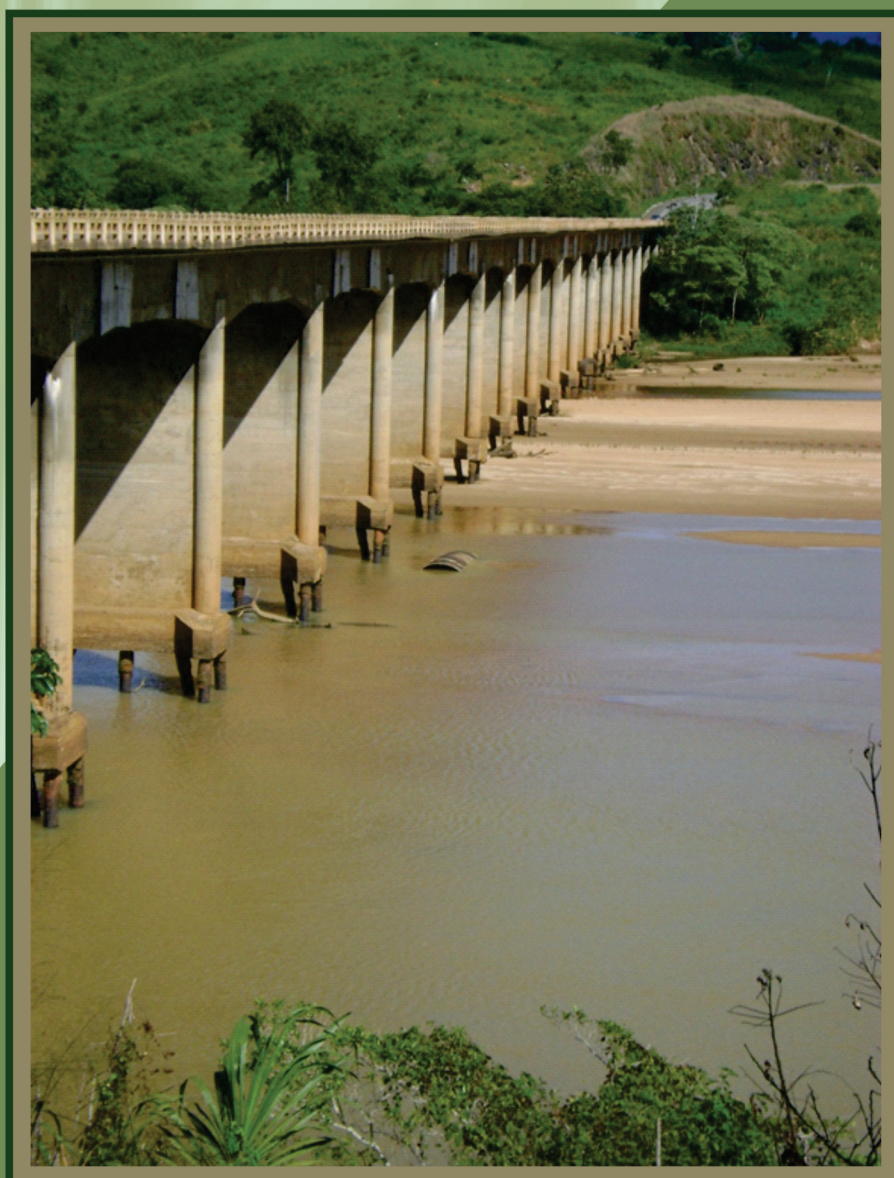


# ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

## RELATÓRIO 1

Área de Atuação da Superintendência  
Regional da CPRM de Belo Horizonte

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 Belo  
Horizonte**

**BELO HORIZONTE  
Abril/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 BELO HORIZONTE**

**Superintendente Regional**

Marco Antônio Fonseca

**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

Márcio de Oliveira Cândido

**Supervisora de Hidrologia**

Elizabeth Guelman Davis

## **CRÉDITOS**

### **Equipe Técnica**

Alessandro José da Silva – Técnico em Geociências

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

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

Elizabeth Guelman Davis – Pesquisadora 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.

### **Foto da Capa**

Rio Jequitinhonha em Itinga

---

## Sumário

1	Apresentação .....	5
2	Introdução.....	6
3	Metodologia .....	7
4	Resultados .....	8
5	Considerações Finais .....	23
6	Referências Bibliográficas .....	24
	ANEXO I – Metodologia para Monitoramento de Vazões Mínimas no Ano de 2014 .....	25
	ANEXO II – Gráficos contendo as razões entre as vazões de fevereiro de 2014 e vazões históricas .....	30

## 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.

A CPRM-Serviço Geológico do Brasil publica o primeiro volume de uma série de 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) utilizem as informações 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 Belo Horizonte-SUREG/BH, por sua vez, é responsável pela operação da rede nas seguintes sub-bacias:

- sub-bacia 40 – Área de drenagem do Alto São Francisco até a barragem de Três Marias, inclusive;
- sub-bacia 41 – Área de drenagem compreendida entre a barragem de Três Marias, exclusive, e a confluência do rio das Velhas, inclusive;
- sub-bacia 42 – Área de drenagem compreendida entre a confluência do rio das Velhas, exclusive, e a confluência do rio Urucuia, inclusive;
- sub-bacia 43 – Área de drenagem compreendida entre a confluência do rio Paracatu, exclusive, e a confluência do rio Urucuia, inclusive;
- sub-bacia 44 – Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Urucuia, exclusive, e a confluência do rio Verde Grande, inclusive;
- sub-bacia 45 – Área de drenagem compreendida entre a confluência do rio Verde Grande, exclusive, e a confluência do rio Carinhanha, inclusive (parcialmente);
- sub-bacia 54 – Bacia do rio Jequitinhonha;
- sub-bacia 55 – Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Jequitinhonha, exclusive, e a foz do rio Doce, exclusive;
- sub-bacia 56 – Bacia do rio Doce;
- sub-bacia 57 – Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Doce, exclusive, e a foz do rio Paraíba do Sul, exclusive;
- sub-bacia 60 – Bacia do rio Paranaíba (parcialmente);
- sub-bacia 61 – Bacia do rio Grande (parcialmente).

Nesta área de atuação da SUREG/BH 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 muito abaixo das vazões médias já registradas, 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 Belo Horizonte.

Este relatório 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.

Para tanto o primeiro passo foi comparar os totais anuais de precipitação, dos trimestres chuvosos (outubro/dezembro e janeiro/março) e mensais dos três últimos anos hidrológicos 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 Pinto, 2011), sendo que os resultados encontrados foram satisfatórios.

Identificadas as áreas com precipitações abaixo da média histórica, a metodologia utilizada consistiu em selecionar estações fluviométricas chaves distribuídas na área de atuação da SUREG/BH 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.

A vazão do mês corrente na estação, neste caso específico fevereiro de 2014, 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 vazão de fevereiro com percentil de 10% foi obtida ordenando a série de vazões mensais de fevereiro de forma crescente e associada a frequência acumulada (Fac) de 10%, ou seja,  $Fac = m/n$ , onde  $m$  é o número de ordem e  $n$  o tamanho da amostra.



A comparação foi feita através do cálculo da razão entre as vazões. A razão calculada foi analisada graficamente por bacia e espacialmente com o uso de mapas.

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

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

#### 4 Resultados

Este trabalho integrará a rotina de operação e será repetido mensalmente até o término do período seco.

A Figura 1 apresenta a localização das bacias hidrográficas relacionadas ao Estado de Minas Gerais.

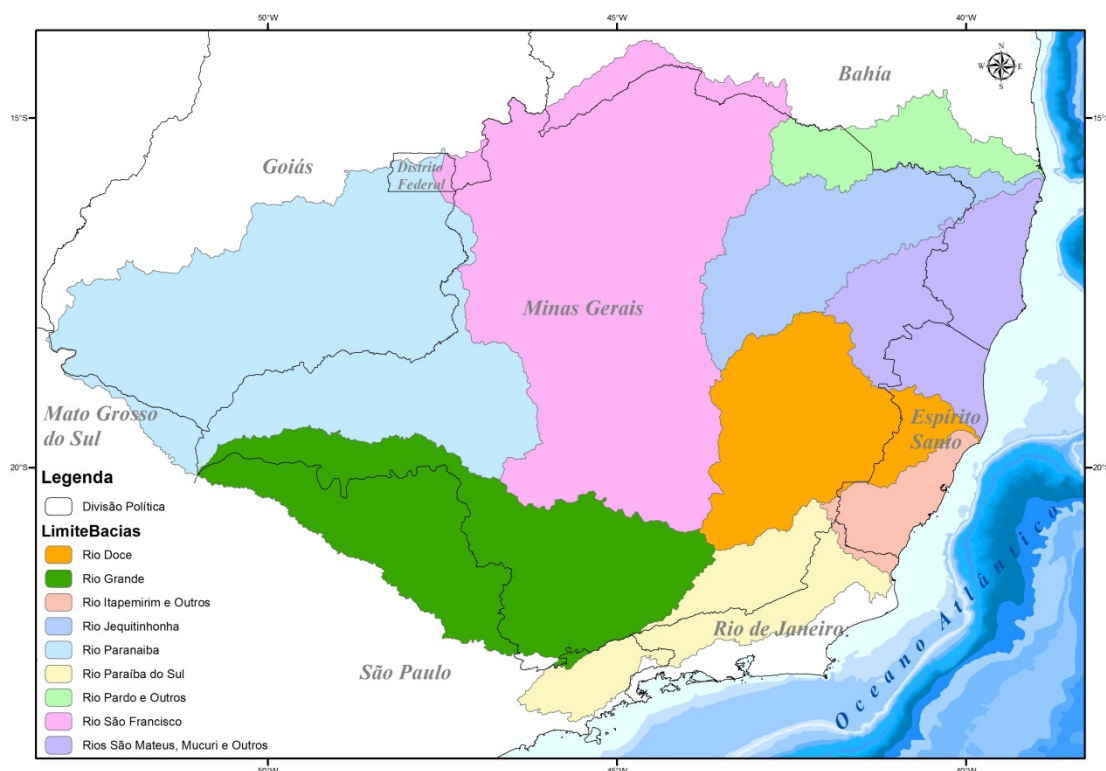


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas relacionadas ao Estado de Minas Gerais.

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 e 2013 e outubro de 2013 a abril de 2014, respectivamente. Analisando estas figuras verifica-se que as chuvas registradas neste período tem sido abaixo da média histórica, nas seguintes regiões:

- Outubro de 2011 a abril de 2012 – Norte de Minas (bacias dos rios São Francisco, Pardo e Jequitinhonha) e bacia do rio Grande;
- Outubro de 2012 a abril de 2013 – Norte de Minas (bacias dos rios São Francisco, Pardo e Jequitinhonha), bacias dos rios Grande e Doce, Centro de Minas (bacia do rio das Velhas);
- Outubro de 2013 a abril de 2014 – bacias dos rios São Francisco, Grande, Paranaíba, médio e baixo rio Jequitinhonha, alto e médio rio Doce.

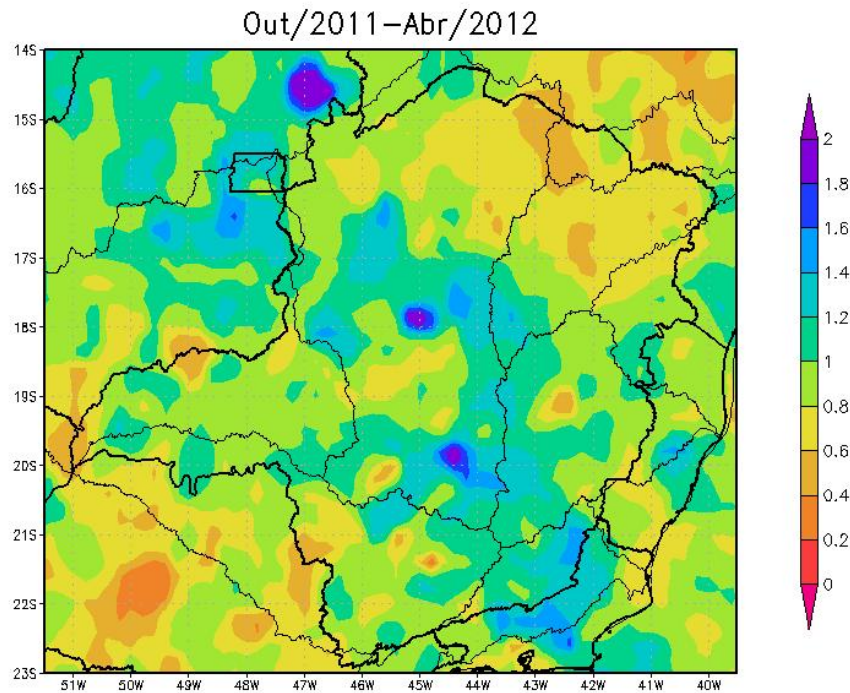


Figura 2 – Razão entre o total precipitado no período de outubro de 2011 a abril de 2012 e a média histórica de outubro de 1998 a abril de 2014.

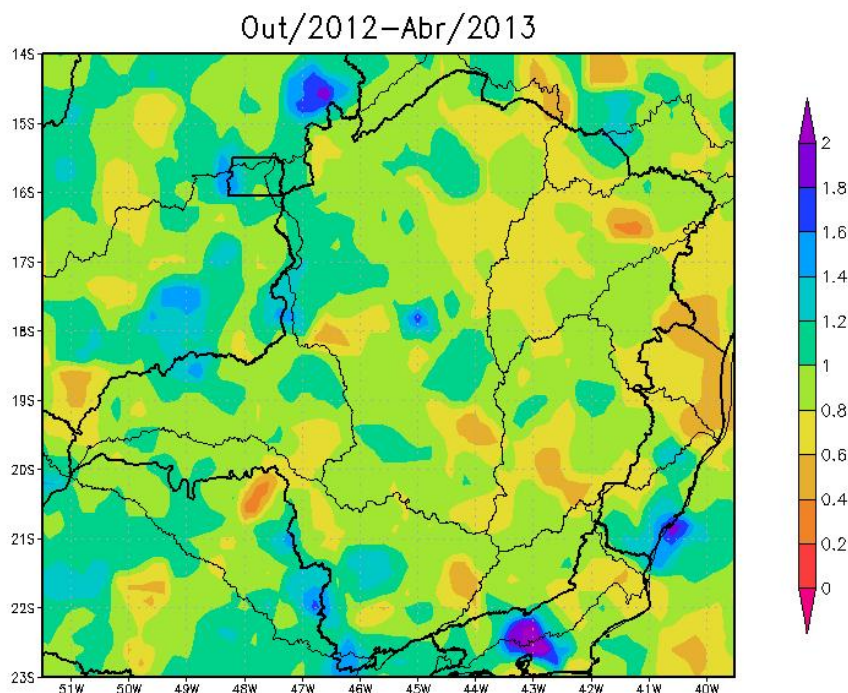


Figura 3 – Razão entre o total precipitado no período de outubro de 2012 a abril de 2013 e a média histórica de outubro de 1998 a abril de 2014.

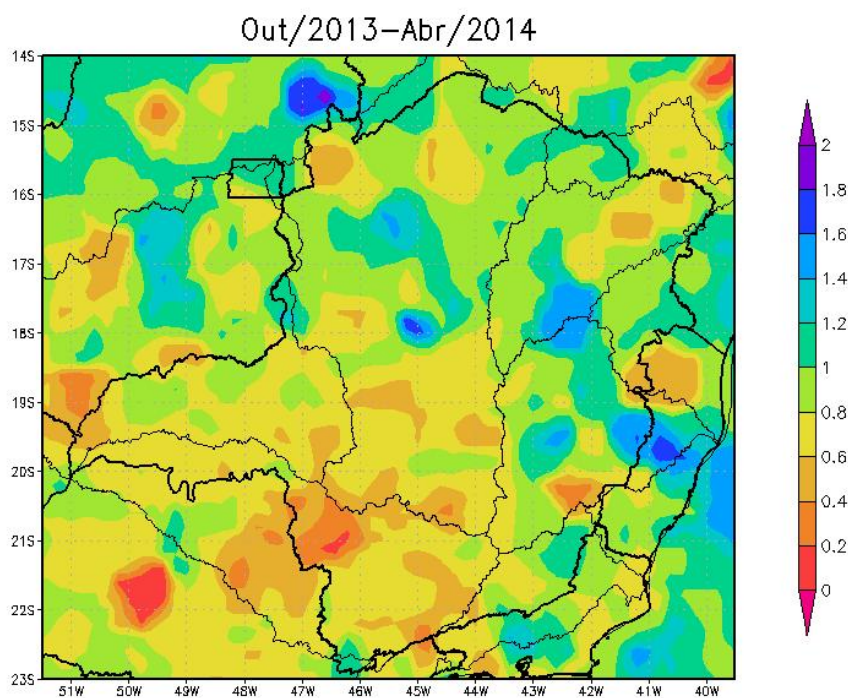


Figura 4 – Razão entre o total precipitado no período de outubro de 2013 a abril de 2014 e a média histórica de outubro de 1998 a abril de 2014.

As Figuras 5 e 6 apresentam as anomalias de precipitação, em relação à média histórica, registradas no período de janeiro a março de 2014 e em abril de 2014, respectivamente.

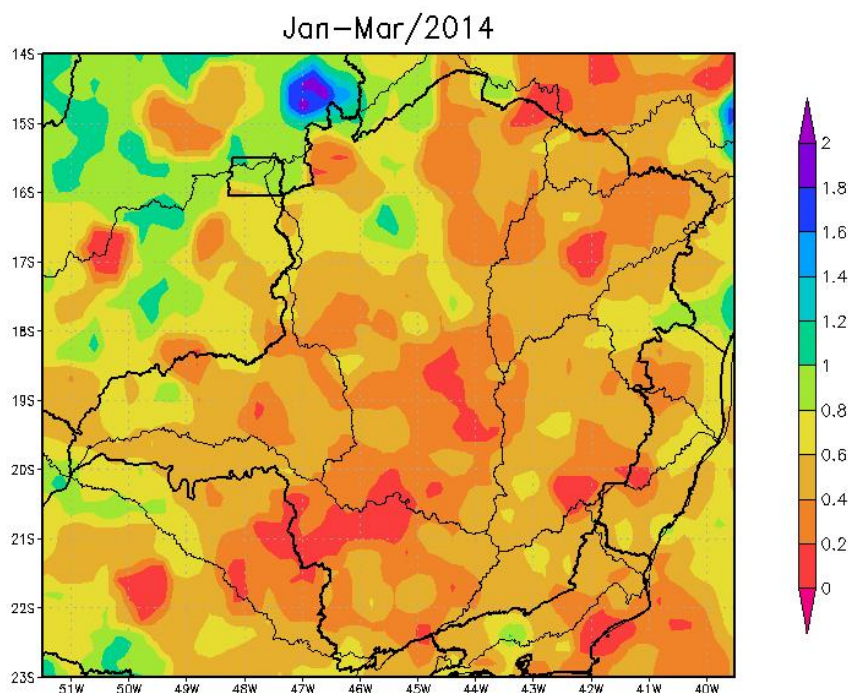


Figura 5 – Razão entre o total precipitado no período de janeiro a março de 2014 e a média histórica de janeiro a março de 2014.

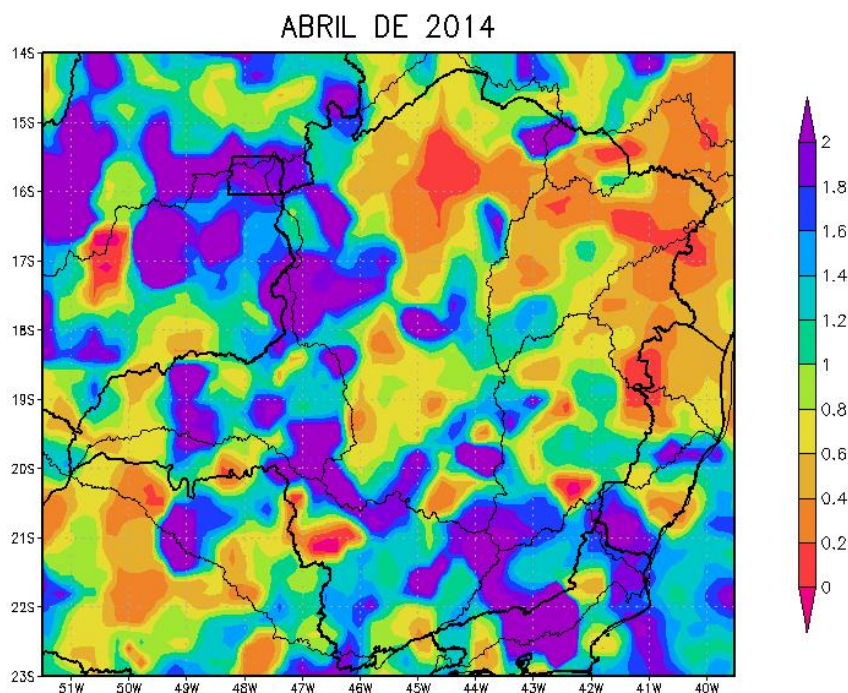


Figura 6 – Razão entre o total precipitado no período de abril de 2014 e a média histórica de abril de 2014.

Analisando estas figuras 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/BH. Já no mês de abril de 2014 as precipitações foram acima da média histórica em boa

parte do estado de Minas, à exceção do Norte de Minas e bacia do rio Jequitinhonha, bem como o sul da Bahia e Norte do estado do Espírito Santo, regiões operadas pela SUREG/BH.

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.

A Tabela 1 apresenta o percentual do total de precipitação registrado no período de janeiro a março de 2014 comparado com a média histórica. Analisando esta tabela verifica-se que neste período as precipitações registradas foram de 41 a 65% da média histórica.

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

Bacia	Precipitação total de jan a mar/14 e média de jan a mar (%)
São Mateus e Mucuri	64
Pardo	61
Paranaíba	61
Paraíba do Sul	51
São Francisco	45
Jequitinhonha	42
Itapemirim	51
Grande	41
Doce	44

As figuras 7 a 9 apresentam os gráficos das precipitações mensais: médias históricas e totais mensais do período chuvoso atual (outubro de 2013 a abril de 2014) para as bacias dos rios Paranaíba, Grande e São Francisco, respectivamente, onde estão localizados grandes reservatórios de geração de energia elétrica para o país.

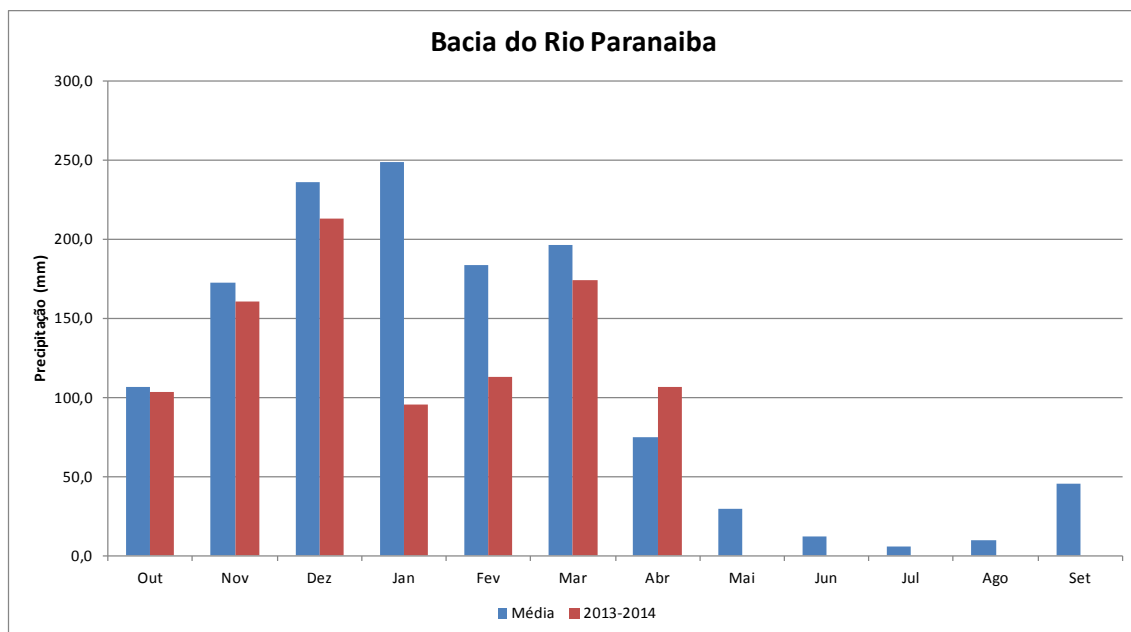


Figura 7 – Precipitação mensal na bacia do rio Paranaíba

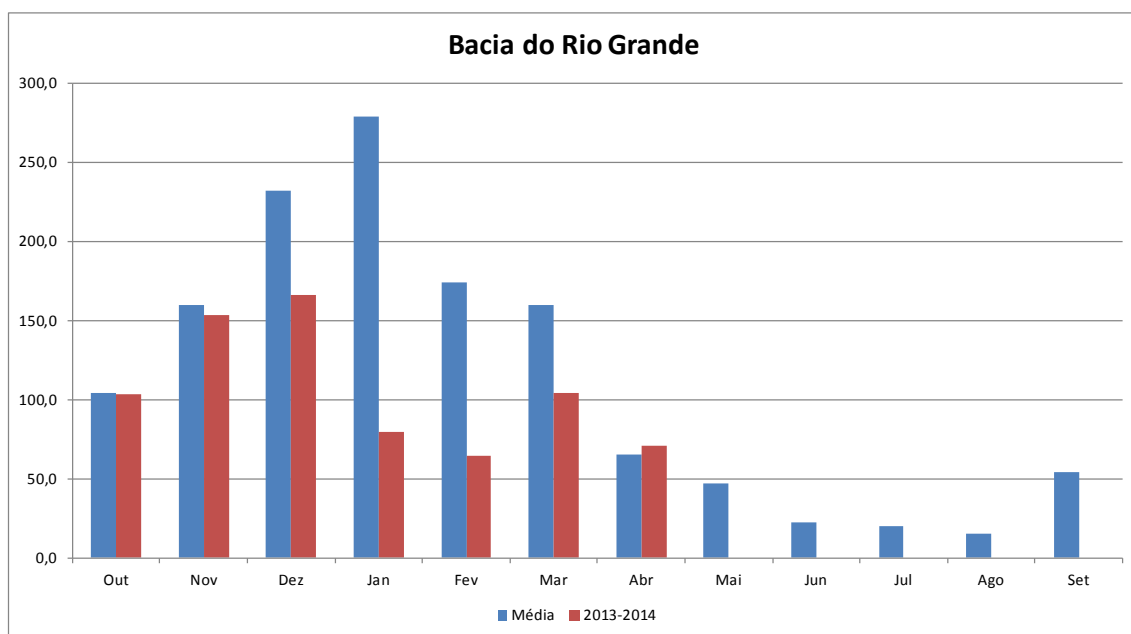


Figura 8 – Precipitação mensal na bacia do rio Grande

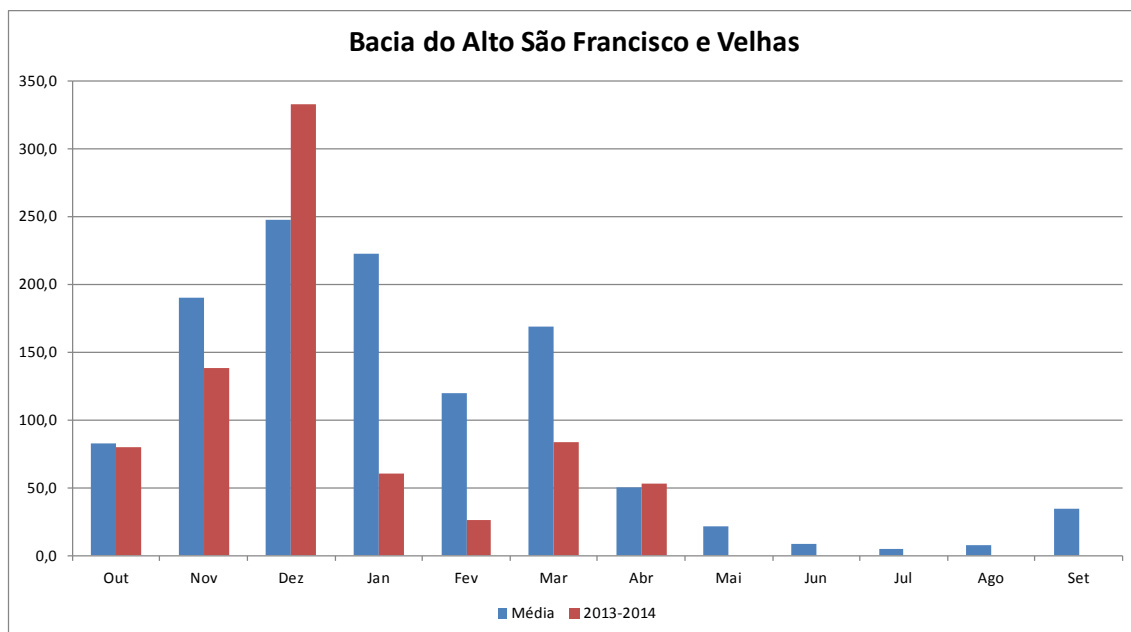


Figura 9 – Precipitação mensal na bacia do Alto São Francisco e Velhas

A Tabela 2 apresenta 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. 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.

Tabela 2 – Relação das estações fluviométricas chaves

Código	Nome	Rio	Área (km <sup>2</sup> )	Lat (°)	Long (°)	Q Fev/14 (m <sup>3</sup> /s)	Qméd Fev (m <sup>3</sup> /s)	Q10% Fev (m <sup>3</sup> /s)	Qmín medida (m <sup>3</sup> /s)	Q Fev14 / Qméd Fev	Q Fev14 / Q10% Fev	Q Fev14 / Qmín medida
40025000	Vargem Bonita	São Francisco	299	-20,3286	-46,3661	4,467	17,02	7,8	2,29	0,26	0,57	1,95
40070000	Ponte do Chumbo	São Francisco	9255	-19,7761	-45,4792	74,76	373,34	183	39,7	0,2	0,41	1,88
40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco	13087	-19,2817	-45,2814	85,89	493,66	239,21	43,11	0,17	0,36	1,99
40150000	Carmo do Cajuru	Pará	2402	-20,1811	-44,7939	11,35	59,49	24,07	8,95	0,19	0,47	1,27
40330000	Velho da Taipa	Pará	7109	-19,6922	-44,9325	27,5	190,3	82,95	21,39	0,14	0,33	1,29
40810350	Faz. Laranjeiras	Mato Frio	10,2	-20,0942	-44,4936	0,028	0,23	0,129	0,01	0,12	0,22	2,8
40811100	Jardim	Serra Azul	112,4	-20,0475	-44,4089	0,66	2,88	1,523	0,3	0,23	0,43	2,2
40823500	Suzana	Mateus Leme	152,8	-19,9614	-44,3661	0,752	3,3	1,655	0,4	0,23	0,45	1,88
40549998	São Brás do Suaçuí	Paraopeba	446	-20,6047	-43,9086	2,633	12,88	7,4	1,59	0,2	0,36	1,66
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5663	-19,9492	-44,3053	29,72	144,36	74,57	20,73	0,21	0,4	1,43
40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	8571	-19,4231	-44,5494	66,6	202,61	107,32	24,46	0,33	0,62	2,72
41151000	Fazenda Água Limpa Jus.	das Velhas	173	-20,3053	-43,6164	1,85	3,86	2,38	1,06	0,48	0,78	1,75
41199998	Honório Bicalho	das Velhas	1642	-20,0239	-43,8228	21,18	44,53	23,31	10,9	0,48	0,91	1,94
41410000	Jequitibá	das Velhas	6292	-19,2311	-44,0247	46,25	152,86	65,85	27,963	0,3	0,7	1,65
41818000	Santo Hipólito	das Velhas	16528	-18,3061	-44,2258	72,55	335,33	143,82	40,82	0,22	0,5	1,78
41990000	Várzea da Palma	das Velhas	25940	-17,5947	-44,7139	108,6	552,35	210,1	47,3	0,2	0,52	2,3
42250000	Fazenda Limoeiro	Claro	470	-17,9150	-47,0108	4,07	15,71	5,3	1,02	0,26	0,77	3,99
42251000	Faz. Córrego do Ouro	Escuro	1840	-17,6131	-46,8586	14,79	58,83	19,39	3,6	0,25	0,76	4,11
42395000	Santa Rosa	Paracatu	12880	-17,2550	-46,4728	73,88	340,09	104,16	22,69	0,22	0,71	3,26
42690001	Porto Extrema	Paracatu	29060	-17,0306	-46,0133	150,1	663,53	210,23	37,8	0,23	0,71	3,97

Continua...



Tabela 2 – Continuação

Código	Nome	Rio	Área (km <sup>2</sup> )	Lat (°)	Long (°)	Q Feb/14 (m <sup>3</sup> /s)	Qméd Feb (m <sup>3</sup> /s)	Q10% Feb (m <sup>3</sup> /s)*	Qmín medida (m <sup>3</sup> /s)	Q Feb14 / Qméd Feb	Q Feb14 / Q10% Feb	Q Feb14 / Qmín medida
42460000	Fazenda Limeira	Preto	3830	-16,2089	-47,2325	37,12	94,45	42,3	2,05	0,39	0,88	18,11
42490000	Unaí	Preto	5250	-16,3494	-46,8775	34,45	115,42	50,34	5,16	0,3	0,68	6,68
42600000	Porto dos Poções	Preto	9370	-16,8397	-46,3567	61,46	208,22	77,11	6,77	0,3	0,8	9,08
43250002	Buritis Jusante	Urucuia	3187	-15,6097	-46,4122	25,9	83,98	27,08	3,78	0,31	0,96	6,85
43429998	Arinos Montante	Urucuia	11856	-15,9239	-46,1094	72,44	249,27	88,1	11,4	0,29	0,82	6,35
43980002	Barra do Escuro	Urucuia	24658	-16,2681	-45,2369	120,7	490,48	150,78	15,24	0,25	0,8	7,92
44630000	Capitão Enéas	Verde Grande	3592	-16,3406	-43,7831	2,485	17,396	1,968	0,22	0,14	1,26	11,3
44670000	Colônia Jaíba	Verde Grande	12401	-15,3431	-43,6756	4,34	54,155	4,264	0,0378	0,08	1,02	114,81
45131000	São Gonçalo	Carinhanha	5986	-14,3136	-44,4594	43,91	86,43	57,69	29,4	0,51	0,76	1,49
45260000	Juvenília	Carinhanha	15600	-14,2572	-44,1606	97,4	184,24	119,57	68,6	0,53	0,81	1,42
41135000	Pirapora Barreiro	São Francisco	61880	-17,3594	-44,9478	555,2	1251,9	612,52	368,94	0,44	0,91	1,5
44290002	Pedras de Maria da Cruz	São Francisco	191063	-15,5936	-44,3953	1062	3866,1	1483,1	548,63	0,27	0,72	1,94
45298000	Carinhanha	São Francisco	251209	-14,3044	-43,7633	1104	4045,3	1686,7	507,33	0,27	0,65	2,18
54001000	Povoado de Vau	Jequitinhonha	379	-18,4172	-43,5250	1,98	10,84	3,36	0,51	0,18	0,59	3,88
54195000	Barra do Salinas	Jequitinhonha	23815	-16,6178	-42,3089	173,7	271,03	75,56	16,1	0,64	2,3	10,79
54580000	Itaobim	Jequitinhonha	47000	-16,5686	-41,5039	189,4	443,57	161,17	27	0,43	1,18	7,02
54780000	Jacinto	Jequitinhonha	62365	-16,1386	-40,4578	261,1	666	185	29,3	0,39	1,41	8,91
55560000	Fazenda Diacuí	Mucuri	5193	-17,4917	-41,2392	20,16	66,463	18,3	3,17	0,3	1,1	6,36
55630000	Carlos Chagas	Mucuri	9607	-17,7042	-40,7619	27,41	102,32	30,3	5,12	0,27	0,9	5,35
55699998	Nanuque Montante	Mucuri	12799	-17,8414	-40,3814	35,33	159,52	28,2	3,39	0,22	1,25	10,42

Continua...

Tabela 2 – Continuação

Código	Nome	Rio	Área (km <sup>2</sup> )	Lat (°)	Long (°)	Q Fev/14 (m <sup>3</sup> /s)	Qméd Fev (m <sup>3</sup> /s)	Q10% Fev (m <sup>3</sup> /s)*	Qmín medida (m <sup>3</sup> /s)	Q Fev14 / Qméd Fev	Q Fev14 / Q10% Fev	Q Fev14 / Qmín medida
55779000	Fidelândia Montante	São Mateus	755	-18,1936	-41,2486	2,01	4,63	0,481	0,11	0,43	4,18	18,27
55850000	S. João Cach. Grande	São Mateus	6732	-18,5639	-40,3361	28,88	58,8	11,09	1,9	0,49	2,6	15,2
55960000	Boca da Vala	São Mateus	11973	-18,6511	-40,0889	68,24	129,64	32	3,38	0,53	2,13	20,19
56075000	Porto Firme	Piranga	4251	-20,6703	-43,0917	26,99	114,99	61,85	25	0,23	0,44	1,08
56110005	Ponte Nova	Piranga	6132	-20,3839	-42,9028	33,15	150,89	89,2	28,4	0,22	0,37	1,17
56719998	Cenibra	Doce	24245	-19,3278	-42,3975	153,9	477,28	241,85	105	0,32	0,64	1,47
56850000	Governador Valadares	Doce	40484	-18,8822	-41,9508	288,4	773,5	377,2	171	0,37	0,76	1,69
56994500	Colatina	Doce	76400	-19,5333	-40,6297	393,4	1351,4	552,02	217	0,29	0,71	1,81
57350000	Us. Fortaleza	Itapemirim	223	-20,3714	-41,4069	2,997	6,1	3,16	0,8	0,49	0,95	3,75
57400000	Itaici	Itapemirim	1045	-20,5283	-41,5114	10,86	24,84	12,48	5,38	0,44	0,87	2,02
57450000	Rive	Itapemirim	2217	-20,7469	-41,4661	24,9	60,18	28,03	10,003	0,41	0,89	2,49
57580000	Us. Paineiras	Itapemirim	5166	-20,9536	-40,9508	48,34	102,56	44,55	18,07	0,47	1,09	2,68
60220000	Desemboque	Araguari	1205	-20,0139	-47,0172	20,93	50,63	28,1	7,825	0,41	0,74	2,67
60250000	Faz. São Mateus	Quebra Anzol	1231	-19,5164	-46,5706	12,89	48,17	26,06	11,065	0,27	0,49	1,16
60381000	Faz. Letreiro	Uberabinha	924	-18,9883	-48,1903	5,24	22,99	12,63	2,62	0,23	0,41	2
60110000	Abadia dos Dourados	Dourados	1906	-18,4908	-47,4064	13,98	50,78	25,32	3,639	0,28	0,55	3,84
60845000	Ituiutaba	Tejuco	6154	-18,9414	-49,4517	50,71	166,82	87,3	19,82	0,3	0,58	2,56
60850000	Faz. Buriti da Prata	da Prata	2526	-19,3592	-49,1803	13,79	69,01	36,45	7,799	0,2	0,38	1,77
60925001	Ponte São Domingos	São Domingos	3540	-19,2194	-50,6761	19,68	54,14	19,59	7,127	0,36	1	2,76
61173000	Usina Couro do Cervo	do Cervo	385	-21,3422	-45,1714	1,415	9,633	5,097	2,36	0,15	0,28	0,6

Continua...

Tabela 2 – Continuação

Código	Nome	Rio	Área (km <sup>2</sup> )	Lat (°)	Long (°)	Q Feb/14 (m <sup>3</sup> /s)	Qméd Feb (m <sup>3</sup> /s)	Q10% Feb (m <sup>3</sup> /s)*	Qmín medida (m <sup>3</sup> /s)	Q Feb14 / Qméd Feb	Q Feb14 / Q10% Feb	Q Feb14 / Qmín medida
61565000	Cachoeira Poço Fundo	Machado	339	-21,7883	-46,1222	2,869	13,993	6,418	2,33	0,21	0,45	1,23
61770000	Fazenda Carvalhais	do Pinheirinho	226	-21,1353	-47,0125	2,376	8,094	3,389	1,016	0,29	0,7	2,34
61788000	Fazenda São Domingos	Sapucai Paul.	6260	-20,2000	-48,2833	58,53	179,71	74,66	34,497	0,33	0,78	1,7

\*- Q10% Feb - vazão de fevereiro com percentil de 10%

As razões entre as vazões apresentadas na Tabela 2 encontram-se apresentadas nas figuras 10 a 12. Analisando estas figuras verifica-se que as vazões registradas em fev/14 estão abaixo da média histórica em toda a área de atuação da SUREG/BH. 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/BH. As vazões registradas em fev/14 foram menores do que duas a três vezes a vazão mínima medida da série histórica na região Centro e Sul da área de atuação da SUREG/BH. A análise gráfica por sub-bacia pode ser visualizada no Anexo II.

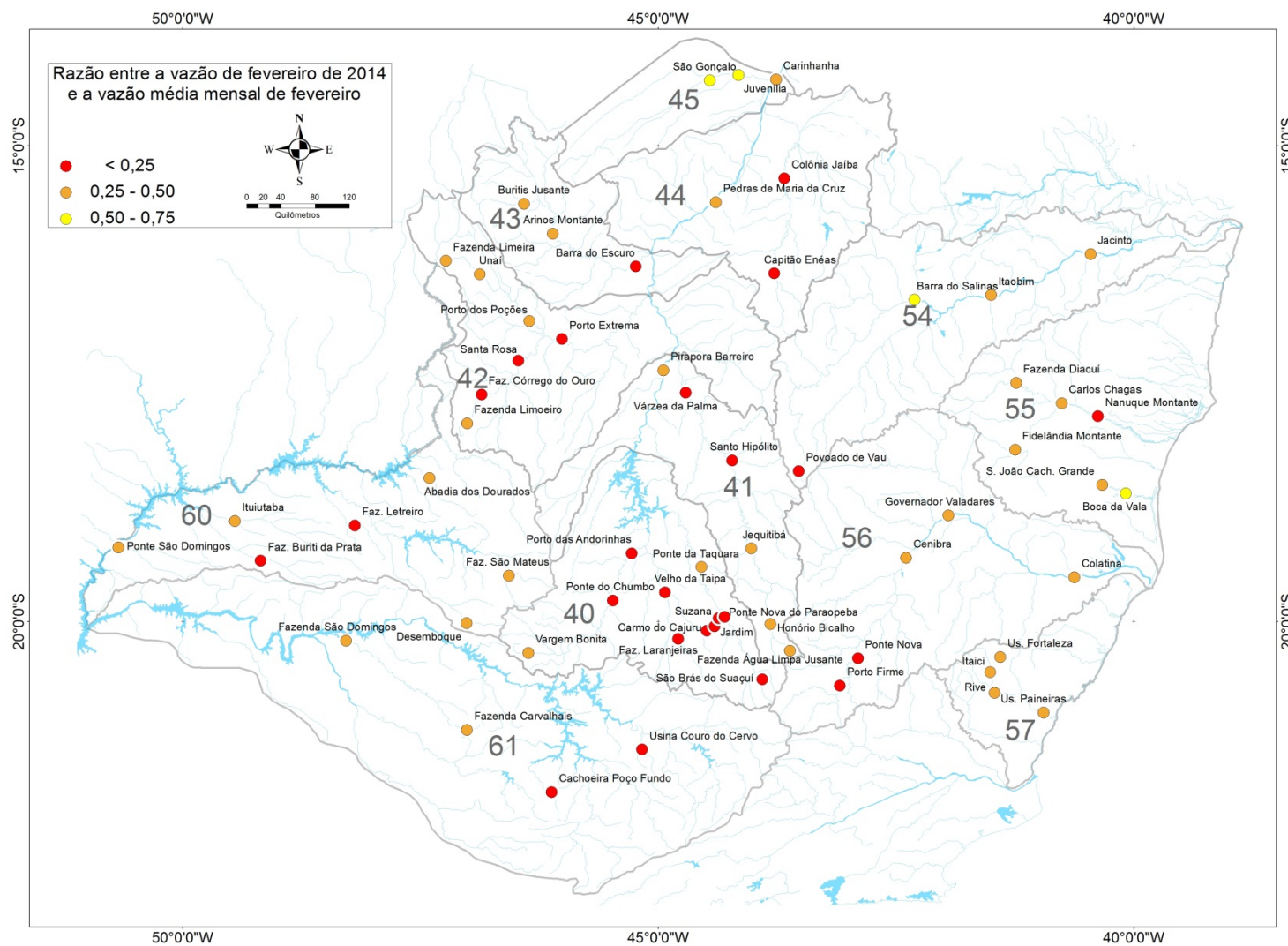


Figura 10 – Mapa com a razão entre a vazão de fevereiro de 2014 e a vazão média mensal de fevereiro.

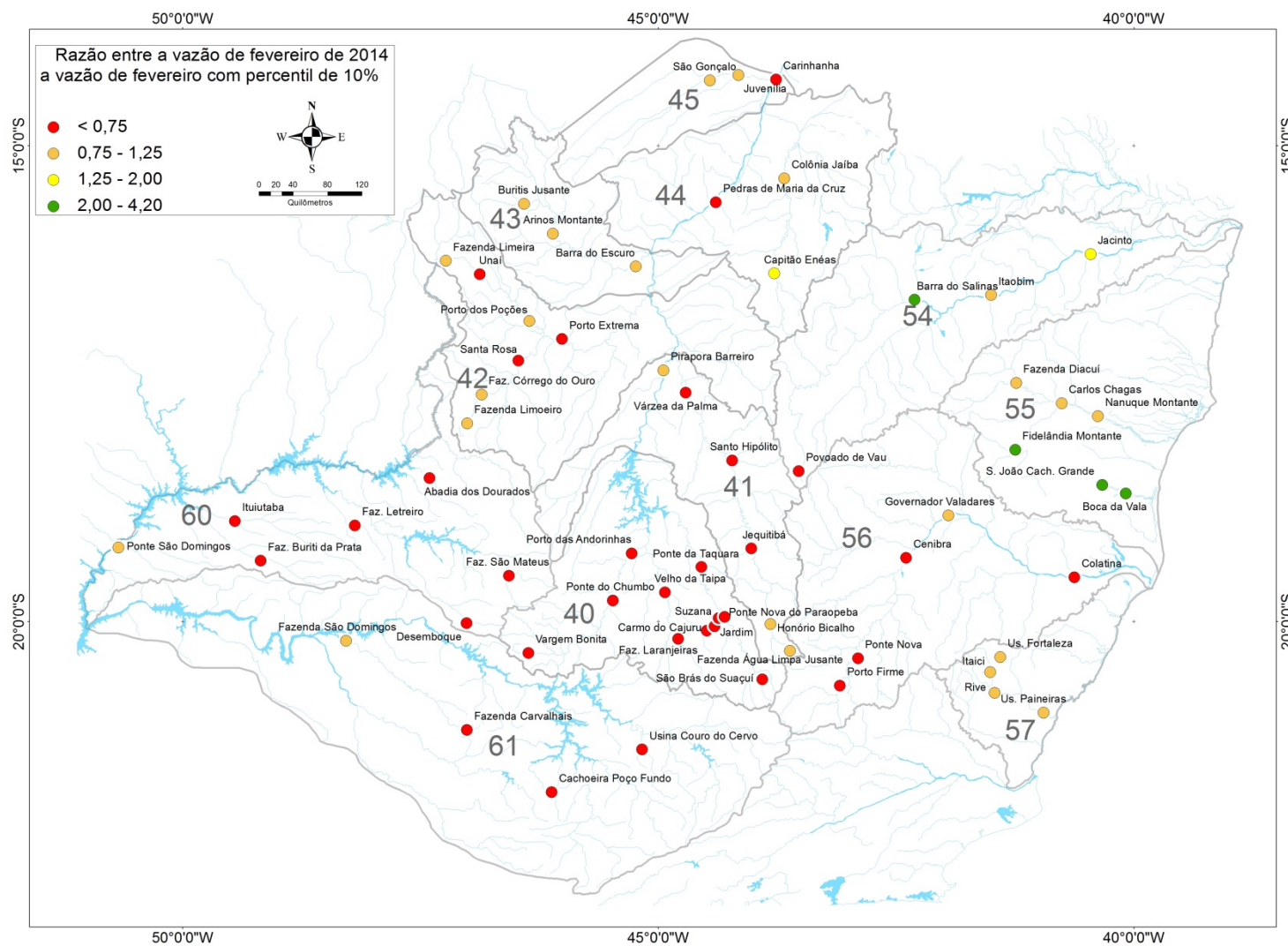


Figura 11 – Mapa com a razão entre a vazão de fevereiro de 2014 e a vazão de fevereiro com percentil de 10%.

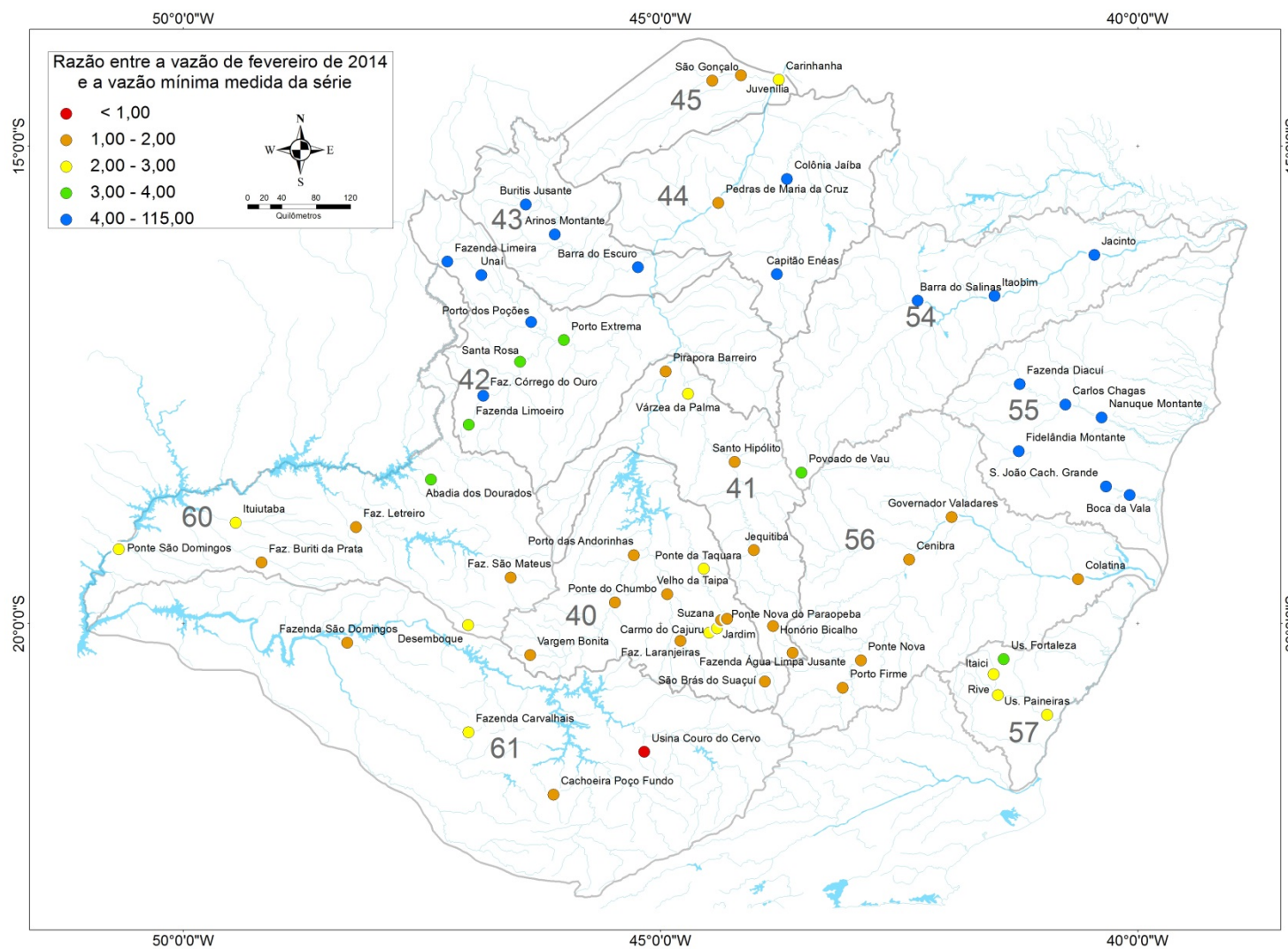


Figura 12 – Mapa com a razão entre a vazão de fevereiro de 2014 e a vazão mínima medida da série histórica.

A partir desta análise das vazões do mês corrente com os dados históricos serão realizadas medições de vazão extras nas regiões críticas, ou seja, aquelas em que a vazão do mês corrente 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 serão realizadas medições de vazão por sub-bacias nos seguintes meses:

- Sub-bacias: 42, 43, 44, 45 e parte da 40 e 41 – fevereiro, maio e setembro;
- Sub-bacias 54, 60, 61 e parte da 40, 41 e 55 – março, julho e outubro;
- Sub-bacias 56, 57 e parte da 55 – abril, agosto e dezembro.

Assim, a campanha de medição extra de vazão do mês de maio de 2014 irá contemplar as estações apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Relação de estações em que serão realizadas medições de descarga em maio de 2014

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>
40025000	Vargem Bonita	São Francisco
40050000	Iguatama	São Francisco
40070000	Ponte do Chumbo	São Francisco
40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco
40150000	Carmo do Cajuru	Pará
40330000	Velho da Taipa	Pará
40549998	São Brás do Suaçuí	Paraopeba
40710000	Belo Vale	Paraopeba
40740000	Alberto Flores	Paraopeba
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba
40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba
41151000	Fazenda Água Limpa Jus.	das Velhas
41199998	Honório Bicalho	das Velhas
41260000	Pinhões	das Velhas
41340000	Ponte Raul Soares	das Velhas
41410000	Jequitibá	das Velhas
41600000	Pirapama	das Velhas
41650002	Ponte do Licínio	das Velhas
41818000	Santo Hipólito	das Velhas
61173000	Usina Couro do Cervo	do Cervo
61565000	Cachoeira Poço Fundo	Machado

## 5 Considerações Finais

Esta rotina está incorporada a operação da rede básica nacional. Com os resultados das análises de precipitação de abril e de vazões registradas em março e abril e levando em conta



a programação normal de operação da rede será definida a campanha de medição extra de vazões em cotas baixas no mês de junho de 2014 e assim sucessivamente, caso a situação de estiagem severa persista.

Paralelamente serão desenvolvidos modelos de prognóstico de estiagem nas áreas de atuação da SUREG/BH.

## 6 Referências Bibliográficas

Pinto, E. J. A. et al. Atlas Pluviométrico do Brasil. CPRM. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em [www.cprm.gov.br](http://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 a 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 (m <sup>3</sup> /s)*	Vazão de Fevereiro associada ao Percentil de 10% (m <sup>3</sup> /s)**	Vazão média observada em Fevereiro de 2014 (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Mínima Medida (m <sup>3</sup> /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

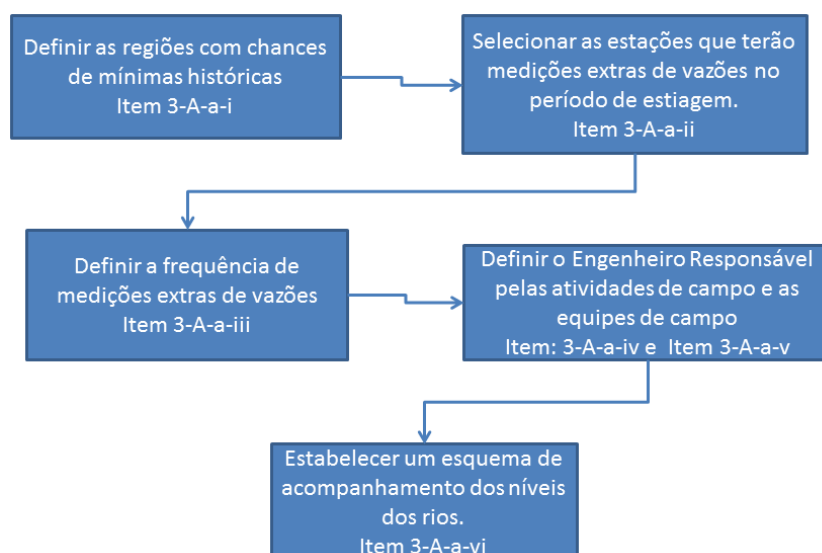
\*\*Calculada com a série histórica de vazões

\*\*\*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.

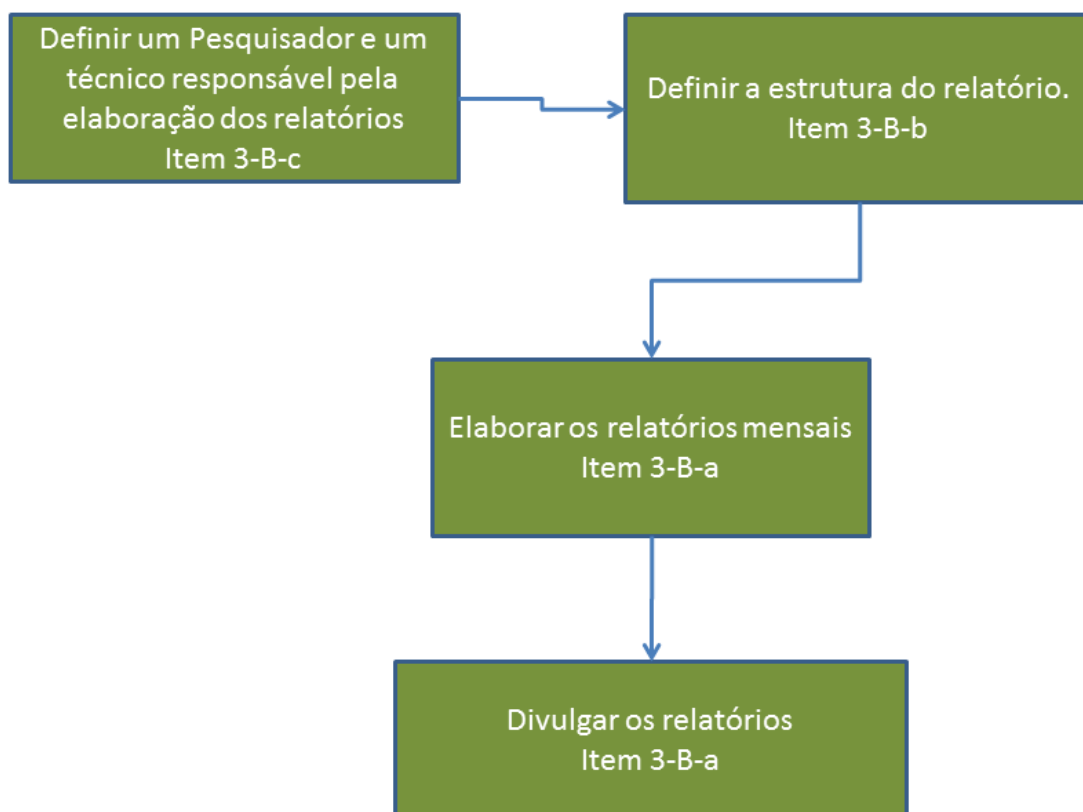
A Figura abaixo ilustra o fluxograma de atividades para replanejamento da operação da rede.



## 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

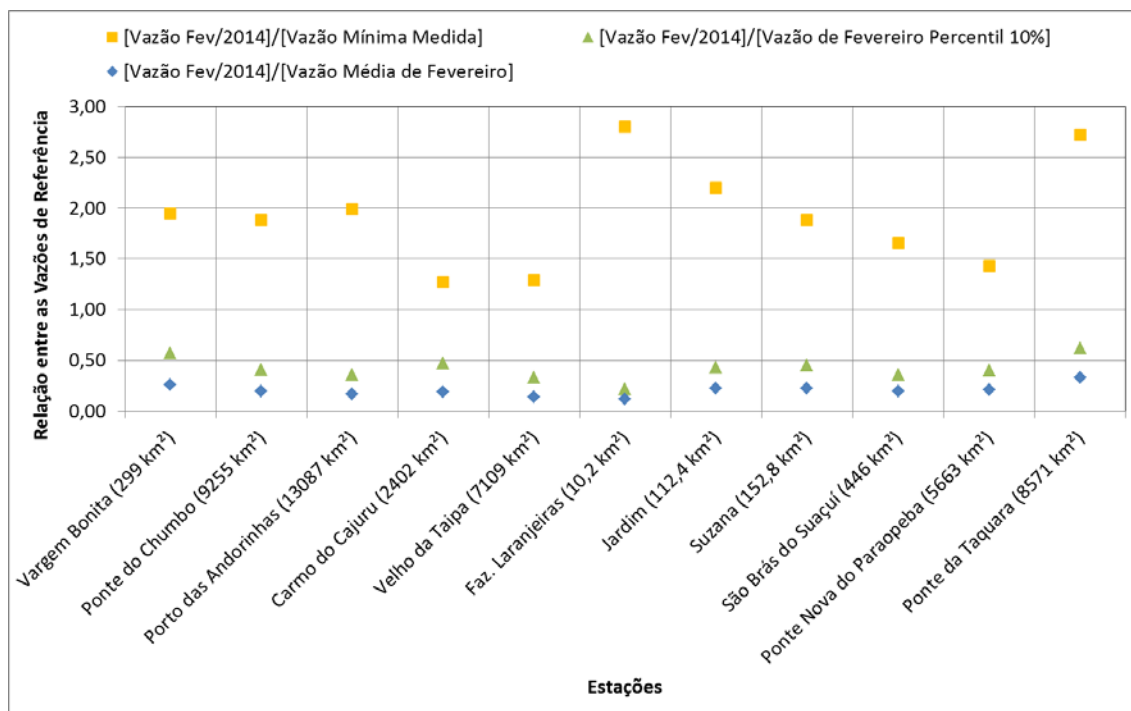


Figura 1 – Estações da bacia 40, rio São Francisco, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

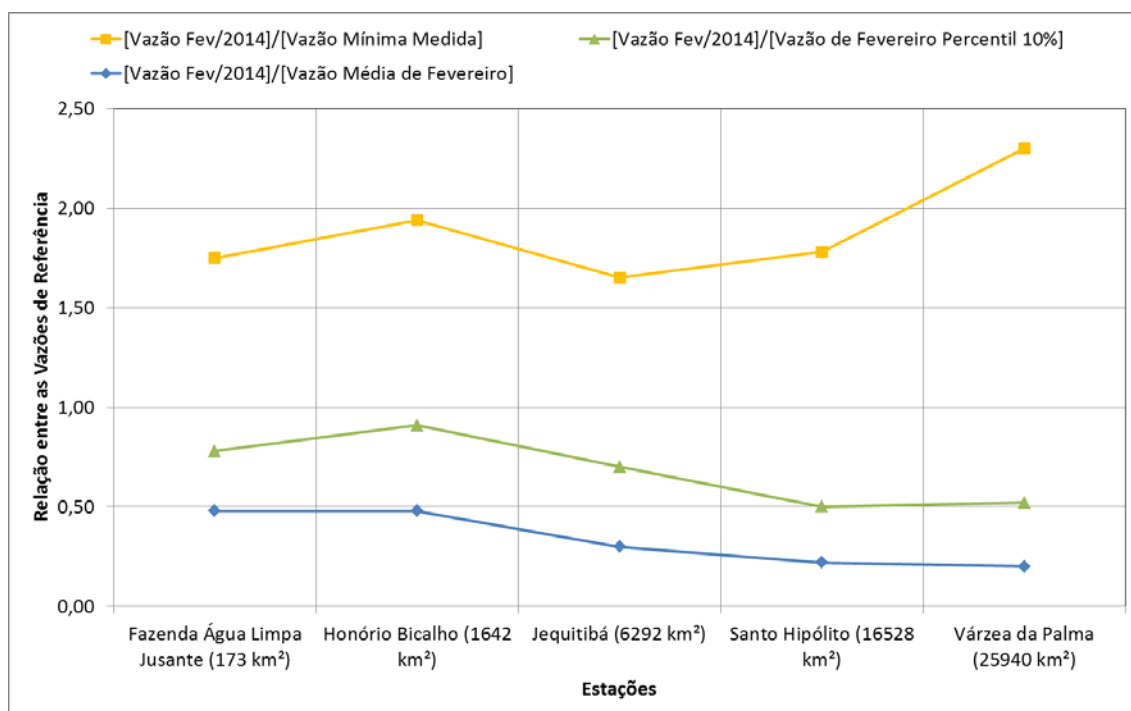


Figura 2 – Estações da bacia 41, rio das Velhas, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.



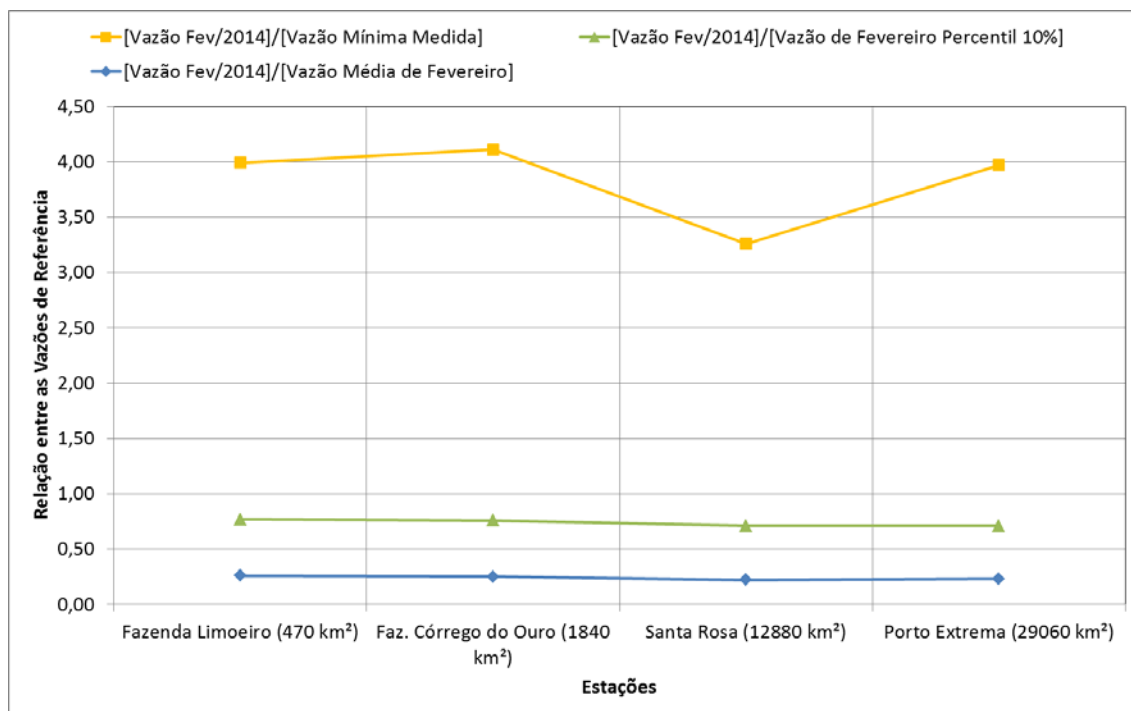


Figura 3 – Estações da bacia 42, rio Paracatu, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro com associada ao percentil 10%.

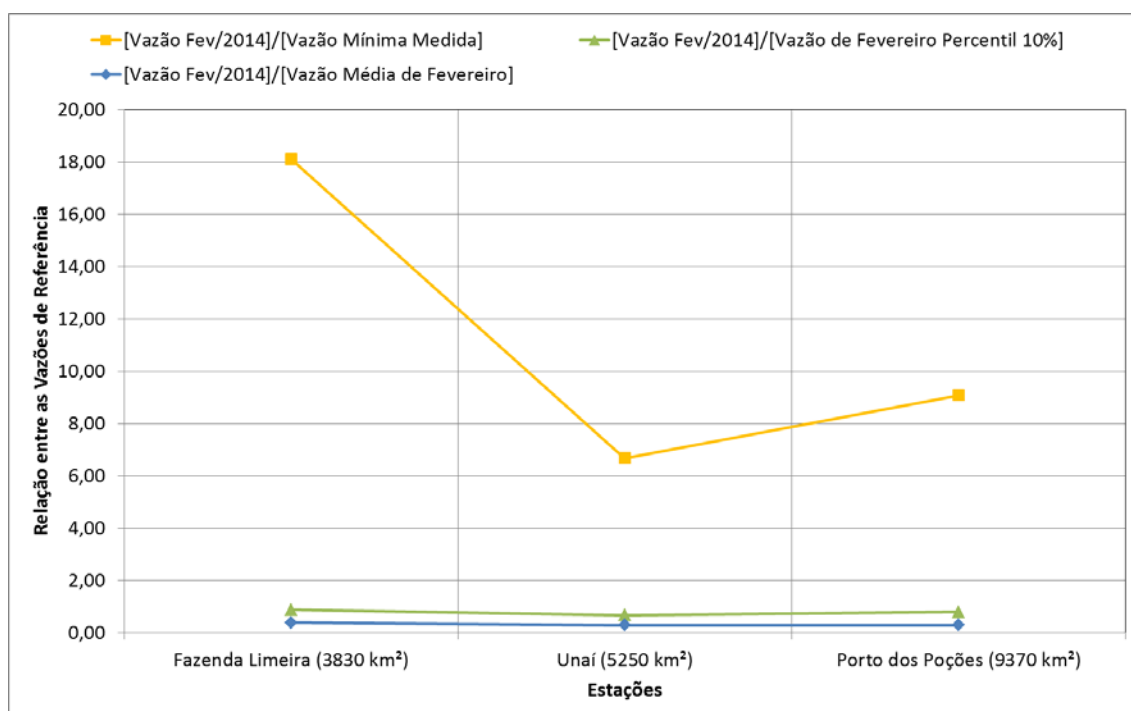


Figura 4 – Estações da bacia 42, rio Preto, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

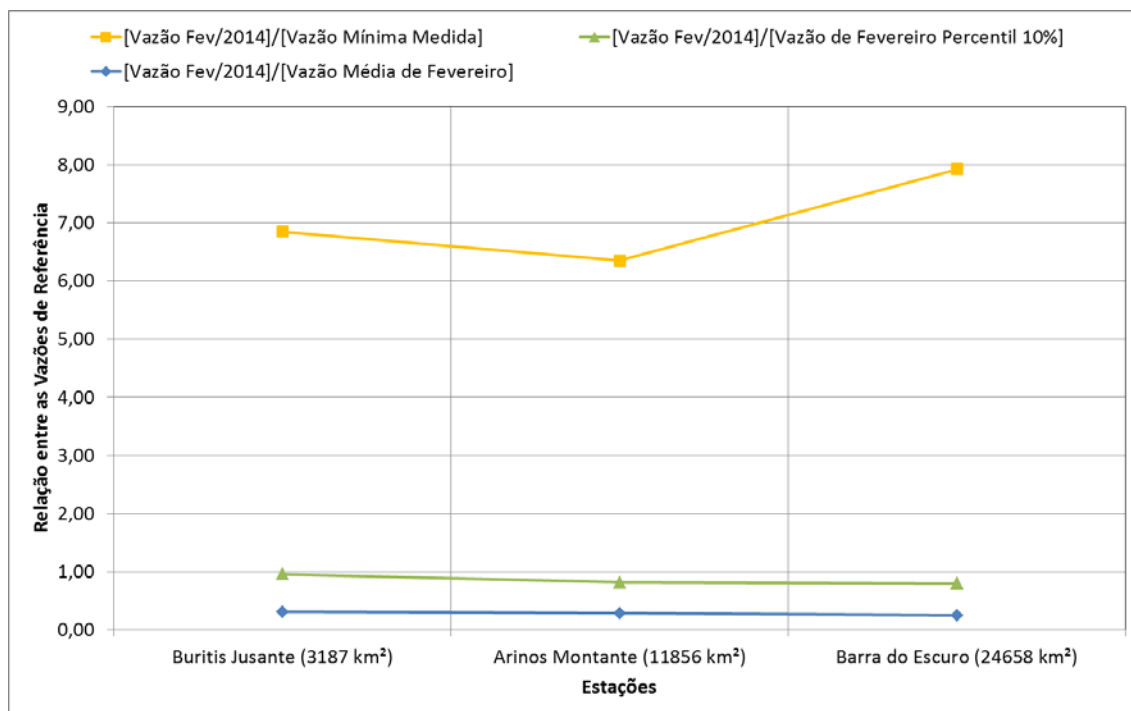


Figura 5 – Estações da bacia 43, rio Urucua, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

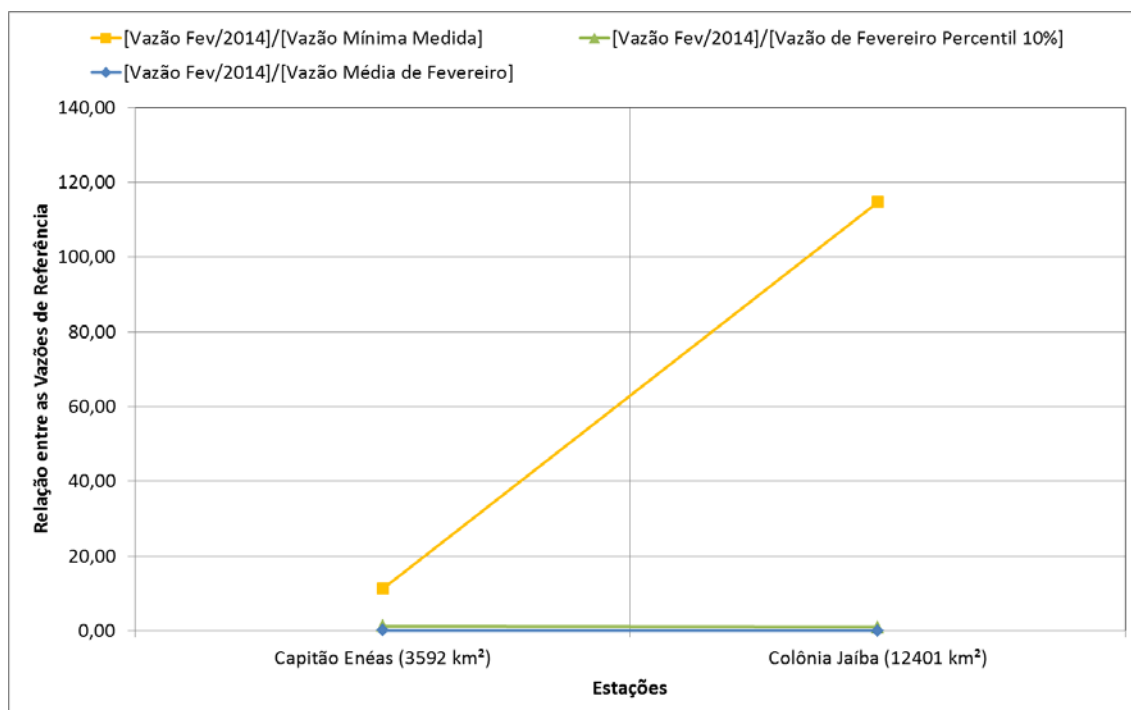


Figura 6 – Estações da bacia 44, rio Verde Grande, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

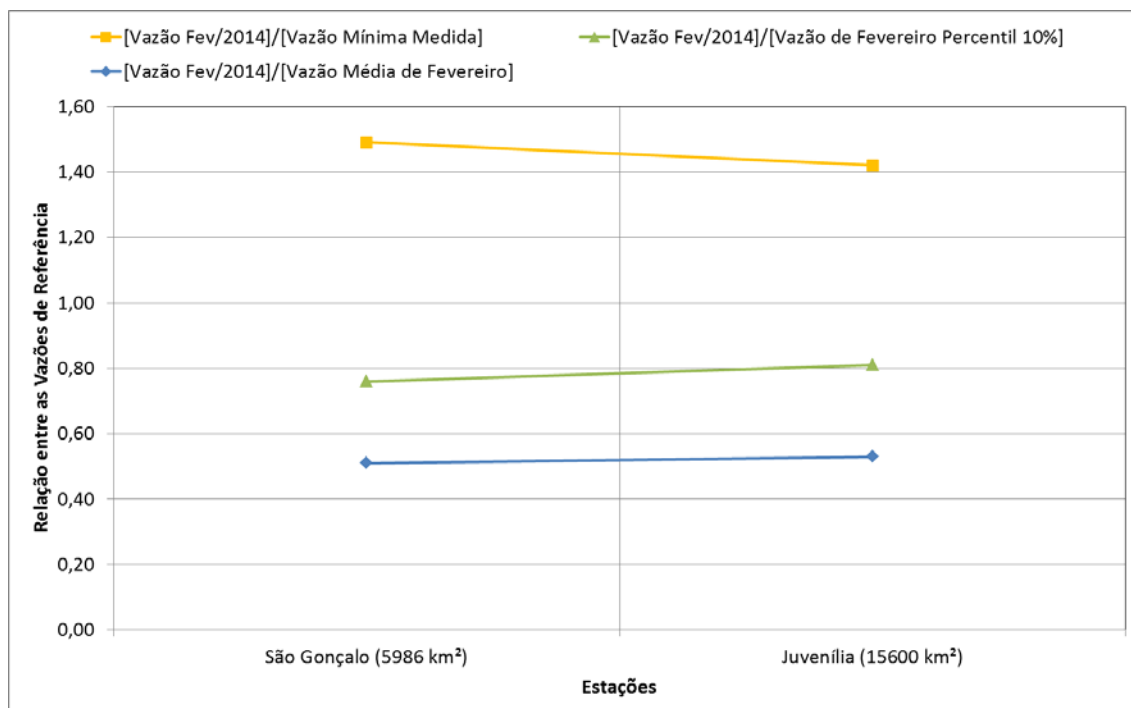


Figura 7 – Estações da bacia 45, rio Carinhanha, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

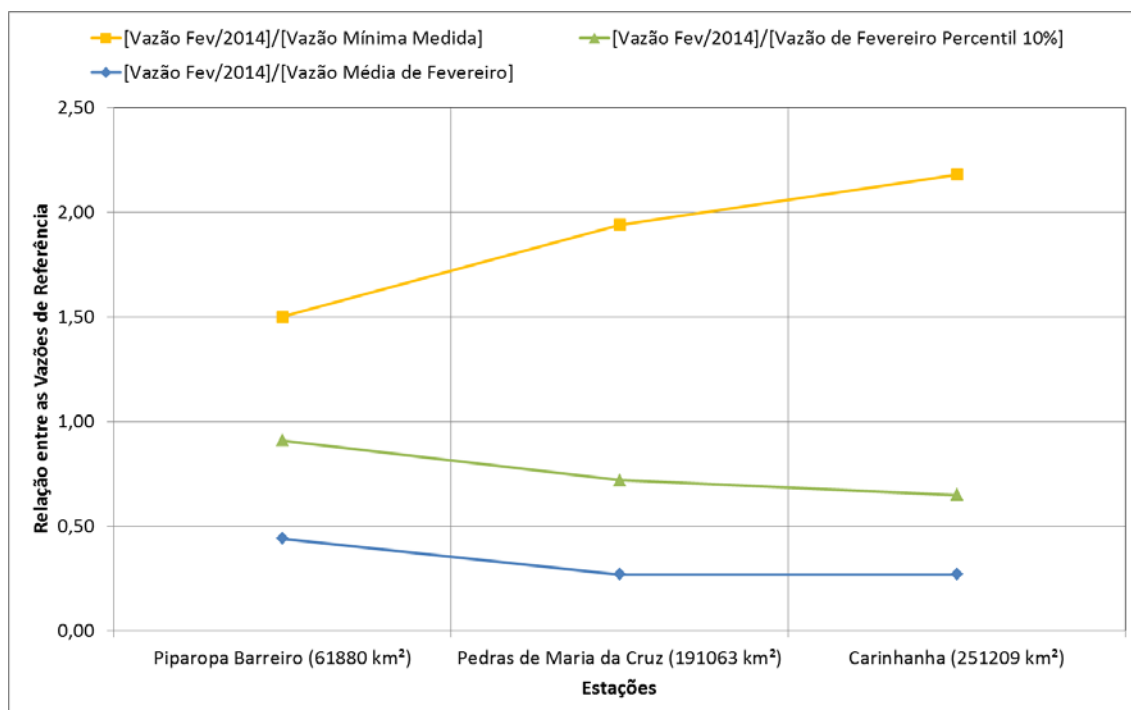


Figura 8 – Estações da Calha do rio São Francisco, a jusante de Três Marias, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

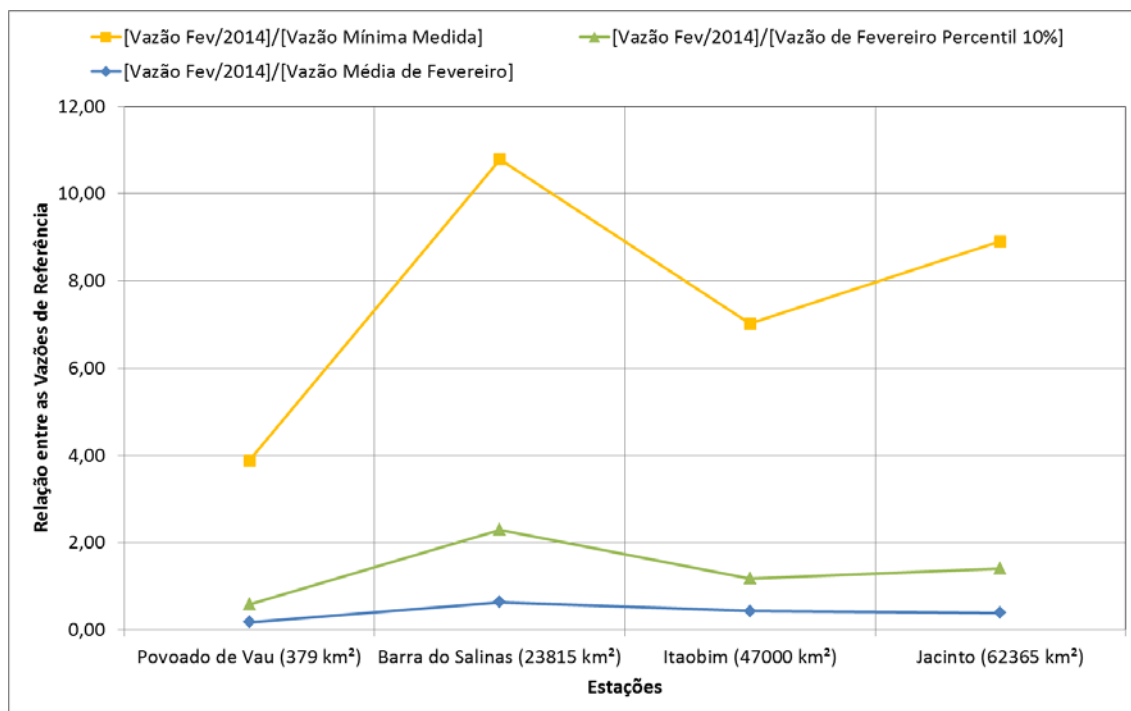


Figura 9 – Estações da bacia 54, rio Jequitinhonha, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

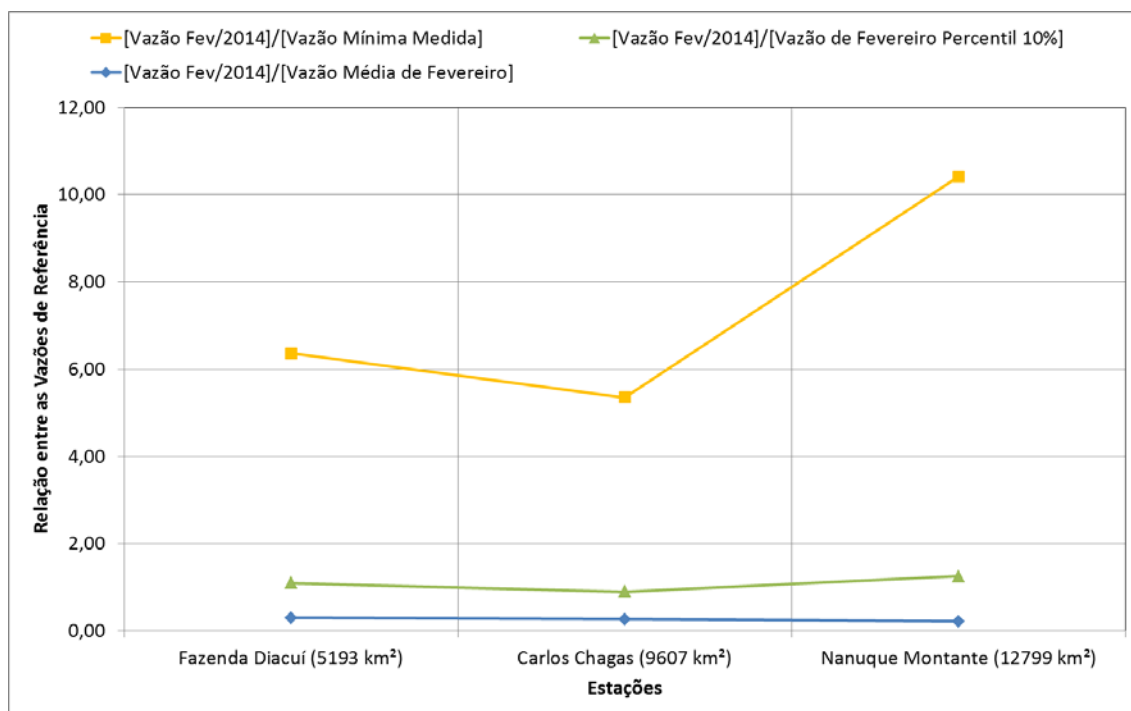


Figura 10 – Estações da bacia 55, rio Mucuri, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão associada ao percentil 10%.

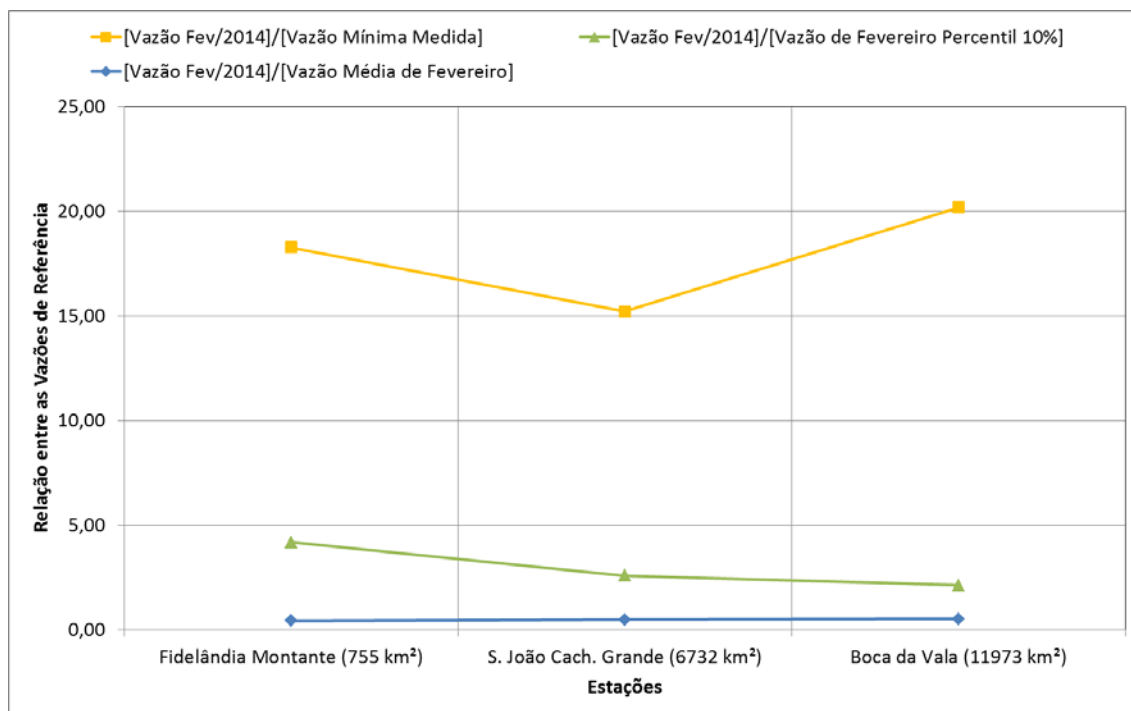


Figura 11 – Estações da bacia 55, rio São Mateus, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

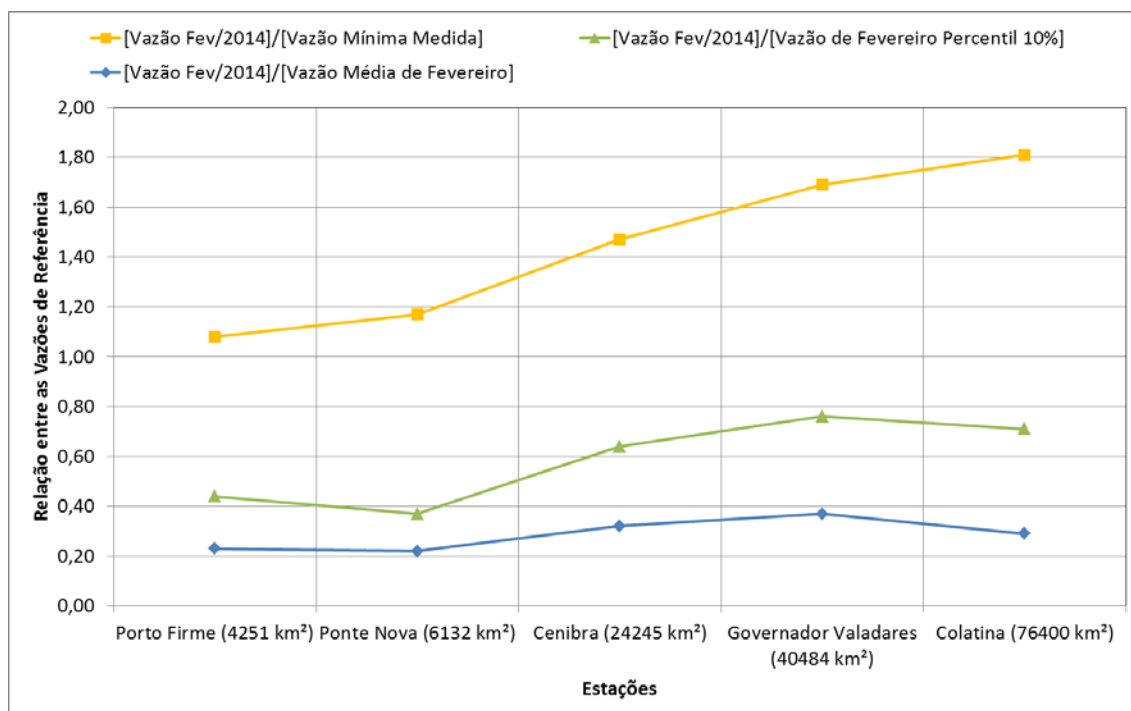


Figura 12 – Estações da bacia 56, rio Doce, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

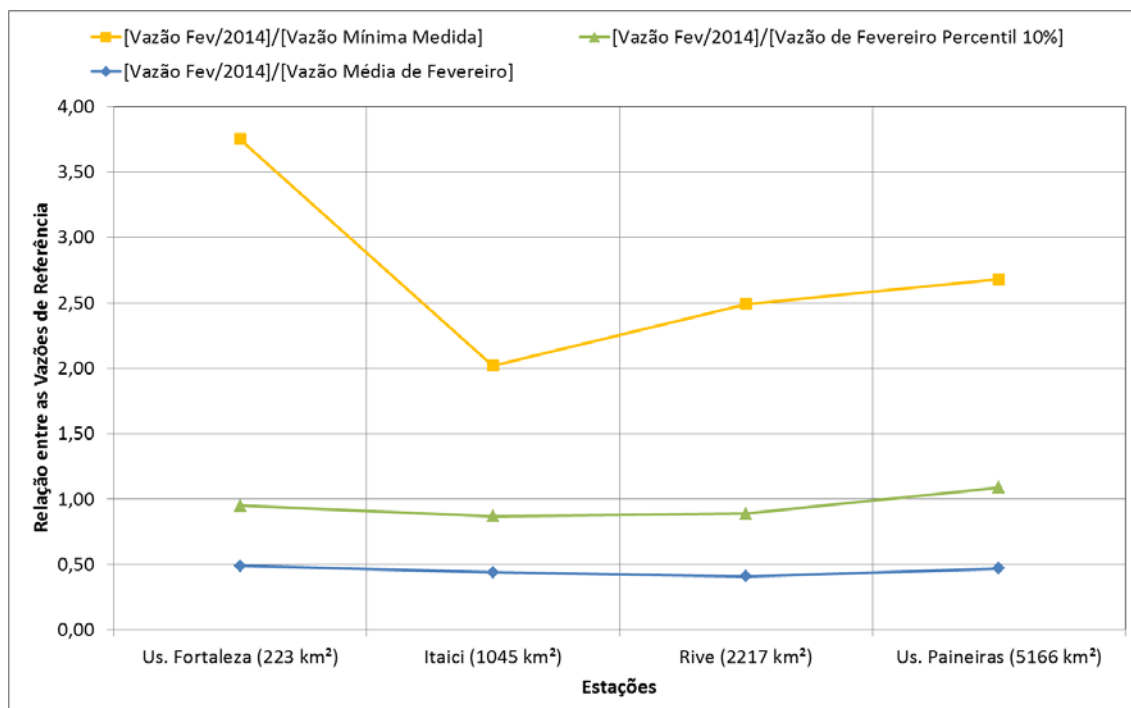


Figura 13 – Estações da bacia 57, rio Itapemirim, com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

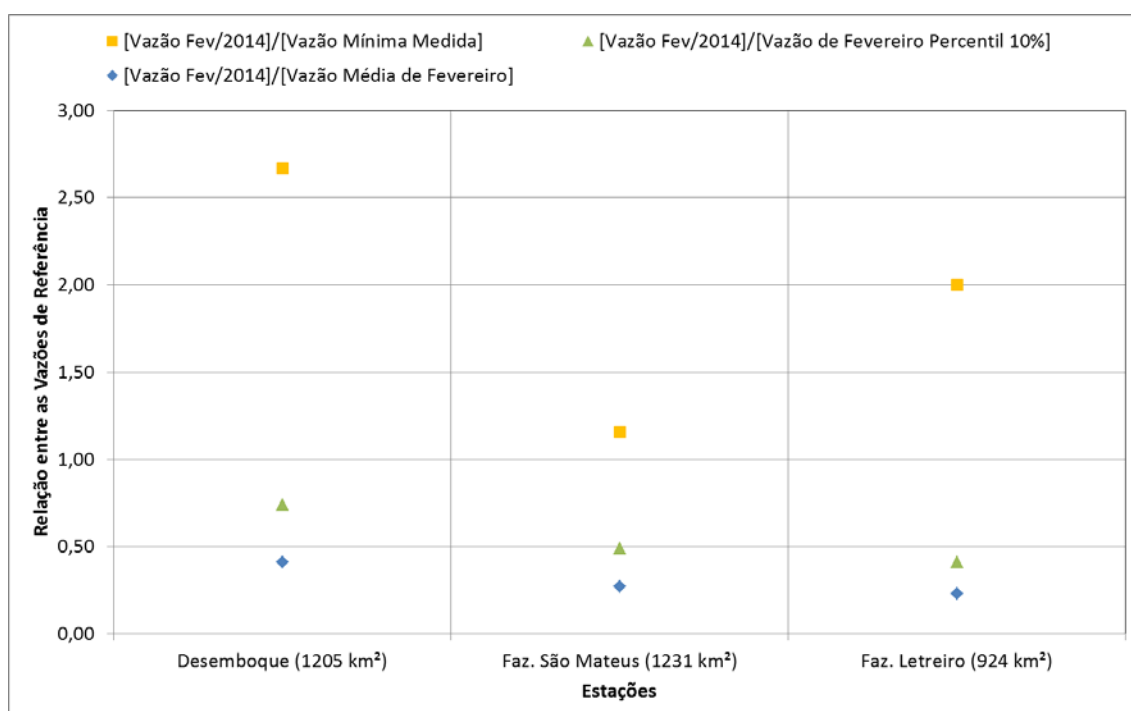


Figura 14 – Estações da bacia 60, rio Araguari (rios afluentes), com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

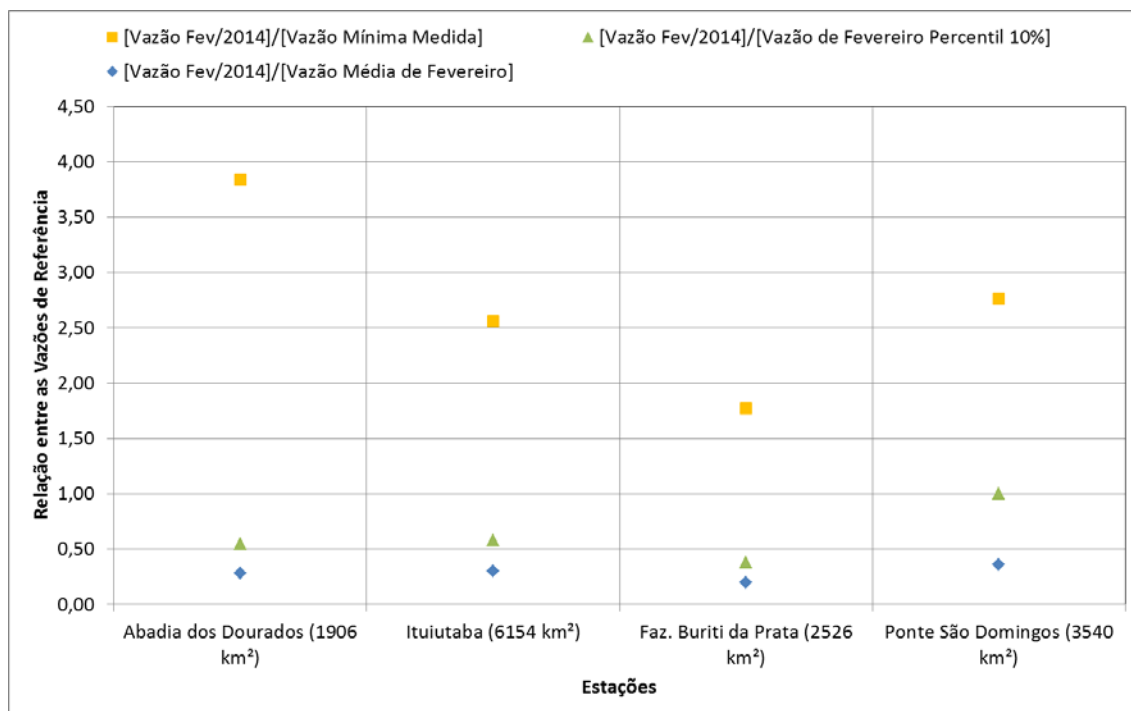


Figura 15 – Estações da bacia 60, rio Paranaíba (rios afluentes), com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

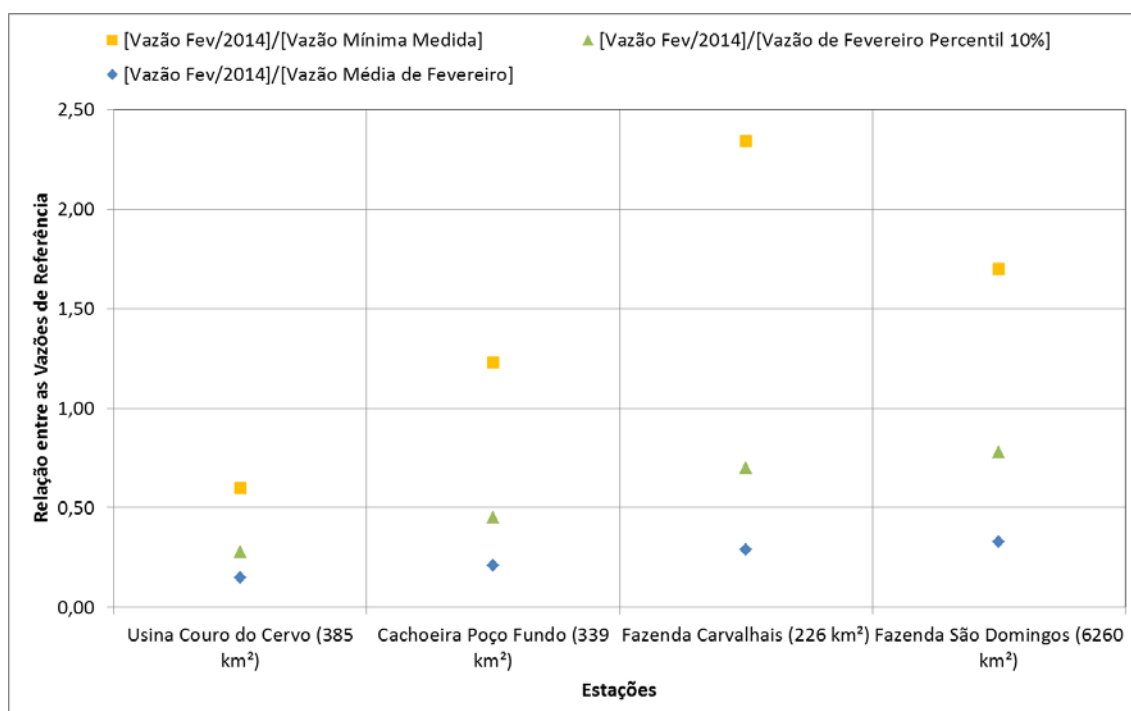


Figura 16 – Estações da bacia 61, rio Grande (rios afluentes), com as relações entre a vazão de fevereiro de 2014 e: vazão mínima medida da série histórica; vazão média de fevereiro; e vazão de fevereiro associada ao percentil 10%.

