figura 6 – Razão entre o total precipitado no período de abril de 2014 e a média histórica de abril de 2014.

Avaliando a Figura 6, observa-se que no mês de abril de 2014 as precipitações foram acima da média histórica em boa parte das bacias 57, 58 e 59, à exceção de parte da cabeceira do Paraíba do Sul. Contudo, é importante ressaltar também que o período chuvoso na região sudeste do Brasil vai de outubro a março. Assim, os totais mensais de abril normalmente, em termos absolutos, não são elevados. Portanto o fato de terem sido registradas precipitações em abril acima da média histórica em algumas regiões pode não resultar em melhora significativa das vazões nos cursos d'água.

Também foi realizada uma avaliação das precipitações médias espaciais sobre as bacias. A Tabela 1 apresenta o percentual do total de precipitação registrado no período de janeiro a março de 2014 comparado com a média histórica. Os resultados apresentados indicam que as precipitações sobre as bacias 57 e 58, no período de janeiro a março de 2014, foram próximos a metade da média histórica. No caso da bacia 59 esse a precipitação média espacial corresponde a 43% da média histórica.

Tabela 1 – Percentual de precipitação de janeiro a março de 2014 em relação à média histórica de janeiro a março.

Bacia	Relação entre a precipitação total de jan a mar/14 e a média de jan a mar (%)
57	52
Paraíba do Sul - 58	51
59	43

Para ilustrar o comportamento das precipitações sobre a bacia do Paraíba do Sul, a Figura 7 apresenta o gráfico das precipitações mensais: médias históricas e totais mensais do período chuvoso atual (outubro de 2013 a abril de 2014).

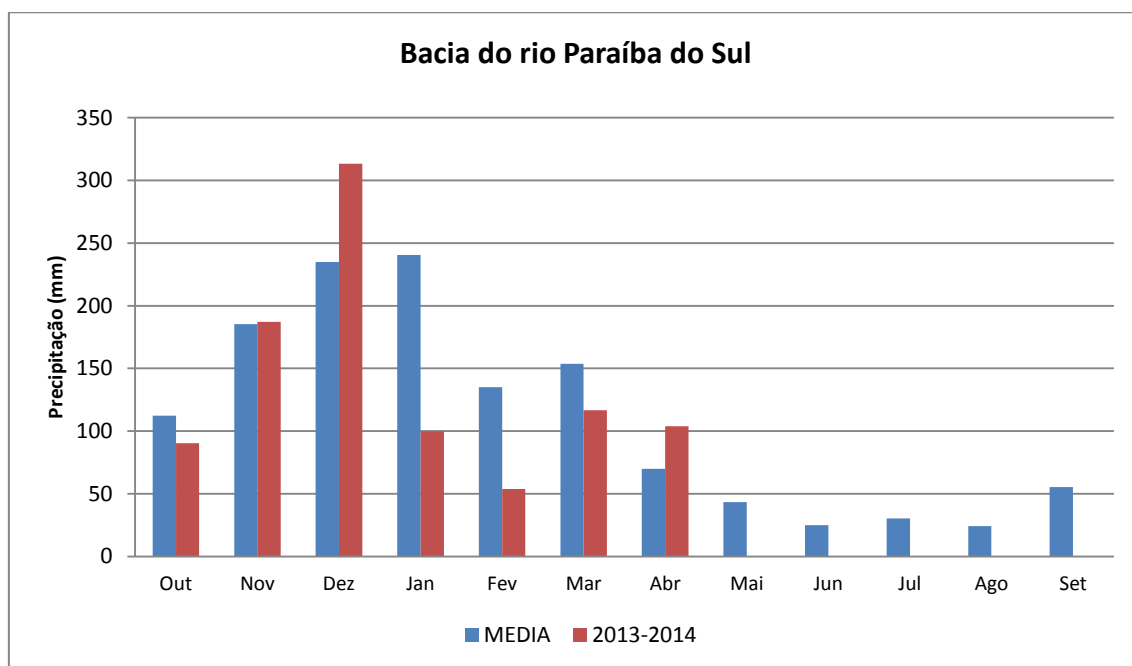


Figura 7 – Precipitação mensal na bacia do rio Paraíba do Sul

Após a identificação das regiões com precipitações abaixo da média histórica, fez-se a seleção das estações fluviométricas chaves distribuídas na área de atuação da SUREG/BH e SUREG/SP onde será realizado o monitoramento mensal das cotas e vazões diárias. Salienta-se que, na escolha das estações fluviométricas consideradas chave levou-se em conta a distribuição espacial, os rios com usos mais importantes, as regiões de conflito de uso, as estações fora da influência de estruturas hidráulicas que regularizam as vazões a jusante, as estações de referência para análise de continuidade de vazões e a facilidade de obtenção dos dados.

A relação das estações fluviométricas chaves escolhidas para a aplicação da metodologia que definirá as regiões onde deverão ser realizadas as medições extras de descargas no período de estiagem esta apresentada na Tabela 2. Nesta tabela estão apresentadas as vazões registradas em fevereiro de 2014, a vazão média de fevereiro, a vazão com percentil de 10% em fevereiro e a vazão mínima medida da série histórica de vazões medidas e as razões entre estas vazões.

As razões entre as vazões apresentadas na Tabela 2 foram mapeadas e encontram-se apresentadas nas figuras 8 a 10. Também foram efetuadas as análises gráficas por sub-bacia, as quais podem ser visualizadas no Anexo II.

Tabela 2 – Relação das estações fluviométricas chaves

Código	Nome	Rio	Área (km²)	Lat (°)	Long (°)	Q Fev/14 (m³/s)	Qméd Fev (m³/s)	Q10% Fev (m³/s)	Qmín medida (m³/s)	Q Fev14 / Qméd Fev	Q Fev14 / Q10% Fev	Q Fev14 / Qmín medida
57740000	Guaçuí	Rio do Veado	413	-20,7736	-41,6817	4,52	10,40	6,06	2,51	0,43	0,75	1,80
58040000	São Luís Do Paraitinga	Rio Paraíba do Sul	1956	-23,2219	-45,3233	13,30	51,70	29,60	11,30	0,26	0,45	1,18
58220000	Fazenda Santa Clara	Rio Bocaina	202	-22,6922	-44,9744	1,37	5,69	3,08	1,26	0,24	0,44	1,09
58235100	Queluz	Rio Paraíba do Sul	12800	-22,5398	-44,7726	207,00	299,00	170,00	82,80	0,69	1,22	2,50
58380001	Paraíba Do Sul	Rio Paraíba do Sul	19300	-22,1628	-43,2864	86,00	262,00	143,00	45,70	0,33	0,60	1,88
58405000	Pedro Do Rio	Rio Piabanha	413	-22,3322	-43,1336	4,72	17,80	9,87	2,88	0,27	0,48	1,64
58420000	Fazenda Sobradinho	Rio Preto	720	-22,2003	-42,9011	7,38	26,90	13,50	5,40	0,27	0,55	1,37
58425000	Moreli (Parada Moreli)	Rio Preto	926	-22,2008	-43,0269	8,87	29,30	14,60	5,74	0,30	0,61	1,55
58500000	Usina Brumado	Rio Brumado	142	-21,8556	-43,8864	1,99	4,07	2,32	0,94	0,49	0,86	2,12
58516500	Fazenda Santo Antônio	Rio do Peixe	2238	-21,8583	-43,4442	25,30	65,60	38,70	13,30	0,39	0,65	1,90
58520000	Sobraji	Rio Paraibuna	3645	-21,9664	-43,3725	45,10	102,00	61,10	24,30	0,44	0,74	1,86
58535000	Zelinda	Rio Preto	412	-22,2431	-44,2636	16,10	29,60	19,60	4,07	0,54	0,82	3,96
58542000	Santa Rita do Jacutinga	Rio Bananal	356	-22,1506	-44,0900	5,97	18,30	10,90	2,90	0,33	0,55	2,06
58550001	Rio Preto	Rio Preto	1804	-22,0864	-43,8178	30,80	84,50	57,80	15,10	0,36	0,53	2,04
58560000	Valença	Rio das Flores	177	-22,2242	-43,7106	0,70	4,63	1,85	0,62	0,15	0,38	1,13
58573000	Pentagna	Rio Bonito	251	-22,1739	-43,7314	1,80	5,63	3,68	1,16	0,32	0,49	1,55
58585000	Manuel Duarte	Rio Preto	3125	-22,0858	-43,5567	41,90	117,00	80,00	22,44	0,36	0,52	1,87
58610000	Estevão Pinto	Rio Cagado	782	-21,8964	-43,0414	7,13	19,30	10,60	3,20	0,37	0,67	2,23

Continua...

Tabela 2 – Continuação

Código	Nome	Rio	Área (km ²)	Lat (°)	Long (°)	Q Fev/14 (m ³ /s)	Qméd Fev (m ³ /s)	Q10% Fev (m ³ /s)*	Qmín medida (m ³ /s)	Q Fev14 / Qméd Fev	Q Fev14 / Q10% Fev	Q Fev14 / Qmín medida
58658000	Volta Grande	Rio Angú	338	-21,7675	-42,5397	2,04	5,27	3,29	1,23	0,39	0,62	1,66
58670002	Fazenda da Barra	Rio Pirapetinga	531	-21,6581	-42,3428	3,42	10,90	4,10	1,84	0,31	0,83	1,86
58710000	Usina Itueré	Rio Pomba	784	-21,3050	-43,1992	7,52	22,10	12,50	4,38	0,34	0,60	1,72
58770000	Cataguases	Rio Pomba	5858	-21,3894	-42,6964	42,60	144,00	71,80	24,50	0,30	0,59	1,74
58790002	Santo Antônio de Pádua II	Rio Pomba	8246	-21,5422	-42,1806	49,00	181,00	86,30	21,60	0,27	0,57	2,27
58795000	Três Irmãos	Rio Paraíba do Sul	43118	-21,6267	-41,8858	319,00	939,00	539,00	244,00	0,34	0,59	1,31
58827000	Bom Jardim	Rio Grande	556	-22,1567	-42,4161	9,55	23,80	10,80	4,71	0,40	0,88	2,03
58850000	Pimentel	Rio Grande	1816	-21,7700	-41,9383	13,50	41,10	24,80	7,35	0,33	0,54	1,84
58874000	Dois Rios	Rio Dois Rios	3118	-21,6433	-41,8586	14,60	69,90	30,20	10,10	0,21	0,48	1,45
58880001	São Fidelis	Rio Paraíba do Sul	46731	-21,6453	-41,7522	174,00	1012,00	568,00	201,00	0,17	0,31	0,87
58917000	Jussara	Rio Glória	743	-20,9131	-42,3494	10,59	21,30	10,70	2,75	0,50	0,99	3,85
58920000	Patrocínio Do Muriaé	Rio Muriaé	2659	-21,1486	-42,2156	23,60	67,10	25,40	10,00	0,35	0,93	2,36
58940000	Itaperuna	Rio Muriaé	5812	-21,2078	-41,8933	49,50	120,00	55,00	16,10	0,41	0,90	3,07
58960000	Cardoso Moreira - Rv	Rio Muriaé	7283	-21,4872	-41,6167	39,40	118,00	44,60	13,55	0,33	0,88	2,91
58974000	Campos - Ponte Municipal	Rio Paraíba do Sul	55500	-21,7533	-41,3003	212,00	1411,00	670,00	216,00	0,15	0,32	0,98
59125000	Galdinópolis	Rio Macaé	101	-22,3692	-42,3794	2,78	7,27	3,42	1,24	0,38	0,81	2,24
59240000	Parque Ribeira	Rio Macacu	287	-22,5886	-42,7364	5,13	15,10	6,71	2,13	0,34	0,76	2,41
59370000	Fazenda Fortaleza	Rio Mambucaba	597	-22,9583	-44,5611	10,60	35,30	22,10	7,33	0,30	0,48	1,45

*- Q10% Fev - vazão de fevereiro com percentil de 10%

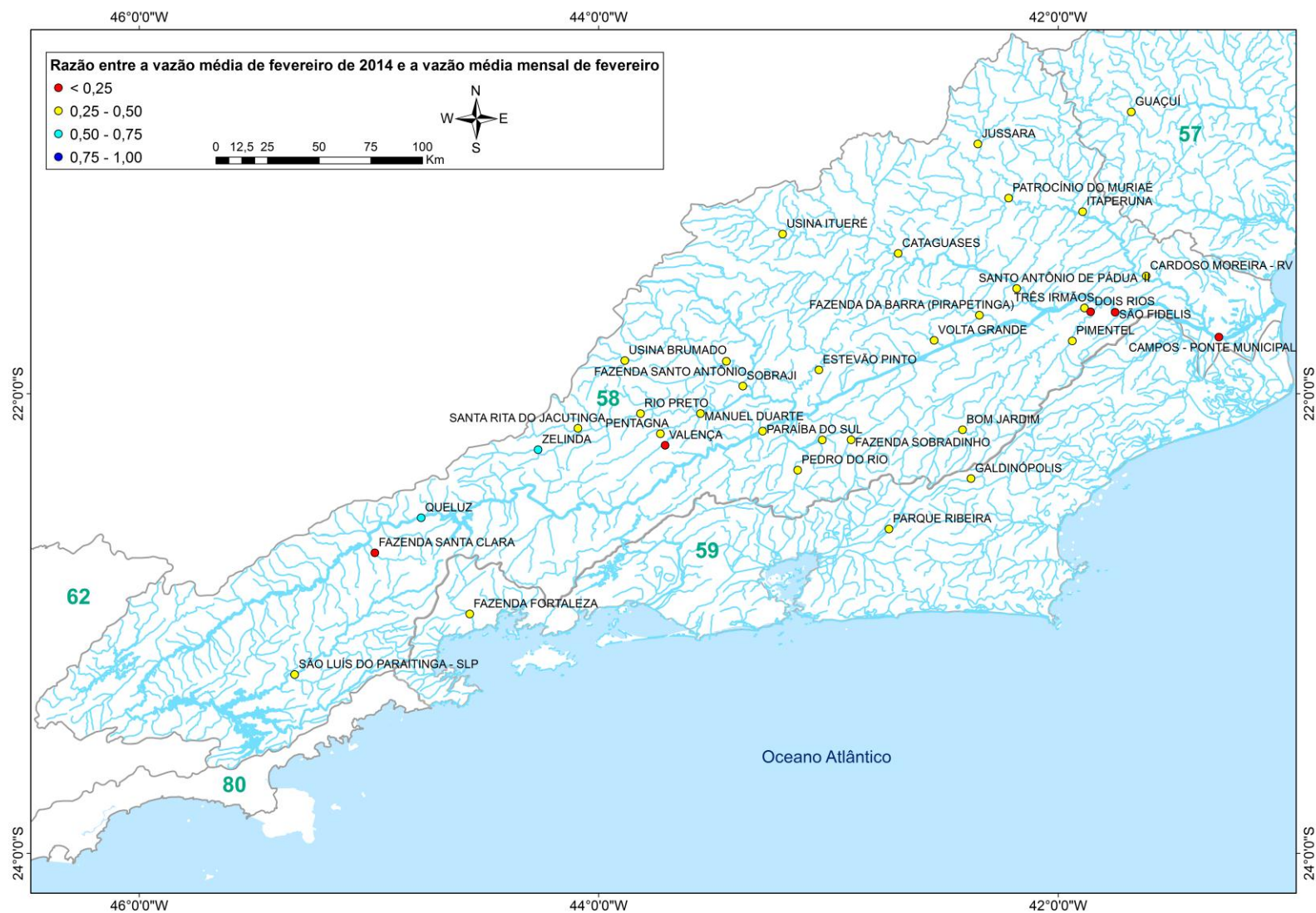


Figura 8 – Mapa com a razão entre a vazão de fevereiro de 2014 e a vazão média mensal de fevereiro.

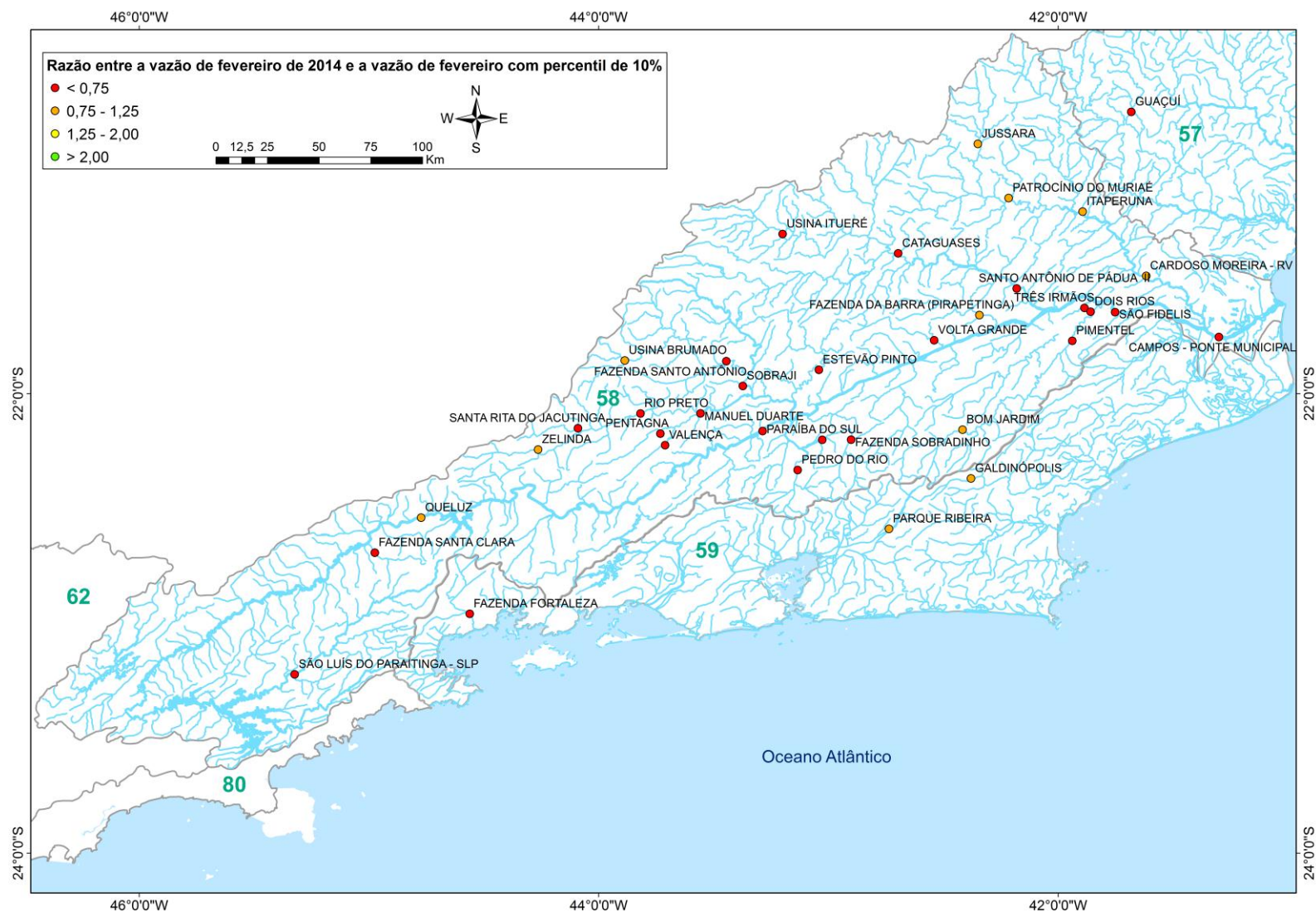


Figura 9 – Mapa com a razão entre a vazão de fevereiro de 2014 e a vazão de fevereiro com percentil de 10%.



Figura 10 – Mapa com a razão entre a vazão de fevereiro de 2014 e a vazão mínima medida da série histórica.

Analisando as informações das 36 estações fluviométricas da Tabela 2 e as Figuras 8 a 10, verifica-se que:

- a) As vazões registradas em fev/14 estão abaixo da média em praticamente toda a área de atuação da SUREG/SP.
- b) As vazões registradas em fev/14 são iguais ou menores do que as vazões de fevereiro com percentil de 10% em praticamente toda a área de atuação da SUREG/SP, com exceção da estação Queluz.
- c) Analisando as razões entre as vazões de fev/2014 e a vazão mínima medida histórica, apresentados na Tabela 2, observa-se que:
 - a. Em 2 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 é inferior à mínima histórica medida;
 - b. Em 7 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 está entre 1 e 1,5 vezes a mínima histórica medida;
 - c. Em 13 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 está entre 1,5 e 2 vezes a mínima histórica medida;
 - d. Em 11 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 está entre 2 e 3 vezes a mínima histórica medida;
 - e. Em 3 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 é pelo menos 3 vezes a mínima histórica medida;

A partir da análise das vazões do mês de fevereiro de 2014 e a comparação com os dados históricos serão selecionadas as estações fluviométricas onde serão realizadas medições de vazão extras nas regiões críticas. Foram consideradas regiões críticas aquelas em que a vazão do mês de fevereiro de 2014 está abaixo ou próxima da vazão mínima medida da série histórica.

Na definição das campanhas extras de medição de vazão, foi levada em conta a programação normal de 2014 da operação da rede hidrometeorológica nacional. Nesta programação normal da Operação da Rede, serão realizadas medições de vazão nas estações chaves de acordo com cronograma da Tabela 3.

No caso do mês de maio de 2014, a campanha de medição extra de vazão irá contemplar as estações apresentadas na Tabela 4.

Tabela 3 – Cronograma de medições de vazão das estações chave na Operação da Rede:

Código	Nome	Área (Km²)	Rio	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
57740000	Guaçuí	413	Rio do Veado		x			x			x		
58040000	São Luiz do Paraitinga	1956	Rio Paraíba do Sul	x			x				x		
58220000	Fazenda Santa Clara	202	Rio Bocaina		x			x				x	
58235100	Queluz	12800	Rio Paraíba do Sul		x			x				x	
58258000	Ponte Nova	175	Rio Pirapetinga			x			x				x
58380001	Paraíba do Sul	19300	Rio Paraíba do Sul				x			x			x
58405000	Pedro do Rio	413	Rio Piabanha			x			x				x
58420000	Fazenda Sobradinho	720	Rio Preto			x			x				x
58500000	Usina Brumado	142	Rio Brumado			x			x				x
58516500	Fazenda Santo Antônio	2238	Rio do Peixe			x			x				x
58520000	Sobraji	3645	Rio Paraíbauna			x			x				x
58535000	Zelinda	412	Rio Preto			x			x				x
58542000	Santa Rita do Jacutinga	356	Rio Bananal			x			x				x
58550001	Rio Preto	1804	Rio Preto		x			x				x	
58560000	Valença	177	Rio das Flores		x			x				x	
58573000	Pentagna	251	Rio Bonito		x			x				x	
58585000	Manuel Duarte	3125	Rio Preto			x			x				x
58610000	Estevão Pinto	782	Rio Cagado				x			x			x
58658000	Volta Grande	338	Rio Angú		x			x				x	
58670002	Fazenda da Barra	531	Rio Pirapetinga		x			x				x	
58710000	Usina Ituerê	784	Rio Pomba				x			x			x
58770000	Cataguases	5858	Rio Pomba		x			x			x		
58790002	Santo Antônio de Pádua II	8246	Rio Pomba		x			x				x	
58795000	Três Irmãos	43118	Rio Paraíba do Sul		x			x				x	
58827000	Bom Jardim	556	Rio Grande	x			x				x		
58850000	Pimentel	1816	Rio Grande		x			x				x	
58874000	Dois Rios	3118	Rio Dois Rios		x			x				x	
58880001	São Fidélis	46731	Rio Paraíba do Sul		x			x				x	
58917000	Jussara	743	Rio Glória		x			x			x		
58920000	Patrocínio do Muriaé	2659	Rio Muriaé						x				
58940000	Itaperuna	5812	Rio Muriaé			x			x			x	
58960000	Cardoso Moreira	7283	Rio Muriaé			x			x			x	
58974000	Campos	55500	Rio Paraíba do Sul		x			x				x	
59125000	Galdinópolis	101	Rio Macaé			x			x				x
59240000	Parque Ribeira	287	Rio Macacu			x			x				x
59370000	Fazenda Fortaleza	597	Rio Mambucaba	x			x				x		

Tabela 4 – Relação de estações em que serão realizadas medições de descarga em maio de 2014

Código	Nome	Rio
57720000	Dores do Rio Preto	Rio Preto
57740000	Guacuí	Rio do Veado
58550001	Rio Preto	Rio Preto
58585000	Manuel Duarte	Rio Preto
58770000	Cataguases	Rio Pomba
58790002	Santo Antônio de Pádua II	Rio Pomba
58795000	Três Irmãos	Rio Paraíba do Sul
58880001	São Fidélis	Rio Paraíba do Sul
58920000	Patrocínio do Muriaé	Rio Muriaé
58940000	Itaperuna	Rio Muriaé
58960000	Cardoso Moreira	Rio Muriaé
58974000	Campos	Rio Paraíba do Sul

5 Considerações Finais

As análises das precipitações até abril de 2014 e das vazões do mês de fevereiro de 2014 representam o início do processo de acompanhamento do período de estiagem, que provavelmente será um dos mais rigorosos em parte da área de atuação da Superintendência Regional da CPRM em São Paulo. Avaliando os dados levantados, foi possível observar o seguinte:

a) Em relação as precipitações:

- a. As chuvas registradas nos períodos de chuvosos de outubro a abril, entre os anos de 2011 a 2014, têm sido abaixo da média histórica, nas seguintes regiões:
 - i. Outubro de 2011 a abril de 2012 – Parte da bacia 57 onde estão localizadas as estações fluviométricas de São Paulo. Parte Sul da bacia do rio Paraíba do Sul (Alto Paraíba até o médio Paraíba) e grande parte da bacia 59.
 - ii. Outubro de 2012 a abril de 2013 – Maior parte da bacia do rio Paraíba do Sul (porção do Alto Paraíba e médio Paraíba até a Foz) e grande parte da bacia 59;
 - iii. Outubro de 2013 a abril de 2014 – bacias 57, 58 e 59.
- b. As precipitações registradas no período de janeiro a março de 2014 foram muito abaixo da média histórica em toda a área de atuação da SUREG/SP.
- c. No mês de abril de 2014 as precipitações foram acima da média histórica em boa parte das bacias 57, 58 e 59, à exceção de parte da cabeceira do Paraíba do Sul.

b) Em relação às vazões de fev/2014:

- a. As vazões registradas em fev/14 estão abaixo da média em praticamente toda a área de atuação da SUREG/SP.
- b. As vazões registradas em fev/14 são iguais ou menores do que as vazões de fevereiro com percentil de 10% em praticamente toda a área de atuação da SUREG/SP, com exceção da estação Queluz.
- c. Analisando as razões entre as vazões de fev/2014 e a vazão mínima medida histórica das 36 estações fluviométricas consideradas chaves, observa-se que:
 - i. Em 2 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 é inferior à mínima histórica medida;
 - ii. Em 7 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 está entre 1 e 1,5 vezes a mínima histórica medida;
 - iii. Em 13 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 está entre 1,5 e 2 vezes a mínima histórica medida;
 - iv. Em 14 estações fluviométricas a vazão de fev/2014 é pelo menos 2 vezes a mínima histórica medida;

A partir das análises realizadas foi possível definir para o mês de maio de 2014 as 12 estações fluviométricas onde serão realizadas as medições extras de vazão. Ressalva-se que, além dessas 12 estações fluviométricas, também serão efetuadas medições de vazões em 6 estações fluviométricas na operação normal da rede hidrometeorológica nacional. Paralelamente serão desenvolvidos modelos de prognóstico de estiagem nas áreas de atuação da SUREG/SP.

6 Referências Bibliográficas

Pinto, E. J. A. et al. Atlas Pluviométrico do Brasil. CPRM. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em www.cprm.gov.br.

ANEXO I – Metodologia para Monitoramento de Vazões Mínimas
no Ano de 2014

ACOMPANHAMENTO DO PERÍODO DE ESTIAGEM DE 2014

PROPOSIÇÃO: Eber José de Andrade Pinto

1) CONTEXTO

Caso não chova no final de março/14 e no mês de abril/14 provavelmente o período seco de 2014 será de mínimas históricas em grande parte da área de atuação da SUREG/BH.

Se esta situação for verificada, torna-se imperioso e oportuno obter as vazões mínimas para melhorar a definição do ramo inferior das curvas chave das estações monitoradas na área de atuação da SUREG/BH, bem como, a análise e o registro para as gerações futuras deste período que talvez seja excepcional.

Além disso, a sociedade demandará informações, principalmente os setores que necessitam da água para sua atuação (abastecimento, energia, agricultura etc), que indiquem a situação atual das vazões e/ou níveis dos rios e, em alguns casos, prognósticos.

Considerando este contexto, sugerem-se, no próximo item, algumas ações para se realizar o acompanhamento do período de estiagem de 2014.

2) PROPOSIÇÃO DE AÇÕES PARA ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM DE 2014

A) NA OPERAÇÃO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA DA ANA/CPRM

- a. Replanejar a operação da rede para que se tenham equipes para realizar as medições extras de vazões mínimas. As etapas para o replanejamento poderiam ser as seguintes:
 - i. Definir as regiões da área de atuação da SUREG que apresentam chances de mínimas históricas. As formas de identificação das regiões poderiam ser:
 1. Avaliando as vazões e/ou cotas das estações fluviométricas por bacia hidrográfica. Uma sugestão é comparar as vazões e/ou cotas médias mensais observadas em Janeiro, fevereiro e março de 2014 com vazões de referência da série histórica. As vazões de referência poderiam ser: a vazão média mensal, a vazão mensal associada ao percentil 10% e a vazão mínima medida na estação. Se a vazão média observada em 2014 for inferior a vazão mensal do percentil 10% e/ou menor que vazão mínima medida temos um indicativo de que a área de drenagem da estação fluviométrica têm chances de registrar mínimas históricas. A seguir, temos um exemplo para a bacia do rio das Velhas. Neste exemplo foram selecionadas 5 estações fluviométricas da nascente a foz do rio das Velhas. A partir das séries históricas foram obtidas a vazão média do

mês de fevereiro, a vazão mensal de fevereiro associada ao percentil de 10% e mínima vazão mediada. Os valores apresentados na tabela abaixo indicariam que a bacia do rio das Velhas apresenta chances de ocorrer vazões mínimas históricas. (Este é um exemplo fictício).

Código	Estação	Vazão Média de Fevereiro (m³/s)*	Vazão de Fevereiro associada ao Percentil de 10% (m³/s)**	Vazão média observada em Fevereiro de 2014 (m³/s)	Vazão Mínima Medida (m³/s)***
41151000	Fazenda Água Limpa	3,86	2,38	1,85	1,06
41199998	Honório Bicalho	44,53	23,31	21,18	10,9
41410000	Jequitibá	152,86	65,85	46,25	27,96
41818000	Santo Hipólito	335,33	143,82	72,55	40,82
41990000	Várzea da Palma	552,35	210,1	108,59	47,3

*Obtida na série histórica de vazões

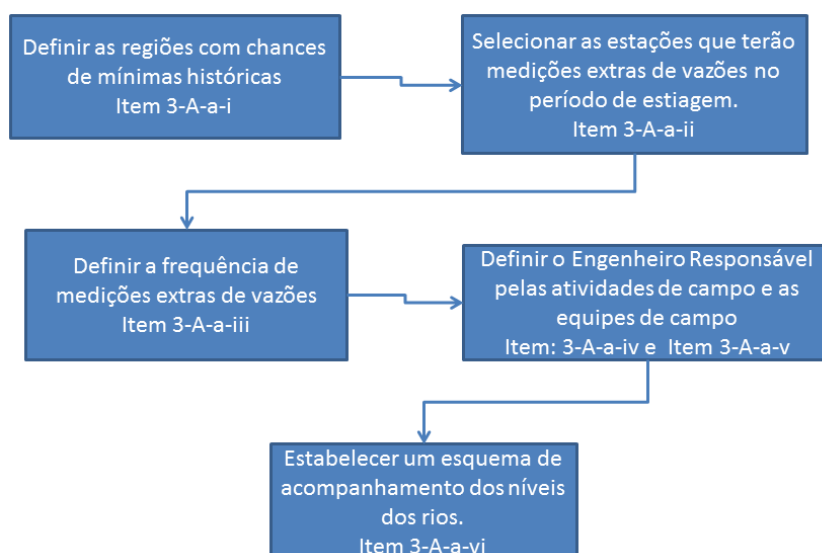
**Calculada com a série histórica de vazões

***Obtida no resumo de medição de descargas

2. Avaliar estatisticamente a excepcionalidade do campo de chuva do trimestre Jan/Fev/Mar. (Identificar o percentil da chuva trimestral, calcular as anomalias etc).
- ii. Definidas as áreas que apresentam probabilidade de ocorrência de secas hidrológicas, selecionar as estações que deverão ter medições extras no período. Os critérios poderiam ser:
 1. Selecionar as estações que são utilizadas como referência da rede para a análise de continuidade das vazões nas bacias hidrográficas.
 2. Selecionar as estações com deficiência de medições de vazões no ramo inferior da curva chave.
 3. Selecionar estações que possam ser úteis para os diversos setores que utilizam a água como insumo. Por exemplo, abastecimento, geração de energia, irrigação e navegação, com a priorização definida pela ordem anterior. Neste caso selecionar estações localizadas em bacias com maior possibilidade conflitos, ou seja, bacias onde as vazões outorgadas já se aproximam da vazão de referência. Para definir estas áreas será necessário baixar o cadastro de outorgas dos órgãos estaduais e federais de gerenciamento dos recursos hídricos.
 4. Selecionar preferencialmente as estações em rio federais.

- iii. Definidas as estações, estabelecer a frequência das medições extras. As sugestões podem ser as seguintes:
1. Frequência mensal de medição das vazões. Pois permitiria a definição do ramo inferior da curva chave seja definido ao longo do ano. Isto será bastante útil para operadores de sistemas de recursos hídricos, pois, com as novas medições de vazões se espera que diminua a incerteza da curva chave no período.
 2. No mês de agosto e setembro ampliar o número de estações e, talvez, de medições para se obter as mínimas históricas.
- iv. Definir o engenheiro responsável pelas atividades de campo no período.
- v. Definir as equipes de campo que farão as medições extras, o cronograma e o orçamento.
- vi. Estabelecer um esquema de acompanhamento dos níveis dos rios. Isto permitirá que o Serviço Geológico do Brasil seja capaz de informar a situação atual dos rios onde opera estações fluviométricas. Este esquema provavelmente envolverá o acompanhamento das estações telemétricas e o envio dos níveis observados pelos observadores por telefone em uma frequência semanal ou quinzenal. Sendo que, se a situação deteriorar muito, possivelmente no final do período seco a demanda por informação será imensa.

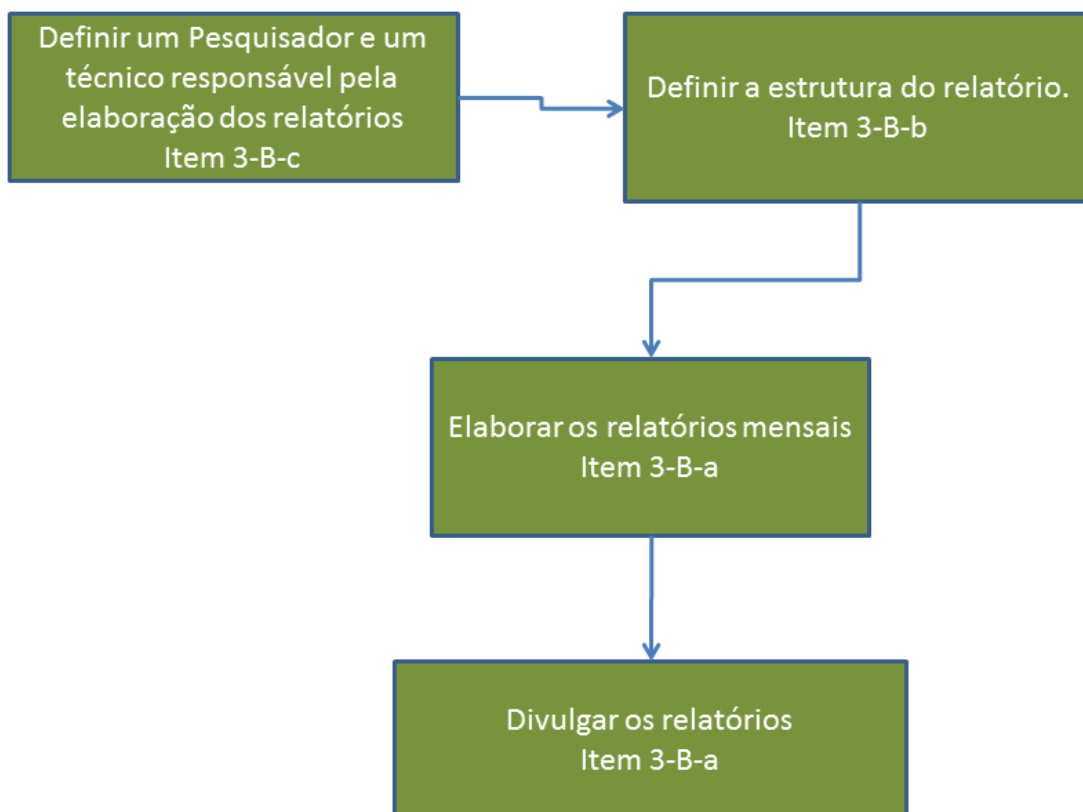
A Figura abaixo ilustra o fluxograma de atividades para replanejamento da operação da rede.



B) NA DIVULGAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

- a. Elaborar relatórios, talvez mensais, com os resultados das atividades no campo e as análises do evento que está ocorrendo e, se for possível, prognósticos para o futuro. Isto significa que a equipe de campo deverá enviar as medições e outras informações quase que em tempo real. Este relatório deve ser divulgado na internet e enviado a diferentes órgãos municipais, estaduais e federais interessados que necessitam das informações.
- b. Definir um Pesquisador e um técnico responsável pela elaboração desses relatórios.
- c. A estrutura do relatório pode ser definida com a participação de 2 ou 3 pesquisadores de maior experiência.

A Figura abaixo ilustra o fluxograma de atividades para elaboração e divulgação do relatório.



ANEXO II – Gráficos contendo as razões entre as vazões de fevereiro de
2014 e vazões históricas

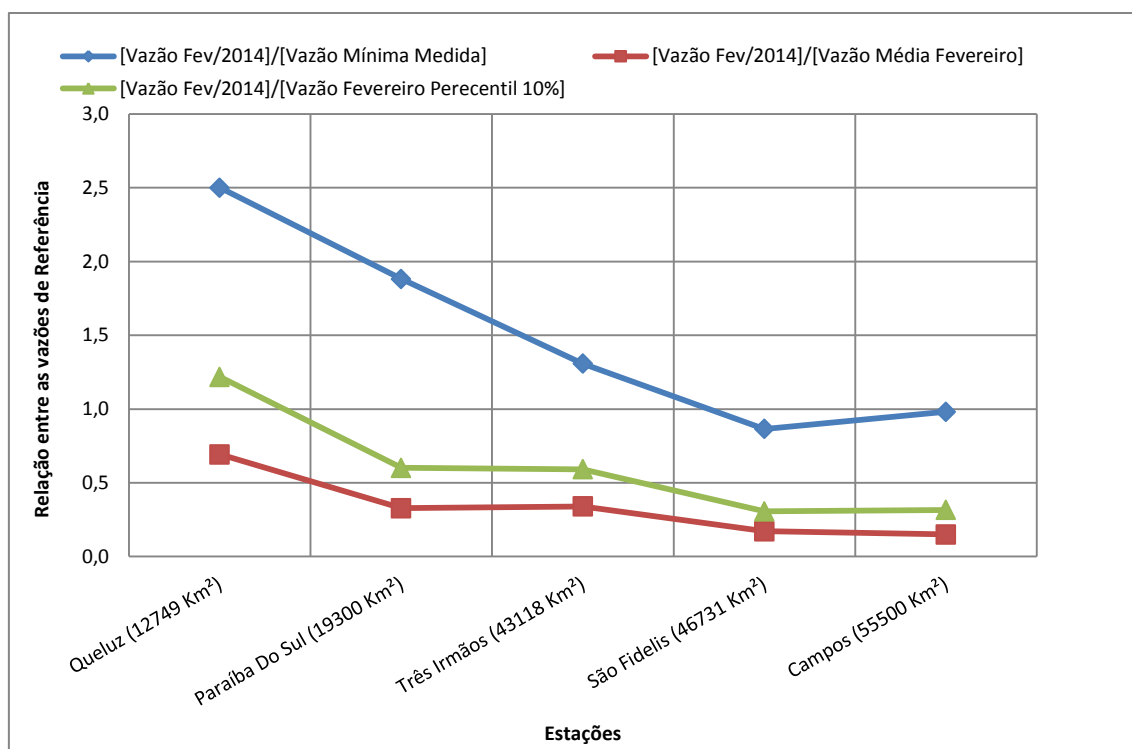


Figura 1 – Estações da bacia 58, rio Paraíba do Sul, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

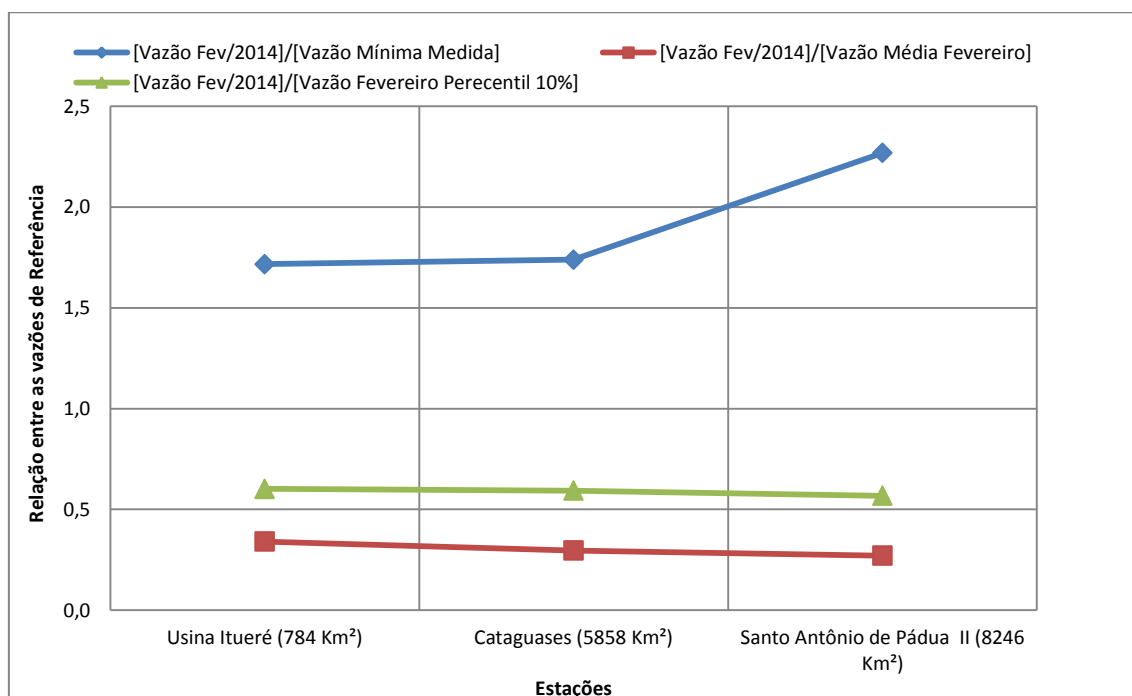


Figura 2 – Estações da bacia 58, rio Pomba, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

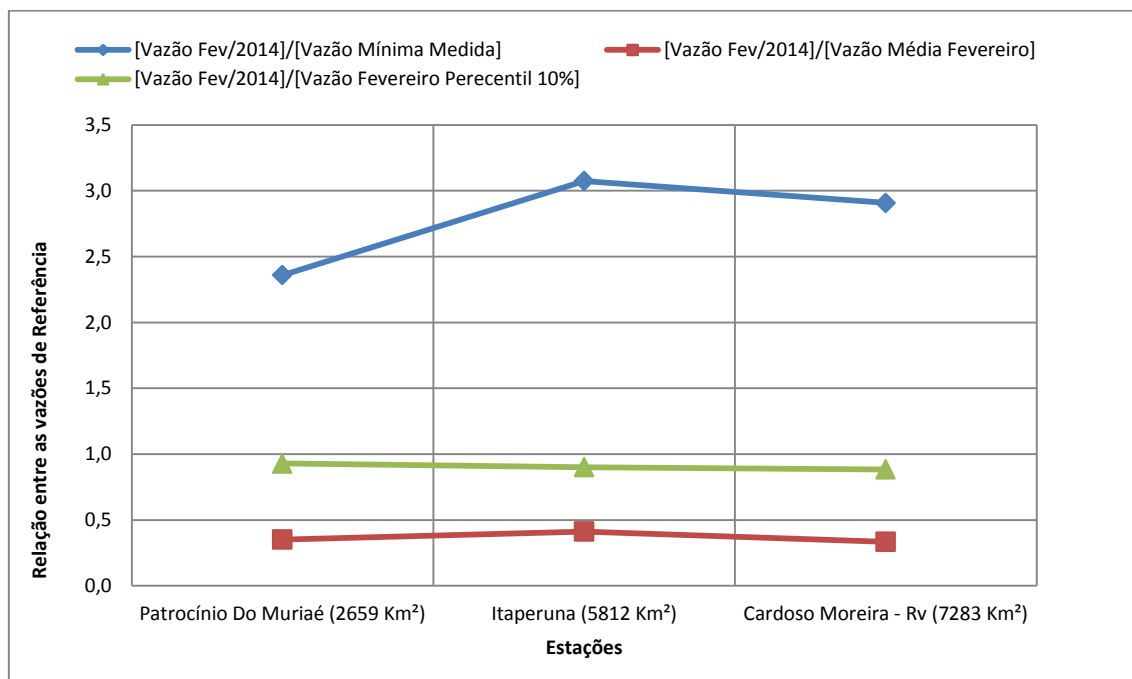


Figura 3 – Estações da bacia 58, rio Muriaé, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro com associada ao percentil 10%.

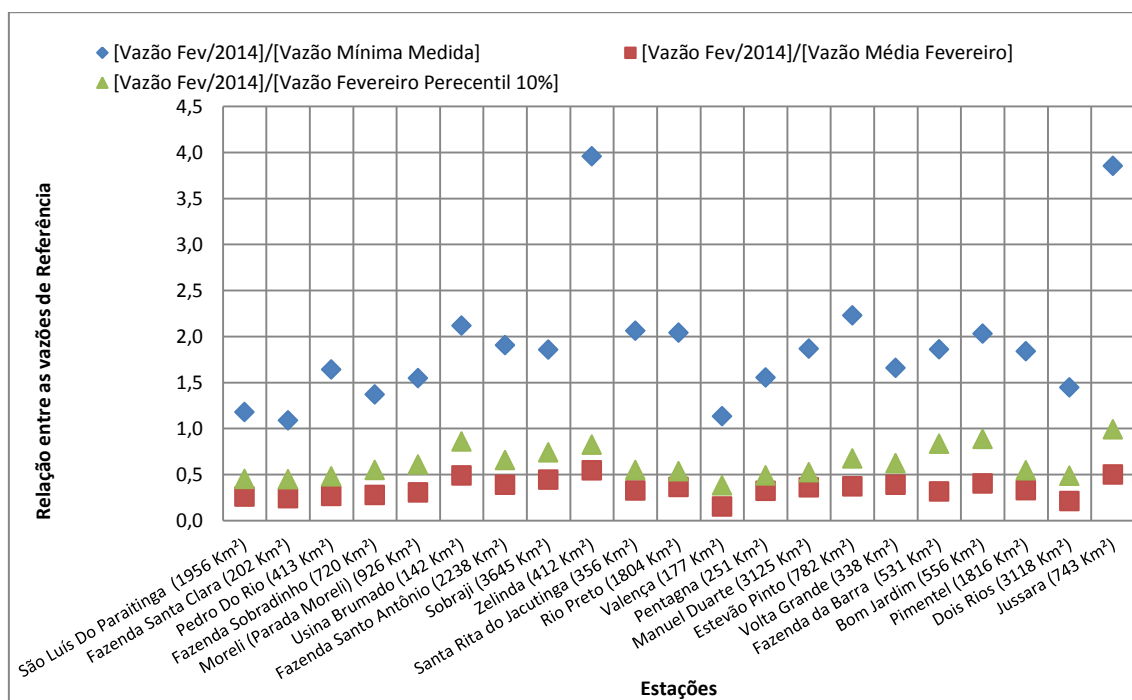


Figura 4 – Estações da bacia 58, outros afluentes, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

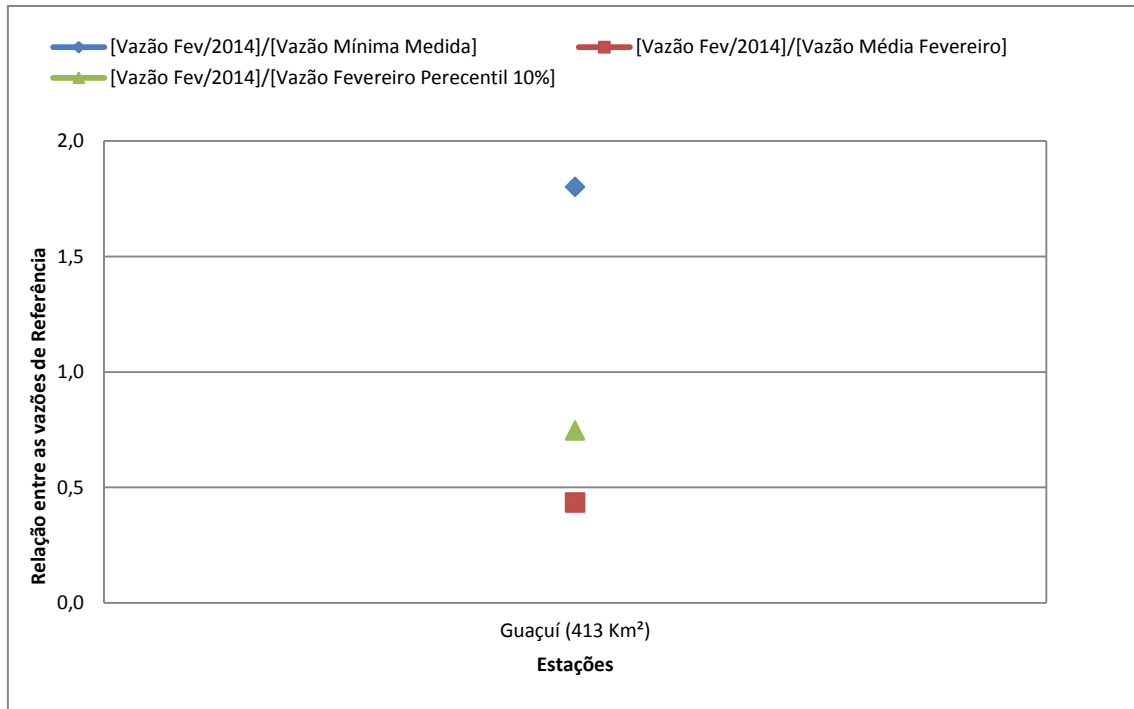


Figura 5 – Estação da bacia 57, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

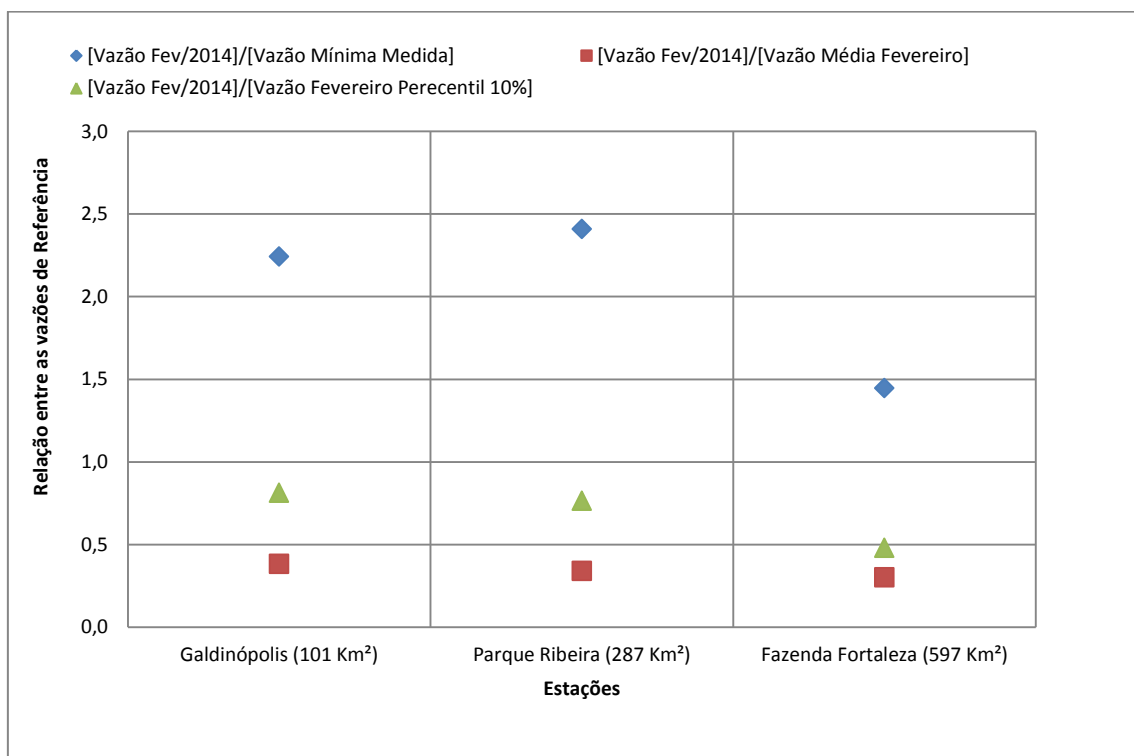


Figura 6 – Estações da bacia 59, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

