

I-075 - PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NA INFRAESTRUTURA DE SISTEMAS PRODUTORES DE ÁGUA UTILIZANDO SIMULAÇÕES HÍDRÁULICAS EM TEMPO ESTENDIDO

Cristiano Gonçalves Nascimento Gouveia⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Católica de Brasília – UCB. Especialista em Modelagem de Sistemas Complexos pela Universidade de Brasília – UnB. Aluno do MBA em Gerenciamento de Projetos da Fundação Getúlio Vargas – FGV. Aluno do Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília – UnB. Analista de Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb.

Stefan Igreja Mühlhofer⁽²⁾

Físico pela Universidade de Brasília – UnB. Engenheiro Civil pelo Instituto de Ensino Superior Planalto – IESPLAN. Especialista em Geoprocessamento pela Universidade de Brasília – UnB. Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Católica de Brasília – UCB. Analista de Sistemas de Saneamento e Gerente de Concepção de Projetos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb.

Endereço⁽¹⁾: Av. Sibiruna, Lotes 13/21, Centro de Gestão Águas Emendadas, Edifício São Francisco 1º Andar, EPR – Águas Claras - Brasília - DF - CEP: 71928-720 - Brasil - Tel: +55 (61) 3213-7551 - Fax: +55 (61) 3213-7185 - e-mail: **CristianoGouveia@caesb.df.gov.br**.

RESUMO

Usualmente, avaliações de adequação da infraestrutura de sistemas produtores de água são desenvolvidas utilizando-se vazões máximas diárias e horárias em análises estáticas, sem levar em consideração as implicações práticas da dinâmica operacional quando o sistema entra em funcionamento. Nesse sentido, o presente trabalho pretende apresentar um estudo de caso onde um sistema produtor de água existente foi avaliado com vistas à expansão de sua capacidade de adução levando-se em consideração a dinâmica operacional do sistema.

O objetivo do trabalho é utilizar simulação hidráulica em tempo estendido para estudar diferentes configurações de cenários de forma a viabilizar o atendimento à novas demandas não previstas no sistema, considerando regras operacionais, manutenção de níveis mínimos de água nos reservatórios e variação da curva de consumo d'água pelos consumidores ao longo do dia. Para isso, utilizou-se o programa Epanet 2.0, desenvolvido pela *United States Environmental Protection Agency* (EPA).

É objeto do estudo o impacto no Sistema de Abastecimento de Água Descoberto provocado pela previsão de acréscimo de demanda d'água dos empreendimentos Riacho Fundo II 3ª Etapa, 4ª Etapa e 5ª Etapa - Faixa marginal do Metrô e expansão do Aeroporto Internacional de Brasília - Presidente Juscelino Kubitschek, estimada em 334,66L/s para o dia de maior consumo.

Considerando que o referido sistema possui limitações em termos de infraestrutura para o atendimento aos empreendimentos elencados, este estudo apresenta uma alternativa de reforço no sistema para viabilizar o atendimento às demandas previstas de forma provisória, até que o novo Sistema Produtor de Água Corumbá entre em operação. Tais análises foram desenvolvidas com base em simulações de parte do Sistema Descoberto de forma detalhada e em tempo estendido, abordando questões dinâmicas de reservação, bombeamento, consumo d'água e condições operacionais. São objetos do estudo as unidades operacionais a partir do Reservatório Apoiado de Taguatinga Sul (RAP.TAG.001), contando com a avaliação de outros oito reservatórios apoiados do sistema e suas respectivas adutoras integrantes do sistema produtor.

O trabalho constatou que estudos de ampliação da capacidade de atendimento de sistema produtores de água pode incluir análises hidráulicas em tempo estendido com a utilização de simuladores, permitindo a inclusão da dinâmica operacional em projetos de expansão e adequação de sistemas.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação de sistemas, demandas previstas, proposição de melhorias.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta um estudo de caso no Distrito Federal onde um modelo hidráulico calibrado para o sistema de abastecimento de água foi utilizado para avaliar diferentes configurações de reforço para o sistema de forma a viabilizar o atendimento a novas demandas.

O sistema avaliado trata de uma parte do sistema denominado Descoberto. A parte estudada contempla nove centros de reservação apoiados com capacidade total de reservação de 105.650m³, população atendida de aproximadamente 667.000 habitantes e vazão média de aproximadamente 1.500,00 L/s.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a avaliação de possíveis alterações na infraestrutura do sistema produtor de água estudado utilizou-se um modelo hidráulico do sistema construído e calibrado para o Epanet 2.0. Os passos que envolveram o desenvolvimento do estudo foram: definição de novas demandas para o sistema; definição de premissas a serem adotadas; estudo de cenários; e, escolha de alternativa para melhoria na capacidade de adução do sistema.

DEFINIÇÃO DE DEMANDAS

A demanda d'água existente considerada nos pontos de consumo do modelo foi definida utilizando-se vazões macromedidas médias nesse sistema no período de junho/2011 a maio/2012. Esse valor foi acrescido do coeficiente K1 (1,2) para o dia de maior consumo. Os valores considerados são apresentados na Tabela 01 a seguir.

Tabela 01. Resumo das demandas implantadas no sistema.

Cidade	Reservatório	Macromedidor ou Estação Pitométrica	Vazão média (l/s)	Vazão máxima diária (l/s)
Samambaia	RAP.SAM.001 RAP.SAM.002 REL.SAM.001	X43.TG	510,98	613,18
Recanto das Emas	RAP.RCE.001	VZ1.R10	211,85	254,22
	REL.RCE.001	VZ1.R20	43,36	52,03
	REL.RCE.001	VZ1.R30	31,87	38,24
Santa Maria	RAP.SMA.001	VZ1.Y10	204,13	244,95
	RAP.SMA.001	EP 203.ST	40,54	48,65
Sítio do Gama	REL.STG.001	VZ1.Y30	20,06	24,07
Park Way	RAP.PKW.001	VZ1.W10	44,72	53,66
Gama	RAP.GAM.001	VZ1.G11	123,49	148,19
	RAP.GAM.002	VZ1.G10	230,37	276,44
Total	-	-	1.461,37	1.753,63

Em relação à demanda prevista para os empreendimentos, utilizou-se a seguinte base de dados:

- Riacho Fundo II 3ª Etapa: Demanda prevista no Projeto Básico da Rede de Distribuição de Água Potável;
- Riacho Fundo II 4ª Etapa: Demanda prevista no Projeto Básico da Rede de Distribuição de Água Potável;
- Riacho Fundo II 5ª Etapa - Faixa marginal do Metrô: Demanda definida no Estudo de Concepção do Sistema de Abastecimento de Água – 5ª Etapa, Riacho Fundo II/DF, realizado pela empresa Csaneo Engenharia e Consultoria Ambiental, contratada pelo empreendedor do setor, José Celso Gontijo Engenharia S/A; e,

- Aeroporto Internacional de Brasília - Presidente Juscelino Kubitschek: Demanda prevista para a expansão do aeroporto, de acordo com o Relatório Técnico EPRC 12-019 – Concepção para o reforço no sistema de abastecimento de água do Aeroporto, Vargem Bonita e Park Way (Setores 1 e 2).

As vazões utilizadas na demanda prevista para os empreendimentos listados são apresentadas na Tabela 02 abaixo.

Tabela 02. Resumo das demandas previstas para os novos empreendimentos.

Empreendimento	Ponto de Interligação	Vazão máxima diária (l/s)	População residente estimada	População flutuante estimada	População total estimada	
Riacho Fundo 3ª Etapa	II	REQ.GAM.001	120,75	43.745	-	43.745
Riacho Fundo 4ª Etapa	II	RAP.RCE.001	85,00	26.353	15.053	41.406
Riacho Fundo 5ª Etapa	II	RAP.RCE.001 (ZP 3)	16,10	23.043	-	23.043
		RAP.RCE.001 (ZP 4)	8,62			
		REQ.GAM.001 (ZP 1)	20,17			
		REQ.GAM.001 (ZP 2)	15,12			
Aeroporto internacional Brasília	de	RAP.PKW.001	68,90	-	56.034	56.034
Total		-	334,66	93.141	71.087	164.228

Após a implementação das novas demandas, a previsão de demanda máxima diária para a parte do Sistema Descoberto em estudo é de 2.088,29 L/s (soma das máximas diárias existente e prevista).

PREMISSAS DOS CENÁRIOS ANALISADOS

Em um primeiro nível, os cenários foram divididos em três grupos. Tais grupos definem configurações básicas das elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002, principais fornecedoras de água à parte do Sistema Descoberto em estudo. Portanto, representam um ponto-chave para a viabilidade de atendimento às novas demandas. A seguir os conceitos adotados para cada um dos três grupos.

Grupo A: A configuração física das elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002 é a mesma existente atualmente, mantendo-se a interligação da linha de recalque dessas elevatórias pela válvula SG-08 e o controle do grau de abertura da SG-10. Nesse grupo, a EAT.TAG.001 opera com dois conjuntos motor-bomba (CMB) durante 24h por dia. Também é considerada uma alteração no contrato de fornecimento de energia elétrica com a Companhia Energética de Brasília (CEB) que permita a operação com dois CMB na EAT.TAG.002 durante o horário de ponta;

Grupo B: A disposição física das elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002 é alterada por meio de uma permuta entre os CMB de cada elevatória de água tratada (EAT). É considerado

o isolamento das linhas de recalque, além de operação da EAT.TAG.002 com dois CMB em trabalho 24h por dia e EAT.TAG.001 com um CMB operando 21h por dia fora do horário de ponta e outro CMB operando em alguns momentos do dia. Para a implementação desse cenário, seriam necessários estudos específicos quanto à parte elétrica das elevatórias e alterações nos contratos de fornecimento de energia elétrica com a CEB; e,

Grupo C: Idêntico ao grupo B, exceto pela operação com três CMB na EAT.TAG.002 durante 24h por dia.

As análises dos grupos B e C foram motivadas tendo em vista a possibilidade de otimizar a operação do sistema, da seguinte forma:

- Eliminando a interligação entre as elevatórias;
- Reduzindo a complexidade operacional;
- Minimizando a perda de carga do sistema com o estrangulamento da válvula SG-10, direcionando a elevatória de maior potência instalada (EAT.TAG.002) para a área de maior consumo (RAP.RCE.001, RAP.PKW.001, REQ.GAM.001, RAP.SMA.001, RAP.GAM.001 e RAP.GAM.002); e,
- Isolando a elevatória de menor potência (EAT.TAG.001) para a região de menor consumo (RAP.SAM.001 e RAP.SAM.002).

A Figura 01 apresenta o esquema hidráulico da saída do RAP.TAG.001 no simulador EPANET.

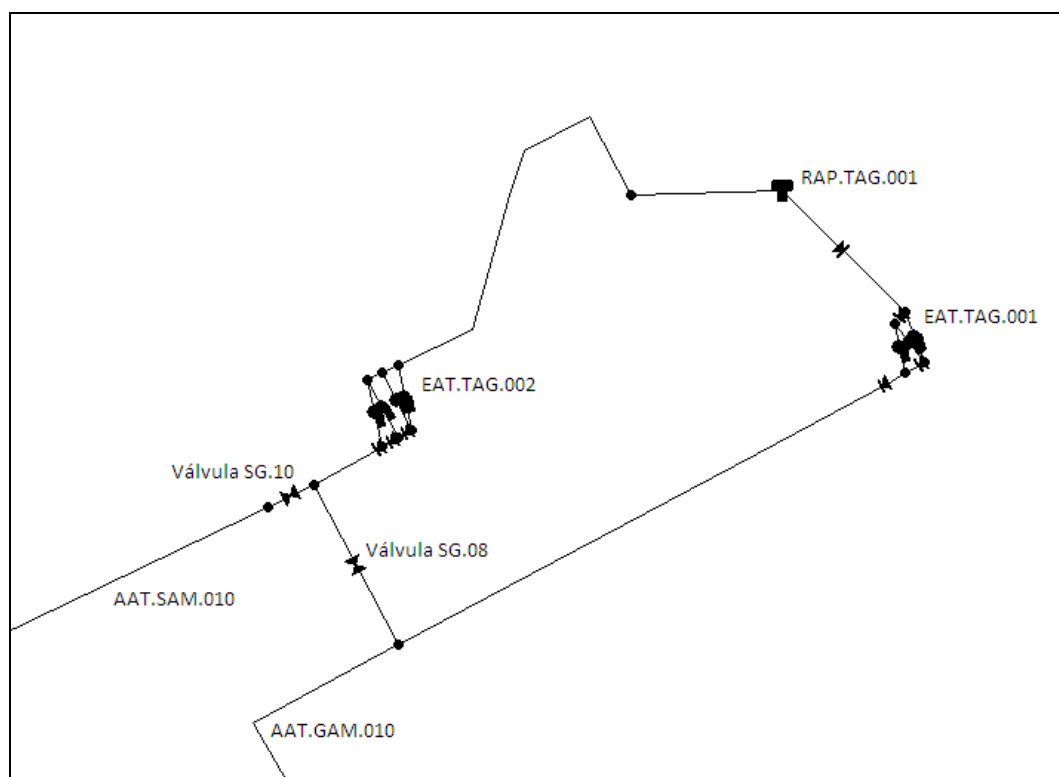


Figura 01. Esquema hidráulico atual do RAP.TAG.001, EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002, Válvulas SG.08 e SG.10, e início das adutoras AAT.SAM.010 e AAT.GAM.010 no EPANET.

O segundo nível de caracterização dos cenários aborda intervenções na infraestrutura do sistema quanto ao que tange o aumento da capacidade de reservação do REQ.GAM.001 e implementação de novos trechos de adutora entre a derivação de entrada do RAP.RCE.001 e entrada do REQ.GAM.001. O trecho da adutora entre os pontos citados é a AAT.GAM.010 e, nesse percurso, possui dois diâmetros: um trecho de diâmetro igual a 1.000mm e extensão de 5.249m; o segundo, na chegada ao REQ.GAM.001, possui diâmetro igual a 900mm e 1.687m de extensão. Esse trecho da adutora foi escolhido para receber as proposições de reforço devido à constatação, em uma análise preliminar do funcionamento do sistema, de que a entrada do RAP.RCE.001

possui forte influência na vazão dessa adutora. Quando a válvula SG-10 possui seu grau de abertura reduzido, a vazão que anteriormente entrava no reservatório RAP.RCE.001 não é totalmente transferida ao REQ.GAM.001, devido a perda de carga no trecho de ligação entre os reservatórios. Dessa forma, buscou-se verificar se o reforço do trecho citado pode disponibilizar no REQ.GAM.001 um acréscimo de vazão.

A Tabela 03 sintetiza o arranjo das configurações por cenário analisado.

Tabela 03. Configuração dos Cenários analisados.

Cenário	Ampliação do REQ.GAM.001	Reforço 01 (ø mm)	Reforço 02 (ø mm)
01	Não	-	-
02	Sim	-	-
03-A	Não	-	500
03-B	Não	-	600
03-C	Não	-	700
04-A	Sim	-	500
04-B	Sim	-	600
04-C	Sim	-	700
05-A	Não	500	-
05-B	Não	600	-
05-C	Não	700	-
06-A	Sim	500	-
06-B	Sim	600	-
06-C	Sim	700	-
07-A	Não	400	400
07-B	Não	500	500
07-C	Não	600	600
08-A	Sim	400	400
08-B	Sim	500	500
08-C	Sim	600	600

O reforço 01 refere-se à implantação de uma nova adutora no trecho de 5.249m de extensão e 1.000mm de diâmetro, o reforço 02, por sua vez, ao trecho de 1.687m de extensão e diâmetro de 900mm, ambos da adutora AAT.GAM.010. A localização desses reforços no sistema é apresentada na Figura 02.

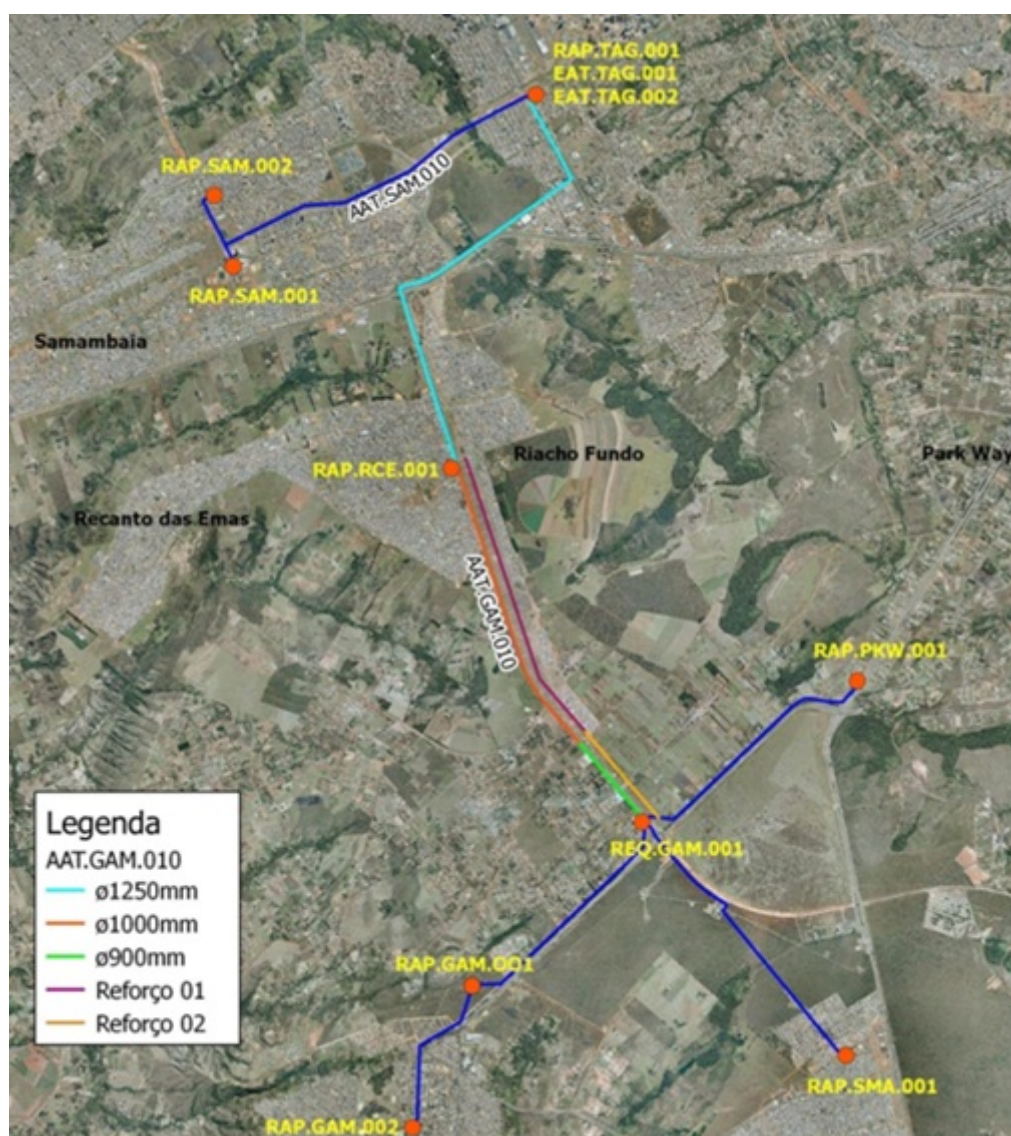


Figura 02. Localização dos reforços 01 e 02.

Sobre a ampliação do REQ.GAM.001, é considerada uma nova câmara de 2.250m³, tal como a existente. Optou-se por adotar a duplicação do reservatório de acordo com o atualmente previsto.

É uma premissa adotada nesse estudo a operação da Captação Ponte de Terra 2 (CAP.PTR.002) no período entre 7:00 e 19:00, fornecendo 45l/s ao reservatório RAP.GAM.002.

Outra consideração a ser ressaltada nas premissas dos cenários analisados é a implementação do reforço de diâmetro 400mm à adutora AAT.PKW.010 entre os reservatórios REQ.GAM.001 e RAP.PKW.001, de acordo com o previsto no Relatório Técnico EPRC 12-019, de forma a viabilizar o atendimento às demandas previstas no estudo citado.

ANÁLISE DOS CENÁRIOS

Para que seja possível realizar uma análise de sensibilidade quanto aos cenários estudados, definiu-se um pacote de configurações que permaneceu igual em todas as simulações. Isso fez-se necessário para viabilizar a comparação entre as diferentes configurações propostas. Dessa forma, buscou-se operar o sistema de forma a evitar falta d'água nos reservatórios RAP.SAM.001, RAP.SAM.002, RAP.RCE.001, RAP.PKW.001, RAP.STG.001, RAP.SMA.001, RAP.GAM.001 e RAP.GAM.002, concentrando esforços em resolver o déficit hídrico gerado no REQ.GAM.001 em virtude das demandas dos novos empreendimentos. A simulação do dia

de maior consumo para os níveis dos reservatórios citados não considera nenhuma intervenção operacional ou de configuração do sistema além do exposto anteriormente na Tabela 03. Os Gráficos de 01 a 09 correspondem ao estado inicial de todos os cenários do tipo A, sem alterações na infraestrutura do sistema ou regras de operação.

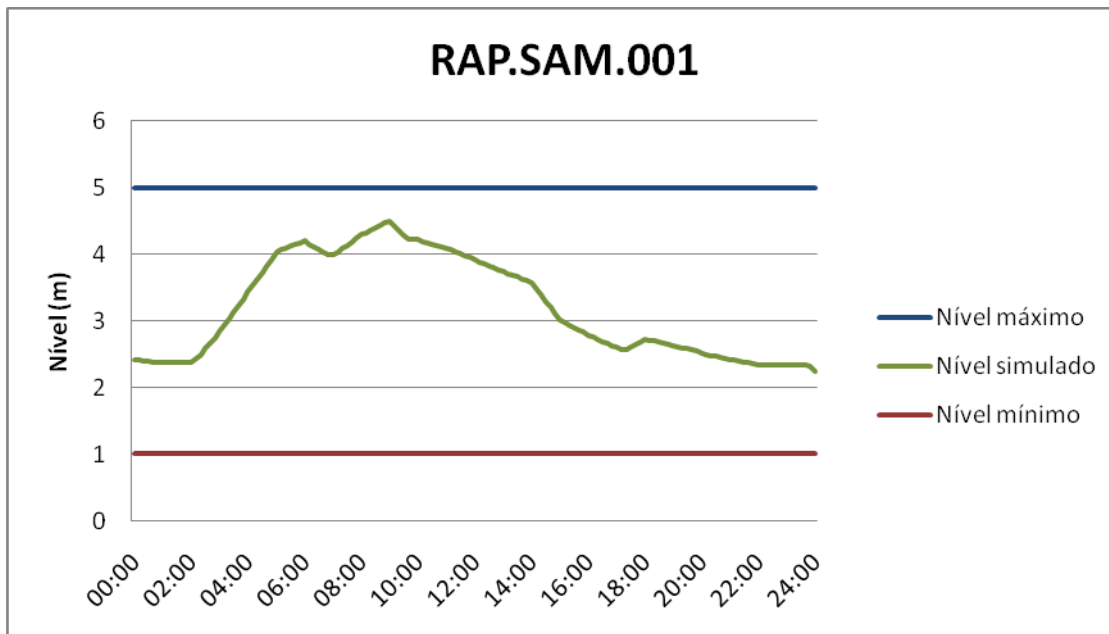


Gráfico 01. Comportamento do RAP.SAM.001.

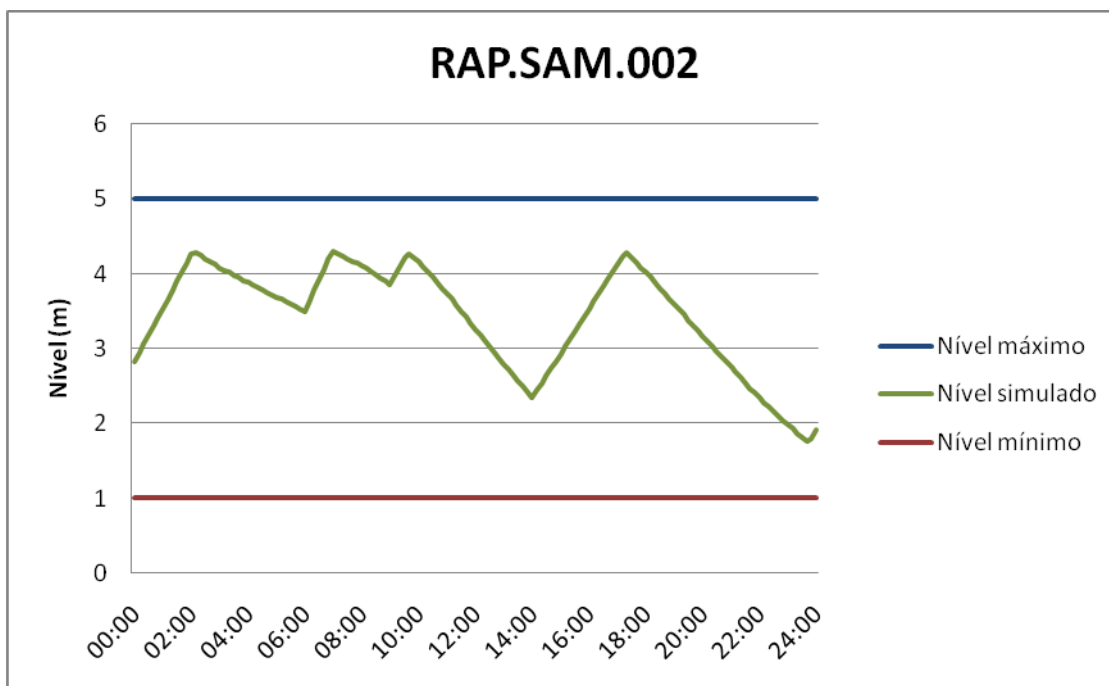


Gráfico 02. Comportamento do RAP.SAM.002.

Observa-se do Gráfico 2 que o RAP.SAM.002 terminou o dia com nível inferior ao inicial. Como esse reservatório possui boa capacidade de recuperação de nível, o nível pode ser normalizado rapidamente nas próximas horas seguintes ao término da simulação do dia de maior consumo.

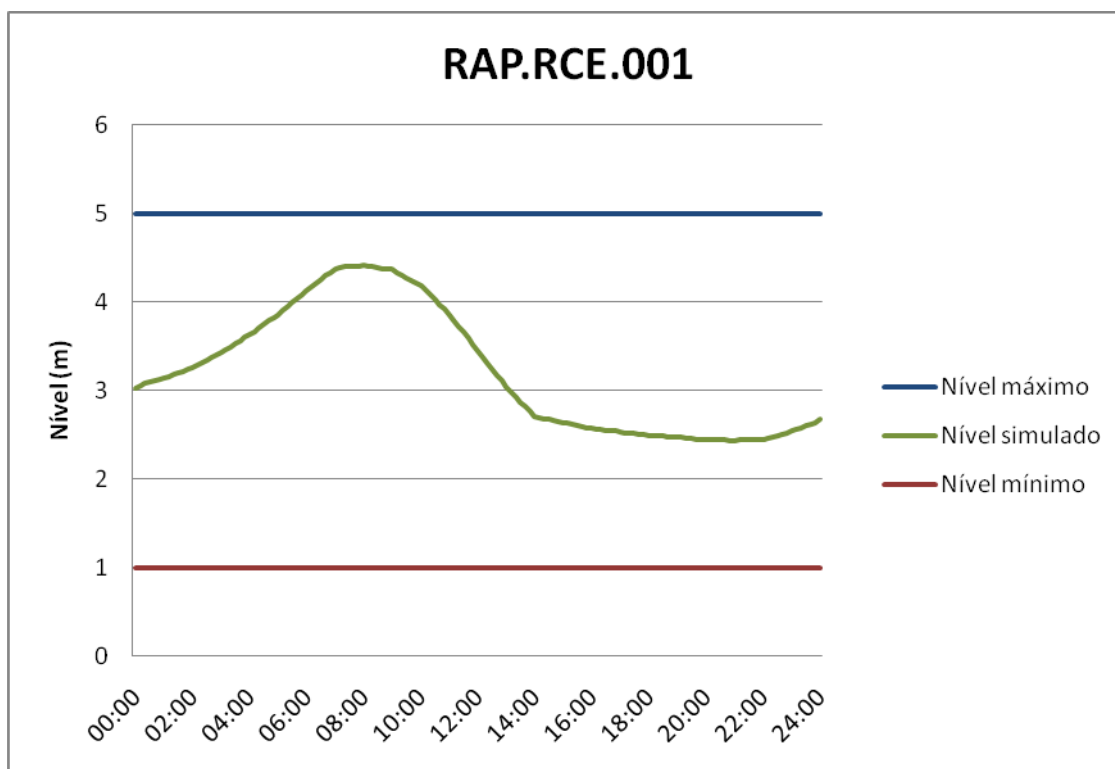


Gráfico 03. Comportamento do RAP.RCE.001.

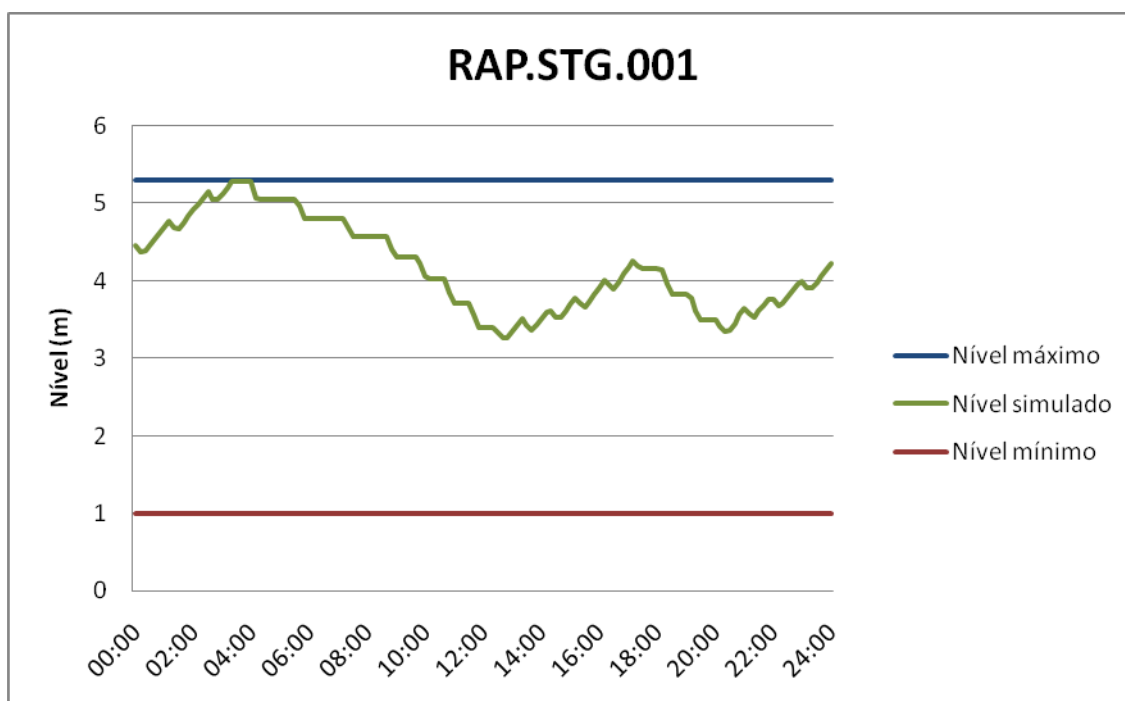


Gráfico 04. Comportamento do RAP.STG.001.

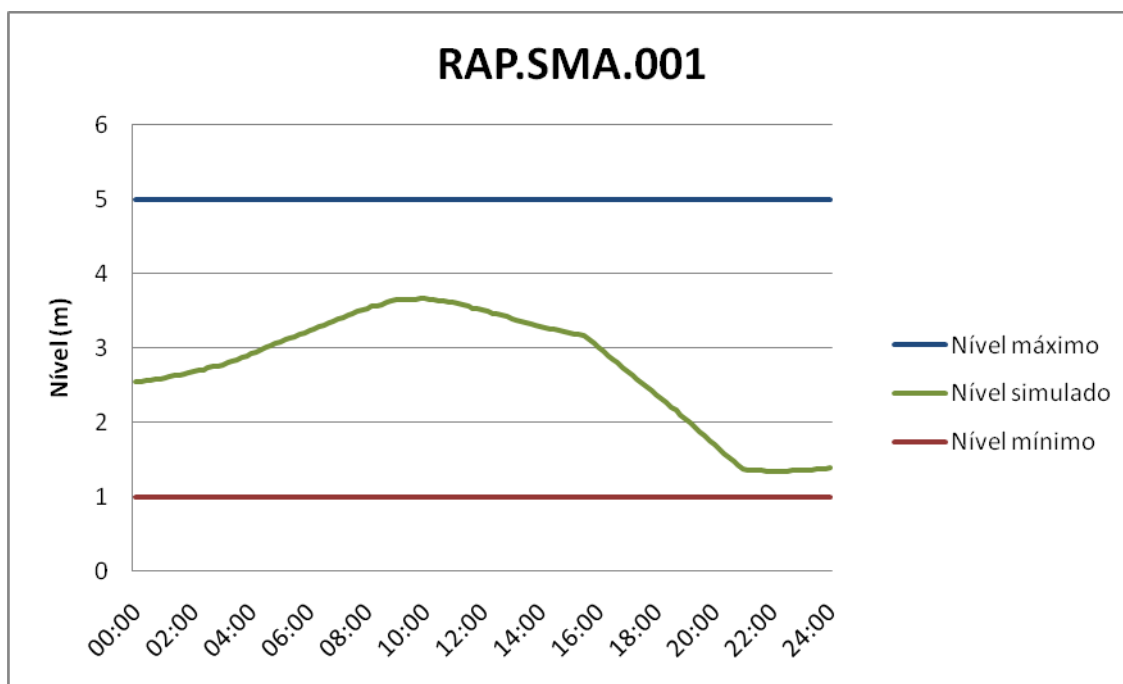


Gráfico 05. Comportamento do RAP.SMA.001.

Os reservatórios RAP.RCE.001 e RAP.SMA.001 (Gráficos 3 e 5, respectivamente) não provocam falta d'água em sua área de atendimento; entretanto, o balanço hídrico da reservação é negativo, tendo seus níveis inferiores ao iniciado na simulação. Espera-se que, considerando o dia de maior consumo anual ultrapassado, e considerando que o consumo no dia seguinte é inferior ao da simulação, seus níveis poderão ser restaurados.

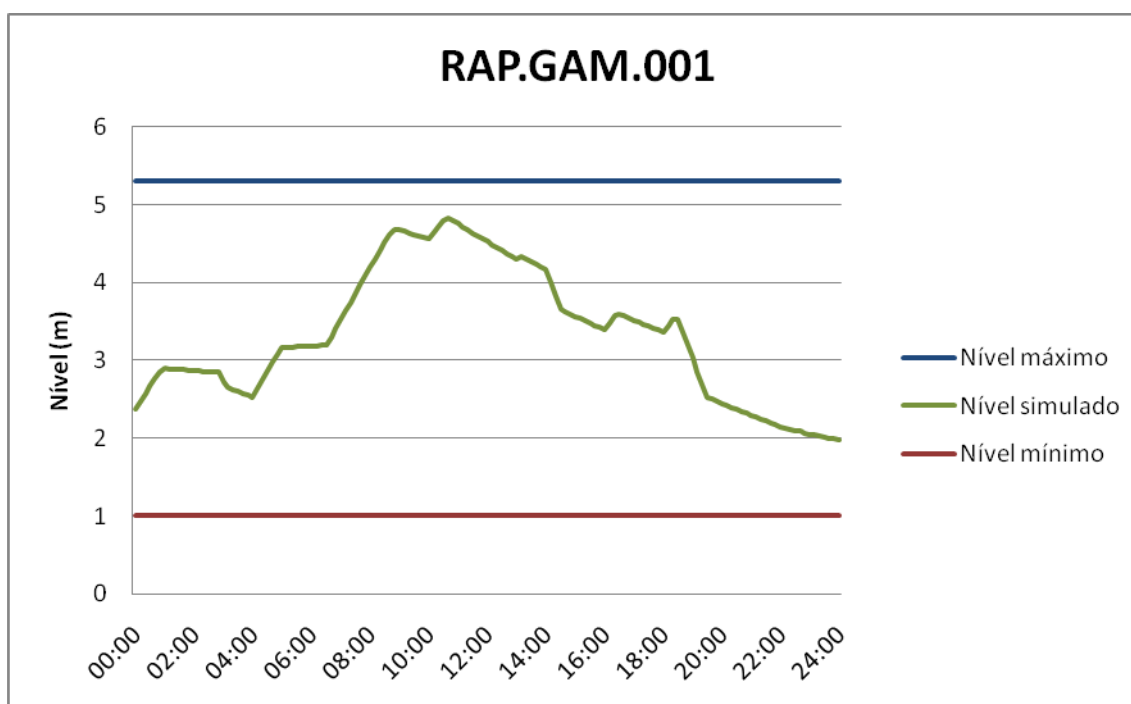


Gráfico 06. Comportamento do RAP.GAM.001.

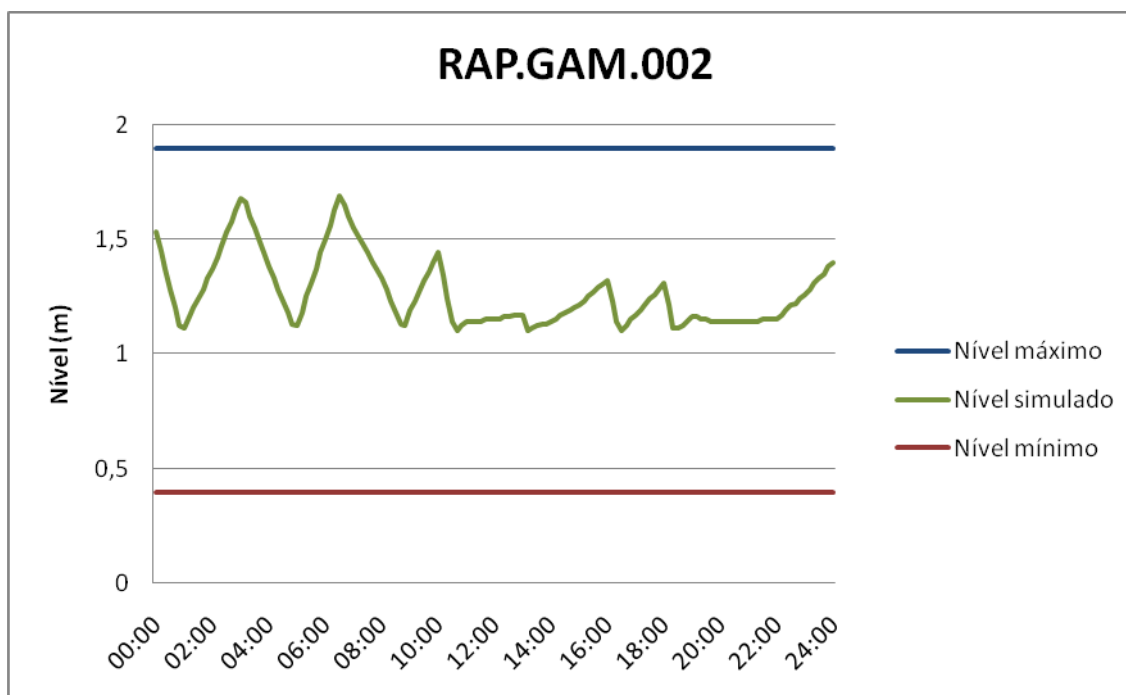


Gráfico 07. Comportamento do RAP.GAM.002.

Para os reservatórios RAP.SAM.001, RAP.STG.001, RAP.GAM.001 e RAP.GAM.002 (Gráficos 1, 4, 6 e 7, respectivamente), observa-se que o nível d'água no fim do dia de maior consumo é próximo ao nível inicial, ou seja, são reservatórios em que foi possível manter o balanço hídrico do reservatório. Isso sugere uma operação normal para esses reservatórios no dia seguinte.

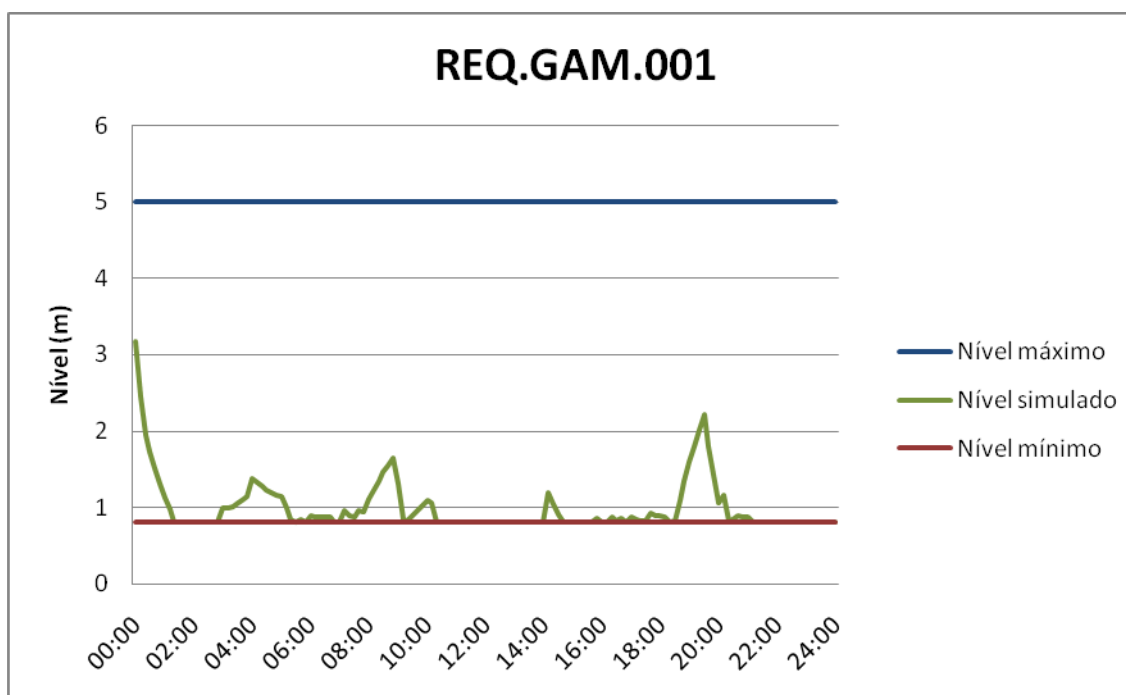


Gráfico 08. Comportamento do REQ.GAM.001.

Em relação ao REQ.GAM.001 (Gráfico 08), seu comportamento de extremo déficit d'água foi esperado, visto que, conforme aludido no início desse item, concentrou-se a repercussão das novas demandas nesse reservatório.

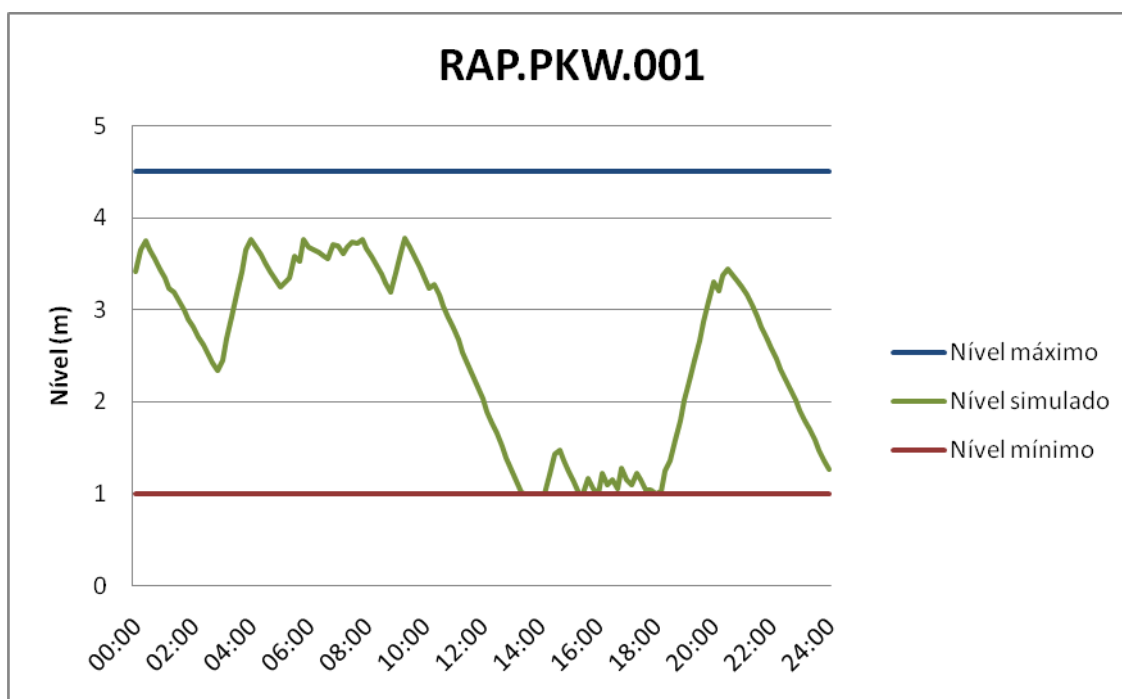


Gráfico 09. Comportamento do RAP.PKW.001.

Visto a indisponibilidade de d'água no REQ.GAM.001, não é possível manter o nível no RAP.PKW.001 (Gráfico 09), fazendo-o atingir o nível mínimo próximo às 14h e terminar o dia de maior consumo próximo a esse mesmo nível.

O atendimento às novas demandas com operação eficaz do sistema no dia de maior consumo é inviável com a configuração atual. É necessário, assim, que haja intervenção na infraestrutura do sistema, além de alterações no contrato de energia com a CEB para a elevatória EAT.TAG.002.

Os itens seguintes apresentam as condições de operação dos reservatórios REQ.GAM.001 e RAP.PKW.001 (quando o REQ.GAM.001 apresentar nível adequado para abastecê-lo) para o dia de maior consumo. Para sintetizar, os gráficos de nível dos demais reservatórios não são apresentados deste ponto em diante, mas consta no Anexo I o panorama de todos os cenários.

CENÁRIOS DO TIPO A

Os Gráficos de 10 a 17 apresentam os resultados das simulações considerando as permutações de arranjo propostas para os Cenários do tipo A.

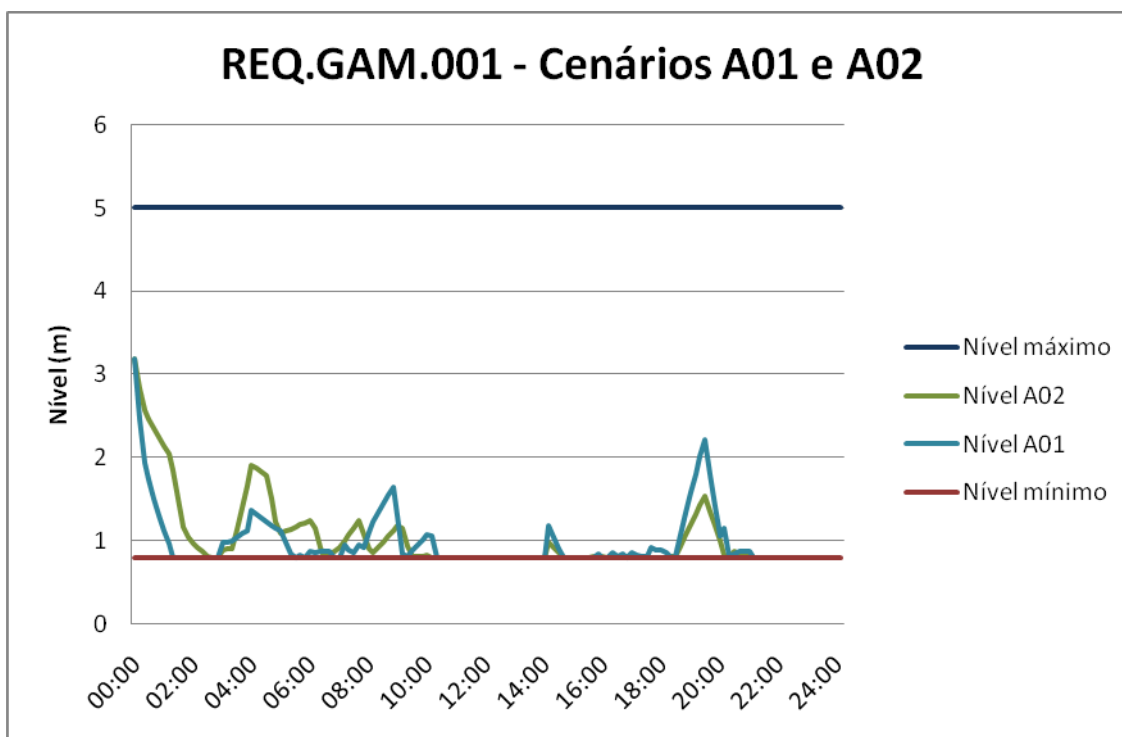


Gráfico 10. Comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A01 (infraestrutura existente) e para o Cenário A02 (ampliação do REQ.GAM.001).

O Gráfico 10, comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A01 (infraestrutura existente) e para o Cenário A02 (ampliação do REQ.GAM.001), demonstra que a simples ampliação do REQ.GAM.001 não gera condições viáveis de operação do sistema, pois não há o acréscimo de vazão afluyente a esse reservatório.

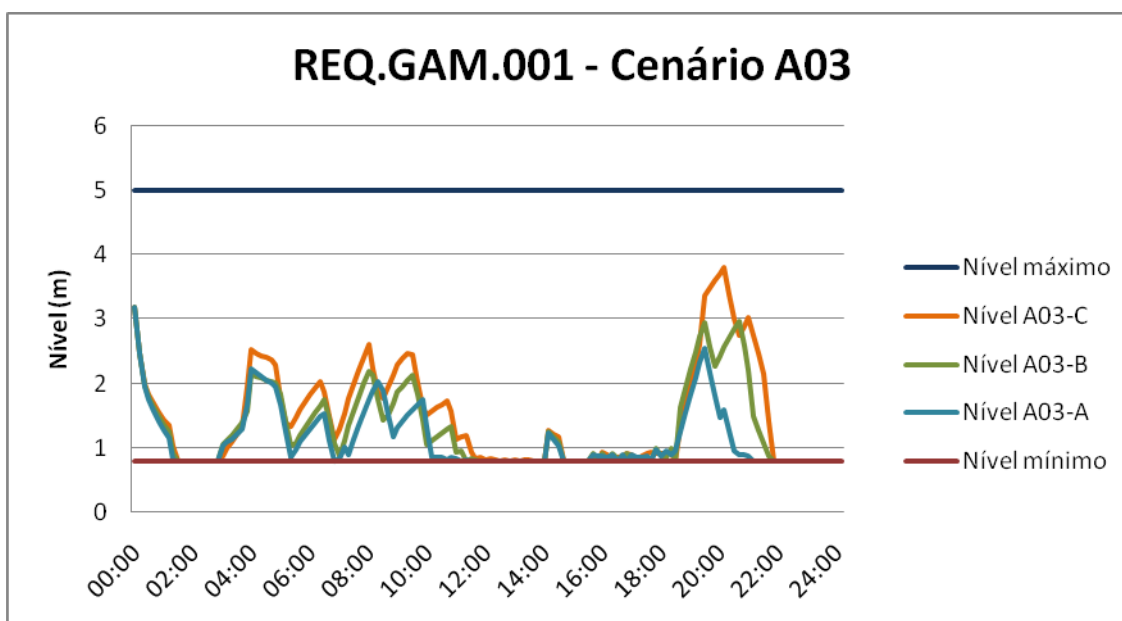


Gráfico 11. Comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A03 (reforço do trecho de 900mm antes do REQ.GAM.001. Reforço: A= 500mm, B= 600mm, C= 700mm).

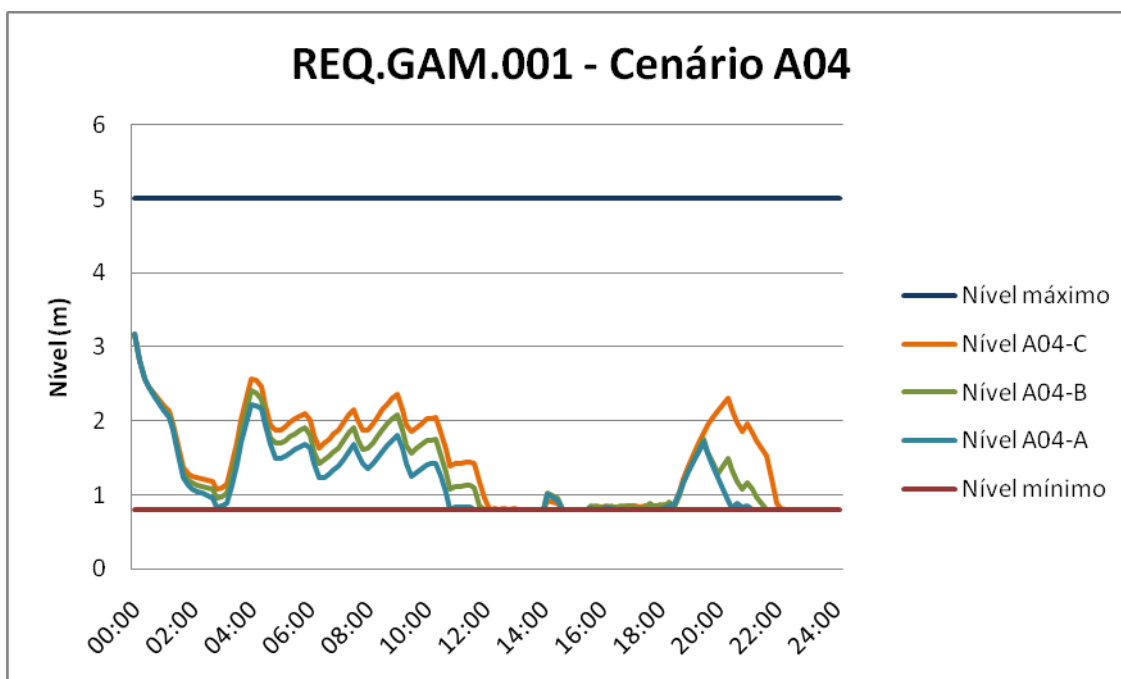


Gráfico 12. Comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A04 (ampliação do REQ.GAM.001 e reforço do trecho de 900mm antes do REQ.GAM.001. Reforço: A= 500mm, B= 600mm, C= 700mm).

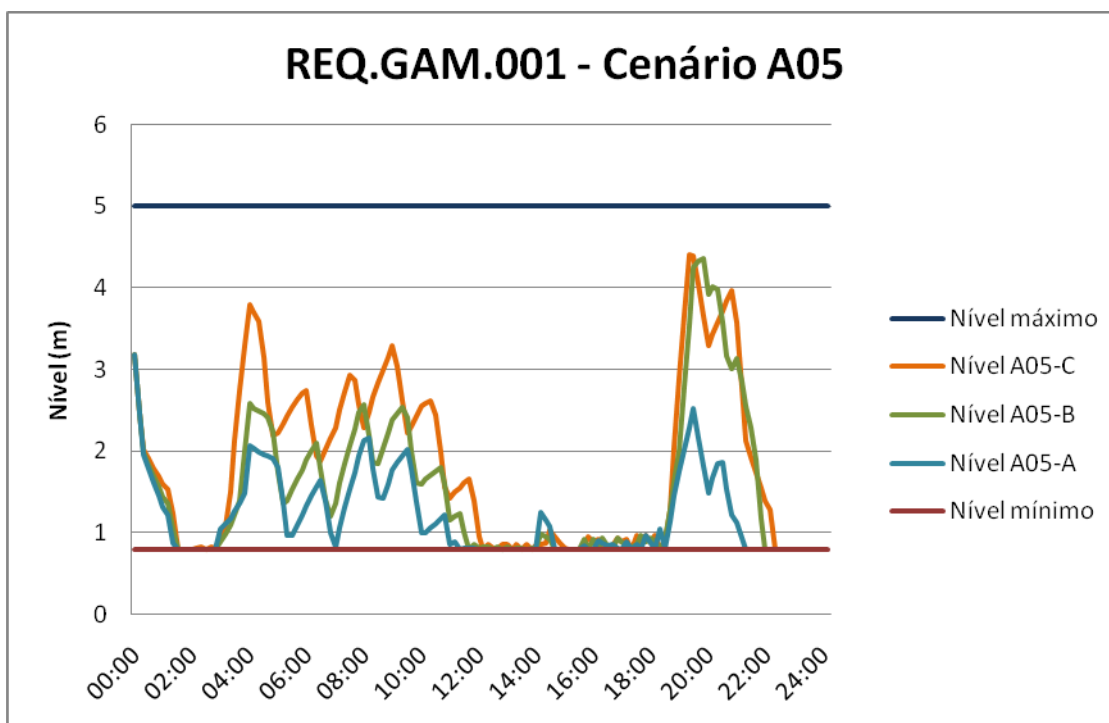


Gráfico 13. Comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A05 (reforço do trecho de 1.000mm após do RAP.RCE.001. Reforço: A= 500mm, B= 600mm, C= 700mm).

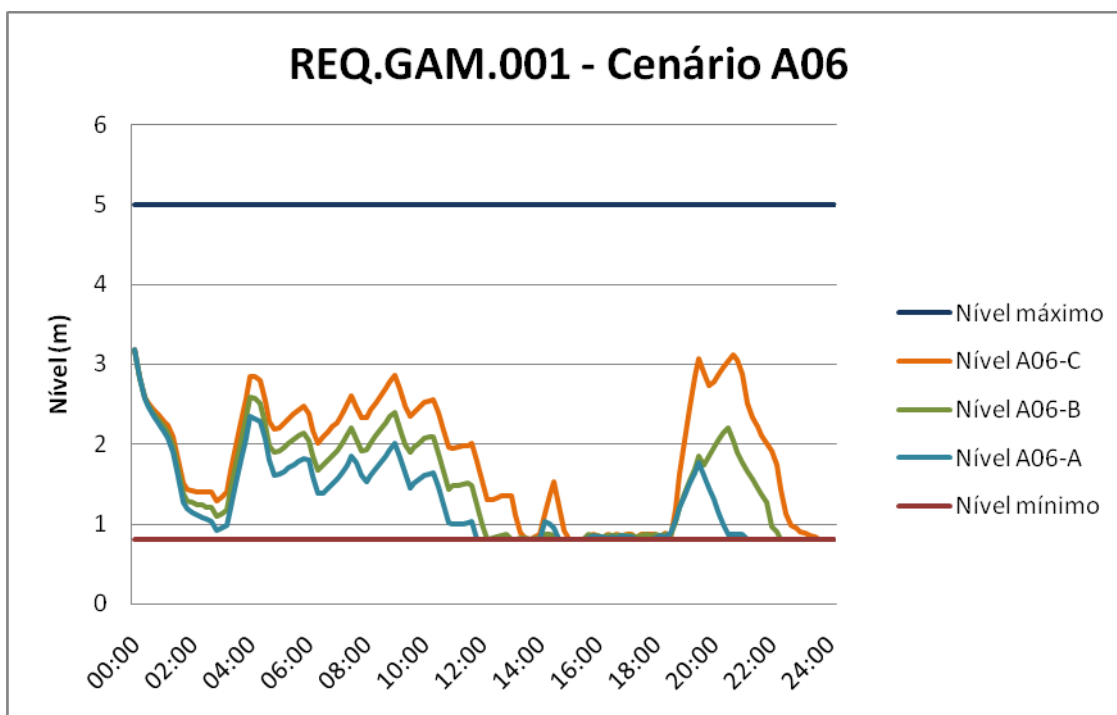


Gráfico 14. Comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A06 (ampliação do REQ.GAM.001 e reforço do trecho de 1.000mm após do RAP.RCE.001. Reforço: A= 500mm, B= 600mm, C= 700mm).

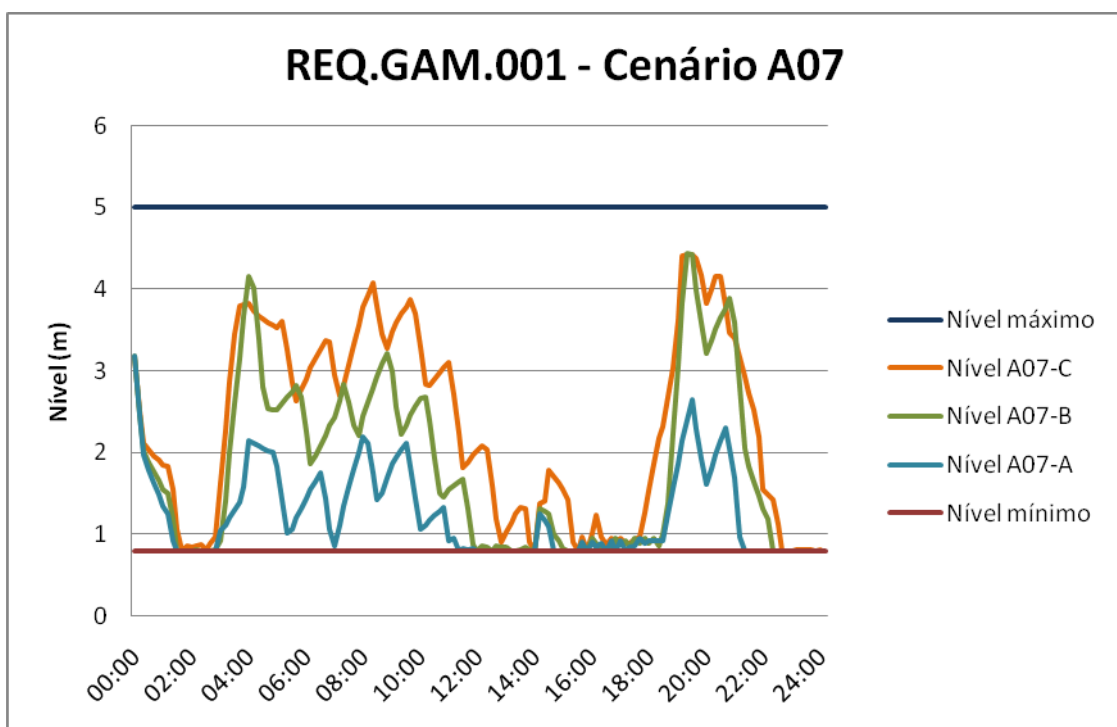


Gráfico 15. Comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A07 (reforço de todo o trecho entre o RAP.RCE.001 e o REQ.GAM.001. Reforço: A= 400mm, B= 500mm, C=600mm).

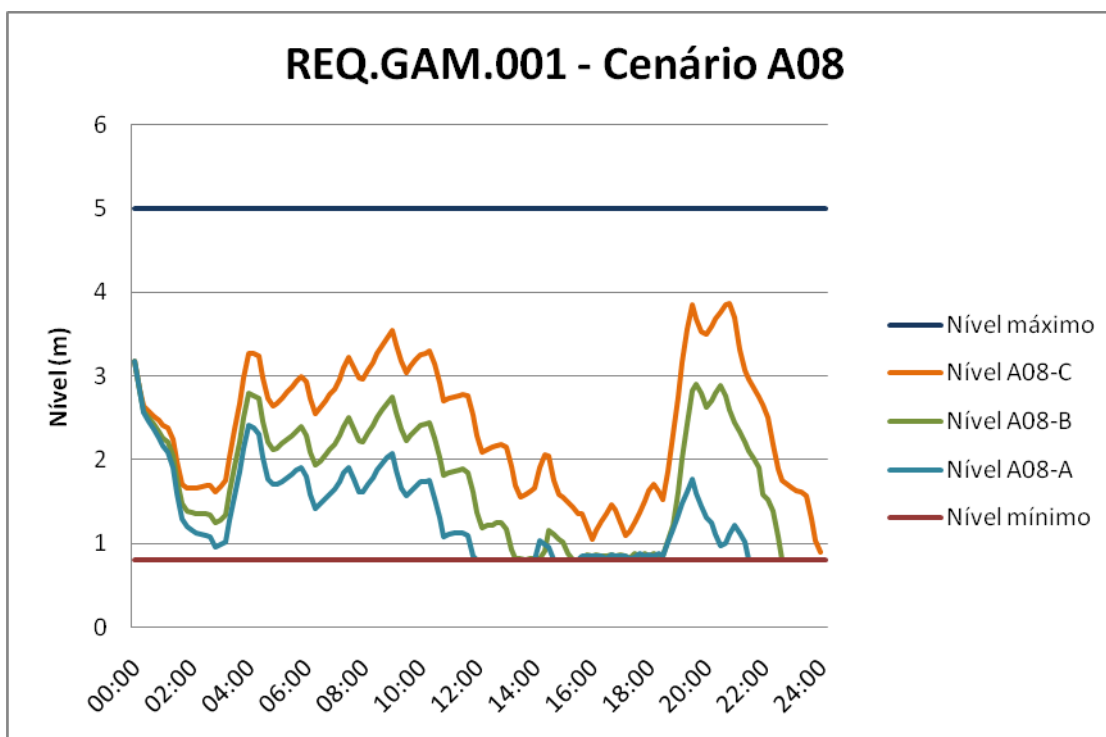


Gráfico 16. Comportamento do REQ.GAM.001 para o Cenário A08 (ampliação do REQ.GAM.001 e reforço de todo o trecho entre o RAP.RCE.001 e o REQ.GAM.001. Reforço: A= 400mm, B= 500mm, C=600mm).

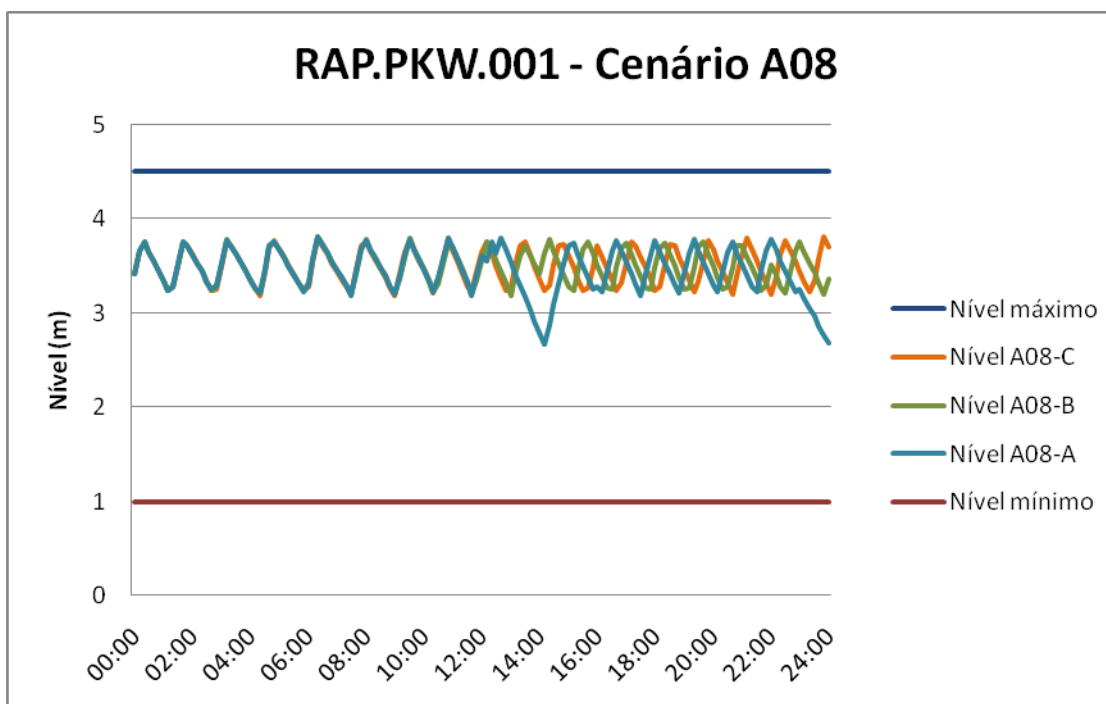


Gráfico 17. Comportamento do RAP.PKW.001 para o Cenário A08 (ampliação do REQ.GAM.001 e reforço de todo o trecho entre o RAP.RCE.001 e o REQ.GAM.001. Reforço: A= 400mm, B= 500mm, C=600mm).

A respeito dos cenários A03, A04, A05 e A06 (Gráficos 11, 12, 13 e 14, que possuem diferentes permutações de reforço no sistema de acordo com a Tabela 03), apesar de apresentarem acréscimos de nível no REQ.GAM.001, não tornam o sistema viável para o atendimento às novas demandas. As alternativas do tipo 05 e 06, com reforço apenas do trecho de 1.000mm da AAT.GAM.010, também são inadequadas tendo em vista a entrada do Sistema Corumbá e reversão do sentido do fluxo nessa adutora, pois inicialmente ela possuiria 900mm e, no trecho reforçado, uma adutora de 1.000mm mais o reforço.

Os Cenários A-08 são os mais propensos a tornar viável a operação do sistema. O Cenário A-08C (ampliação do REQ.GAM.001 e reforço de 600mm entre o RAP.RCE.001 e o REQ.GAM.001), ilustrado no Gráfico 16, apresenta-se como a opção mais adequada até o momento, pois o reservatório não seca ao longo do dia; embora atinja nível próximo ao mínimo ao término do dia, acumulando um déficit hídrico acentuado.

Sobre o ganho de vazão na AAT.GAM.010 com a implementação de reforço nos trechos de diâmetros de 1.000mm e de 900mm, conforme sugerido no Item 3, o Gráfico 18 ilustra o comparativo do perfil de vazão para essa adutora entre os Cenários A01 e A08-C. A vazão apresentada é no trecho de 1.250mm da adutora, após as elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002 e antes do RAP.RCE.001.

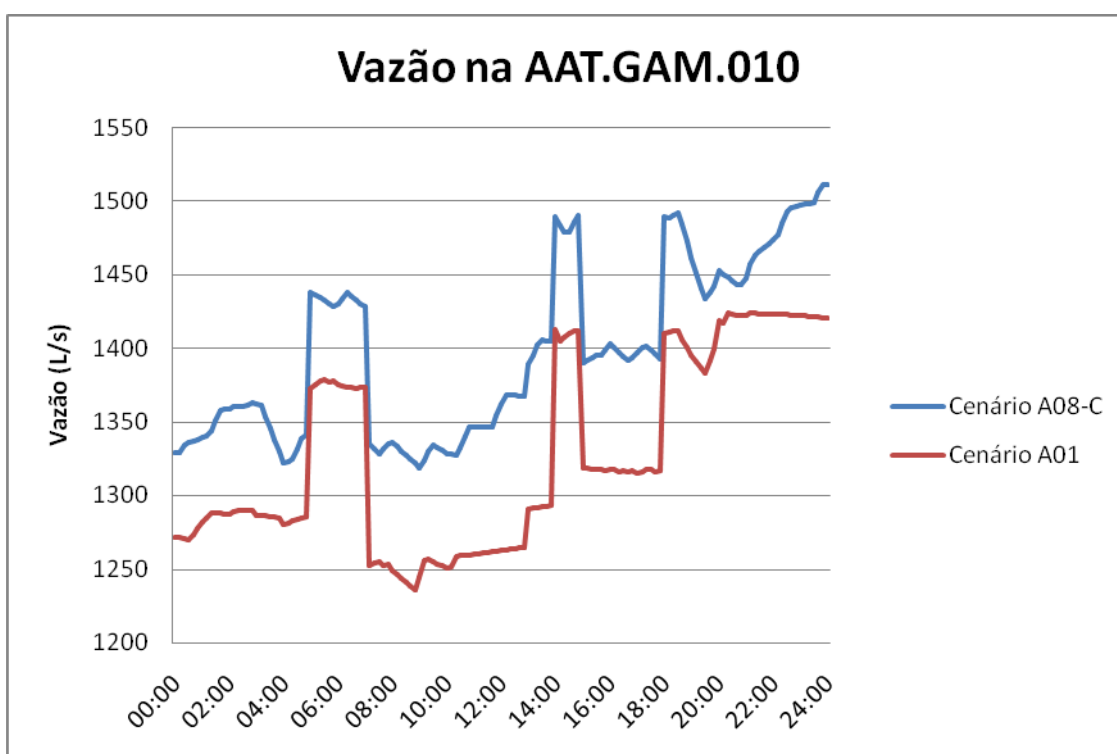


Gráfico 18. Comparativo do comportamento da adutora AAT.GAM.010 para os Cenários A01 e A08-C no trecho de 1.250mm após as elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002 e antes do RAP.RCE.001.

No Gráfico 18, acima, os picos no perfil de vazão observados às 6h, 15h e 19h correspondem aos períodos em que a entrada do RAP.RCE.001 possui maior grau de abertura, aumentando a vazão disponibilizada pelas elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002.

CENÁRIOS DO TIPO B E C

Os Cenários B e C foram analisados e comparados ao Cenário A. Não é apresentada toda a variedade de gráficos dos reservatórios do sistema estudado como no item anterior, pois a variação de nível observada nos Cenários tipo B e C não é significativa a todos eles. Dessa forma, os gráficos concentram-se na apresentação dos resultados para os reservatórios REQ.GAM.001 e RAP.SAM.001 e para as adutoras AAT.SAM.010 e AAT.GAM.010.

Primeiramente, é apresentado no Gráfico 19 o comportamento da adutora AAT.SAM.010, fornecedora de água para a cidade de Samambaia. Nesse gráfico é possível comparar o comportamento da AAT.SAM.010 quanto ao Cenário A08-C (com a disposição das elevatórias EAT.TAG.001 e 002 tal como estão atualmente) e aos Cenários B08-C e C08-C (com a permutação e isolamento das elevatórias citadas). Para o Cenário A08-C, não há interrupção no fornecimento d'água para os reservatórios de Samambaia no horário de ponta, já que ambas as elevatórias operam nesse período, conforme premissas adotadas nesse estudo. Ainda no Gráfico 19, em relação aos Cenários B08-C e C08-C, é possível parar o bombeamento para Samambaia no horário de ponta; entretanto, é preciso que o segundo conjunto moto-bomba da elevatória EAT.TAG.001 opere em alguns momentos do dia para garantir o nível do reservatório de sobra do sistema, o RAP.SAM.001. Esse comportamento de inserção de um segundo CMB pode ser observado no Gráfico 19 durante os períodos entre 0:00 e 2:00, 14:00 e 16:00, e entre 21:00 e 22:00. Ainda nesse gráfico, quando a vazão está próxima à 600 l/s, há um CMB em funcionamento e entre 18:00 e 21:00 a elevatória encontra-se desarmada.

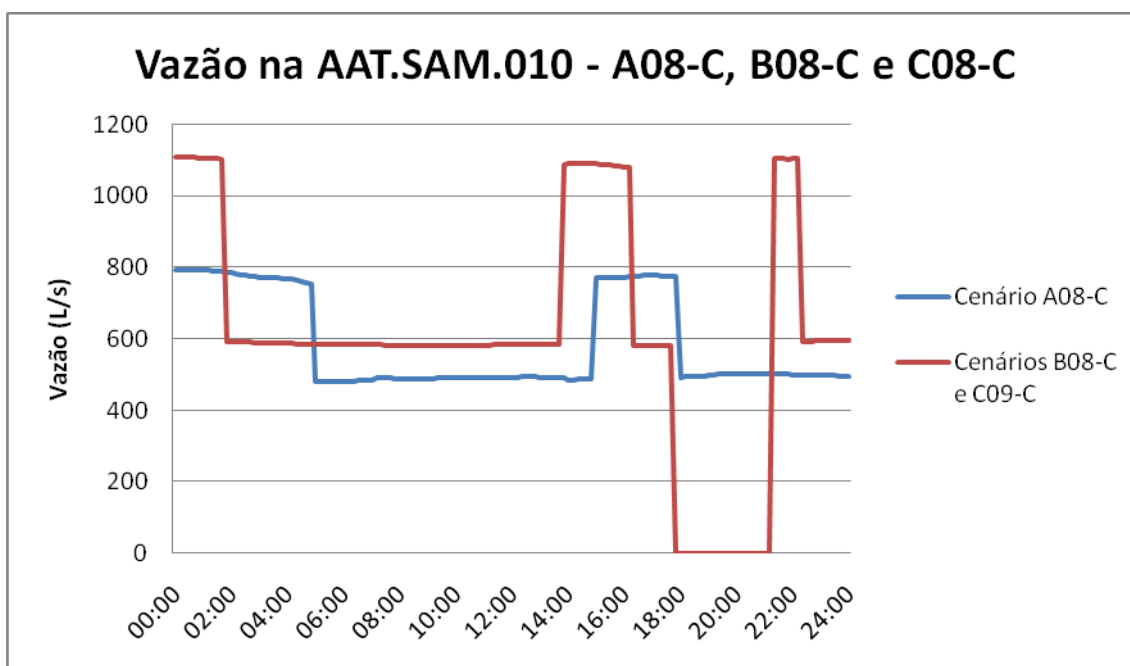


Gráfico 19. Comparativo do comportamento da adutora AAT.SAM.010 para os Cenários A08-C, B08-C e C08-C.

Sobre o comportamento do RAP.SAM.001, apresentado no Gráfico 20, pode-se observar que o nível desse reservatório para o Cenário A08-C está sempre abaixo do simulado para os Cenários B08-C e C08-C. Isso se deve a possibilidade de continuar bombeando água para o sistema de samambaia no horário de ponta. Já para os Cenários B08-C e C08-C, é preciso manter o nível elevado do reservatório antes das 18h para viabilizar a parada no horário de ponta, entre 18:00 e 21:00. Essa parada gera o decréscimo de nível acentuado percebido no Gráfico 20 no horário de ponta.

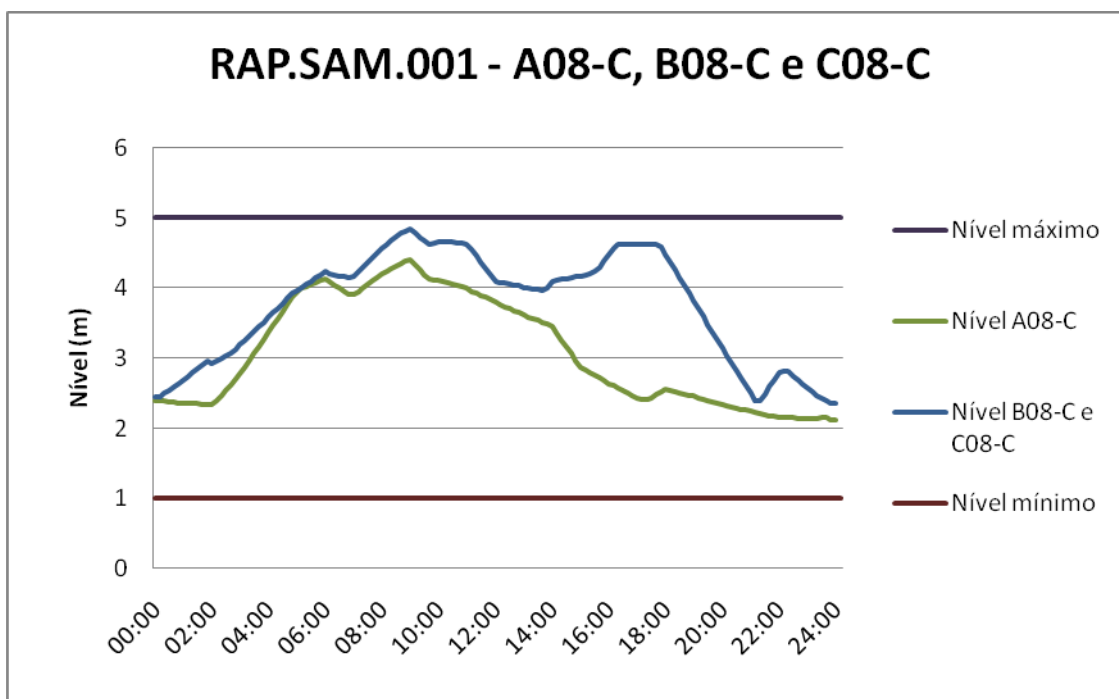


Gráfico 20. Comparativo do comportamento do reservatório RAP.SAM.001 para os Cenários A08-C, B-08-C e C08-C.

Com relação às simulações para a adutora AAT.GAM.010, ilustradas no Gráfico 21, obteve-se as seguintes vazões médias para cada cenário:

- Cenário A08-C: 1.398,56 l/s;
- Cenário B08-C: 1.261,43 l/s; e,
- Cenário C08-C: 1.395,66 l/s.

Comparando os valores para os cenários A08-C e B08-C, a permuta e isolamento das elevatórias EAT.TAG.001 e 002 com dois CMB em funcionamento para cada uma dessas elevatórias não possibilita ganho em termos de vazão à parte do sistema que é abastecida pela AAT.GAM.010. Dessa forma, a configuração proposta nos Cenários do tipo B torna-se inviável.

Em relação ao Cenário C08-C, é preciso utilizar três CMB na elevatória EAT.TAG.002 para alcançar vazões próximas ao obtido na atual configuração do sistema, o que pode onerar o custo do sistema de forma significativa, pois seria necessário viabilizar o funcionamento simultâneo de três CMB nessa elevatória. Sendo assim, as alternativas do tipo C tendem a ser menos funcionais quando comparadas às de tipo A.

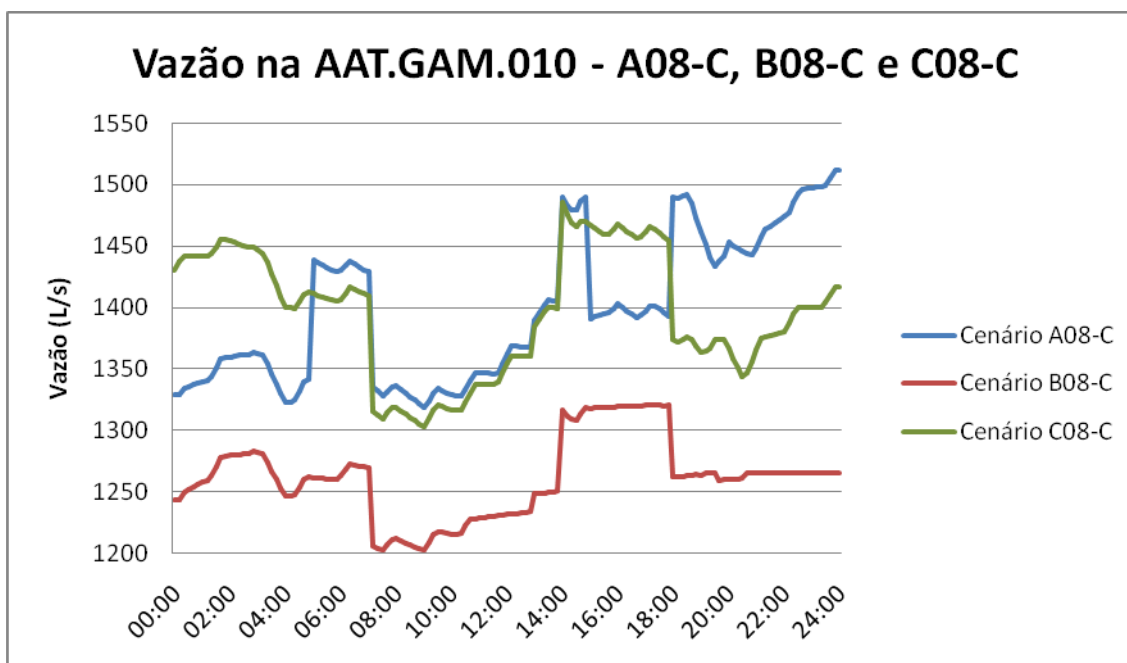


Gráfico 21. Comparativo do comportamento da adutora AAT.GAM.010 para os Cenários A08-C, B08-C e C08-C no trecho de 1.250mm após as elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002 e antes do RAP.RCE.001.

Quanto ao comportamento simulado para o REQ.GAM.001, apresentado no Gráfico 22, pode-se constatar a ineficiência operacional do sistema para o Cenário B08-C. Reiterando a inviabilidade de operar o sistema com a configuração desse cenário

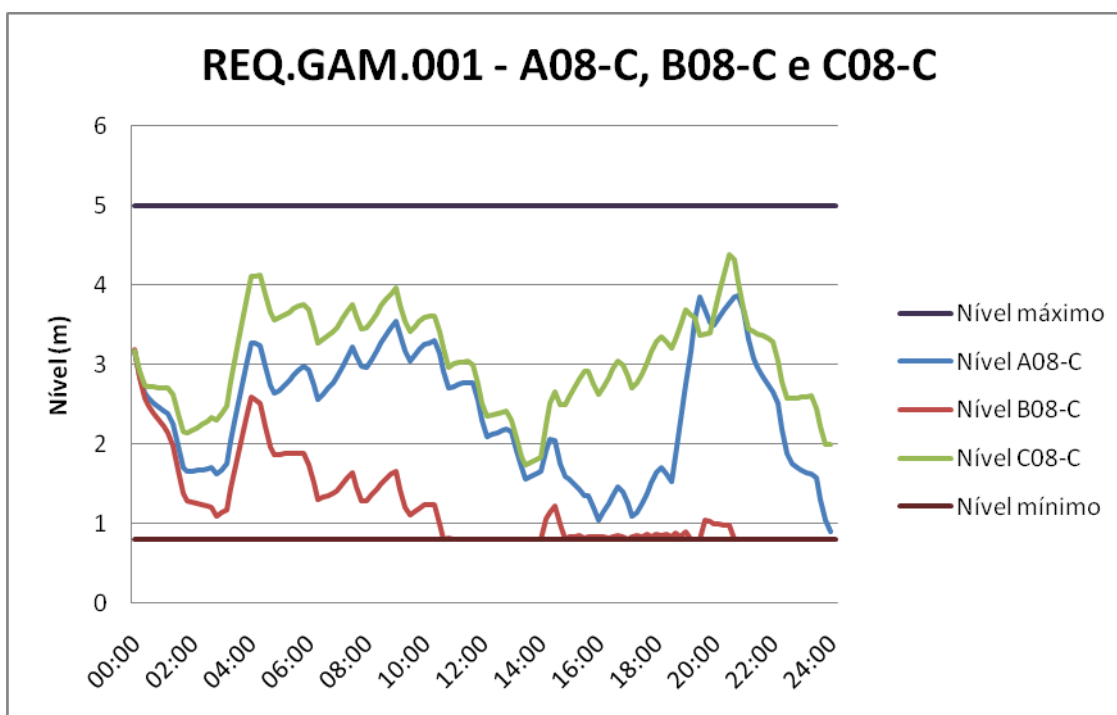


Gráfico 22. Comparativo do comportamento do reservatório REQ.GAM.001 para os Cenários A08-C, B-08-C e C08-C.

Ainda no Gráfico 22, no que tange ao nível do REQ.GAM.001 para os Cenários A08-C e C08-C, é visível, ao término do período de simulação, que o Cenário C08-C possui nível mais adequado para início do dia seguinte à simulação. Entretanto, a vazão média disponibilizada para esse reservatório é muito próxima para os dois cenários, o que indica que um possível reajuste das configurações do sistema pode melhorar o Cenário A08-C. Analisando o Cenário A08-C nos Gráficos 19, 21 e 22, pode-se verificar que no período entre 14h e 18h o nível d'água do REQ.GAM.001 (Gráfico 22) não é recuperado devido a configuração de maior vazão destinada à AAT.SAM.001 (Gráfico 19), ocasionando menor vazão na AAT.GAM.010 (Gráfico 21). Diante disso, é possível exigir um pouco mais do RAP.SAM.001, reduzindo a transferência para esse reservatório, o que permitirá melhor recuperação de nível do REQ.GAM.001 entre 14h e 18h, o que torna o nível desse último reservatório mais satisfatório ao término do período de simulação. Dessa forma, o Cenário A08-C foi reavaliado, exigindo-se mais do RAP.SAM.001 para recuperação do nível do REQ.GAM.001 ao término do dia de maior consumo, originando o Cenário A08-D.

O Gráfico 23 apresenta o comparativo dos resultados de nível para o RAP.SAM.001 entre o Cenário A08-C e o novo Cenário A08-D.

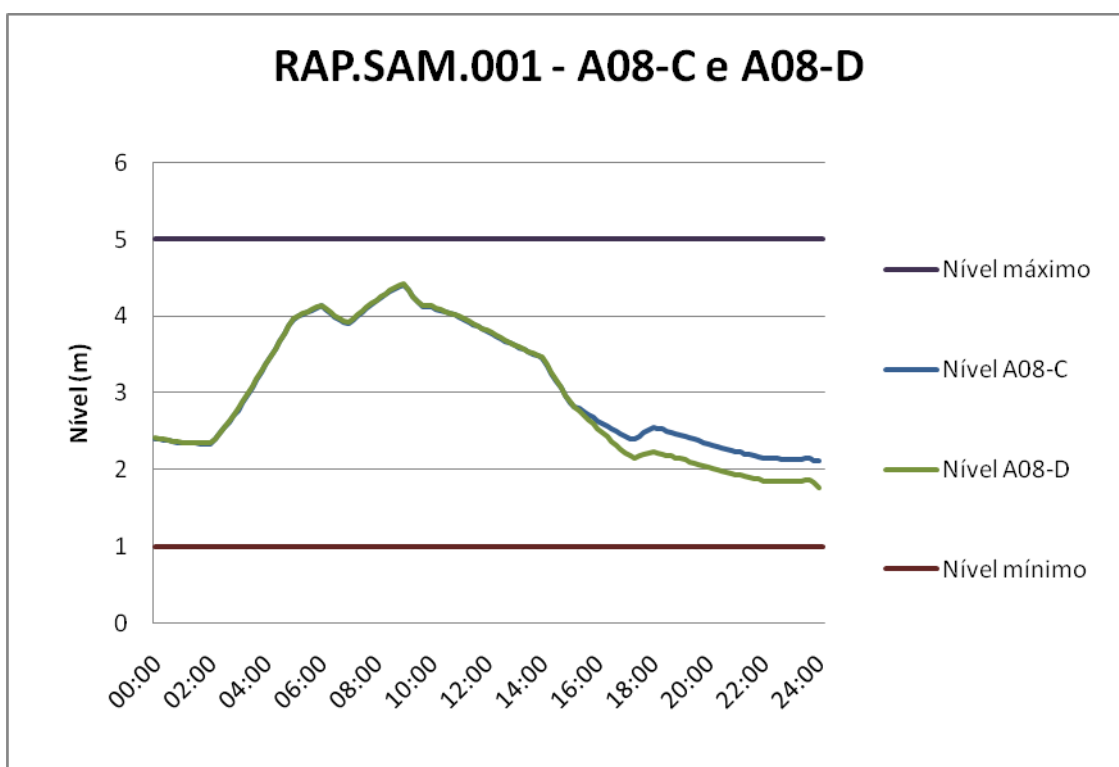


Gráfico 23. Comparativo do comportamento do reservatório RAP.SAM.001 para os Cenários A08-C e A08-D.

O ajuste operacional ilustrado no Gráfico 23 proporciona o ganho de nível no REQ.GAM.001 apresentado no Gráfico 24.

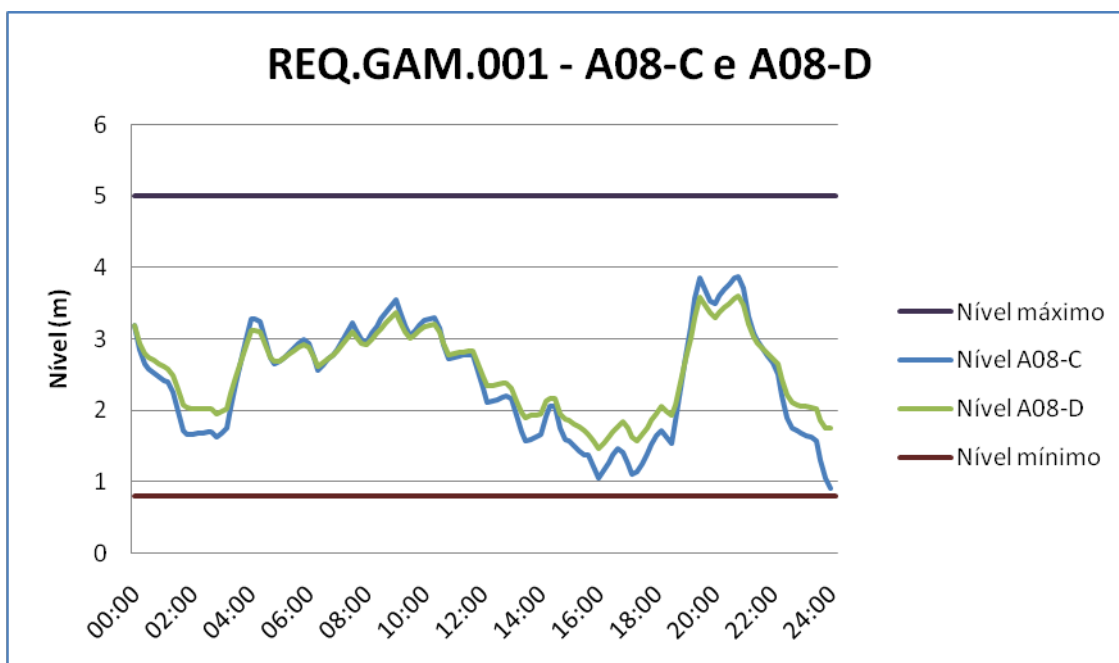


Gráfico 24. Comparativo do comportamento do reservatório REQ.GAM.001 para os Cenários A08-C e A08-D.

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO NO SISTEMA

Com base no exposto, dois cenários são aptos a viabilizar o atendimento às novas demandas, conforme tópicos abaixo.

- Cenário A08-D, considerando a disposição física atual das elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002 e alteração no contrato de energia dessa última, ampliação do REQ.GAM.001 e reforço na adutora AAT.GAM.010 nos trechos de 1.000mm e 900mm entre o RAP.RCE.001 e o REQ.GAM.001.
- Cenário C08-C, considerando a permutação da disposição física das elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002, alterações no contrato de energia e isolamento de suas linhas de recalque, ampliação do REQ.GAM.001 e reforço na adutora AAT.GAM.010 nos trechos de 1.000mm e 900mm entre o RAP.RCE.001 e o REQ.GAM.001.

Entretanto, tendo em vista que o Cenário C08-C exige intervenções nas elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002 e que essas alterações, conforme exposto no item 4.2, não proporcionam ganhos diretos em termos de vazão para o sistema em estudo, a opção mais adequada é a do Cenário A08-D.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para o atendimento às novas demandas de Riacho Fundo II 3ª Etapa, Riacho Fundo II 4ª Etapa, Riacho Fundo II 5ª Etapa - Faixa marginal do Metrô e Aeroporto Internacional de Brasília - Presidente Juscelino Kubitschek é preciso conjugar melhorias na infraestrutura de reservação e adução do sistema. As alternativas estudadas indicam a necessidade de um reforço de 600mm de diâmetro no trecho da adutora AAT.GAM.010 entre os reservatórios RAP.RCE.001 e REQ.GAM.001, ampliação do REQ.GAM.001 e alterações no contrato de fornecimento de energia elétrica para as elevatórias EAT.TAG.001 e EAT.TAG.002.

O reforço de diâmetro 600mm na adutora AAT.GAM.010 e a ampliação da reservação no REQ.Gam.001 em 2.250m³ deverão ser implantados como condicionantes à entrada em operação do sistema de abastecimento de água do Riacho Fundo II 5ª Etapa. A alteração no contrato com a Companhia Energética de Brasília (CEB) deverá ser implantada em momento oportuno, quando os novos empreendimentos demandarem essa modificação contratual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo também avaliou a possibilidade de alteração nas curvas de bombeamento da elevatória EAT.TAG.002 por meio de alterações no diâmetro e/ou rotação dos rotores das bombas dessa elevatória. A EAT.TAG.002 possui quatro bombas Sulzer com rotores de diâmetro 550mm e rotação nominal de 1193rpm. Foi informado em contatos com o fabricante que essas bombas aceitam um rotor de até 570mm e que a rotação nominal máxima é 1775rpm. Entretanto, considerando que o ganho de vazão avaliado no sistema não foi expressivo quando comparado as alterações eletromecânicas necessárias na elevatória, essa alternativa de troca de rotores ou rotações nominais não se mostrou viável no momento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO NETTO, J. M. de. Manual de Hidráulica, Ed. Edgard Blucher Ltda., 4ª edição, São Paulo, 1966.
2. PORTO, R. M. Hidráulica Básica. 2ª edição, São Carlos: EESC-USP, 1999.
3. ROSSMAN, L. A. EPANET2: User's manual. U. S. Environment Protection Agency, Cincinnati, Ohio, USA, 2000.
4. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. 1ª edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.