

RELATÓRIO HIDROMETEOROLÓGICO

PERÍODO CHUVOSO 2014/2015



SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**Secretário**

Luiz Sávio de Souza Cruz

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretora Geral

Maria de Fátima Chagas Dias Coelho

Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas

Márley Caetano de Mendonça

Gerente de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos

Jeane Dantas de Carvalho

Equipe Técnica

Anita Veiga, Engenheira Civil

Adelmo Antônio Correia, Meteorologista

Cleber Afonso de Souza, Meteorologista

Daniel dos Santos, Meteorologista

Dayan Diniz de Carvalho, Meteorologista

Erlon Aide A. de Oliveira, Analista de Sistemas

Heriberto dos Anjos Amaro, Meteorologista

Luíza Pinheiro Rezende Ribas, Engenheira Ambiental

Michael Bezerra da Silva, Meteorologista

Paula Pereira de Souza, Meteorologista

Patrícia Lopes Carvalho, Engenheira Civil

Raimundo Nonato Frota Fernandes, Analista de Sistemas

Ruany Gomes Xavier Maia, Meteorologista

Sumário

1- APRESENTAÇÃO	4
2- INTRODUÇÃO	5
3- DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO	7
a. Análise do mês de Outubro	7
b. Análise do mês de Novembro	7
c. Análise do mês de Dezembro	8
d. Análise do mês de Janeiro	8
e. Análise do mês de Fevereiro	9
f. Análise do mês de Março	10
g. Análise do período	10
4- RIOS	12
a. Análise de Vazões	13
b. Nível dos Rios - Estações Fluviométricas	15
b.1 - Áreas de estudo	15
b.2 - Estações selecionadas para análise	17
c	19
5- RESERVATÓRIOS	20
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
ANEXO A – MAPAS	20

1- APRESENTAÇÃO

O Relatório Hidrometeorológico (RHIDRO) analisa as distribuições espaciais das chuvas ocorridas nas Bacias Hidrográficas do estado de Minas Gerais, de acordo com o período hidrológico nos anos de 2014/2015; o comportamento dos rios que possuem estações fluviométricas telemétricas, os reservatórios do SIN – Sistema Interligado Nacional e os reservatórios de Abastecimento da Região Metropolitana operados pela COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais.

O ano hidrológico é definido como: "Período contínuo de doze meses durante o qual ocorre um ciclo anual climático completo e que é escolhido por permitir uma comparação mais significativa dos dados meteorológicos" (DNAEE, 1976). De acordo com Naghettini & Pinto (2007), o ano hidrológico corresponde a partir do início do período chuvoso e o fim da estação seca. Na região Sudeste do Brasil, para a maioria dos rios, o ano hidrológico inicia em outubro e termina em setembro, e a estação chuvosa vai de Outubro a Março, com grande possibilidade de ocorrência de eventos máximos em Dezembro.

2- INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais está localizado entre os paralelos de 14°13'58' ' e 22°54'00' ' de latitude sul e os meridianos de 39°51'32' ' e 51°02'35' ' a oeste de Greenwich. Os climas predominantes no estado são o Tropical e o Tropical de Altitude. As regiões mais altas e o sul do estado apresentam as temperaturas mais baixas, chegando a atingir marcações próximas de 0°C. Nas regiões sul, sudeste, leste e central do estado são registrados os maiores índices pluviométricos. Em outro extremo, nas porções norte e nordeste, as chuvas escassas e as altas temperaturas tornam essas regiões muito suscetíveis à seca.

Localizado na Região Sudeste, o estado de Minas Gerais devido ao seu relevo e posição geográfica, têm clima diversificado, associado à resposta do comportamento dinâmico da atmosfera e oceanos, pela variabilidade dos fenômenos desde a escala do intrasazonal ao interanual, além dos fenômenos meteorológicos tipicamente locais, que atuam de forma direta ou indireta no regime pluvial. Os principais fenômenos meteorológicos atuantes compreendem as frentes frias semi-estacionárias, que interagem com a massa de ar tropical, formando a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), sendo este o principal responsável pelos acumulados de chuva mais significativos. Também atuam o Anticiclone do Atlântico Sul e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), que dependendo de suas posições influenciam na determinação dos períodos de estiagens.

Minas Gerais abriga em seu território as nascentes de importantes rios brasileiros. No território do estado estão inseridas as seguintes regiões hidrográficas brasileiras: São Francisco, Paraná, Atlântico Leste e Atlântico Sudeste. O estado encontra-se com 9,84% de seu território dentro do polígono das secas, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO).

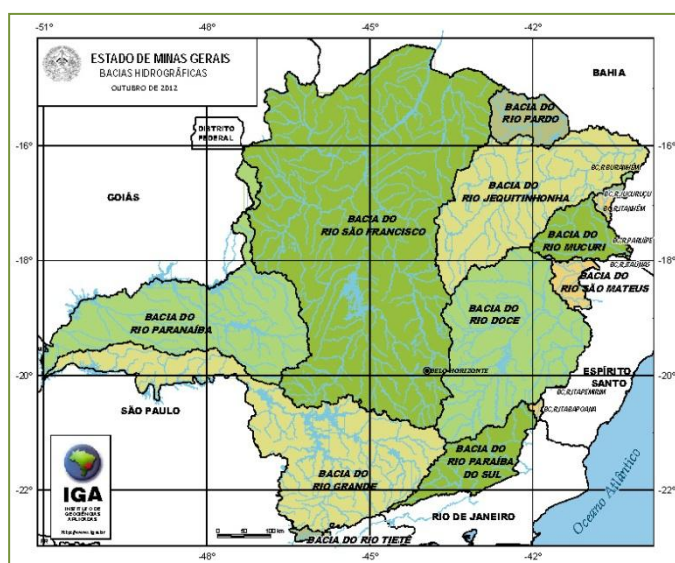


Figura 1 – Divisão das Bacias Hidrográficas de Minas Gerais (Fonte: <http://www.mg.gov.br>).

As principais bacias que compõem a rede hidrográfica do estado Minas Gerais são as dos rios Doce, Grande, Jequitinhonha, Mucuri, Paraíba do Sul, Paranaíba, Pardo e São Francisco (Figura 1). O rio São Francisco é o principal rio de Minas Gerais e um dos mais importantes do Brasil. O rio São Francisco nasce na Serra da Canastra e drena quase metade da área do estado, incluindo as regiões oeste, central, noroeste e norte.

A porção de Minas Gerais inserida na região hidrográfica do Paraná é a responsável pela maior parte da energia elétrica gerada no estado através de usinas hidrelétricas. O rio Grande e o rio Paranaíba, formadores do rio Paraná, nascem em Minas Gerais, e suas áreas de drenagem abrangem as regiões oeste e sul do estado.

Na bacia do Rio Grande, no sul do estado, se formou o Lago de Furnas, também conhecido como mar de Minas devido a sua extensão. Cidades às margens do lago, como Boa Esperança, guardam muitas histórias e é um local de raríssima beleza. Além do lago, há inúmeras cachoeiras como a do Paredão na cidade de Guapé. Outras importantes bacias hidrográficas de Minas Gerais são as do rio Doce, Paraíba do Sul, Jequitinhonha e Mucuri.

Em Hidrologia é fundamental o acompanhamento dos processos de entrada e saída de água em um sistema referenciado espacialmente. Neste contexto, todos os estudos ligados à hidrologia são referenciados ao espaço delimitado bacia hidrográfica, sobre as quais, há maior facilidade de controle e de conhecimento da dinâmica da água em seu ciclo hidrológico.

Para análise de chuvas, além das delimitações regionais, foram utilizadas as divisões por Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) (Anexo A), que tem com o objetivo orientar as ações relacionadas à aplicação da Política Estadual de Recursos Hídricos, no âmbito estadual. Estas unidades foram identificadas dentro das bacias hidrográficas do estado e apresentam uma identidade regional caracterizada por aspectos físicos, sócio-culturais, econômicos e políticos.

Para análise comparativa dos níveis dos rios, foram estabelecidas as faixas críticas cotas máximas e mínimas, bem como a faixa intermediária ou de cotas em níveis normais, extraídas do histórico diário e aplicando-se o método estatístico dos Decis.

Os reservatórios foram avaliados através da média mensal de volume útil dos últimos períodos chuvosos, por meio de comparativos da variação mês a mês. No caso dos reservatórios do SIN, foi feito também um paralelo com a situação de seca ocorrida em 2000/2001.

3- DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

a. Análise do mês de Outubro

Conforme a Figura 2a, no mês de outubro de 2014, os maiores acumulados de chuva registrados foram de até 230 mm no Vale do Rio Doce (DO4, DO5 e DO6) e de até 180 mm no Vale do Mucuri (MU1). Os menores acumulados de chuva foram registrados no Noroeste (SF7 e SF8) com cerca de 20 mm.

De acordo com a Figura 2b somente algumas áreas da Zona da Mata (PS2 e DO1), Metropolitana (SF3 e DO3), Vale do Mucuri (MU1 e SM1), Jequitinhonha (JQ2) e em todo Vale do Rio Doce (DO4, DO5 e DO6) ficaram acima dos 80% da média climatológica. Destaque para o Vale do Rio Doce (DO4, DO5 e DO6) que registrou valores de até 160% da média climatológica, ou seja, 60% a mais que a média. As demais regiões ficaram com chuva abaixo de 80% da média climatológica, com destaque para áreas do Noroeste (SF7 e SF8), com valores de até 20%, ou seja, choveu 80% abaixo da média climatológica.

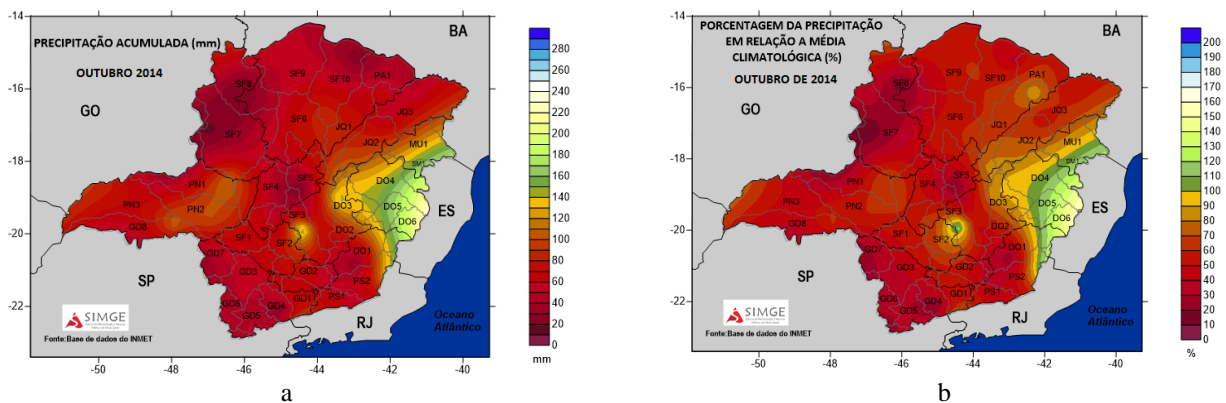


Figura 2 - Análise da precipitação mensal (outubro/14) para o estado de Minas Gerais. a) precipitação mensal acumulada nas estações convencionais do INMET. b) Porcentagem da precipitação em relação à média climatológica para o mês de outubro/14 pelas estações convencionais do INMET.

b. Análise do mês de Novembro

Conforme a Figura 3a, no mês de novembro de 2014, os maiores acumulados de chuva registrados foram de até 400 mm em partes do Oeste (SF2), e de até 380 mm em partes do Noroeste (SF7) e Central (SF1). Os menores acumulados de chuva foram registrados em partes do Noroeste (SF8), com valores de até 100 mm e nas regiões Central (SF5) e Metropolitana (SF3 e SF5) com cerca de 120 mm.

De acordo com a Figura 3b todo o estado ficou acima de 90% da média climatológica. Destaque para áreas da Zona da Mata (PS2), Campo das Vertentes (GD2) e Triângulo (PN1 e PN2) com valores de até 170 % e para áreas do Noroeste (SF7), Central (SF1) e Oeste (SF2) com valores de até 220%, ou seja, choveu 120% a mais que a média climatológica.

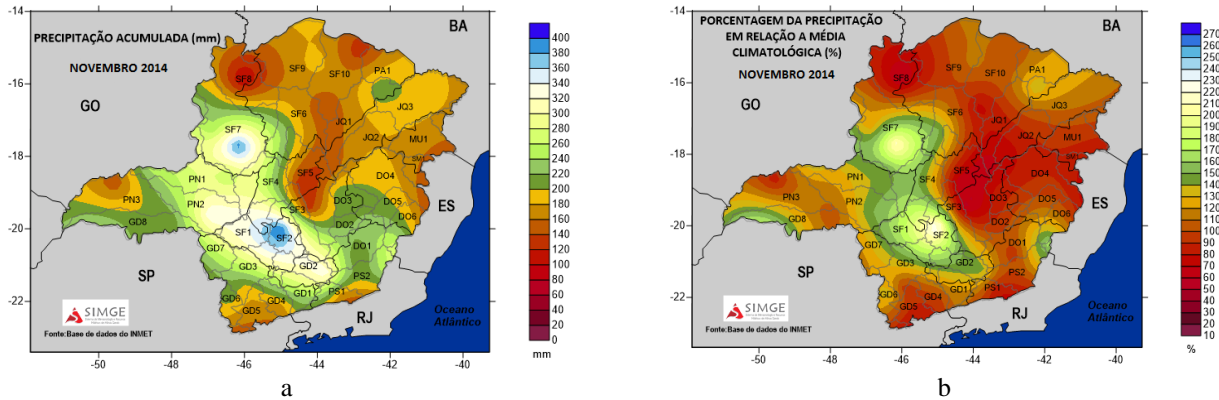


Figura 3 - Análise da precipitação mensal (novembro/14) para o estado de Minas Gerais. a) precipitação mensal acumulada nas estações convencionais do INMET. b) Porcentagem da precipitação em relação à média climatológica para o mês de novembro/14 pelas estações convencionais do INMET.

c. Análise do mês de Dezembro

Conforme a Figura 4a, no mês de dezembro de 2014, os maiores acumulados de chuva registrados foram de até 360 mm em partes do Sul (GD6), e de até 340 mm em partes do Noroeste (SF8). Os menores acumulados de chuva foram registrados em partes do Norte (PA1), Jequitinhonha (JQ1 e JQ2), Vale do Mucuri (MU1 e SM1) e no Vale do Rio Doce (DO4 e DO5) com valores de até 80 mm.

De acordo com a Figura 4b somente algumas áreas do Noroeste (SF8 e SF7), Norte (SF9), Sul (GD6) e Triângulo (GD8, PN2 e PN3) registraram valores iguais ou um pouco acima da média climatológica (a partir de 100%). Os menores valores percentuais foram registrados no Norte (SF6, SF10 e JQ1), Jequitinhonha (JQ2), Metropolitana (SF3) e Sul (GD4 e GD5) com valores de até 50% da média climatológica.

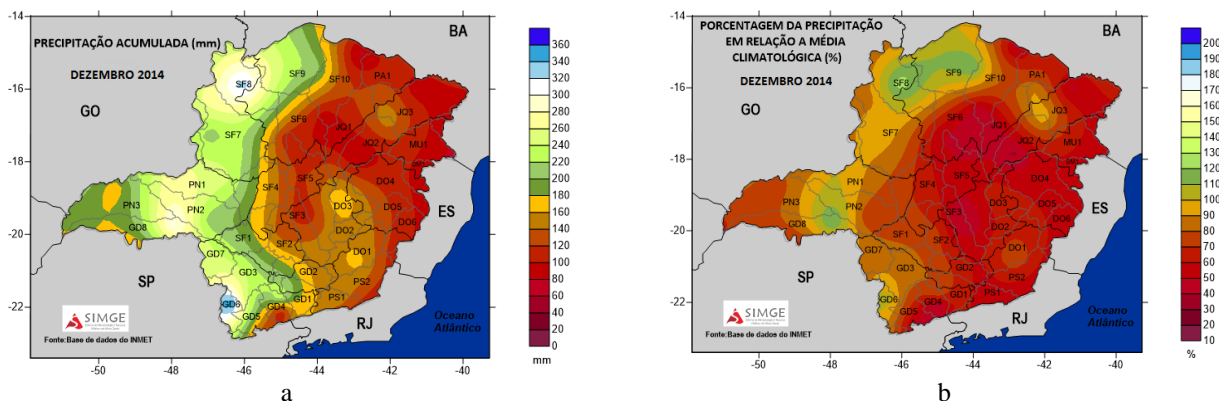


Figura 4 - Análise da precipitação mensal (dezembro/14) para o estado de Minas Gerais. a) precipitação mensal acumulada nas estações convencionais do INMET. b) Porcentagem da precipitação em relação à média climatológica para o mês de dezembro/14 pelas estações convencionais do INMET.

d. Análise do mês de Janeiro

Conforme a Figura 5a, no mês de janeiro de 2015, os maiores acumulados de chuva registrados foram de até 210 mm na Região Metropolitana (SF3 e SF5), e de até 180 mm em partes do Noroeste (SF7) e Sul (GD7). Os menores acumulados de chuva foram registrados em partes do Norte (SF6, SF9, SF10 e JQ1), Jequitinhonha (JQ2 e JQ3) e no Vale do Mucuri (MU1 e SM1) com valores de até 10 mm.

De acordo com a Figura 5b somente algumas áreas do Triângulo (PN1, PN3 e GD8), Noroeste (SF7), Central (SF4), Sul (GD1, GD3 e GD7), Oeste (SF1 e SF2), Metropolitana (SF3 e SF5) e Zona da Mata (PS1) ficaram acima de 50% da média climatológica. Destaque para a Região Metropolitana (SF3 e SF5) e Oeste (SF2) que registraram valores percentuais de até 85% da média climatológica. As demais áreas ficaram abaixo dos 50% da média climatológica, com destaque para o Norte (SF6, SF10 e JQ1), Jequitinhonha (JQ2 e JQ3) e Vale do Mucuri (MU1 e SM1) que registraram valores de até 5% da média climatológica.

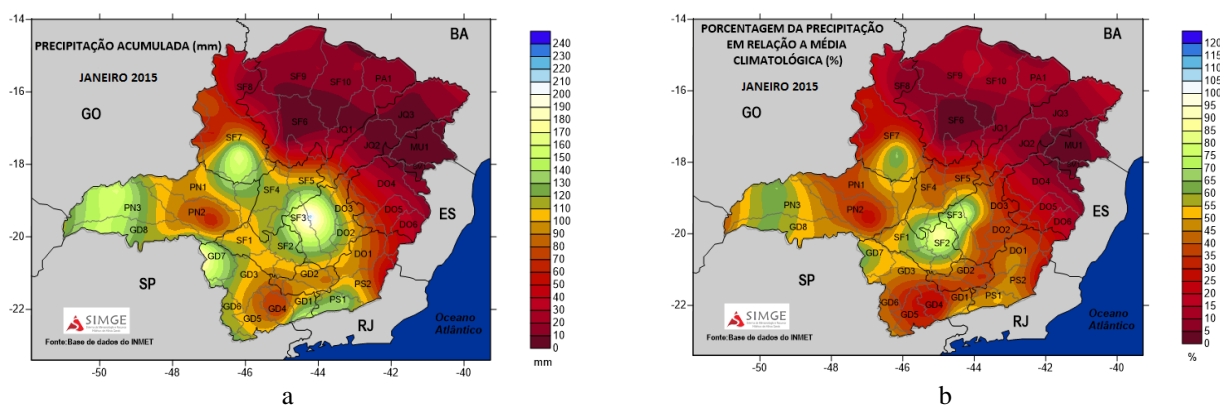


Figura 5 - Análise da precipitação mensal (janeiro/15) para o estado de Minas Gerais. a) precipitação mensal acumulada nas estações convencionais do INMET. b) Porcentagem da precipitação em relação à média climatológica para o mês de janeiro/15 pelas estações convencionais do INMET.

e. Análise do mês de Fevereiro

Conforme a Figura 6a, no mês de fevereiro de 2015, os maiores acumulados de chuva registrados foram de até 360 mm na Região Metropolitana (SF3 e SF5) e no Triângulo (PN2 e GD8). Os menores acumulados de chuva foram registrados em partes do Norte (SF10, e PA1), e na Zona da Mata (PS1 e PS2) com valores de até 80 mm.

De acordo com a Figura 6b somente algumas áreas do Noroeste (SF8), Sul (GD1, GD4 e GD5), Norte (SF10 e PA1), Vale do Mucuri (MU1) e Zona da Mata (PS1 e PS2) ficaram abaixo de 100% da média climatológica. Destaque para a Zona da Mata (PS1) e Norte (SF10) que registraram valores percentuais de até 60% da média climatológica. As demais áreas ficaram acima da média climatológica, com destaque para o Norte (SF9) que registrou valores percentuais de até 220% e para áreas do Jequitinhonha (JQ2), Oeste (SF2) e Metropolitana (SF3 e SF5) que registraram valores de até 210% da média climatológica, ou seja, alcançaram um pouco mais do que o dobro da média climatológica para o mês.

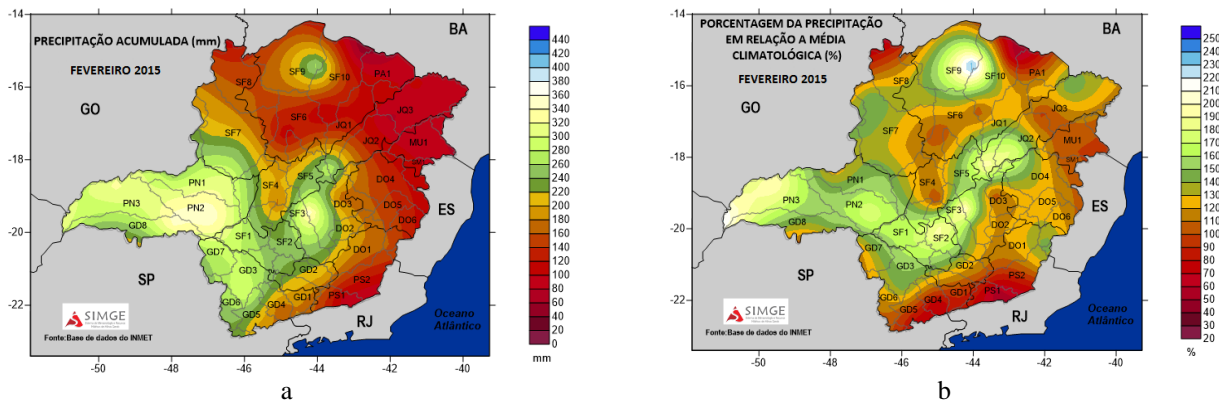


Figura 6 - Análise da precipitação mensal (fevereiro/15) para o estado de Minas Gerais. a) precipitação mensal acumulada nas estações convencionais do INMET. b) Porcentagem da precipitação em relação à média climatológica para o mês de fevereiro/15 pelas estações convencionais do INMET.

f. Análise do mês de Março

Conforme a Figura 7a, no mês de março de 2015, os maiores acumulados de chuva registrados foram de até 360 mm no Triângulo (PN2) e de até 340 mm no Campo das Vertentes (GD2). Os menores acumulados de chuva foram registrados no Jequitinhonha (JQ3) e no Norte (PA1) com cerca de 30 mm.

De acordo com a Figura 7b somente algumas áreas do Noroeste (SF8), Norte (SF9, SF10, PA1 e JQ1), Jequitinhonha (JQ2 e JQ3) e no Vale do Rio Doce (DO4, DO5 e DO6) ficaram abaixo da média climatológica. Destaque para uma pequena parte do Norte (PA1) e do Jequitinhonha (JQ3) que registraram 40% da média climatológica. As demais regiões ficaram com chuva acima da média climatológica, com destaque para áreas do Triângulo Mineiro (PN1 e PN2), Metropolitana (SF3), Campo das Vertentes (GD2), Sul (GD3) e Central (SF1) com valores de até 280%, ou seja, choveu quase o triplo da média para o período. A Região Oeste (SF2) obteve o maior percentual com cerca de 380%, ou seja, choveu quase quatro vezes a média climatológica.

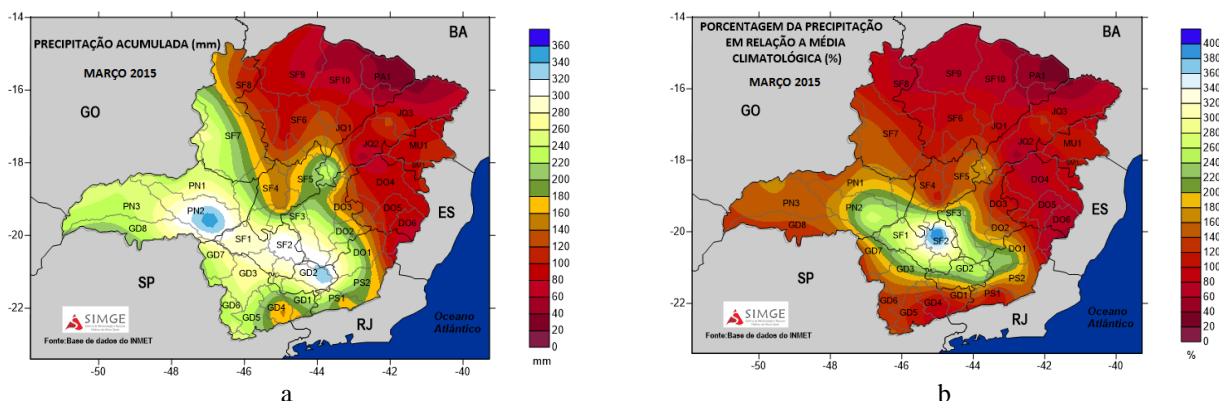


Figura 7 - Análise da precipitação mensal (março/15) para o estado de Minas Gerais. a) precipitação mensal acumulada nas estações convencionais do INMET. b) Porcentagem da precipitação em relação à média climatológica para o mês de março/15 pelas estações convencionais do INMET.

g. Análise do período

Conforme a Figura 8a, no período chuvoso 2014/2015, os maiores acumulados de chuva registrados foram de até 1450 mm no Triângulo (PN2) e de até 1300 mm no Oeste (SF1 e SF2) e no Noroeste (SF7). Os menores acumulados de chuva foram registrados no Jequitinhonha (JQ3) e no Norte (PA1 e SF10) com cerca de 450 mm.

De acordo com a Figura 8b boa parte das regiões Noroeste (SF7), Norte (SF9, SF10), Central (SF4), Triângulo (PN1, PN2, PN3 e GD8), Sul (GD1, GD3, GD4 e GD7), Metropolitana (SF3 e SF5), Campo das Vertentes (GD2), Zona da Mata (DO1 e PS2) e no Oeste (SF1 e SF2) ficaram acima dos 90% da média climatológica, ou seja, ficaram com valores próximos ao da média climatológica. Destaque para uma pequena parte do Norte (SF9) que registrou valores de até 110% da média climatológica e para o Oeste (SF2) que registrou valores percentuais de até 160% da média climatológica, ou seja, choveu respectivamente 10% e 60% acima da média climatológica. As demais áreas ficaram com chuva abaixo de 90% da média climatológica, com destaque para áreas do Sul (GD4 e GD5), Zona da Mata (PS1) e do Norte (SF6, SF10 e PA1), com valores de até 55% da média climatológica, ou seja, um pouco mais do que a metade da média para o período.

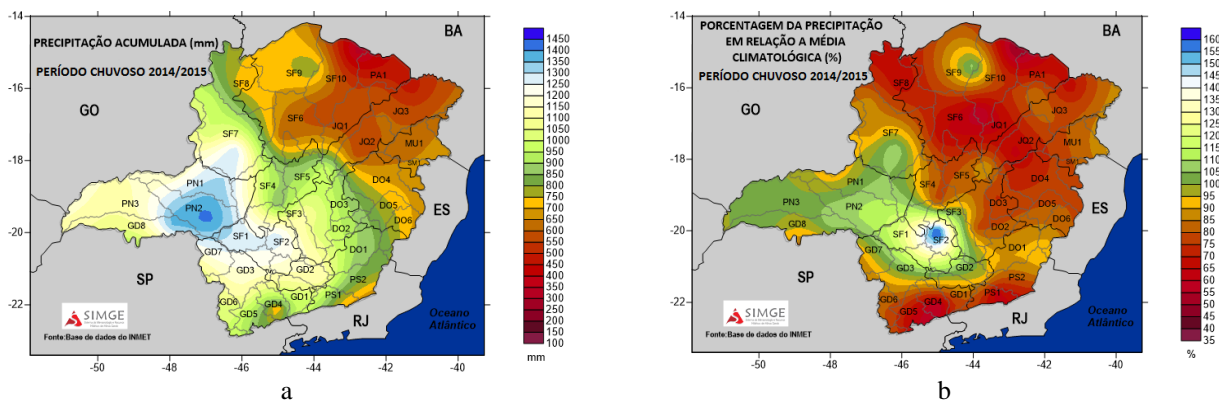


Figura 8 - Análise da precipitação do período chuvoso 2014/2015 para o estado de Minas Gerais. a) precipitação do período chuvoso acumulada nas estações convencionais do INMET. b) Porcentagem da precipitação em relação à média climatológica para o período chuvoso 2014/2015 pelas estações convencionais do INMET.

4- RIOS

Para uma análise mais detalhada da situação dos rios no estado de Minas Gerais, tomaram-se como base os dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, o Serviço Geológico do Brasil, disponíveis em seus relatórios e boletins.

Adotando como base para análise do início do período chuvoso 2014/2015 o relatório nº6 do Acompanhamento da Estiagem Na Região Sudeste do Brasil¹(2014), da área de Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte, relata que:

No mês de setembro e início de outubro de 2014 foram realizadas 168 medições de vazões em 137 estações localizadas nas bacias do rio São Francisco, rio Paranaíba e rio Grande e Alto rio Doce. Na operação normal da rede fluviométrica foram visitadas 86 estações e realizadas 98 medições. As medições extras foram realizadas nas bacias do rio Paranaíba e rio Grande, Alto rio Doce, Alto rio Pará e Alto rio Paraopeba. Para a realização das medições foram visitadas 51 estações e efetuadas 70 medições. Vale ressaltar que algumas medições foram feitas mais de uma vez em algumas estações com o intuito de registrar a mínima histórica nessas estações.

Em grande parte das estações observou-se que a vazão em setembro de 2014 era menor ou muito próxima ao valor da mínima vazão medida. Essas informações são de grande importância para a definição da curva-chave no ramo inferior. Além disso, como o período seco deverá se estender até os meses de outubro e novembro, vazões ainda menores poderão ser verificadas nos cursos d'água da região.

No Boletim nº5- Março do Acompanhamento da Estiagem na Região Sudeste do Brasil(2015)², da área de Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte, relata que

Nos últimos três anos, foram observadas precipitações abaixo da média histórica em algumas bacias da região, resultando em vazões muito baixas nos cursos d'água e acarretando problemas de escassez de água em diversos segmentos econômicos como, por exemplo: abastecimento público e industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, etc.

Baseado nos dados de vazão, a estiagem de 2014 foi, de acordo com o Boletim nº05:

- Pior seca monitorada em 70 anos de monitoramento nas bacias dos rios Pará, Paraopeba, Velhas, Carinhanha e Alto Rio Doce;
- Uma das piores secas monitoradas na calha do São Francisco, Paracatu, Jequitinhonha, Mucuri, Médio e Baixo Rio Doce, Paranaíba e Grande.

Com base nas informações levantadas até o momento observa-se que:

- As vazões de outubro, novembro, dezembro de 2014 foram menores do que as vazões de outubro, novembro e dezembro de 2013, nos afluentes ao reservatório de Três Marias, no rio das Velhas, no rio Preto afluente do rio Paracatu, na bacia do rio Doce, parte mineira da bacia do rio Paranaíba e na bacia do rio Grande

Considerando as observações anteriores e as baixíssimas precipitações registradas até o início de fevereiro de 2015, provavelmente, em algumas bacias da região Sudeste, a estiagem do ano de 2015 será mais severa do que a de 2014.

¹ Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/dehid/RT%2006%20-%20Estiagem%20-%20BH%20-%20J01.pdf>

² Disponível em: http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/dehid/BOLETIM_BH06-15.pdf

Assim, dadas as condições de severidade que se configuraram para a estiagem de 2015.

a. Análise de Vazões

A Superintendência Regional de Belo Horizonte-SUREG/BH:

Opera 290 estações fluviométricas na sua área de atuação, destas foram escolhidas 36 como estações indicadoras. A seleção das estações indicadoras foi realizada levando em conta a localização, a estabilidade da curva chave, o tamanho da série para a obtenção dos dados de cotas diretamente dos observadores via telefone. Além disso, também foram incluídas mais duas estações fluviométricas, localizadas na bacia do rio Pardo, operadas pela SUREG/SA, totalizando 38 estações indicadoras.

A Tabela 1 apresenta os níveis dos rios e as vazões mais recentes registrados nas estações indicadoras; precipitações atuais registradas nas áreas de drenagem afluentes às estações indicadoras; bem como, as vazões e as precipitações características.

Código	Nome	Rio	Pmed mar (mm)	PObs mar/15 (mm)	Qmed mar (m³/s)	Q95% (m³/s)	Q7,10 (m³/s)	Qmed mar/15 (m³/s)	Razão (Qmed mar/15 /Qmed mar)	Cota em 31/03/2015 (cm)	Vazão em 31/03/2015 (m³/s)
40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco	164,0	227,1	396,0	51,2	35,7	381,0	1,0	374,0	427,0
40150000	Carmo do Cajuru	Pará	155,0	120,6	46,7	14,4	9,9	22,8	0,5	122,0	18,1
40800001	Ponte Nova Paraopeba	Paraopeba	151,0	179,6	128,0	24,9	15,4	115,0	0,9	147,0	63,5
40811100	Jardim	Serra Azul	143,0	129,9	2,6	0,4	0,2	1,2	0,5	120,0	0,8
41135000	Pirapora Barreiro	São Francisco	162,0	133,7	982,0	426,0	317,0	240,0	0,2	130,0	168,0
41199998	Honório Bicalho	das Velhas	155,0	107,8	40,5	13,0	10,3	53,2	1,3	232,0	42,2
41818000	Santo Hipólito	das Velhas	177,0	160,5	296,0	55,8	45,5	144,0	0,5	124,0	93,0
42395000	Santa Rosa	Paracatu	190,0	225,7	295,0	32,1	21,1	260,0	0,9	352,0	208,0
42600000	Porto dos Poções	Preto	186,0	197,4	193,0	21,3	13,2	152,0	0,8	221,0	114,0
43250002	Buritís Jusante	Uruçuaia	187,0	75,9	88,0	5,4	2,1	53,4	0,6	185,0	37,7
44200000	São Francisco	São Francisco	162,0	156,7	3076,0	534,0	337,0	1325,0	0,4	355,0	1445,0
44670000	Colônia Jaíba	Verde Grande	124,0	84,1	30,6	0,3	0,1	1,6	0,1	143,0	8,7
45131000	São Gonçalo	Carinhanha	190,0	149,1	84,5	40,1	34,8	42,8	0,5	125,0	45,5
45298000	Carinhanha	São Francisco	140,0	73,8	3381,0	645,0	482,0	1065,0	0,3	183,0	909,0
53460500	Passagem das Éguas	Pardo	114,0	54,1	-	0,244 ¹	-	-	-	-	-
53620000	Cândido Sales	Pardo	109,0	99,8	28,8	1,2	0,3	3,0	0,1	125,0	3,2
54195000	Barra do Salinas	Jequitinhonha	130,0	94,8	223,0	20,6	12,4	60,4	0,3	160,0	58,3
54390000	Pega	Araguaí	121,0	119,1	102,0	17,7	11,6	28,6	0,3	157,0	19,7
55630000	Carlos Chagas	Mucuri	156,0	153,4	103,0	17,9	10,5	21,7	0,2	179,0	16,7
55850000	S. João Cach. Grande	São Mateus	143,0	160,8	54,5	3,7	1,4	11,8	0,2	66,0	10,7
56075000	Porto Firme	Piranga	156,0	230,4	104,0	29,5	20,7	49,7	0,5	77,0	54,8
56661000	Nova Era Telemétricas	Piracicaba	150,0	144,7	69,9	19,6	17,0	33,9	0,5	76,0	32,0
56719998	Cenibra	Doce	144,0	121,0	443,0	128,0	97,7	150,0	0,3	67,0	136,0
56825000	Naque Velho	Santo Antônio	153,0	103,5	229,0	50,5	30,1	72,5	0,3	243,0	80,1
56850000	Gov. Valadares	Doce	121,0	54,2	710,0	216,0	171,0	264,0	0,4	145,0	276,0
56891900	Vila Matias Mont.	Suaçuí Grande	128,0	110,5	113,0	22,0	13,5	16,8	0,2	89,0	21,8
56994510	Colatina Bombeiros	Doce	119,0	68,0	1218,0	295,0	216,0	295,0	0,2	72,0	330,0
57450000	Rive	Itapemirim	172,0	87,4	58,7	11,7	8,3	22,7	0,4	102,0	18,2
60110000	Abadia dos Dourados	Dourados	144,0	195,1	46,7	5,6	2,8	28,4	0,6	175,0	35,1
60220000	Desemboque	Araguari	200,0	257,0	45,4	9,1	6,4	37,4	0,8	142,0	56,3
60250000	Faz. São Mateus	Quebra Anzol	208,0	313,8	46,6	11,2	8,6	44,7	1,0	295,0	74,9
60381000	Faz. Letreiro	Uberabinha	185,0	193,0	20,9	4,2	2,7	19,3	0,9	119,0	21,2
60845000	Ituiutaba	Tejuco	188,0	243,7	155,0	23,9	9,6	101,0	0,7	160,0	99,0
60925001	Ponte São Domingos	São Domingos	181,0	169,0	52,5	5,5	1,7	39,2	0,8	227,0	39,5
61173000	Usina Couro do Cervo	do Cervo	155,0	155,1	8,8	2,2	1,6	2,5	0,3	174,0	2,2
61565000	Cach Poço Fundo	Machado	132,0	174,7	11,9	1,6	1,1	7,5	0,6	132,0	7,5
61770000	Faz Carvalhais	do Pinheirinho	137,0	225,4	6,8	1,0	0,4	4,5	0,7	187,0	11,0
61788000	Faz São Domingos	Sapuca Paulista	174,0	184,9	168,0	30,0	16,6	100,0	0,6	274,0	133,0

Pmed – precipitação média mensal de 1998 a 2014 sobre a área de drenagem da estação indicadora;

PObs – Precipitação observada no mês corrente sobre a área de drenagem da estação indicadora;

Qmed – vazão média mensal;

Q95% - vazão com permanência de 95%;

Q7,10 – vazão mínima anual média com 7 dias de duração e período de retorno de 10 anos;

Qmed – vazão média mensal no mês corrente;

Qmed mar/15 - vazão média mensal em mar/15;

Razão - razão entre a vazão mensal de março de 2015 e a vazão média mensal de março.

(1) vazão baseada na série histórica da estação 53490000.

(2) Dados de dias próximos ao dia 31 de março de 2015.

Analisando os dados apresentados na Tabela 1, verifica-se que a média das vazões de março de 2015 foi menor que a vazão média histórica de março em praticamente todas as estações indicadoras, exceto em Honório Bicalho no rio das Velhas.

A Tabela 2 apresenta o número de estações, por classes de razões entre a vazão média de março de 2015 e a vazão média histórica de março. Analisando esta tabela verifica-se que na maior parte das estações a vazão de março foi inferior a 50% da vazão média histórica de março.

Tabela 2 – Número de estações por classe de razão e sua localização

Classe das Razões	N	Rios Observados
0 - 0,25	7	Rio São Francisco em Pirapora(40); Rio Verde Grande em Colônia Jaíba (44); Rio Pardo em Cândido Sales (53); Rio Mucuri em Carlos Chagas e Rio São Mateus em S. J. Cachoeira Grande (55); Rio Suaçuí Grande em Vila Matias Montante e Rio Doce em Colatina (56).
0,25 - 0,50	14	Rio Pará em Carmo do Cajuru, Ribeirão Serra Azul em Jardim (40); Rio das Velhas em Santo Hipólito (41); Rio São Francisco em São Francisco, Carinhanha (44 e 45); Rio Araçuá em Pega, Rio Jequitinhonha em Barra do Salinas (54); Rio Piranga em Porto Firme, Rio Piracicaba em Nova Era, Rio Santo Antônio em Naque Velho, Rio Doce em Cenibra, em Governador Valadares (56); Rio Itapemirim em Rive (57); Rio do Cervo em Usina Couro do Cervo (61).
0,50 - 0,75	8	Rio Urucuia em Buritis Jusante (43); Rio Carinhanha em São Gonçalo (45); Rio Dourados em Abadia dos Dourados, Rio Tejuco em Ituiutaba, Rio São Domingos em Ponte São Domingos (60); Rio Machado em Cachoeira Poço Fundo, Rio Sapucaí Paulista em Faz São Domingos, Rio do Pinheirinho em Faz Carvalhais (61)
0,75 - 1	7	Rio São Francisco em Porto das Andorinhas (40); Rio Paraopeba em Ponte Nova do Paraopeba (40); Rio Paracatu em Santa Rosa, Rio Preto em Porto dos Poços (42); Rio Araguari em Desemboque, Rio Uberabinha em Faz. Letreiro, Rio Quebra Anzol em Faz. São Mateus (60);
> 1	1	Rio das Velhas em Honório Bicalho

A vazão média de março de 2015 foi maior do que a vazão Q7,10, em todas as estações indicadoras, exceto em no rio São Francisco em Pirapora, ressalta-se entretanto, que o rio neste ponto sobre grande influência da regularização da usina de Três Marias e é um rio de domínio da União, onde a vazão de referência para a concessão de outorga não é a Q7,10. A vazão média de março de 2015 foi maior do que a vazão com permanência de 95% (Q95%) em todas as estações indicadoras, exceto rio São Francisco em Pirapora, rio Suaçuí Grande em Vila Matias e rio Doce em Colatina.

b. Nível dos Rios - Estações Fluviométricas

Neste estudo, buscou-se, de forma simples e objetiva, identificar quantitativamente a magnitude de cotas diárias, possibilitando a análise do panorama do período chuvoso, outubro 2014 a março 2015, e comparativamente, às estatísticas da série histórica disponível, podendo classificar a cota analisada como alta (extremo superior), normal (média) ou baixa (extremo inferior).

Como o objetivo desse estudo é a análise do período chuvoso 2014/2015, as estações selecionadas foram as que possuíam dados disponíveis neste período, o que restringiu a quantidade de estações. No total hoje em Minas Gerais possuímos em torno de 21 estações telemétricas pertencentes à Agência Nacional de Águas- ANA, porém a grande maioria não possui dados disponíveis para todo o período chuvoso 2014/2015 não sendo possível aplicar esta avaliação para todas as regiões do estado.

b.1 - Áreas de estudo

Devido ao critério previamente adotado, consideraram-se apenas as estações que possuíam série de dados do período chuvoso 2014/2015. Para este período poucas estações possuem dados, não possibilitando abranger todo o estado.

As estações selecionadas encontram-se no mapa abaixo.



Figura 9 - Estações Telemétricas selecionadas

Para análise comparativa, foram estabelecidas as faixas críticas cotas máximas e mínimas, bem como a faixa intermediária ou de cotas em níveis normais, extraídas do histórico diário e aplicando-se o método estatístico dos Decis. Em estatística o Decil pode ser definido como uma medida separatriz de qualquer série de dados.

Se tratando de séries históricas de cota, o “método dos Decis” agrupa as ocorrências diárias de cota em decis (décimos da distribuição dos dados), ou seja, divide a série de cotas em dez partes iguais por ordem crescente, da cota mais baixa a mais elevada. O 1º decil corresponde aos valores da cota que não excedam os 10% dos valores mais baixos. O 2º decil corresponde aos valores da cota que não excedam os 20% dos valores mais baixos. O 3º decil corresponde aos valores da cota que não excedam os 30% dos valores mais baixos. Por definição, o 5º decil é igual à mediana, que é equivalente à quantidade de cota não excedida de 50% das ocorrências durante o período de registro. O 9º decil corresponde aos valores da cota que não excedam os 90% dos valores mais baixos.

Com base nessa divisão, determina-se a probabilidade de ocorrência de um determinado evento e classifica-se qualitativamente a seca. Por exemplo, um valor inferior ou igual ao 2º decil, é um valor que acontece em cerca de 20% dos anos, o que equivale a dizer que tem uma probabilidade de ocorrência de 20%.

Aplicando-se o método dos decis, as cotas foram classificadas da seguinte forma:

- Classificadas em levemente altas a muito altas, correspondente do 8º ao 10º decil;
- Classificadas em normais, correspondente do 4º ao 7º decil;
- Classificadas em levemente baixas a muito baixas, correspondente do 1º ao 3º decil.

Os resultados de cálculos foram plotados em forma gráfica para melhor compreensão e análise dos resultados.

Sobre o produto gráfico, torna-se possível a análise da série natural de qualquer ano pretendido e mesmo do ano corrente (construção diária da análise), observando o comportamento do regime de cotas em relação às estatísticas.

Como já foi mencionado anteriormente, foram utilizadas as estações que possuem dados de cotas disponíveis para o período de outubro/2014 a março/2015.

b.2 - Estações selecionadas para análise

- Estação 56850000 – Governador Valadares

Localizada no Rio Doce, a estação Governador Valadares mostrou-se com magnitude de cotas observadas sobrepostas ao extremo inferior das faixas estabelecidas. Este comportamento é observado na maior parte do período chuvoso. Apenas em pequenos períodos, concentrados principalmente nos meses de novembro e dezembro, fevereiro e março, as cotas atingiram a faixa intermediária cujos níveis podem ser considerados normais.

O Gráfico 1 abaixo mostra a sobreposição dos dados lidos no período chuvoso de 2014/2015 às faixas determinadas estatisticamente.

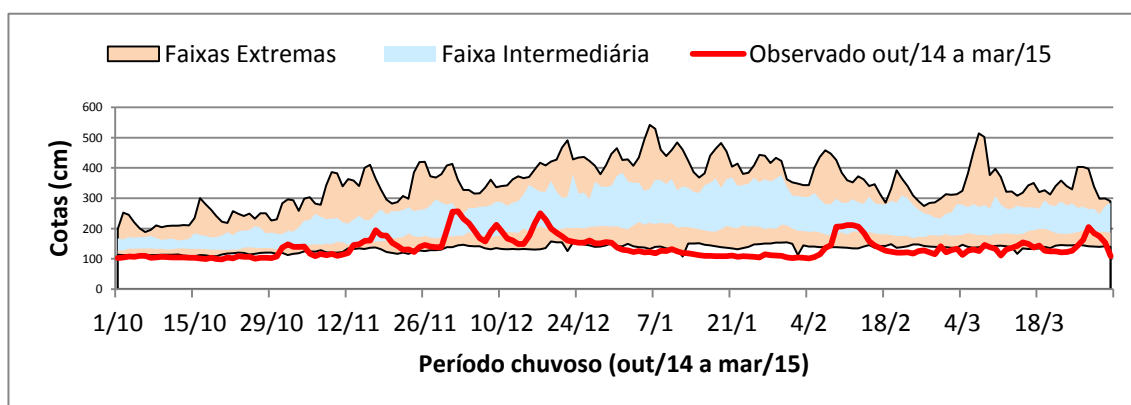


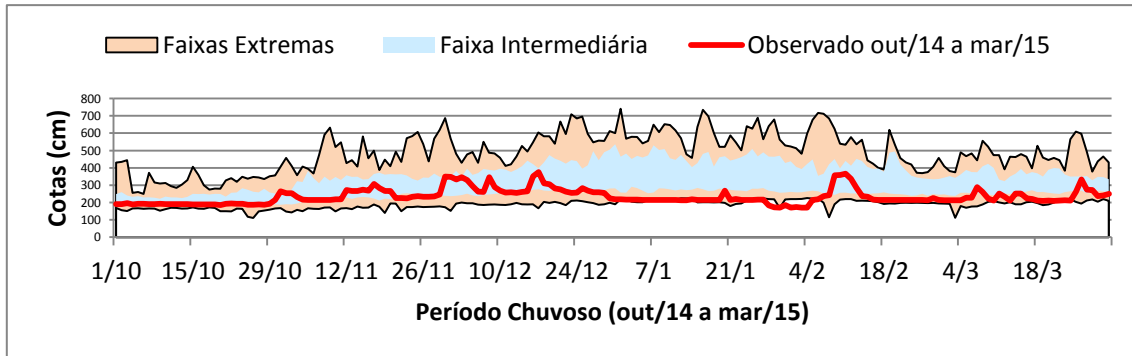
Gráfico 1 - Cotas históricas/observadas no período chuvoso 2014/2015 na estação Governador Valadares.

- Estação 56825000 – Naque Velho

Localizada no Rio Santo Antônio, na Bacia do Rio Doce, na plotagem dos dados dessa estação verifica-se que o nível permaneceu alguns momentos na faixa intermediária, correspondente a níveis normais, sobretudo nos meses de novembro e dezembro. Na maior parte do período as cotas permanecem na

faixa extrema inferior, fato confirmado pela figura 8b, onde se pode observar que a região ficou um pouco abaixo da média climatológica durante o período chuvoso.

O Gráfico 2 abaixo mostra a sobreposição dos dados lidos no período chuvoso de 2014/2015 às faixas determinadas estatisticamente.



O Gráfico 2 - Cotas históricas/observadas no período chuvoso 2014/2015 na estação Naque Velho.

- Estação 5669600 – Mário de Carvalho

Localizada no Rio Piracicaba, na Bacia do Rio Doce, na plotagem dos dados dessa estação verifica-se que o nível permaneceu em grande parte do período na faixa extrema inferior, fato confirmado pela figura 8b, onde se pode observar que a região ficou um pouco abaixo da média climatológica durante o período chuvoso.

Apenas em pequenos períodos as cotas atingiram a faixa intermediária, principalmente no final de novembro e primeira quinzena de dezembro.

O Gráfico 3 abaixo mostra a sobreposição dos dados lidos no período chuvoso de 2014/2015 às faixas determinadas estatisticamente.

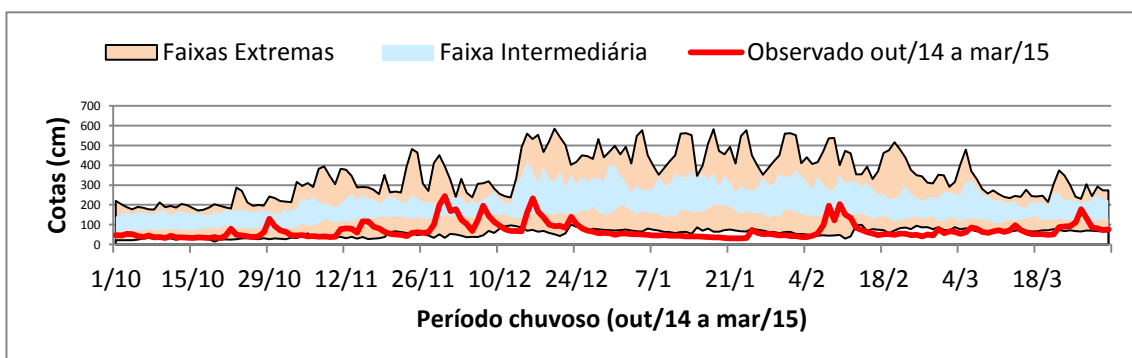


Gráfico 3 - Cotas históricas/observadas no período chuvoso 2014/2015 na estação Mário de Carvalho.

- Estação 41410000 – JEQUITIBÁ

Localizada no Rio das Velhas na Bacia do Rio São Francisco, na plotagem dos dados dessa estação verifica-se que o nível permaneceu praticamente todo o período na faixa extrema inferior. Vale ressaltar que

esta estação apresenta uma falha de dados nos meses de dezembro e janeiro, impedindo a avaliação direta desses meses, porém, como não houve chuvas significativas nos referidos meses, é possível supor que o comportamento de cotas do mês de novembro se manteve tanto em dezembro quanto em janeiro.

O Gráfico 4 abaixo mostra a sobreposição dos dados lidos no período chuvoso de 2014/2015 às faixas determinadas estatisticamente.

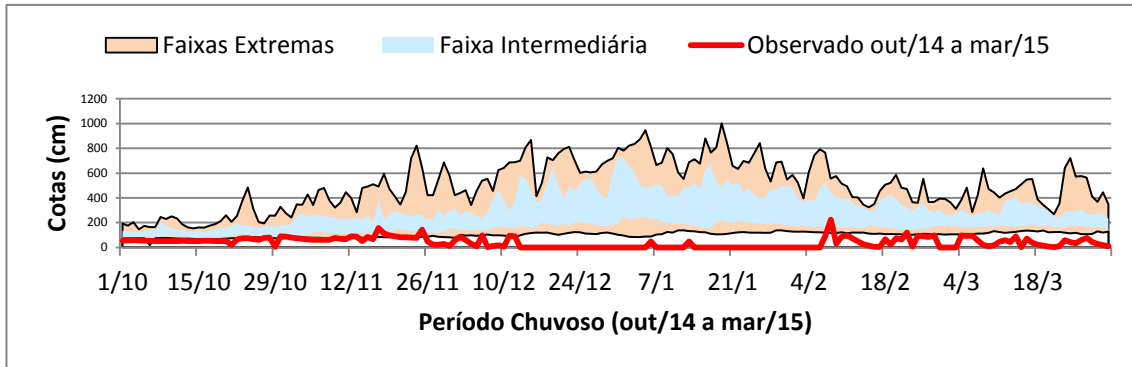


Gráfico 4 - Cotas históricas/observadas no período chuvoso 2014/2015 na estação Jequitibá.

- Estação 58765001 - Usina Maurício

Localizada no Rio Novo na Bacia do Rio Paraíba Do Sul, na plotagem dos dados dessa estação verifica-se que o nível permaneceu praticamente todo o período na faixa extrema inferior. Apenas em pequenos períodos as cotas atingiram a faixa intermediária, que pode estar relacionada com a precipitação na bacia.

O Gráfico 5 abaixo mostra a sobreposição dos dados lidos no período chuvoso de 2014/2015 às faixas determinadas estatisticamente.

C.

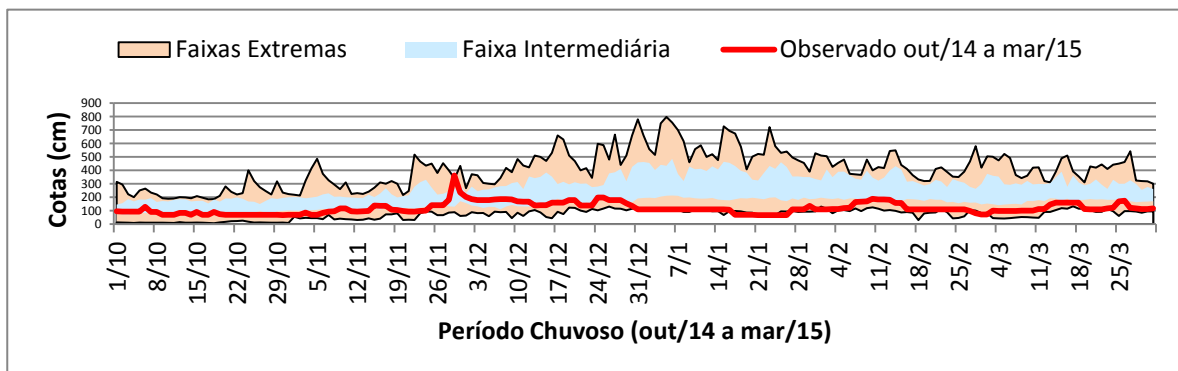


Gráfico 5 - Cotas históricas/observadas no período chuvoso 2014/2015 na estação Usina Maurício.

5- RESERVATÓRIOS

Os reservatórios avaliados foram os componentes do SIN – Sistema Interligado Nacional, operados pelo Operador Nacional do Sistema e reservatórios da COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais que atendem a região Metropolitana de Belo Horizonte.

Com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica (ONS, 2014).

Os reservatórios do SIN são operados pelo Operador Nacional do Sistema – ONS e seus dados são disponibilizados diariamente pela internet no site do ONS.

Em Minas Gerais existem reservatórios do SIN nas bacias do Rio Grande, Rio Paranaíba, Rio Paraopeba e Rio Paracatu (afluentes do Rio São Francisco), Rio Santo Antônio (afluente do Rio Doce) e Rio Jequitinhonha.

As médias mensais de volume útil armazenado nos reservatórios do SIN para o período de 2000 até a atualidade estão disponíveis no site do ONS.

Os gráficos de 06 a 14 mostram a média mensal de volume útil armazenado nos reservatórios do SIN comparada para os últimos 05 períodos chuvosos consecutivos (2010 a 2015), com as estatísticas de máxima, média e mínima de volume acumulado registradas nos últimos 10 anos.

Os gráficos também apresentam a média mensal dos meses chuvosos dos anos de 2000 e 2001, anos que apresentam os menores acumulados na série de dados disponível e que representam o período crítico mais recente na história da gestão de recursos hídricos. O ano de 2001 é lembrado pela crise no setor energético que trazia a eminência de corte do fornecimento, aumento de tarifas, entre outras conseqüências. Esta situação gerou mudanças positivas no setor elétrico como os investimentos em linhas de distribuição integradas, expandindo o SIN.

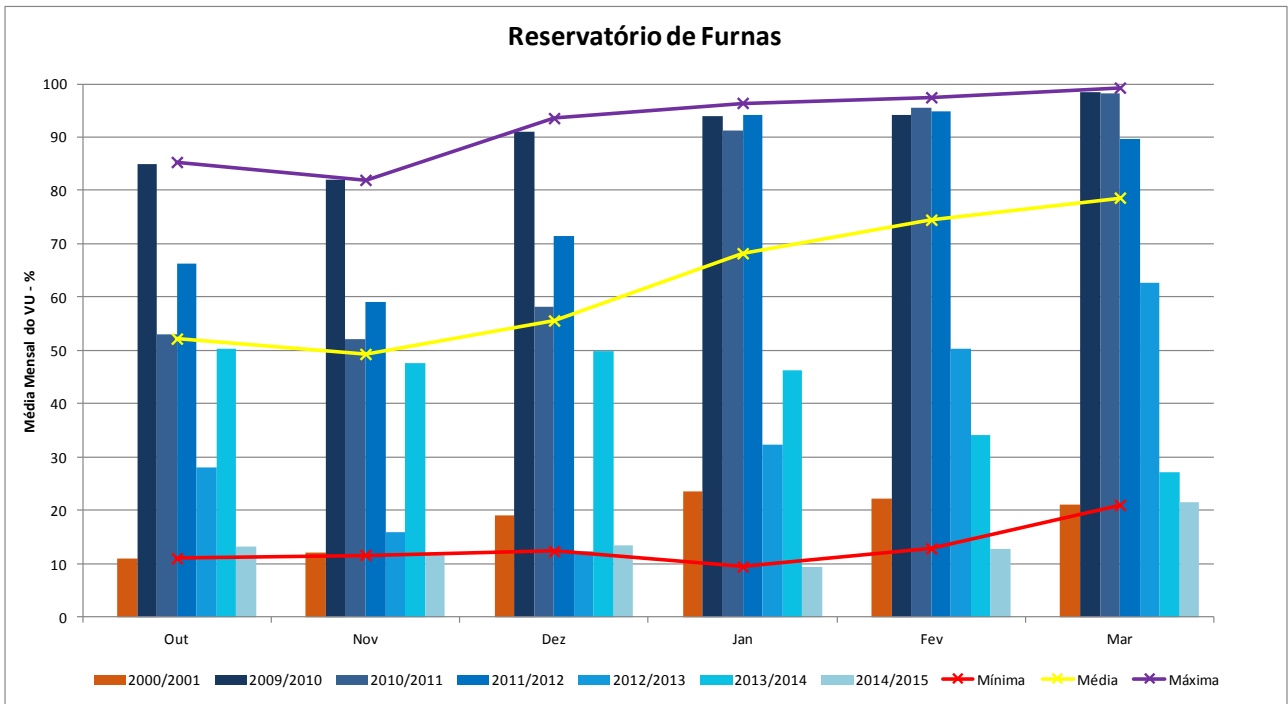


Gráfico 6: Reservatório de Furnas – Bacia do Rio Grande.

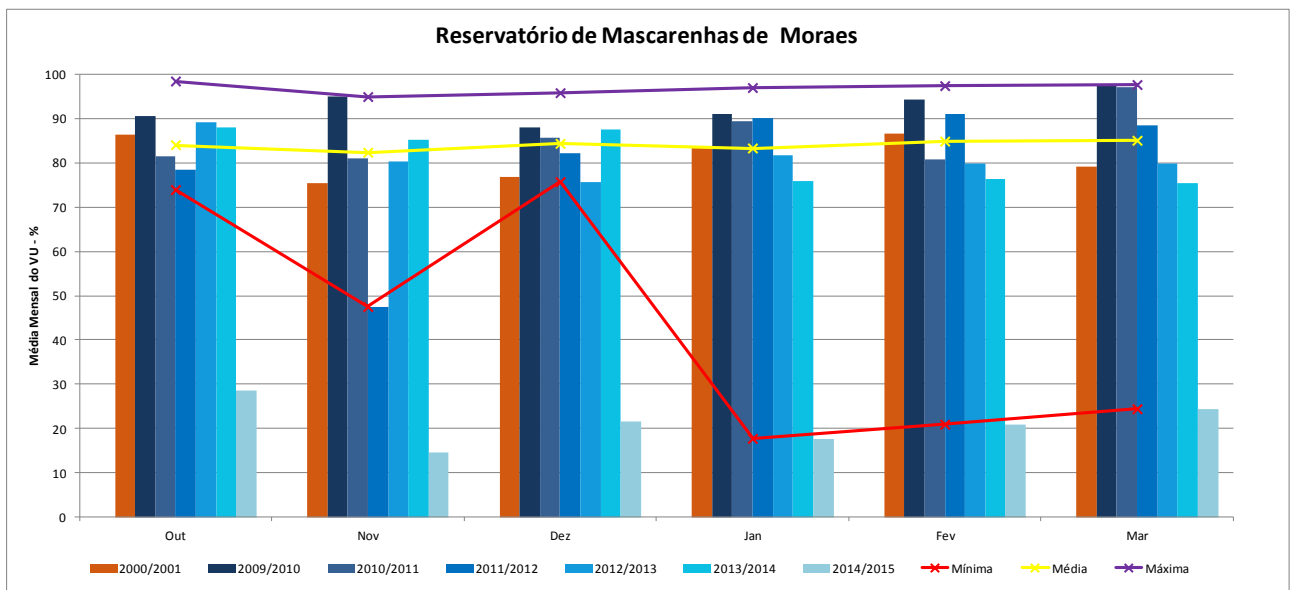


Gráfico 7: Reservatório de Mascarenhas de Moraes – Bacia do Rio Grande.

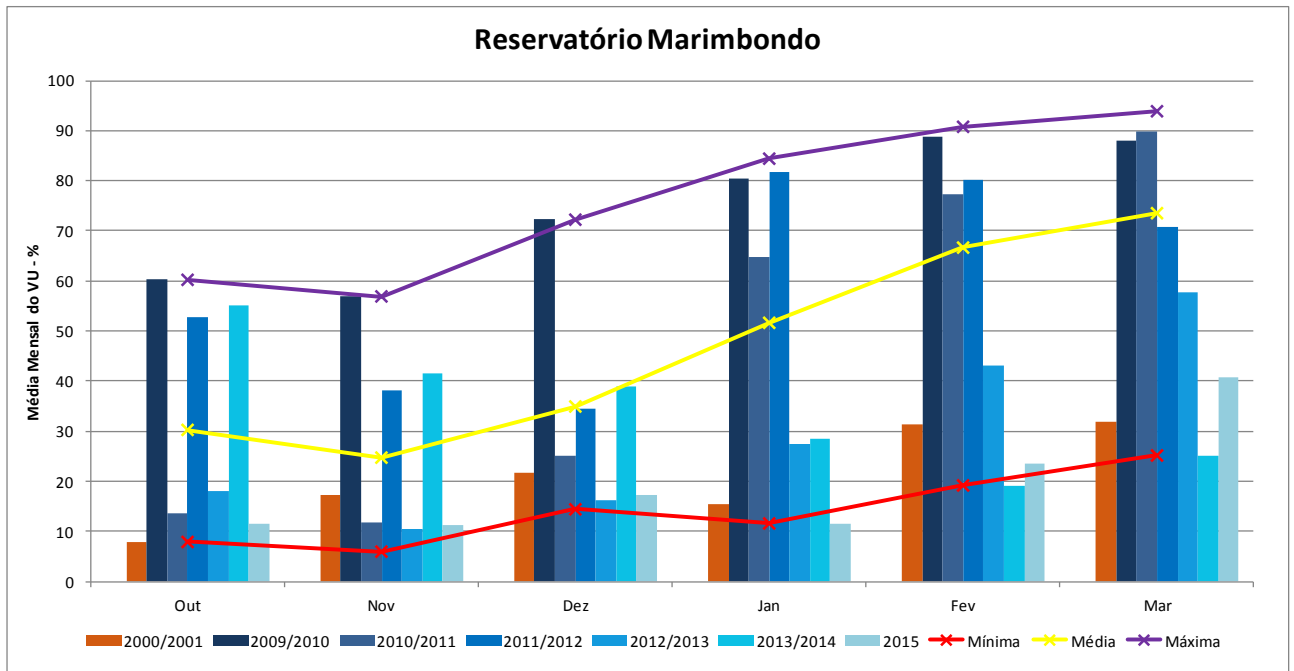


Gráfico 8: Reservatório de Marimbondo – Bacia do Rio Grande.

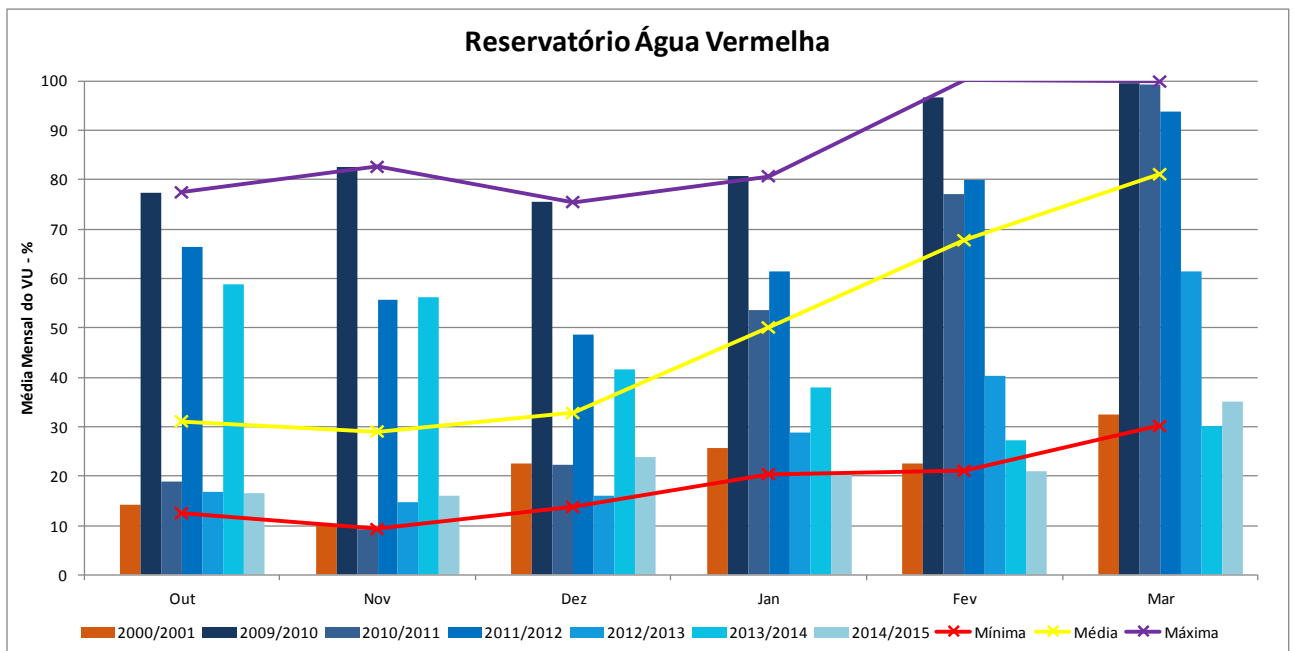


Gráfico 9: Reservatório de Água Vermelha – Bacia do Rio Grande.

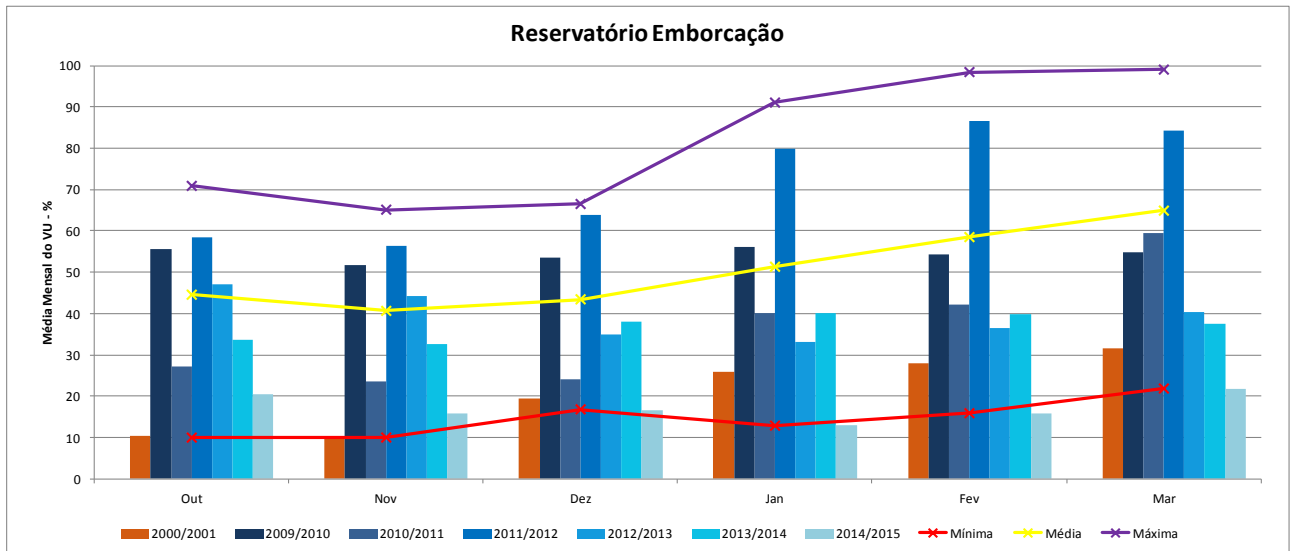


Gráfico 10: Reservatório de Emborcação – Bacia do Rio Paranaíba.

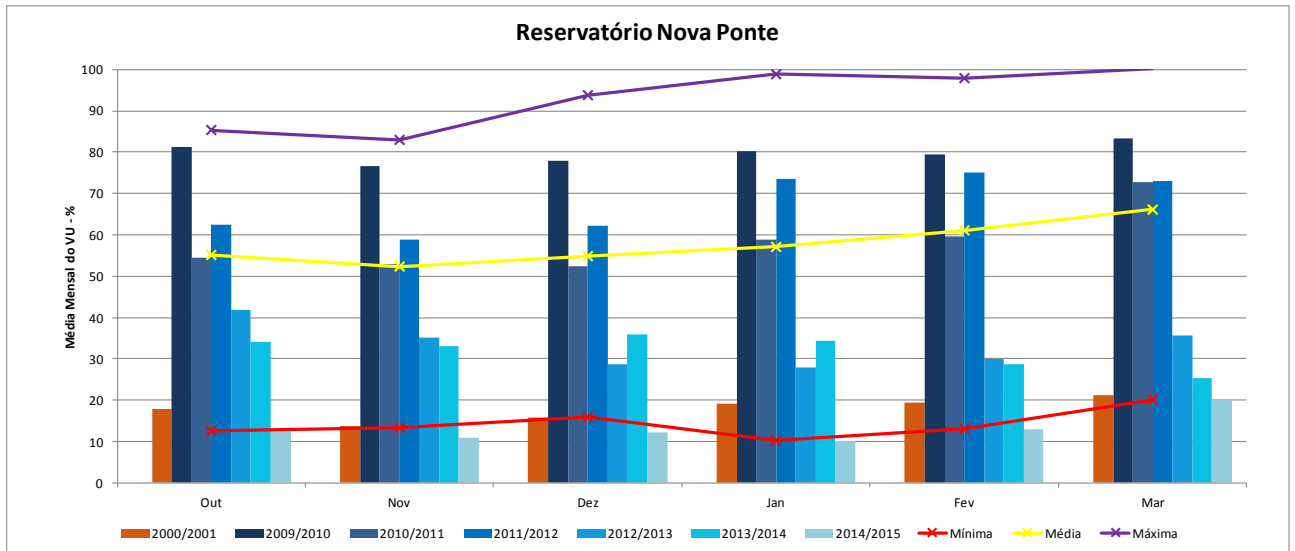


Gráfico 11: Reservatório de Nova Ponte – Bacia do Rio Paranaíba.

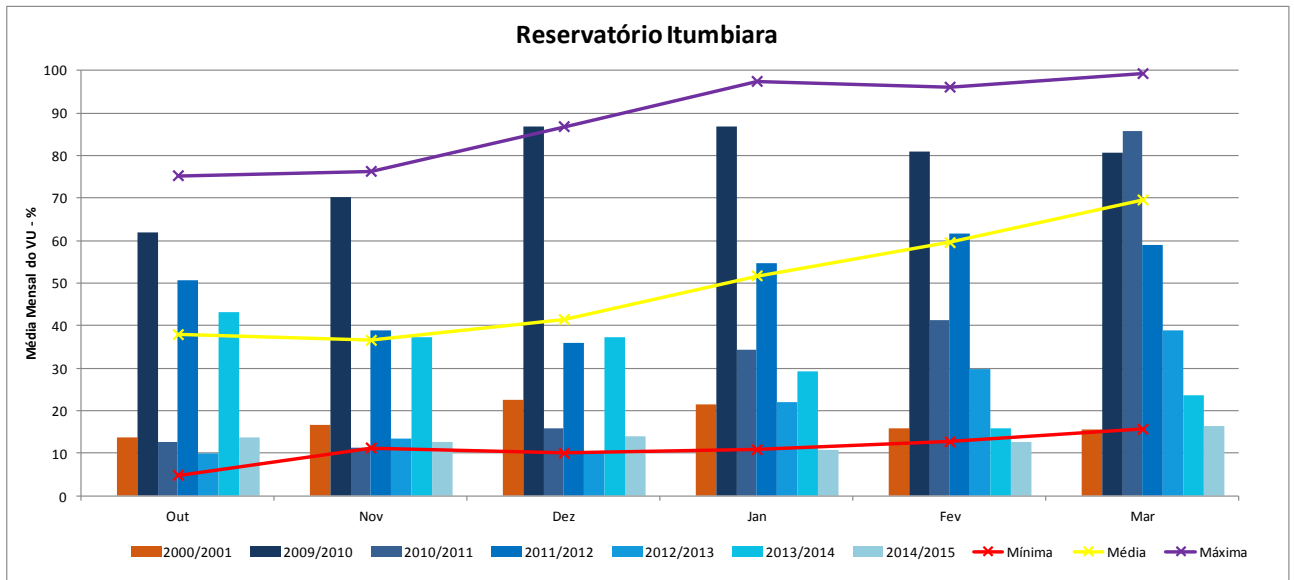


Gráfico 12: Reservatório de Itumbiara – Bacia do Rio Paranaíba.

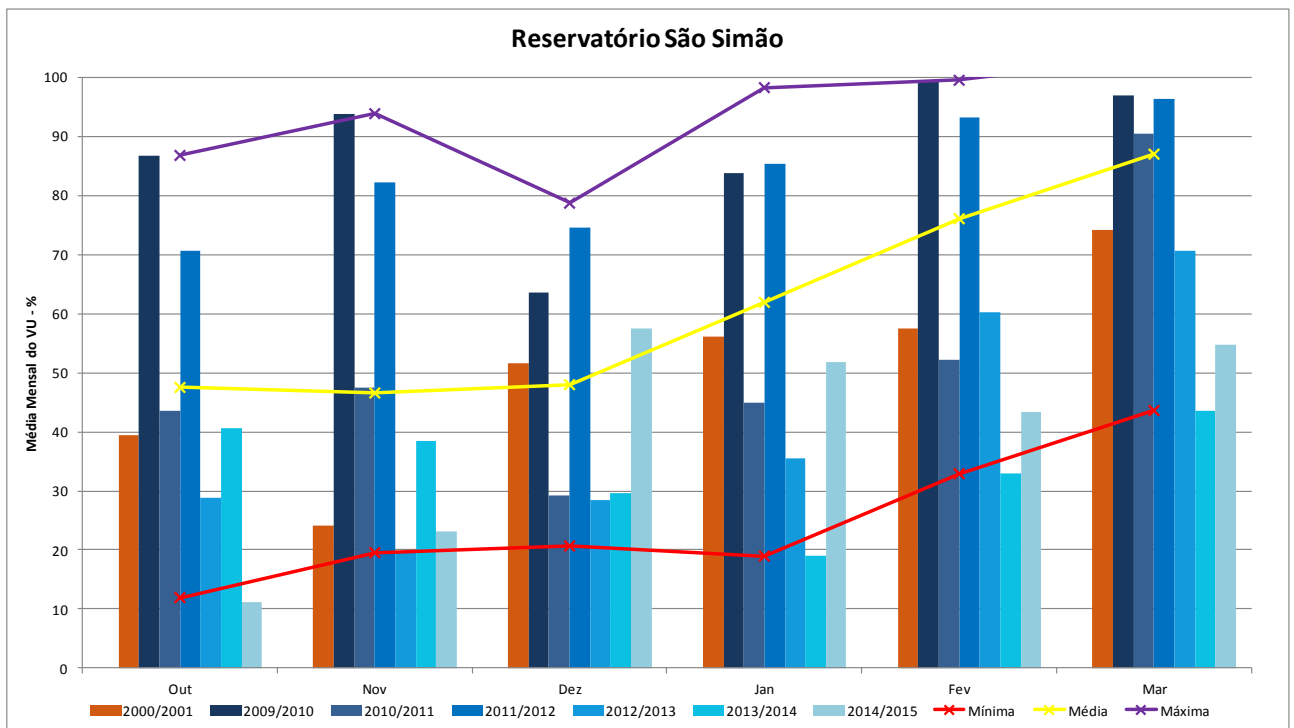


Gráfico 13: Reservatório de São Simão – Bacia do Rio Paranaíba.

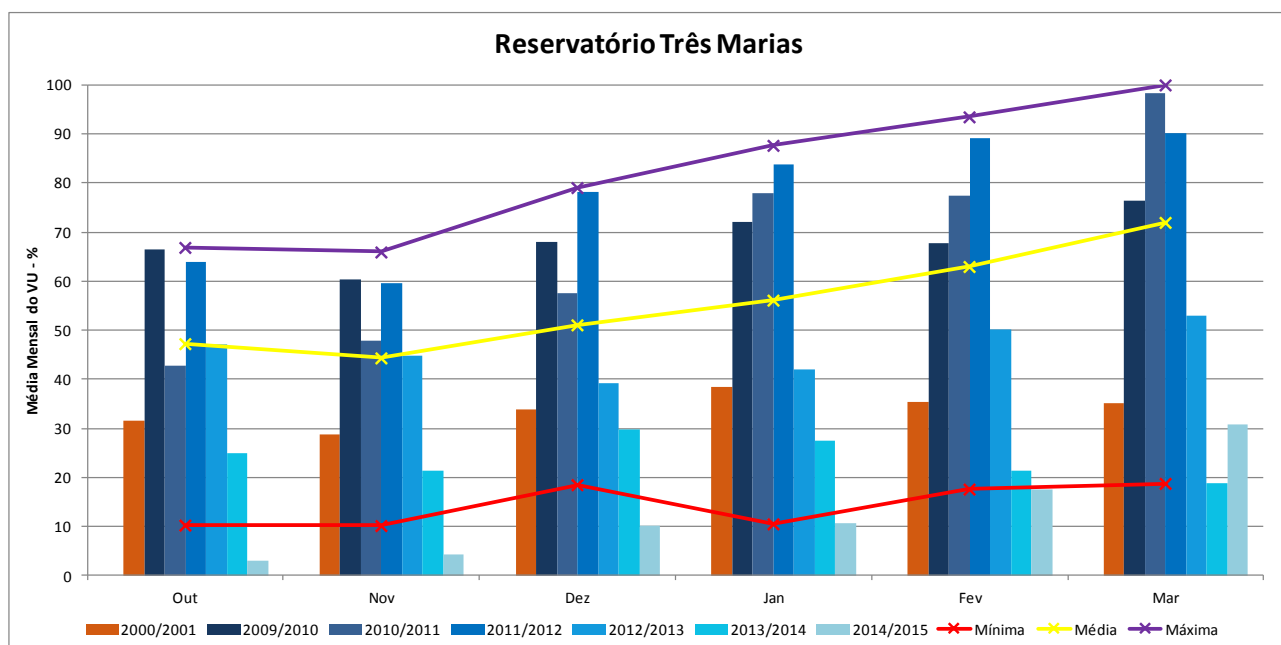


Gráfico 14: Reservatório de Três Marias – Bacia do Rio São Francisco.

Com base nos gráficos mostrados observa-se que nos anos analisados as maiorias dos registros de mínima ocorrem nos anos de 2000/2001 ou 2014/2015.

Na bacia do São Francisco, no reservatório de Três Marias, todas as mínimas registradas são referentes ao período chuvoso 2014/2015; na bacia do Rio Grande as mínimas registradas ocorreram distribuídas nos períodos, havendo proximidade entre os valores registrados, mesma condição dos reservatórios da bacia do Rio Paranaíba.

A COPASA passou a disponibilizar dados dos reservatórios do Sistema Paraopeba em site diariamente a partir de 2015 para atender a política de transparência da empresa mediante o cenário de escassez configurado nos anos de 2014 e 2015. Os dados do período de 2011 a 2014 foram fornecidos pela COPASA ao IGAM para avaliação das condições e comportamento dos reservatórios.

Os gráficos de 15 a 17 trazem o comparativo de média de volume operacional acumulado dos meses de período chuvoso dos últimos 05 anos nos reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores que compõem o Sistema Paraopeba.

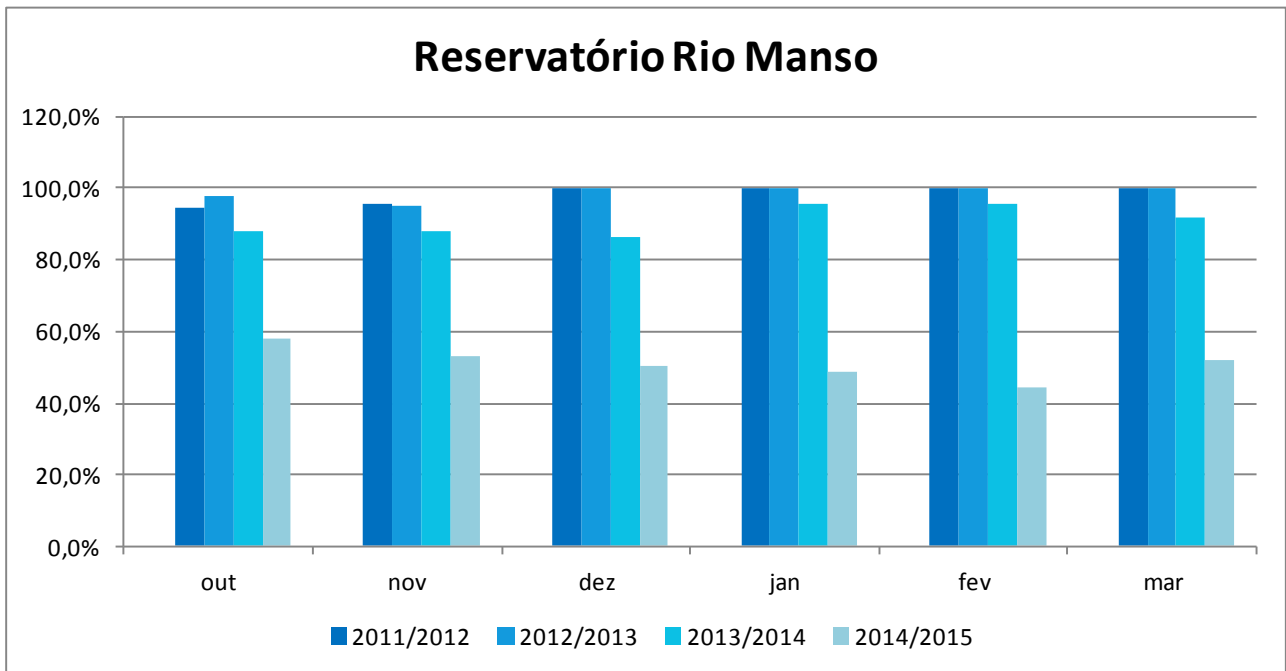


Gráfico 15: Médias de Volume Operacional no Reservatório Rio Manso

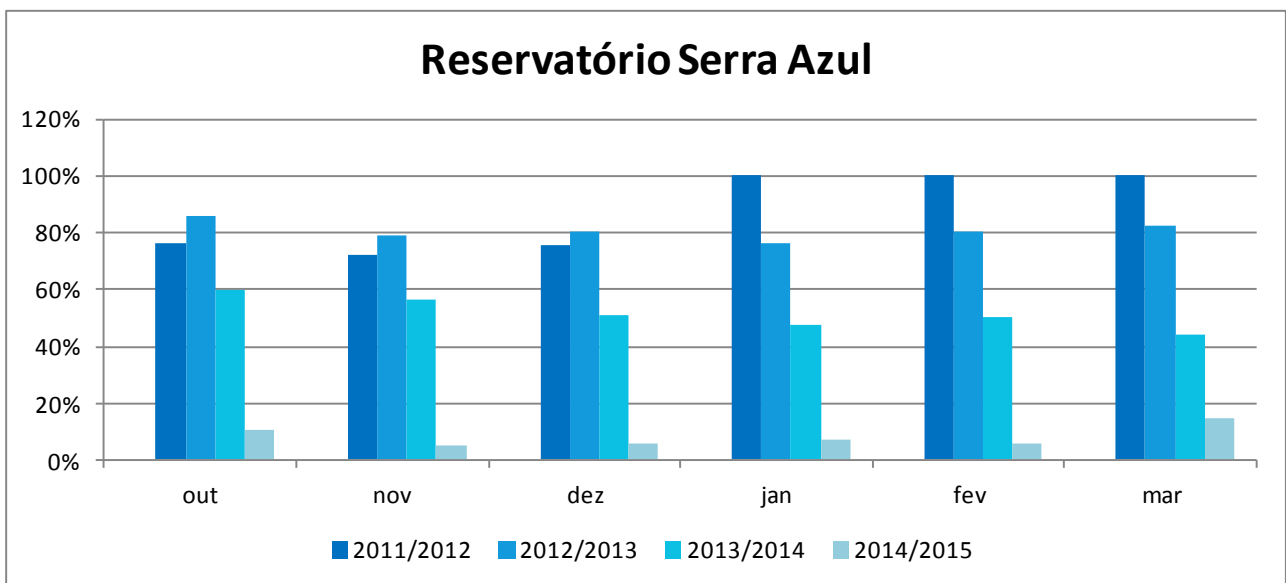


Gráfico 16: Médias de Volume Operacional no Reservatório Serra Azul.

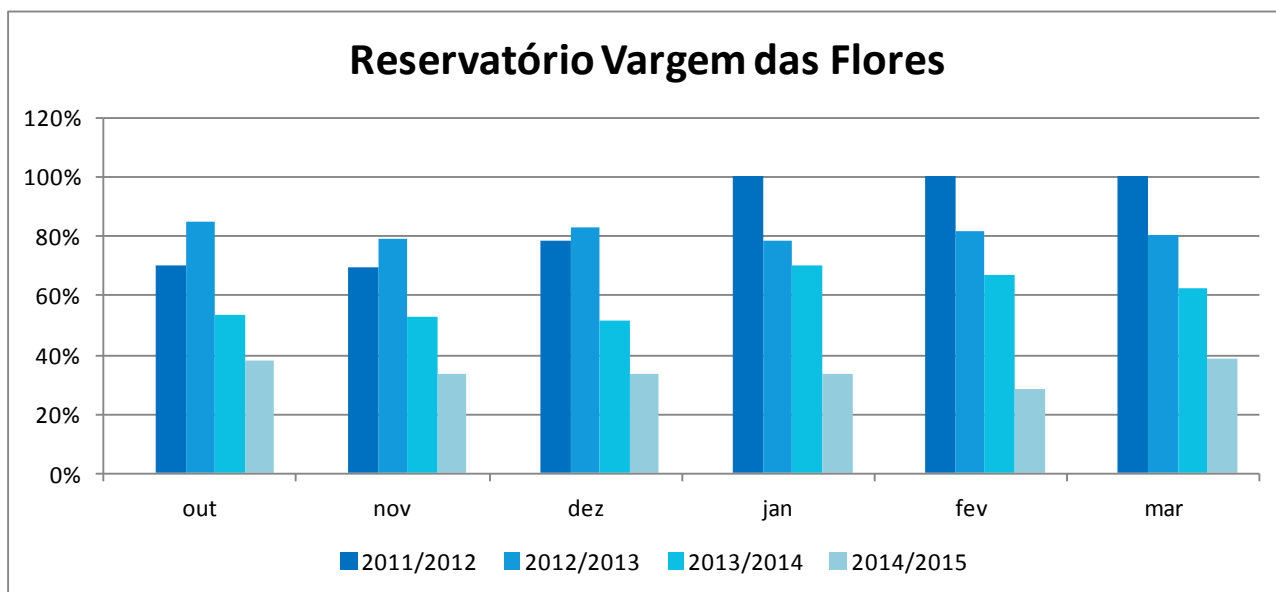


Gráfico 17: Médias de Volume Operacional no Reservatório Vargem das Flores

O reservatório Rio Manso apresentou estabilidade no volume acumulado nos períodos 2011/2012 e 2012/2013; no período 2013/2014 ocorreu variação negativa significativa em relação aos anos anteriores porém permaneceram acima de 85%; em 2014/2015 a queda no volume acumulado foi mais acentuada ficando abaixo de 60% em todos os meses do período chuvoso, com o menos registro em fevereiro de 2015 (44,2%).

O reservatório Serra Azul aproximadamente entre 75% a 100% nos períodos de 2011/2012 e 2012/2013. No período chuvoso 2013/2014 o volume acumulado variou de 44% a 60%, onde se vê que o menor valor registrado foi em Março de 2014, demonstrando que não houve recuperação do volume do reservatório no período chuvoso em questão, mas sim queda contínua.

O volume acumulado no Vargem das Flores apresenta grandes variações ao longo dos períodos chuvosos estudados, entretanto, manteve acima de 60% nos períodos 2011/2012 e 2012/2013 e sempre apresentou um comportamento de recuperação nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março. Já em 2013/2014 ocorreu uma recuperação pouco significativa nos meses de Janeiro e Fevereiro e nova queda no mês de Março, ficando abaixo de 60% em todos os meses chuvosos. O período 2014/2015 foi de quedas contínuas de Outubro a Fevereiro quando atingiu os 28%, no mês de Março houve recuperação elevando o volume acumulado a 39%.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação à precipitação durante o período chuvoso pode-se concluir que quase todo o estado registrou chuva acima de 70% da média climatológica. A região Oeste ficou com precipitação acima da média, registrando valores de até 160% da média climatológica, ou seja, 60% a mais do que a média para o período. O menor percentual foi registrado no extremo norte da região Norte, com valores de até 55% da média climatológica, um pouco mais do que a metade da média para o período. Embora quase todo o estado tenha registrado chuva acima de 70% da média climatológica, vale ressaltar que o período chuvoso foi muito irregular. No mês de outubro a maioria do estado registrou chuva abaixo dos 60% da média climatológica do mês. No mês de novembro praticamente todo o estado registrou chuva a partir de 90% da média climatológica. Em dezembro grande parte do estado registrou chuva abaixo dos 70% da média climatológica. O mês de janeiro foi o que registrou o pior percentual em quase todo o estado, que foi abaixo de 50%, com exceção de algumas pequenas áreas do Noroeste, Triângulo, Metropolitana, Central e Oeste onde a chuva ficou acima dos 50% da média climatológica. Em fevereiro, quase todo o estado registrou chuva acima de 110% da média climatológica, ou seja, ficou com pelo menos 10% a mais que a média para o período. No mês de março quase todo o estado registrou chuva acima da média climatológica, com destaque para o Oeste que registrou valores de até 380% da média climatológica e para partes do Campo das Vertentes, Central e Metropolitana que registraram valores de até 300% da média do período, ou seja, o triplo.

Portanto, embora quase todo o estado tenha registrado chuva variando de 70% a 160% da média climatológica, ou seja, a precipitação variando de 30% abaixo da média até 60% acima da média, os meses de outubro, dezembro e janeiro, onde a média de precipitação é a mais significativa do período chuvoso, foram os meses em que a precipitação ficou muito abaixo da média climatológica. Fato que pode ter contribuído para a redução dos níveis dos reservatórios, pois são meses em que o consumo de água é significativo devido ao calor.

Em relação às vazões, a sua última medição no período chuvoso, relataram que elas ficaram bem abaixo da média, exceto no rio das Velhas em Honório Bicalho. A vazão ficou menor ou igual a vazão com permanência de 95% Q95 nos rios São Francisco em Pirapora, Suaçuí Grande em Vila Matias e Doce em Colatina. As situações mais críticas, de acordo com as medições das estações indicadoras, estão nas bacias dos rios: Verde Grande, Pardo, Jequitinhonha, Mucuri, São Mateus, Doce e Itapemirim, onde as vazões em março de 2015 foram inferiores do que 50% da média histórica.

Na avaliação das estações fluviométricas quanto a variação de cotas, verificou-se que todas apresentaram níveis na faixa extrema inferior em maior parte do período chuvoso de 2014/2015, a qual as classifica como levemente baixas a muito baixas, o que se justifica pela escassez chuvosa, conforme demonstrado na figura 8b.

Vale ressaltar que, a precipitação tem influência direta no escoamento superficial o que contribui

para o aumento dos níveis dos rios. O escoamento superficial é caracterizado pelo deslocamento da água na superfície da terra e nos cursos d'água naturais, tendo sua origem, fundamentalmente, nas precipitações sendo esta uma das mais importantes fases do ciclo hidrológico. Como neste período chuvoso, não foi registrado um volume significativo de precipitação, acarretou na diminuição significativa dos níveis dos rios.

Tanto nos reservatórios do setor elétrico quanto nos reservatórios de abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte observou-se que não houve recuperação de volume acumulado nos meses chuvoso de 2013/2014 e 2014/2015, comportamento que é típico dos anos anteriores e naturalmente esperado conforme a sazonalidade entre períodos secos e chuvosos.

Convém lembrar que, no caso de grandes reservatórios do setor hidrelétrico, o volume acumulado nos meses chuvosos pode variar independente da sazonalidade devido à preservação do volume de espera, que se determina com base em previsão de chuva/vazão afluyente para os meses seguintes. Isso significa que os meses de Dezembro e Janeiro, por exemplo, podem apresentar volumes acumulados mais baixos, pois a descarga nesses meses foi maior esperando-se que os meses seguintes serão chuvosos e acarretarão em grandes volumes no reservatório. Esta medida é tomada, entre outros motivos, para que não se ultrapasse a vazão de restrição a jusante em caso de cheia.

As chuvas ocorridas nos meses de fevereiro e março de 2015 resultaram em uma recuperação significativa nos reservatórios, mas não foi suficiente para estabelecer uma situação confortável quando comparado com os anos anteriores. E estas chuvas nas estações telemétricas resultaram em um leve aumento dos níveis dos rios.

ANEXO A – MAPAS

