



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL EM 2014 – MINAS GERAIS, ESPIRITO SANTO E SUL DA BAHIA

*Fernando Silva Rego¹; Alice Silva de Castilho¹; Éber José de Andrade Pinto¹; Márcio de Oliveira
Cândido¹; Elizabeth Guelman Davis¹*

RESUMO – Este artigo apresenta a metodologia utilizada e os resultados do acompanhamento das vazões da estiagem severa que está sendo verificada no período seco de 2014, na região Sudeste do Brasil. O monitoramento está sendo realizado na região que compreende grande parte do estado de Minas Gerais, Espírito Santo e sul da Bahia. Os dados observados até maio de 2014 indicam que as regiões mais críticas são: Alto São Francisco, a montante do reservatório de Três Marias, a bacia do rio das Velhas e as nascentes do rio Piranga (Doce), onde há previsão de que as vazões atinjam valores inferiores a $Q_{7,10}$ até o final da estiagem, ou seja, em setembro. As campanhas de medições de vazões estão sendo intensificadas nas áreas mais críticas. As medições realizadas constituem em informações muito importantes para a definição do ramo inferior das curvas chaves das estações fluviométricas.

ABSTRACT – This paper presents the methodology used and the results of streamflow monitoring on the severe dry season verified in 2014 in Brazilian Southeast Region. Monitoring of streamflow has been realized in the region that corresponds of great part of Minas Gerais State, Espírito Santo State and South of Bahia State. Until May 2014, the observed data indicated that the most critical regions are: Alto São Francisco, upstream of Três Marias reservoir, Velhas River Basin and Piranga River Basin. In these regions, the forecast indicates that the streamflow will be less than $Q_{7,10}$ until the end of dry season, in September. The streamflow measurements have been intensified in the critical regions. The measurements realized are information very important that will be used in stage discharge curve of stage gauges.

Palavras-Chave – Seca; Vazões mínimas; Medições de vazão.

1) Pesquisadores em Geociências da CPRM/SUREG/BH; Av Brasil 1731 – Belo Horizonte – MG – CEP: 30.140.002; 31-3787-0335; fernando.silva@cprm.gov.br; alice.castilho@cprm.gov.br; eber.andrade@cprm.gov.br; marcio.candido@cprm.gov.br; elizabeth.davis@cprm.gov.br

INTRODUÇÃO

Na região sudeste do Brasil o período chuvoso compreende os meses de outubro a março. 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 abril a setembro, poderão ser registrados níveis e vazões mínimas recordes nos principais rios da região.

Consciente desta situação, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 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.

Foi estabelecida uma metodologia para identificação das áreas mais críticas, baseada na análise dos dados de precipitação e de vazão atuais e da série histórica. Esta metodologia foi aplicada desde março de 2014 direcionando as equipes para a realização de campanhas extras a partir de maio de 2014.

No presente trabalho, a área de estudo foi a região que compreende grande parte do estado de Minas Gerais, Espírito Santo e Sul da Bahia.

METODOLOGIA

O objetivo da metodologia é definir as regiões prioritárias para a realização de medições de vazões na área em estudo. A metodologia constitui: em comparar as informações de precipitação e de vazões coletadas atualmente com a série histórica, e na elaboração do prognóstico das vazões até o final do período de estiagem.

Análise das Precipitações

O primeiro passo foi comparar os totais anuais de precipitação, dos trimestres chuvosos (outubro/dezembro e janeiro/março) e mensais do período atual 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.

Análise das Vazões

Identificadas as áreas com precipitações abaixo da média histórica, a metodologia utilizada consistiu em selecionar estações fluviométricas chaves (denominadas estações indicadoras) 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.

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

Assim, ao final de cada mês do período seco será realizada, além da avaliação das precipitações, a análise das vazões mensais nas estações fluviométricas. A análise consiste na comparação da vazão do mês na estação fluviométrica com a:

- Vazão média do mês;
- Vazão mensal com percentil de 10%;
- Vazão mínima medida da série histórica de medições de vazão;
- Vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada $Q_{7,10}$, a qual é utilizada como vazão de referência para outorga pelo Estado de Minas Gerais.

A comparação foi feita através do cálculo das razões entre a vazão mensal e as três vazões adotadas como referência e indicadas no parágrafo 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.

Prognóstico de vazões

O prognóstico das vazões de estiagem para as estações fluviométricas indicadoras foi realizado com um modelo de previsão de vazões de intervalo de tempo mensal válido para o período de estiagem. Este modelo consiste em estabelecer as razões entre as vazões médias mensais de meses subsequentes, por exemplo: a vazão de Maio dividida pela vazão de Abril. Assim, utilizando toda a série histórica de vazões mensais é possível constituir séries de razões entre as vazões de meses subsequentes. A previsão de vazão para o mês subsequente é realizada com a razão mediana. Também foi definido também um intervalo de aceitação desta previsão baseado nas razões calculadas com percentil de 5% e 95%.

RESULTADOS

Análise de precipitação

A Figura 1 apresenta razão entre o total precipitado no período de outubro a dezembro de 2013 e a média histórica de outubro a dezembro de 1998 a 2013. Já o mapeamento da razão entre o total precipitado no período de janeiro a março de 2014 e a média histórica de janeiro a março de 1998 a 2014 está ilustrado na Figura 2.

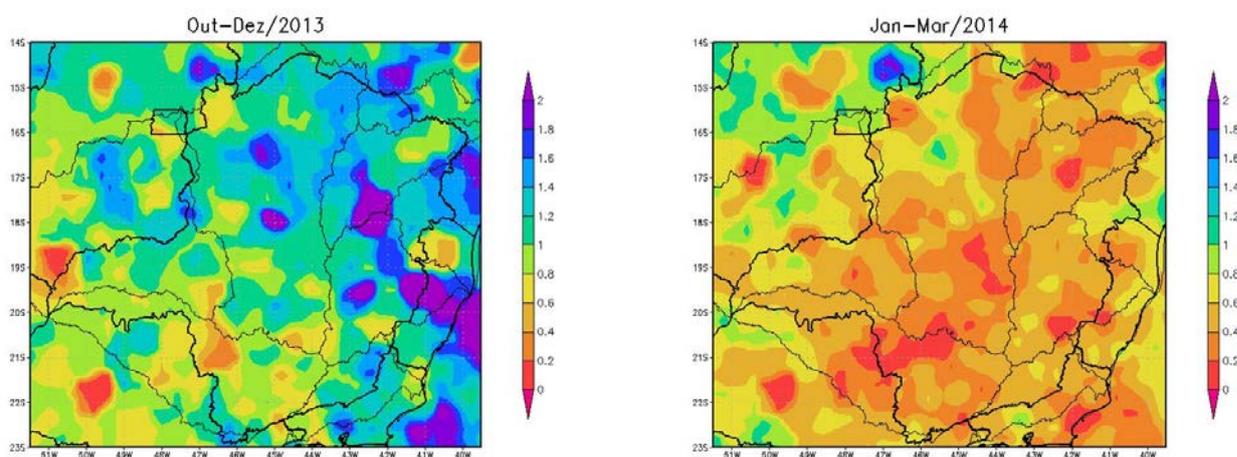


Figura 1 – Razão entre o total precipitado no período de outubro a dezembro de 2013 e a média histórica de outubro a dezembro de 1998 a 2013.

Figura 2 – Razão entre o total precipitado no período de janeiro a março de 2014 e a média histórica de janeiro a março de 1998 a 2014.

Analisando a Figura 1 observa-se que no período de outubro a dezembro de 2013 foram verificadas precipitações próximas à média histórica em praticamente toda a área em estudo. Ressalta-se que no mês de dezembro de 2013 foram verificadas precipitações significativamente acima da média histórica na região das bacias dos rios Verde Grande, Pardo, Jequitinhonha, Mucuri, norte e leste do rio Doce, o que contribuiu para a recuperação dos volumes de alguns reservatórios de regularização localizados nesta área. As exceções, no caso de precipitações abaixo da média,

ocorreram no sul de Minas Gerais, bacia do rio Grande e, no pontal do triângulo, parte da bacia do Paranaíba.

Na Figura 2 é possível observar que o período de janeiro a março de 2014 tem um comportamento anômalo, ou seja, foram registrados totais de precipitação muito abaixo da média histórica em toda a área em estudo.

Análise das Vazões

Na área em estudo são operadas cerca de 300 estações fluviométricas em sua área de atuação, destas foram selecionadas 63 estações como indicadoras para o acompanhamento da estiagem na região e a programação das campanhas de medição.

A comparação foi feita através do cálculo das razões entre a vazão mensal e as três vazões adotadas como referência: vazão média, vazão com percentil de 10% e vazão $Q_{7,10}$.

As razões entre as vazões de abril e as vazões média mensal, percentil 10% e $Q_{7,10}$ encontram-se apresentadas nas Figuras 3 a 5.

Analisando a Figura 3 verifica-se que no mês de abril/2014, na maior parte das estações, as vazões foram menores do que 75% da média histórica mensal. Já na figura 4 verifica-se que grande parte das vazões observadas foram maiores ou próximas do que a vazão mensal com percentil de 10%. Na Figura 5 verifica-se que as vazões de março e abril de 2014 já são menores do que a $Q_{7,10}$ em algumas estações na região do Alto São Francisco.

As Figuras 6 a 10 apresentam as séries de vazões medidas de algumas estações e as medições realizadas até maio de 2014, mostrando que as vazões medidas em 2014 são menores ou muito próximas às mínimas vazões medidas da série, mostrando que há ganhos significativos com a flexibilização da operação da rede básica nacional, para a definição das curvas chaves em seu ramo inferior.

Em relação às 107 medições de vazões realizadas em maio de 2014:

- Em 8 estações fluviométricas a vazão medida em maio/2014 é inferior a mínima histórica medida;
- Em 50 estações fluviométricas a vazão medida em maio/2014 está entre 1 e 2 vezes a mínima histórica medida.

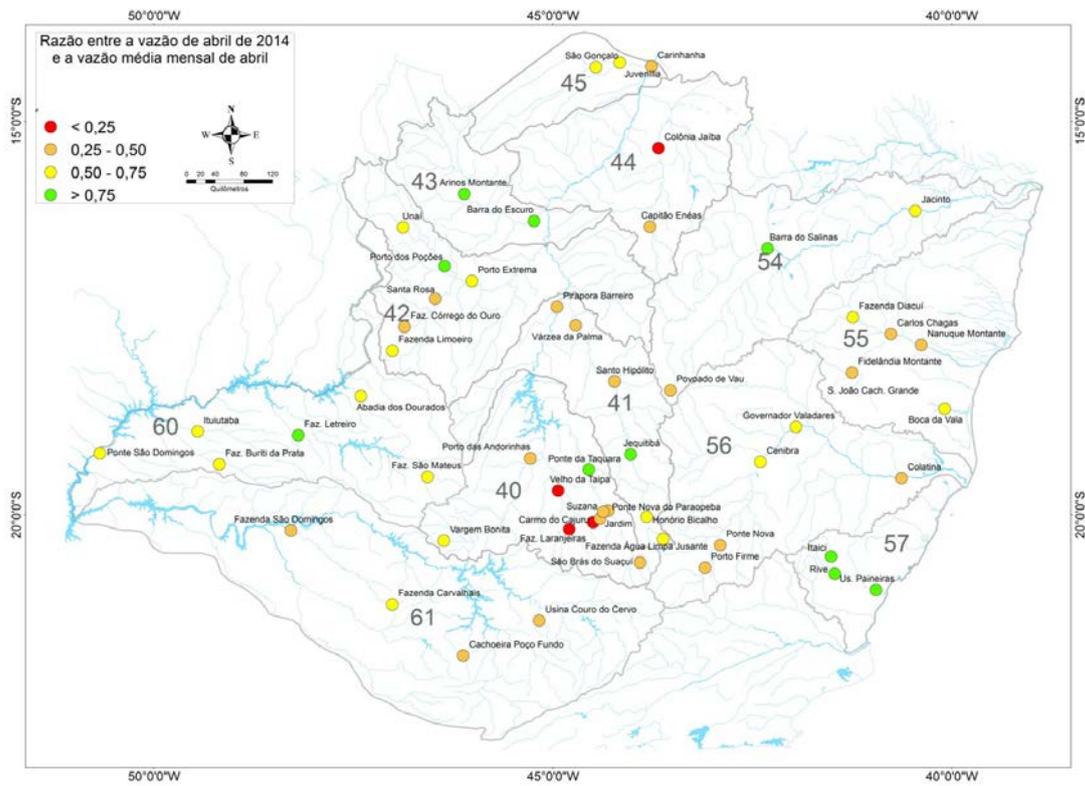


Figura 4 – Mapa com a razão entre a vazão de abril de 2014 e a vazão média mensal de abril.

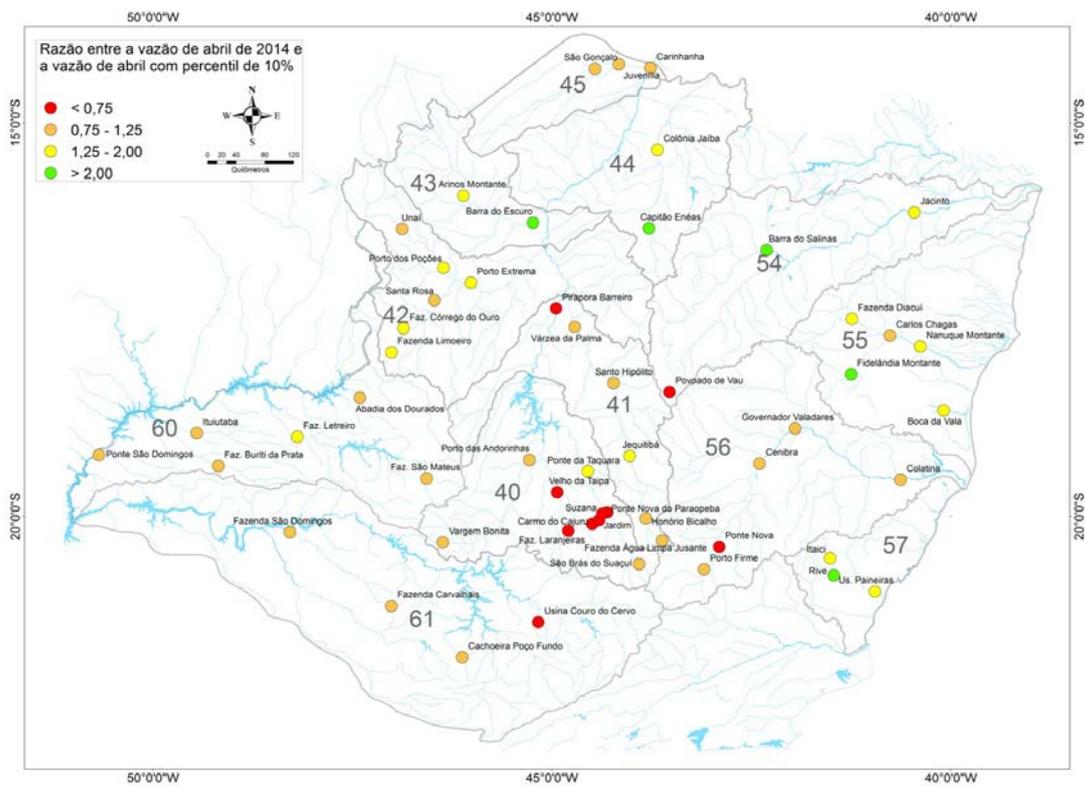


Figura 5 – Mapa com a razão entre a vazão de abril de 2014 e a vazão de abril com percentil de 10%.

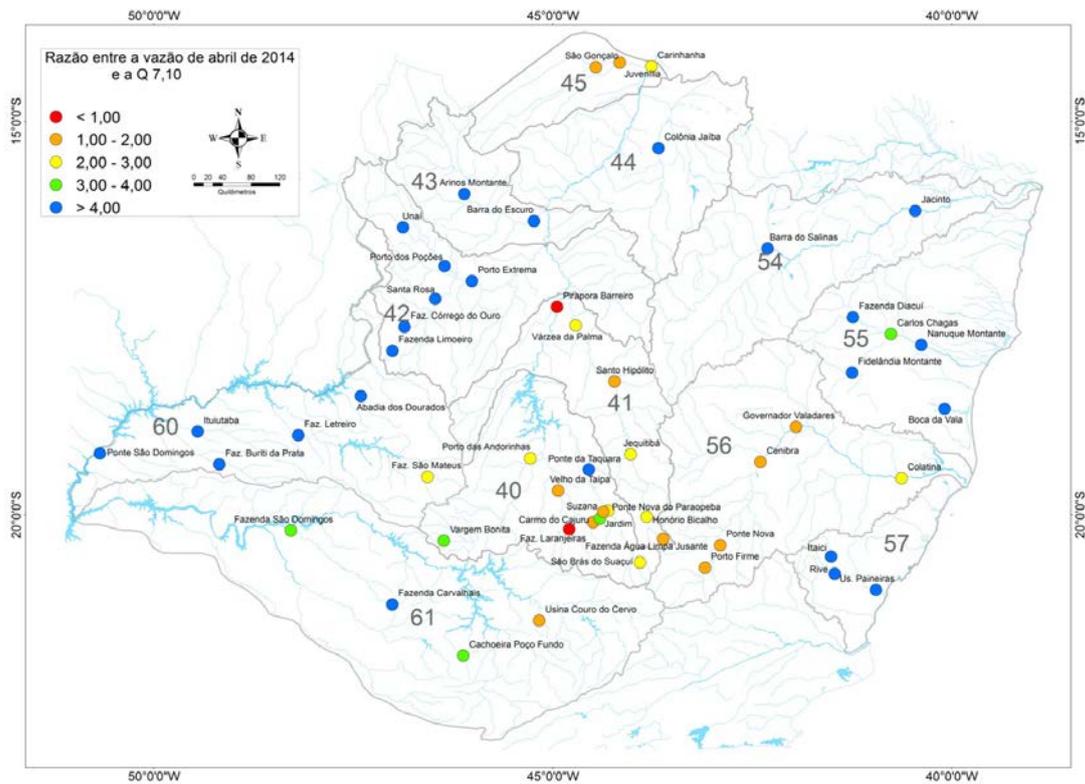


Figura 6 – Mapa com a razão entre a vazão de abril de 2014 e a Q7,10

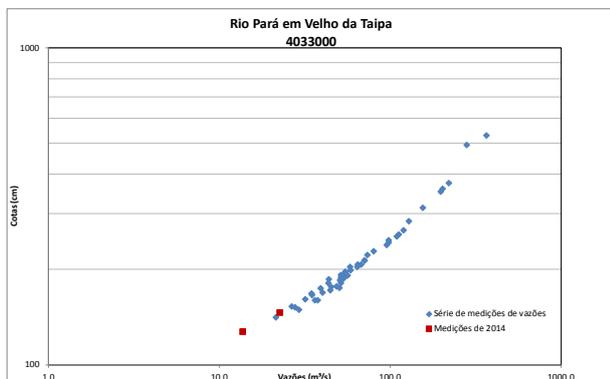


Figura 7 - Medições de descarga líquida no rio Pará em Velho da Taipa.

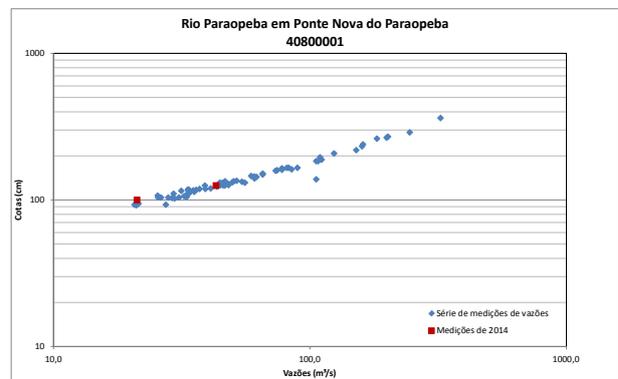


Figura 8 - Medições de descarga líquida no rio Paraopeba em Ponte Nova do Paraopeba.

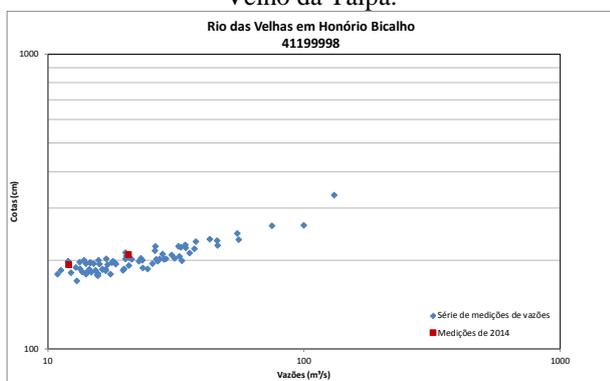


Figura 9 - Medições de descarga líquida no rio das Velhas em Honório Bicalho.

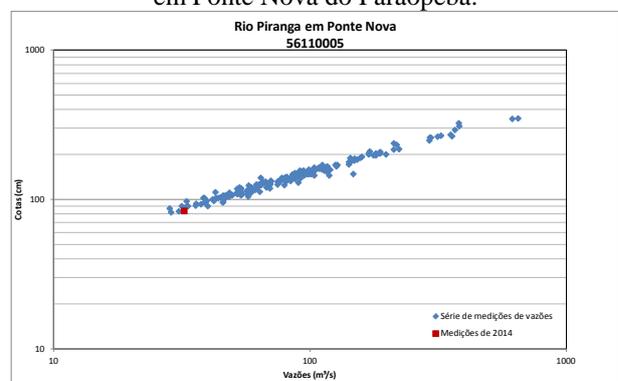


Figura 1 - Medições de descarga líquida no rio Piranga em Ponte Nova.

Prognóstico de vazões

Os resultados dos prognósticos estão apresentados nas Figuras 11 a 16, nas quais são apresentadas as vazões médias mensais, as vazões observadas em 2014, as vazões previstas até setembro de 2014 e os respectivos limites de 5% e 95% e, também, a vazão mínima com sete dias de duração e com período de retorno de 10 anos, denominada $Q_{7,10}$.

Considerando os dados observados até maio de 2014 e analisando os gráficos de prognóstico, verifica-se que as vazões nos cursos d'água da região do Alto São Francisco (a montante do reservatório de Três Marias), a bacia do rio das Velhas, nascentes do rio Piranga (Doce), podem, até o final do período de estiagem, estar abaixo da $Q_{7,10}$. Esta situação, de possibilidade de atingir a $Q_{7,10}$ neste período seco, não estava sendo verificada nas demais regiões da bacia do rio Doce, Mucuri, São Mateus e Itapemirim, que compreendem a região leste do estado de Minas Gerais e Espírito Santo.

As bacias dos rios Jequitinhonha e Verde Grande possuem rios intermitentes que secam antes do fim do período de estiagem, em geral a partir do mês de julho. Como neste ano hidrológico as precipitações significativas foram registradas até o mês de dezembro, há possibilidade de antecipação do período crítico, com rios secos, antes do mês de julho.

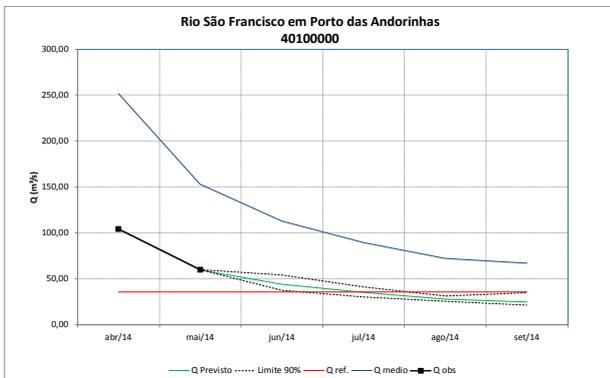


Figura 11 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio São Francisco em Porto das Andorinhas.

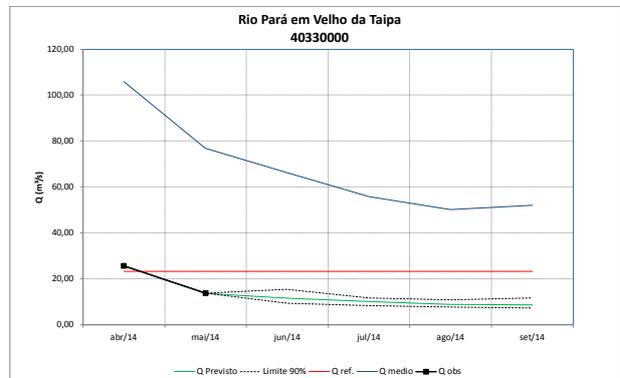


Figura 12 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Pará em Velho da Taipa.

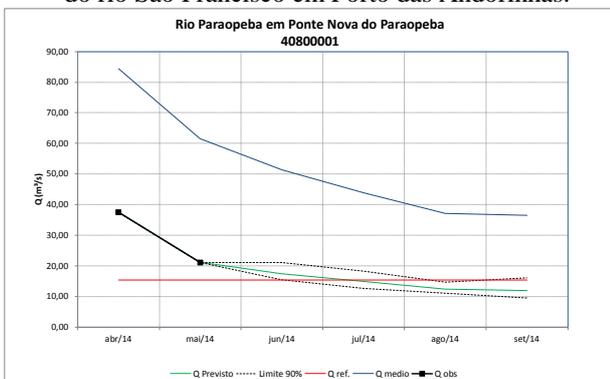


Figura 13 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Paraopeba em Ponte Nova do Paraopeba.

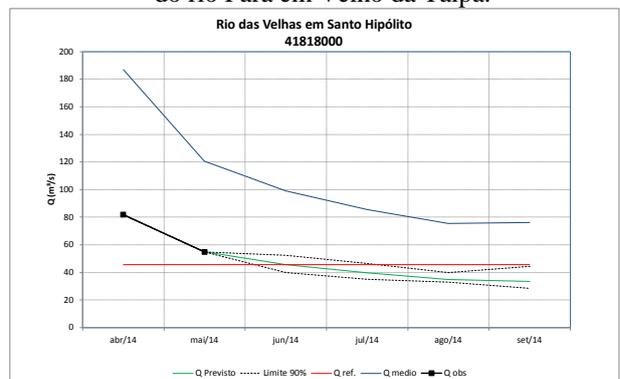


Figura 14 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio das Velhas em Santo Hipólito.

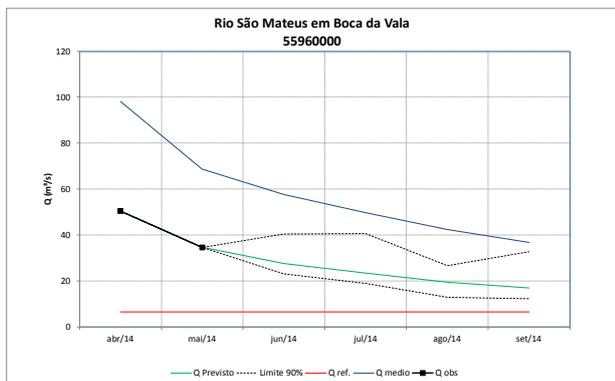


Figura 15 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio São Mateus em Boca da Vala.

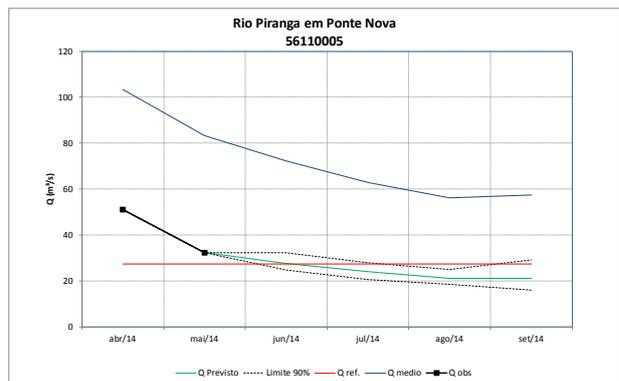


Figura 16 – Prognóstico de vazões de estiagem de 2014 do rio Piranga em Ponte Nova.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises das precipitações e das vazões até o mês de maio de 2014 permitem que se acompanhe de perto este período de estiagem, que, provavelmente, será um dos mais rigorosos em parte da área em estudo.

Avaliando os dados levantados, foi possível observar o seguinte:

Em relação às precipitações:

- No período de outubro a dezembro de 2013 foram verificadas precipitações próximas à média histórica em praticamente toda a área em estudo;
- No período de janeiro a março de 2014 foram verificadas precipitações muito abaixo da média histórica em toda a área em estudo.

Em relação às vazões observadas de abril de 2014:

- Na maior parte da área em estudo as vazões observadas no mês de abril/2014 foram menores do que 75% da média histórica mensal.
- Em grande parte da área em estudo as vazões observadas no mês de abril/2014 foram maiores ou próximas do que a vazão mensal com percentil de 10%.
 - As vazões de abril de 2014 já são menores do que a $Q_{7,10}$ em algumas estações na região do Alto São Francisco.

Em relação às medições de vazões realizadas até maio de 2014, já observa-se ganhos significativos com a flexibilização da operação da rede básica nacional, para a definição das curvas chaves em seu ramo inferior:

Em relação aos prognósticos de vazões até setembro de 2014:

- Até o momento verificou-se que nos cursos d'água da região do Alto São Francisco (montante do reservatório de Três Marias), a bacia do rio das Velhas, nascentes do rio Piranga (Doce), até o final do período de estiagem podem estar abaixo da $Q_{7,10}$.
- Esta situação, de possibilidade de atingir a $Q_{7,10}$ neste período seco, não está sendo verificada nas demais regiões da bacia do rio Doce, Mucuri, São Mateus e Itapemirim, que compreendem a região leste do estado de Minas Gerais e Espírito Santo.

Nas bacias dos rios Jequitinhonha e Verde Grande há possibilidade de antecipação do período crítico, com rios secando antes do mês de julho.

A análise das vazões do mês corrente, em conjunto com os dados históricos, como descrito na metodologia, permite que se identifiquem as regiões críticas onde é necessária a realização de medições extras de vazão. Dessa forma, foi feita uma reprogramação da operação da rede hidrometeorológica que possibilite a medição de vazões tanto nas estações fluviométricas das regiões críticas, bem como, nas estações da programação normal. Assim, para o mês de junho de 2014 está prevista a realização das medições de vazões em 125 estações fluviométricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional das Águas. Brasil, 2001. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br>>.

Acesso em: 15 de fevereiro de 20104.

CPRM. 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.

CPRM. Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil - Relatório 2 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte. BELO HORIZONTE, junho/2014.

CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<ftp1.cptec.inpe.br/modelos/io/produtos/merge/2014>>. Acesso em: 15 de maio de 2014.