 <p>Instituto Mineiro de Gestão das Águas</p>	<p align="center">NOTA TÉCNICA DPMA/ GMHEC Nº 018/2015</p>
<p>REFERÊNCIA: Monitoramento dos reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores, integrantes do Sistema Paraopeba.</p>	
<p>ASSUNTO: Simulação do Balanço Hídrico do Sistema Paraopeba</p>	

1 – INTRODUÇÃO

Para acompanhamento do balanço hídrico elaborado para a **Nota Técnica Conjunta DPMA/GPDRH/GMHEC Nº 002/2015**, esta nota técnica apresenta a atualização e calibração da simulação de volume operacional acumulado em um prognóstico mensal feito da data atual até o mês de Novembro deste ano, considerando a captação de **100%** do volume outorgado até sua redução para 50% para os reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores.

2- DADOS DE REFERÊNCIA

Para análise comparativa, foram consideradas as reduções de vazões outorgadas impostas pela Deliberação Normativa CERH/MG n.º 49/2015, assim como as vazões consideradas para a captação correspondente a 100% da vazão outorgada.

Posteriormente, foram realizadas simulações com intervalo de 10% de redução da vazão captada até o limite de 50% da captação, para análise da disponibilidade hídrica nos reservatórios para os próximos meses.

O volume operacional utilizado como cenário inicial da simulação é o volume operacional mais recente informado pela COPASA.



3 - CENÁRIOS DE PREVISÃO DE VOLUME PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Para análise do balanço hídrico do Sistema Paraopeba, composto pelos reservatórios de Rio Manso, Vargem das Flores e Serra Azul, localizados na Região Metropolitana de Belo Horizonte, foi aplicada a lei da conservação da massa ao volume de controle. Essa análise avalia a diferença entre o volume de água que entra no reservatório e o volume de água que sai do reservatório, de acordo com a equação abaixo:

$$\Delta v = \sum I - \sum O$$

Sendo:

Δv = *variação de volume no tempo, que consideramos de um mês (m³)*

$\sum I$ = *somatório dos volumes de água que entram no sistema isolado (m³)*

$\sum O$ = *somatório dos volumes de água que saem do sistema isolado (m³)*

$$\Delta v = Va - I - E - Vc - Vd$$

Sendo:

Δv = *variação de volume no tempo, que consideramos de um mês (m³)*

Va = *Volume afluente (m³/mês)*

I = *infiltração da água no solo na represa (m³/mês)*

E = *evaporação na superfície líquida da represa (m³/mês)*

Vc = *volume captado (m³/mês)*

Vd = *Volume de defluência (m³/mês)*

Ou = *volume retirada para outros fins, tal como irrigação (m³/mês)*



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Instituto Mineiro de Gestão das Águas

a) Volumes totais que entram no sistema

Os volumes que entram no sistema são referentes ao volume gerado pela vazão afluyente no reservatório.

b) Volumes totais que saem do sistema

Os volumes de água que saem do sistema são referentes à infiltração, evaporação, captações e vazões defluentes.

Por último, a saída referente à vazão defluente dos reservatórios foi considerada como sendo o mínimo exigido pela legislação, o que corresponde a 70% da Q7,10.

c) Características principais dos Sistemas Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores

O Rio Manso é o maior dos três reservatórios que abastecem a Região Metropolitana, enquanto o sistema Vargem das Flores é o menor. A **Tabela 01** mostra as principais características físicas dos três reservatórios.

Tabela 01 - Principais características dos reservatórios de abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Reservatório	Área de Drenagem (km ²)	Capacidade Total (m ³)	Volume Operacional Total (m ³)	Volume Morto Não Utilizável (m ³)
Rio Manso	567,50	150.707.948,00	149.247.182,50	1.460.765,50
Serra Azul	223,07	88.920.000,00	87.974.328,00	945.672,00
Vargem das Flores	130,98	43.336.273,14	39.072.769,14	4.263.504,00

Entende-se por volume operacional toda a parcela de volume que pode ser captada e utilizada para abastecimento, incluindo o volume útil e volume morto estratégico.



4 – AÇÕES DE FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL - PLANO DE ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA¹

Diante do cenário de escassez hídrica que atinge o Estado de Minas Gerais, foram planejadas ações de fiscalização de modo a verificar o cumprimento da Deliberação Normativa do CERH n.º 49/2015, coibir os usos irregulares, bem como orientar quanto ao uso racional dos recursos hídricos.

As ações especiais de fiscalização voltadas para a crise hídrica tiveram seu início já em 2014 com continuidade 2015. Diversas ações estão sendo realizadas, considerando, entre outras coisas, a necessidades de ações específicas e sistemáticas.

Especificamente considerando a publicação das Portarias Igam n.º 13, 14 e 15/2015, que decretaram escassez hídrica no sistema Paraopeba, foram realizadas operações de fiscalização nos sistemas, conforme descrito abaixo:

Sistema Rio Manso

- Início em 02 março de 2015;
- Levantamento dos alvos por imagens de satélites;
- 39 intervenções fiscalizadas;
- 23 usuários irregulares (59%);
- Infrações deparadas: falta de documento autorizativo, documento autorizativo não condizente e autorizações vencidas.

Sistema Serra Azul

- Início em 02 março de 2015;
- Levantamento dos alvos por imagens de satélites e imagens aéreas (Drones);
- 50 intervenções fiscalizadas;

¹Fonte: Subsecretaria de Controle e Fiscalização Ambiental Integrada da Semad.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Instituto Mineiro de Gestão das Águas

- 34 usuários irregulares (68%);
- Infrações deparadas: falta de documento autorizativo, documento autorizativo não condizente e autorizações vencidas.

5 - ANÁLISES E RESULTADOS

As simulações de operação dos sistemas Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores foram realizadas considerando um balanço mensal cujo resultado tem como referência o volume operacional de cada reservatório. Assim, todo valor positivo gerado corresponde ao volume operacional armazenado ao final de cada mês enquanto que os valores iguais a zero indicam que o volume operacional do reservatório já se esgotou.

Adotando um cenário de previsão de precipitação acumulada igual a zero até Novembro, as vazões foram previstas pela modelagem da recessão do escoamento na bacia. Diante da não disponibilidade de uma série histórica de vazões afluentes aos reservatórios, tomou-se por base a série da bacia incremental Ponte Nova do Paraopeba - Alberto Flores, cuja área corresponde às bacias de contribuição dos rios Manso e Betim. A desagregação dessa série pela relação de áreas de drenagem e a modelagem da recessão dos anos críticos possibilitou a previsão das vazões.

Sistema Rio Manso

Considerando as captações apresentadas até a data de 26/07/2015 com as reduções impostas pela DN CERH/MG n.º 49/2015, observa-se que o Sistema Rio Manso chegará ao final de novembro com 11% de seu volume operacional (**Figura 01**).

A **Tabela 02** traz os valores previstos para o Sistema Rio Manso nos meses de agosto a novembro.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

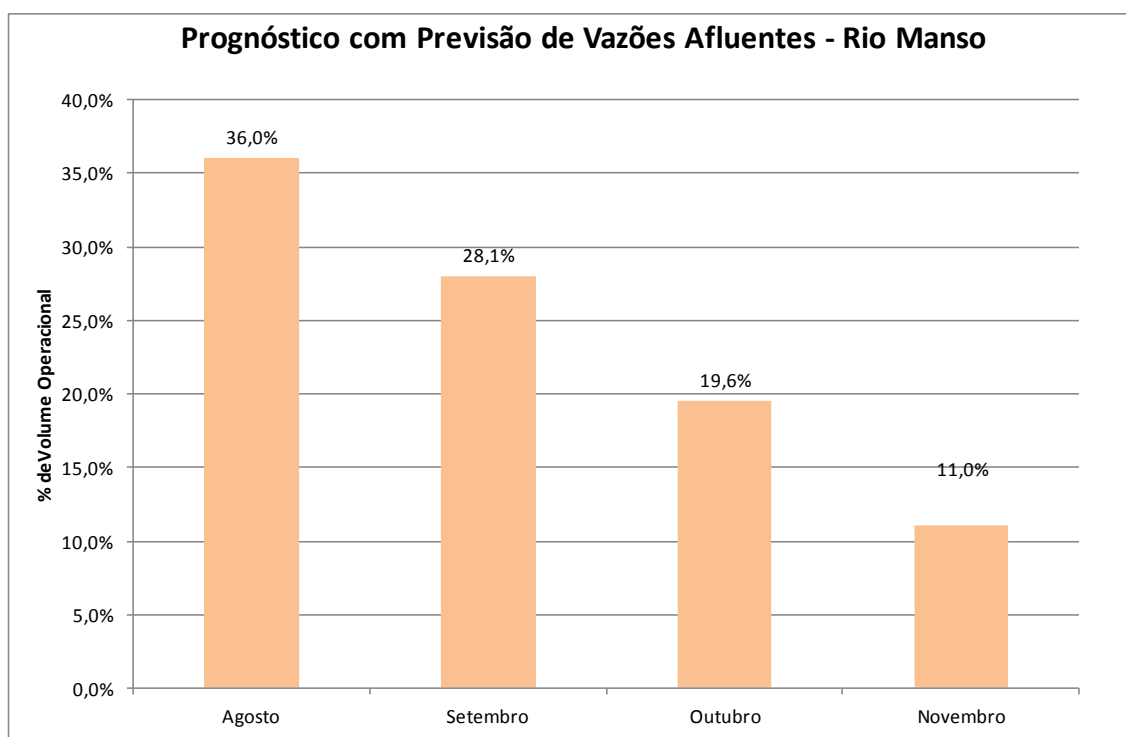
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Tabela 02 - Volumes previstos para o Sistema Rio Manso de agosto a novembro.

Mês	% de Volume Operacional	Volume Operacional (m ³)
Ago	36,0%	53.746.202,55
Set	28,1%	41.873.285,00
Out	19,6%	29.205.012,14
Nov	11,0%	16.453.579,39

Figura 01 - Prognóstico de agosto a novembro com Previsão de Vazão afluyente – Rio Manso



Considerando as outorgas para a região do Rio Manso e adotando a captação de 100% e simulações com intervalo de 10% de redução da vazão captada até o limite de 50% da captação, observa-se que esta redução apresenta um horizonte maior da disponibilidade de água no reservatório. Verifica-se que, captando 100% da vazão outorgada, o volume operacional previsto para o final de setembro é de 13,1%, e o sistema entraria em colapso no início de outubro. Com redução de 50% o reservatório chega a novembro com 10,6% de seu volume operacional. (**Figura 02**).



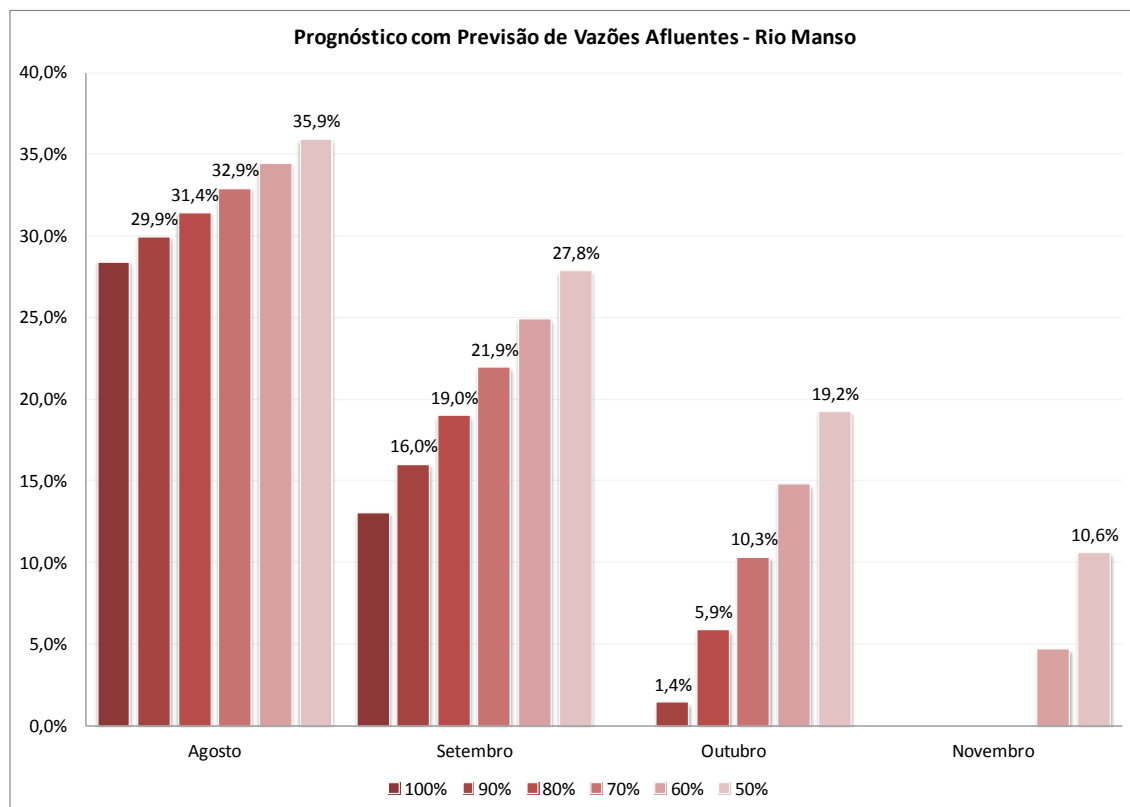
GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Figura 02 - Prognóstico de agosto a novembro com Previsão de Vazão afluente – Rio Manso adotando a captação de 100% do volume outorgado.



Sistema Serra Azul

Considerando as captações apresentadas até a data de 26/07/2015 com as reduções impostas pela DN CERH/MG n.º 49/2015, o Sistema Serra Azul chega ao mês de novembro com 3,5% de volume operacional, como mostra a **Figura 03**.

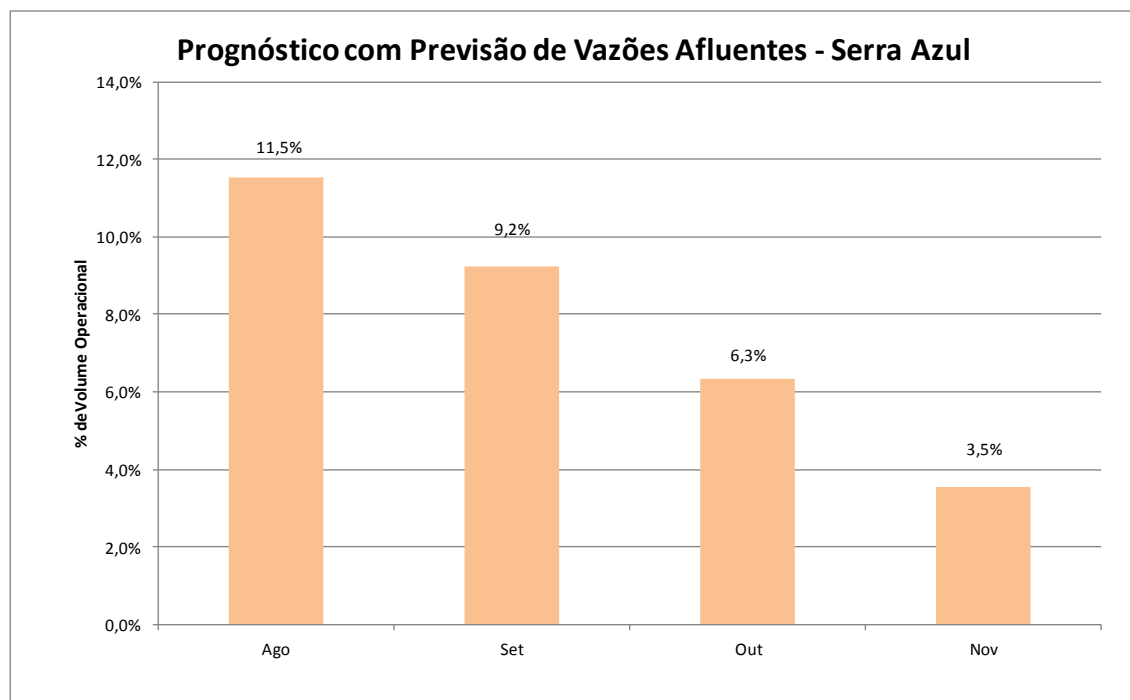
A **Tabela 03** demonstra os valores previstos para o Sistema Serra Azul nos meses de agosto a novembro.

Tabela 03 - Volumes previstos para o Sistema Serra Azul de agosto a novembro.

Mês	% de Volume Operacional	Volume Operacional (m³)
Ago	11,5%	10.140.844,46
Set	9,2%	8.131.330,41
Out	6,3%	5.571.649,19
Nov	3,5%	3.122.877,54



Figura 03 - Prognóstico de agosto a novembro com Previsão de Vazão afluyente – Serra Azul



Considerando as outorgas para a região do Serra Azul e adotando a captação de 100% e simulações com intervalo de 10% de redução da vazão captada até o limite de 50% da captação, observa-se que com a redução de 40% e 50% de captação de todo volume outorgado, o sistema entra em colapso em setembro, o que, conseqüentemente, compromete o abastecimento público. Captando 100% das vazão outorgado, o reservatório chega ao final de agosto com 3,9% do volume operacional e se esgota já no início de setembro. (Figura 04).



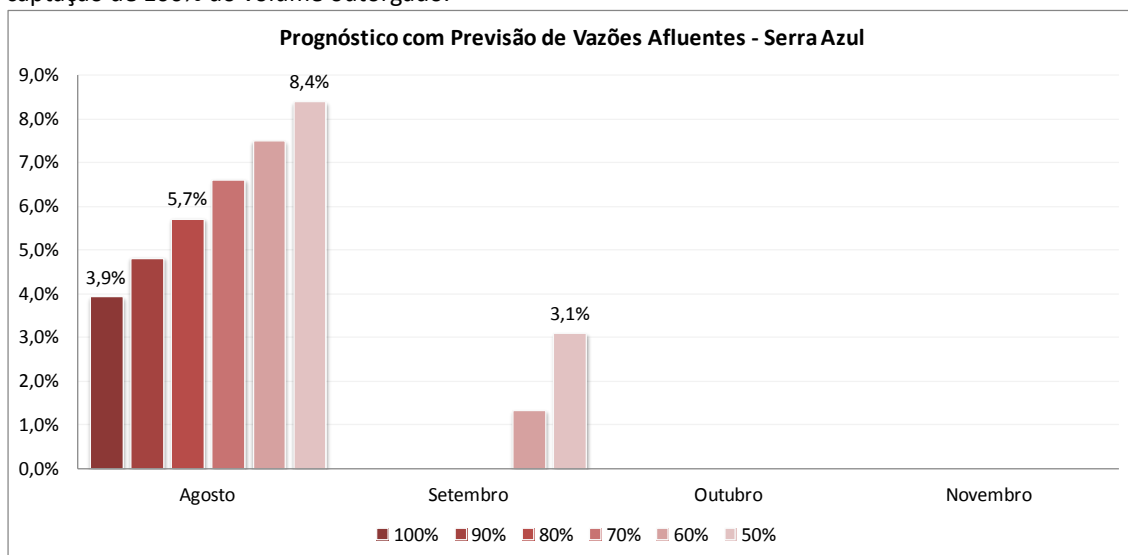
GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Figura 04 - Prognóstico de agosto a novembro com Previsão de Vazão afluyente – Serra Azul adotando a captação de 100% do volume outorgado.



Sistema Vargem das Flores

Considerando as captações apresentadas até a data de 26/07/2015 com as reduções impostas pela DN CERH/MG n.º 49/2015, as previsões de volume até o mês de novembro de 2015 mostram que o Sistema Vargem das Flores atinge 11,4% de seu volume operacional em novembro (**Figura 03**)

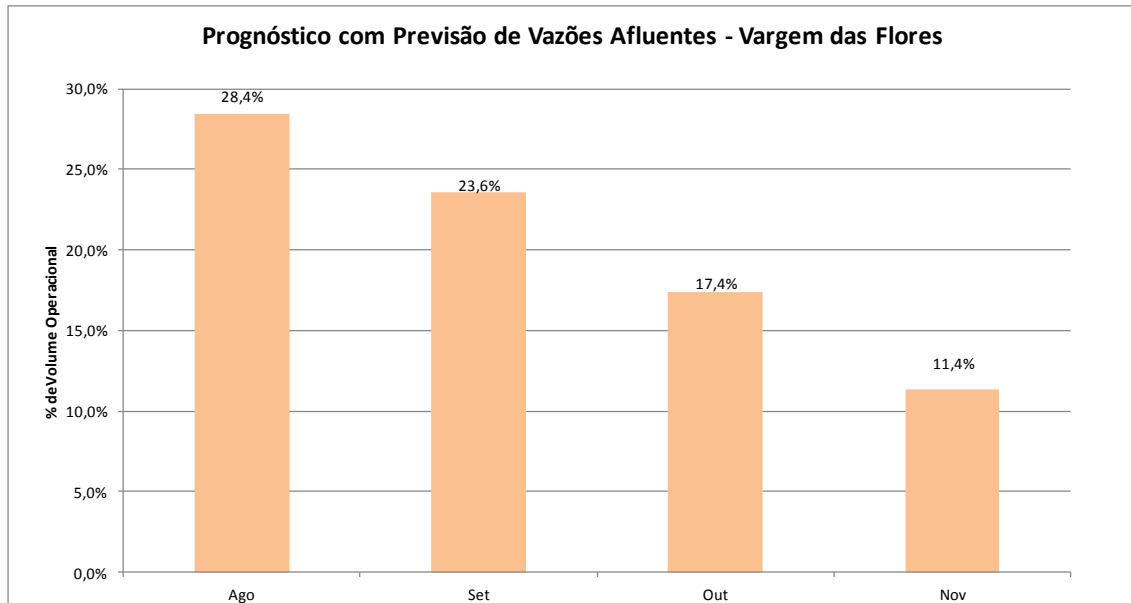
A **Tabela 04** traz os valores previstos para o Sistema Vargem das Flores nos meses de agosto a novembro.

Tabela 04 - Volumes previstos para o Sistema Vargem das Flores de agosto a novembro.

Mês	% de Volume Operacional	Volume Operacional (m ³)
Ago	28,4%	11.111.417,45
Set	23,6%	9.212.286,35
Out	17,4%	6.781.309,44
Nov	11,4%	4.442.920,73



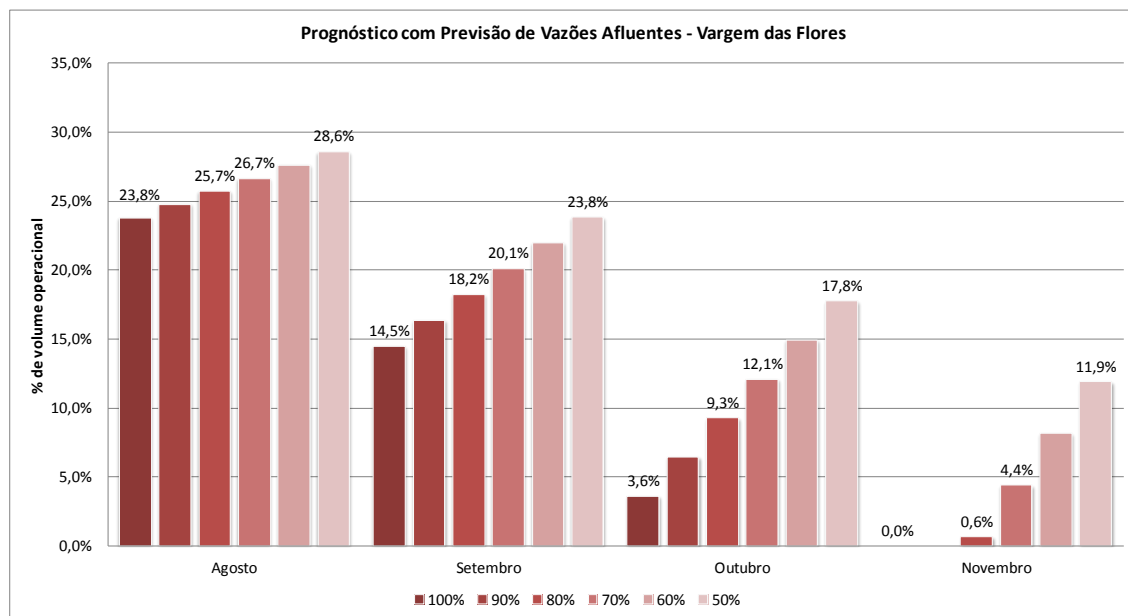
Figura 03 - Prognóstico de agosto a novembro com Previsão de Vazão afluyente – Vargem das Flores



Considerando as outorgas para a região de Vargem das Flores e adotando a captação de 100% e simulações com intervalo de 10% de redução da vazão captada até o limite de 50% da captação, observa-se que, com esta redução, apresenta-se um horizonte maior da disponibilidade de água no reservatório. Sem a redução de captação o reservatório entraria em colapso em novembro, com 0,6% de volume operacional, o que comprometeria o abastecimento. Com a redução de 50% de captação o reservatório chega a novembro com 11,9%. **(Figura 06)**



Figura 06 - Prognóstico de agosto a novembro com Previsão de Vazão afluyente – Vargem das Flores adotando a captação de 100% do volume outorgado.



6. CONCLUSÃO

Diante do exposto, a atual redução da vazão captada imposta pela Deliberação Normativa CERH/MG n.º 49/2015 apresenta uma significativa melhora no comportamento hidrológico dos reservatórios do Sistema Paraopeba, porém os Reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores chegam a novembro com níveis muito baixos, formando um cenário ainda inseguro. Caso esta redução não tenha continuidade, eles se esgotariam nos meses de outubro, setembro e novembro, respectivamente, conforme apresentado na tabela 05.

A **Tabela 05** apresenta resumidamente as informações fundamentais concluídas a partir da atualização do balanço com as reduções impostas pela DN CERH/MG n.º 49/2015.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Tabela 05 – Resumo conclusivo da atualização do balanço hídrico sem redução da captação.

Referência	SRM	SSA	SVF
Mês de Esgotamento	Outubro	Setembro	Novembro
Risco de Desabastecimento	Sim	Sim	Sim

Em razão dos cenários apresentados e tendo em vista os objetivos da declaração de situação crítica de escassez hídrica nas bacias hidrográficas, que visam prevenir ou minimizar os efeitos de secas, prevenir ou minorar grave degradação ambiental, atender aos usos prioritários e minimizar os impactos sobre os múltiplos usos, recomenda-se a manutenção da restrição de uso de recursos hídricos pelo período de mais 60 (sessenta) dias.

Belo Horizonte, 03 de agosto de 2015.

Original Assinada

Anita A. Veiga Gontijo Garcia

Engenheira Civil

Original Assinada

Patrícia Lopes Carvalho

Engenheira Civil

Original Assinada

Jeane Dantas de Carvalho

Gerente de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos

Aprovo a presente Nota Técnica DPMA/ GMHEC Nº 018/2015.

Original Assinada

Márley Caetano de Mendonça

Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas.

Original Assinada

Maria de Fátima Chagas Dias Coelho

Diretora-Geral