

POLÍTICAS DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS VISANDO MINIMIZAR OS IMPACTOS SOCIO-ECONÔMICOS EM SITUAÇÃO DE ESCASSEZ

Paulo Breno de Moraes Silveira¹ & Marcos Airton de Sousa Freitas²

Resumo – Em regiões áridas e semi-áridas, com elevadas taxas de evaporação, frequentemente o gestor de recursos hídricos depara-se com o problema da determinação das condições que minimizem as perdas de água, quando da operação de reservatórios superficiais, considerando-se diferentes prioridades de usos e situações de racionamento ou escassez. Este artigo aborda este aspecto considerando duas opções: na primeira, adota-se o modelo convencionalmente utilizado, onde os setores mais prioritários garantem o uso de toda a água até que toda a cota referente aos setores de menor prioridade tenha se esgotado. Na segunda, divide-se a cota de cada usuário em duas partes: sendo esgotada, primeiro, a parte que corresponde ao excedente do ponto de equilíbrio econômico de cada setor, passando-se, depois, a racionar a segunda parte da cota. Desta forma, procura-se estabelecer um critério que minimize a possibilidade de quebra de setores inteiros da economia. A modelagem foi desenvolvida utilizando-se o programa AcquaNet, testando-se várias prioridades para os setores considerados. Utilizaram-se dados referentes ao reservatório Bico da Pedra, na bacia hidrográfica do rio Verde Grande, uma importante sub-bacia do rio São Francisco. As informações referentes ao consumo de água de cada setor foram obtidas do banco de dados da Agência Nacional de Águas - ANA. Como não se têm os dados reais do ponto de equilíbrio de cada setor, foram feitos diversos testes atribuindo-se diferentes proporções das faixas para o segundo modelo, de modo a se ter uma sensibilidade do efeito de sua variação. Os resultados obtidos demonstram que, dependendo do cenário, a adoção de duas faixas propicia uma melhor distribuição e uso eficiente da água e minimiza a possibilidade de racionamento total para setores, que passa a ocorrer somente em períodos muito longos, reduzindo, desta forma, os impactos sócio-econômicos. Sugere-se para continuidade dos estudos, o levantamento dos dados reais do ponto de equilíbrio dos diversos setores usuários.

Palavras-Chave – usos múltiplos, simulação de reservatórios, escassez.

1. INTRODUÇÃO

O Norte do Estado de Minas Gerais, onde se encontra o reservatório Bico da Pedra, é uma região semi-árida, a qual em termos de disponibilidade hídrica caracteriza-se por uma grande irregularidade das chuvas que se concentram, praticamente em três meses do ano (novembro a janeiro). O reservatório Bico da Pedra, com capacidade de 705 hm³ de água, foi construído sob a responsabilidade da CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, objetivando, dentre outros aspectos, regularizar o

¹ Engenheiro Químico - Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA); End: SPS, Área 5, Quadra 3, Bloco L, Brasília - DF. Telefone: +55-61-445-5279; E-mail: paulobreno@ana.gov.br

² Engenheiro Civil - Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA); End: SPS, Área 5, Quadra 3, Bloco L, Brasília - DF. Telefone: +55-61-445-5348; E-mail: masfreitas@ana.gov.br

rio Gorutuba e fornecer água, com garantia adequada, aos perímetros irrigados a serem implantados, quais sejam: Projeto Gorutuba (DIG) e Projeto Lagoa Grande (ASSIEG).

O Distrito de Irrigação do Gorutuba (DIG), localizado na margem direita do rio Gorutuba, compreende 127 Km de canais, com vazão inicial de 6 m³/s, 136 Km de drenos e 320 Km de estradas, além de um dique com 5,4 Km contra enchentes do rio Mosquito. Abrange uma área de 5.286 hectares, sendo 2.523 ha ocupados por 388 lotes de pequenos irrigantes, 2.242 ha por 38 lotes empresariais e 521 ha por 42 lotes de técnicos agrícolas. Encontra-se, ainda, uma estação de piscicultura e uma área de pesquisa e experimentação da EPAMIG (CODEVASF, 1999).

O Projeto Lagoa Grande (ASSIEG) está localizado na margem esquerda do rio Gorutuba, abrangendo uma área de 1.660 hectares. Possui uma estação de bombeamento, com 5 bombas, totalizando 589 KW de potência instalada e capacidade de 2,4 m³/s. As tomadas d'água parcelares localizam-se ao longo de 24,2 Km da rede de irrigação.

Em ambos os projetos são utilizados os métodos de irrigação de microaspersão, aspersão convencional, sulcos e gotejamento. A região tradicionalmente cultiva banana, graviola, acerola, laranja, limão feijão, manga, etc. O valor bruto da produção atingiu US\$ 8.419.460,00 e US\$ 6.032.590,00, para os projetos Gorutuba e Lagoa Grande, respectivamente (CODEVASF, 1999).

2. A BACIA DO RIO GORUTUBA E O RESERVATÓRIO BICO DA PEDRA

A Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba, sub-afluente do rio Verde Grande (Figura 1) , situa-se entre os paralelos 15° 00' e 16° 30' de latitude sul e entre os meridianos 43° 00'e 44° 00' de longitude a oeste de Greenwich. O rio Gorutuba possui como principal afluente, pela margem direita, o rio Mosquito. A bacia envolve os municípios de Janaúba e Nova Porteirinha.

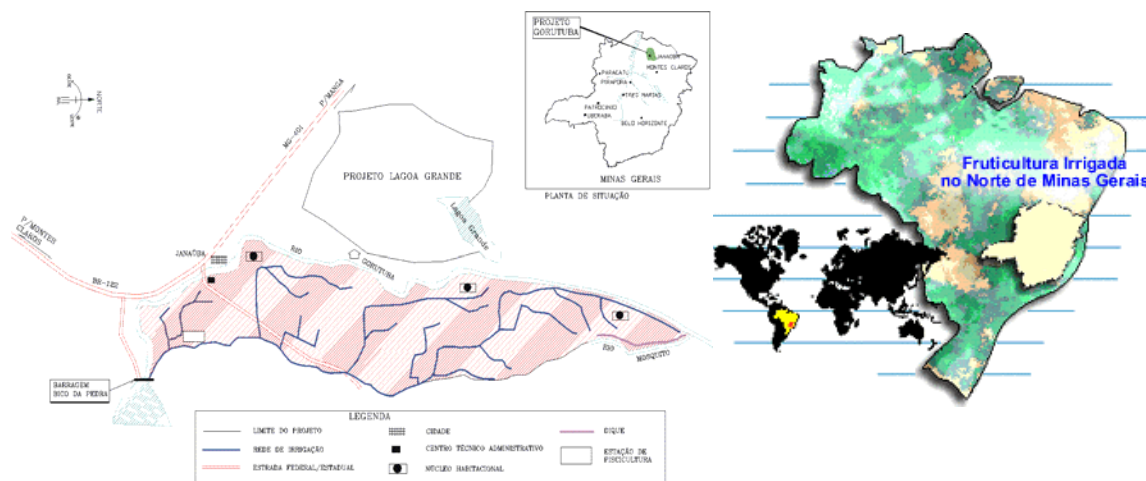


Figura 1. A Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba, sub-afluente do rio Verde Grande (Fontes: CODEVASF, 1999 e <http://www.brazilianfruit.com.br/fruticultura.htm>).

Foram levantados os estudos relacionados ao Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande; Estudos hidrológicos do rio Gortuba no local do reservatório Bico da Pedra (GEODETIC, 1967) e informações de demandas junto à CODEVASF (Brasília e Montes Claros) e ao Escritório Técnico da ANA – Agência Nacional de Águas na Bacia do rio Verde Grande (Janaúba). As informações foram compiladas de modo a proporcionar uma avaliação da situação dos recursos hídricos da região. Foram ainda investigados os planos e programas oficiais e não governamentais relacionados ao tema, bem como informações sobre a legislação estadual e federal referentes ao assunto deste estudo.

Empregando-se a série de vazão afluente ao reservatório, compreendendo o período de outubro de 1939 a setembro de 1989, obteve-se, usando o modelo de rede de fluxo AcquaNet, uma vazão regularizada com 95% de garantia de 4,39 m³/s. A curva de regularização do referido reservatório pode ser vista na figura 2.

A figura 3 apresenta os níveis de água no reservatório Bico da Pedra, para o período de 1978 a 2004. Essa figura mostra, claramente, que os períodos 1990-1991 e 1998-2000 foram extremamente críticos, tendo ocorrido racionamento no uso da água e provável redução da área irrigada. Como consequência as outorgas de direito de uso da água na bacia do rio Verde Grande, em decorrência dos conflitos, foram suspensas. Somente a partir dos trabalhos desenvolvidos pela Agência Nacional de Águas – ANA, referente à Alocação Negociada de Águas, iniciados em 2002, os conflitos foram minimizados. Os processos de regularização dos usos dos recursos hídricos encontram-se atualmente em efetivação na bacia (ANA, 2004).

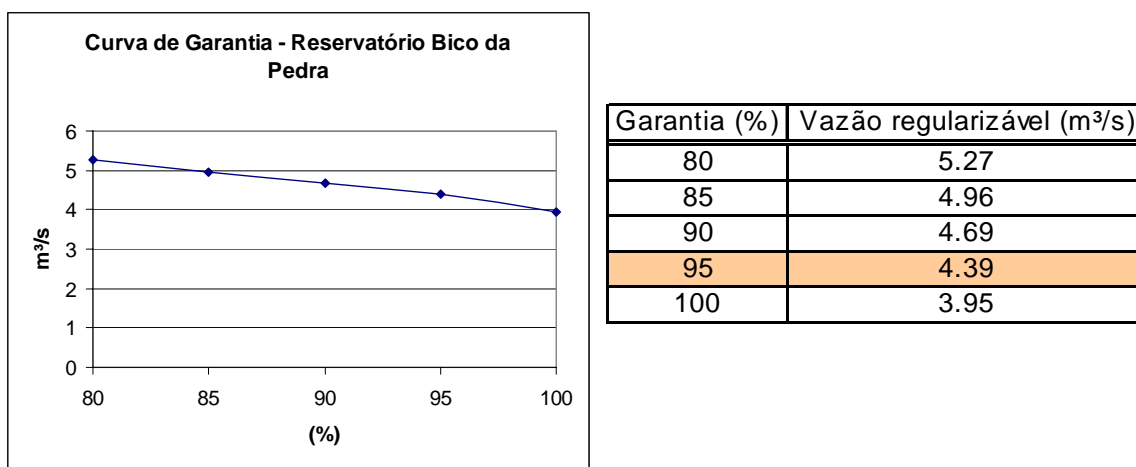


Figura 2. Curva de Regularização do Reservatório Bico da Pedra (Norte de Minas Gerais – Brasil)

2.1 A Alocação Negociada de Águas

Empregou-se o modelo AcquaNet para a operação do reservatório Bico da Pedra a partir do ano de 2003. Para os usuários à montante do reservatório e para os irrigantes ao longo do rio Gortuba à jusante da barragem foi feito um cadastro elaborado pelo Escritório Técnico da Agência Nacional de Águas, no município de Janaúba. A figura 4 apresenta os valores médios mensais alocados a cada grupo de usuário, após a simulação usando o modelo de rede de fluxo AcquaNet e processo de Alocação Negociada de Águas.

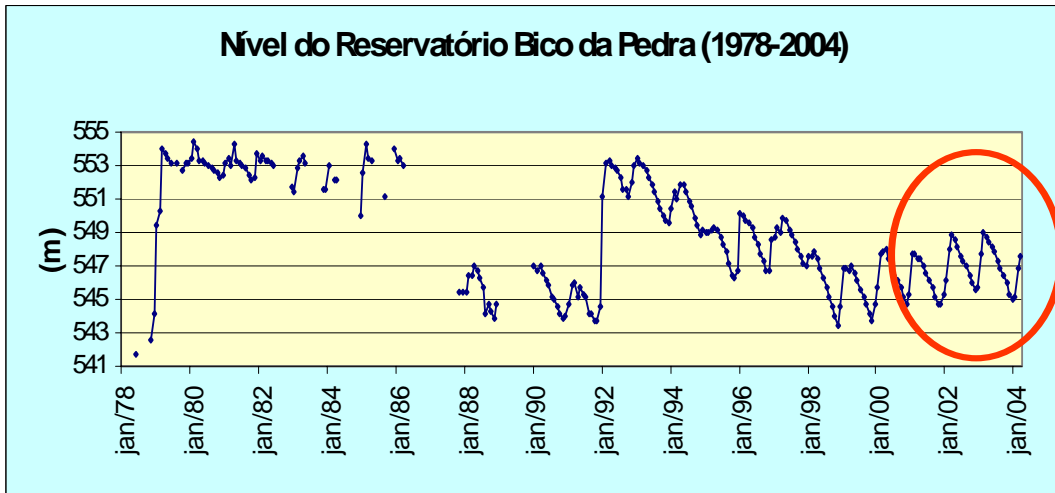


Figura 3. Nível do Reservatório Bico da Pedra (Período de 1978 a 2004).

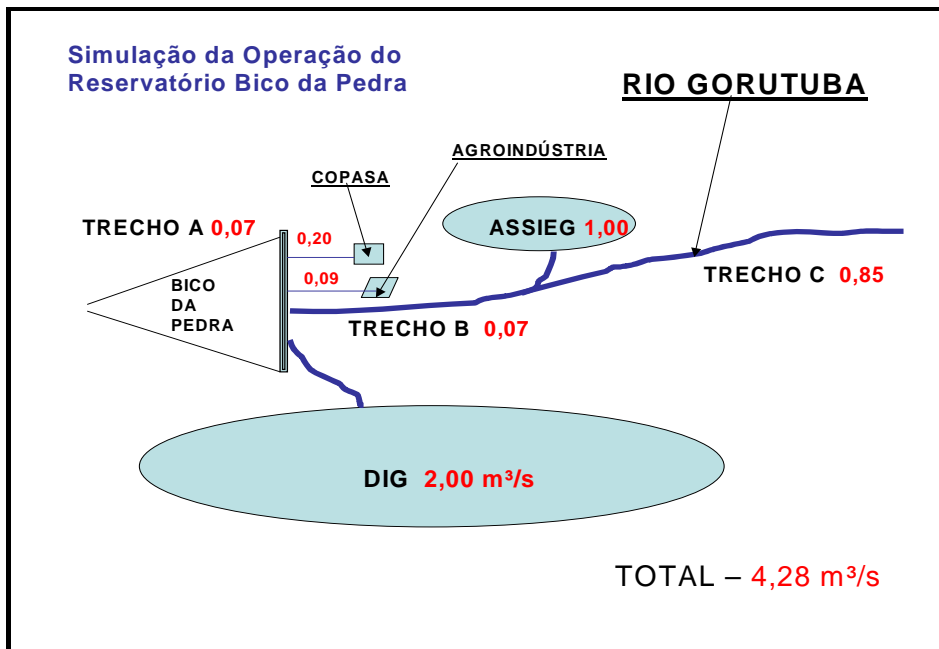


Figura 4. Vazões médias mensais negociadas entre os usuários do Reservatório do Bico da Pedra. Fonte: ANA, 2003.

3. CRITÉRIOS DE RACIONAMENTO

3.1 Critério de Racionamento Total

Este critério é o mais usualmente utilizado nas simulações de reservatórios em períodos de escassez. Ele consiste em admitir que cada usuário só será racionado quando todos os usuários de menor prioridade tiverem todo seu suprimento de água cortado.

3.2 Critério de Racionamento Parcial

A definição de prioridades para os diversos setores usuários e a garantia de fornecimento de água para aqueles setores mais prioritários é uma maneira de evitar prejuízos maiores para a economia de uma região em épocas de escassez hídrica. Contudo, a adoção do critério do Racionamento Total, descrito anteriormente, pode causar sérios danos aos setores menos prioritários, podendo-se originar prejuízos adicionais à economia da região, como interrupção total da atividade, fechamento de estabelecimentos, desemprego e outros efeitos sociais adversos.

Para tentar evitar ou minimizar esses efeitos, propõe-se o critério de Racionamento Parcial, que consiste em dividir o consumo de cada usuário, a cada mês, em duas faixas, definidas por três vazões: Q_1 , Q_2 e Q_3 .

A Figura 5 apresenta o esquema de divisão das faixas pelo critério de Racionamento Parcial.

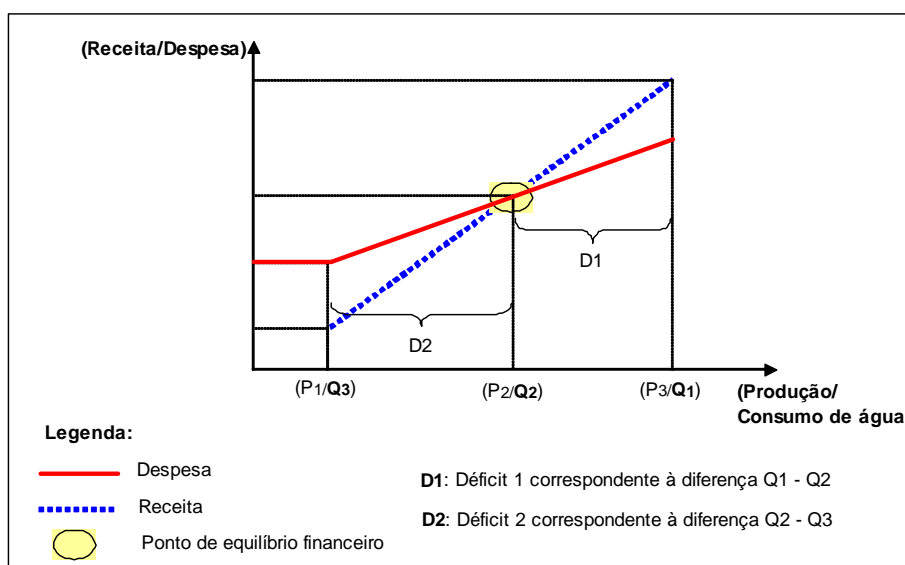


Figura 5. Racionamento Parcial – faixas Q_1 , Q_2 e Q_3 .

A vazão Q_1 corresponde à vazão máxima utilizada em situações de não-acionamento, ou seja, a vazão máxima outorgada ao usuário, por exemplo. A vazão Q_2 é a vazão necessária para que todos os usuários daquele setor operem no ponto de equilíbrio financeiro do seu empreendimento, isto é, correspondente a uma produção onde a receita é igual à despesa. A vazão Q_3 , por sua vez, é aquela necessária para que os empreendimentos daquele setor funcionem em um nível de produção mínimo, sem, contudo, paralisar totalmente as atividades do empreendimento, ainda que tenha prejuízos.

A faixa $Q_1 - Q_2$, denominada de faixa C, corresponde à redução de seu fornecimento até o nível de equilíbrio financeiro. A faixa $Q_2 - Q_3$, denominada de faixa B, corresponde à redução a um nível mínimo de funcionamento do empreendimento sem, contudo, encerrar as suas atividades. O D_1 e o D_2 são as parcelas de água que os setores usuários deverão dispor quando da aplicação do critério de Racionamento Parcial.

Assim, o racionamento dar-se-á, inicialmente, partindo-se dos setores menos prioritários para os mais prioritários, reduzindo-se as vazões dentro da faixa $Q_1 - Q_2$ (C), partindo-se, então, para o racionamento do setor de prioridade imediatamente superior, também em sua faixa C, e assim, sucessivamente. Só quando o

setor mais prioritário de todos tiver dado sua contribuição de racionamento, ou seja, tiver contribuído com o sua faixa C, é que se inicia a redução na segunda faixa (B), começando novamente pelo setor menos prioritário, seguindo a mesma seqüência anterior. Só quando todas as faixas B forem consumidas, utilizar-se-ão as faixas A, pela ordem de prioridade.

Dessa maneira, procurou-se desenvolver um critério de fácil aplicação para minimizar os problemas sociais decorrentes de um período de seca ou escassez, uma vez que a distribuição da primeira parcela de racionamento, entre todos os setores, reduz a possibilidade de os setores menos prioritários virem a “fechar as suas portas” ou sofrerem prejuízos, que transcendam ao setor propriamente dito. Ou seja, interromper inteiramente uma atividade pode requerer um esforço muito grande da sociedade em retomá-la, exigindo do Estado aporte de recursos em ações sociais ou socorro financeiro, por exemplo.

4. CARACTERIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO BICO DA PEDRA

Para aplicação da metodologia proposta neste artigo, escolheu-se o reservatório Bico da Pedra, de propriedade da CODEVASF, localizado no rio Gorutuba, Município de Janaúba, Minas Gerais. As características principais desse reservatório encontram-se relacionadas a seguir:

Volume total: 705,6 hm³;

Volume morto: 268,8 hm³;

Área da bacia hidráulica: 52,6 km²;

Área de drenagem da bacia hidrográfica: 1667,7 km²;

Na Tabela 1, são apresentados os diversos setores usuários: Montante (usuários à montante do reservatório); COPASA (abastecimento humano); Irr-Perm (irrigação permanente dos perímetros irrigados Gorutuba - DIG e Lagoa Grande - ASSIEG); Indústria (indústria de extrato de tomate); Irr-Jusante (usuários difusos à jusante do reservatório) e Irr-Temp (irrigação temporária dos perímetros irrigados Gorutuba e Lagoa Grande).

5. METODOLOGIA

Para testes do modelo adotado, fizeram-se as seguintes hipóteses:

- 1) Para o modelo de racionamento total, admitiu-se o início da simulação no mês de abril de 2.004, considerando-se um volume inicial de 400 hm³, correspondente a 30% de sua capacidade útil, caracterizando a necessidade de se propor alguma medida de racionamento – este teste foi denominado Teste 0;
- 2) Para o racionamento parcial, as vazões referentes à Indústria, Montante e COPASA, correspondentes aos menores consumos, foram consideradas como unificadas, tendo sido a elas atribuídas as maiores prioridades;

- 3) As demais vazões, correspondentes aos empreendimentos agrícolas, foram agrupadas em dois blocos, denominados DIG e ASSIEG, tendo sido, nesta última, incorporadas as vazões referentes aos trechos B e C;
- 4) Os empreendimentos descritos no item anterior foram subdivididos em dois grupos cada - um correspondente às culturas permanentes e outro correspondente às culturas temporárias - adotou-se como regra a destinação de 80% da vazão para culturas permanentes e 20% para culturas temporárias;
- 5) cada um dos quatro setores, definidos no item 4, foram subdivididos em 3 grupos distintos, de acordo com os seguintes critérios:
 - a. o primeiro utiliza uma vazão correspondente à vazão mínima operacional (Q3);
 - b. o segundo utiliza uma vazão correspondente à diferença entre a vazão de equilíbrio (Q2) e a vazão mínima operacional;
 - c. o terceiro utiliza a vazão complementar à vazão normal do empreendimento (Q1-Q2);
- 6) os trechos correspondentes aos itens 5a têm prioridade maior que os do item 5b e esses, aos dos itens 5c, na mesma ordem;
- 7) foram adotados dois conjuntos de vazão de equilíbrio, denominados Q2min e Q2max;
- 8) admitiu-se, ainda, que o reservatório Bico da Pedra tinha uma prioridade superior às prioridades C, para permitir sua recuperação em casos de níveis muito baixos;
- 9) para cada conjunto de Q2 verifica-se a solução do modelo, utilizando-se o programa AcquaNet, correspondentes aos denominados Teste 1 e Teste 2.

Definem-se os usuários e as respectivas vazões de acordo com a Tabela 1, abaixo :

Tabela 1. Distribuição das vazões entre os usuários do Reservatório Bico da Pedra.

Usuário	Vazões em m ³ /s			
	Q1	Q2 min	Q2 max	Q3
Montante	0,200	0,184	0,196	0,180
COPASA	0,070	0,064	0,069	0,063
Indústria	0,090	0,054	0,072	0,036
DIG Perman.	1,600	0,960	1,280	0,800
DIG Temp.	1,520	0,912	1,216	0,760
ASSIEG Perm.	0,400	0,120	0,200	0,080
ASSIEG Temp.	0,380	0,114	0,190	0,076

Q1 = vazão máxima; Q2 = vazão de equilíbrio; Q3 = vazão mínima operacional.

Note-se que os valores de Q1 correspondem aos estipulados na negociação e os valores de Q2 e Q3 correspondem a cifras arbitrárias, consideradas como proporções coerentes com o tipo de empreendimento.

As vazões apresentadas na tabela anterior representam as vazões médias anuais. As variações sazonais referentes às diferentes necessidades de irrigação foram assumidas como proporcionais aos valores mensais de evaporação líquida. Assim, define-se para cada mês um fator de correção fc dado por:

$$fc = \frac{EVAP_{mês}}{EVAP_{média}}$$

onde EVAPmês é a evaporação líquida num determinado mês e EVAPmédia é a evaporação média anual.

6. RESULTADOS OBTIDOS

As simulações foram realizadas usando o modelo de rede de fluxo denominado AcquaNet. Com ele, o usuário pode montar redes com um grande número de reservatórios, demandas e trechos de canais, representando a estrutura hidráulica de uma bacia hidrográfica, por exemplo (Figura 6).

O princípio básico para utilização do AcquaNet é que a maior parte do sistema físico pode ser representado como uma rede de fluxo “capacitada”. O termo “capacitada” refere-se à existência de limites restritos em cada arco e a satisfação do equilíbrio de massa em cada nó. Os componentes do sistema são representados nas redes como nós, tanto de volume (ex: reservatórios) e não volume (ex: confluências fluviais, pontos de derivação, pontos de entrada e pontos de demanda) e arcos ou “elos” (ex: canais, adutoras e trechos naturais de rio).

O AcquaNet foi desenvolvido pelo LabSid da Escola Politécnica da USP (Porto, 2004), baseado no modelo MODSIM elaborado pela Universidade Estadual do Colorado (Labadie, 1988).

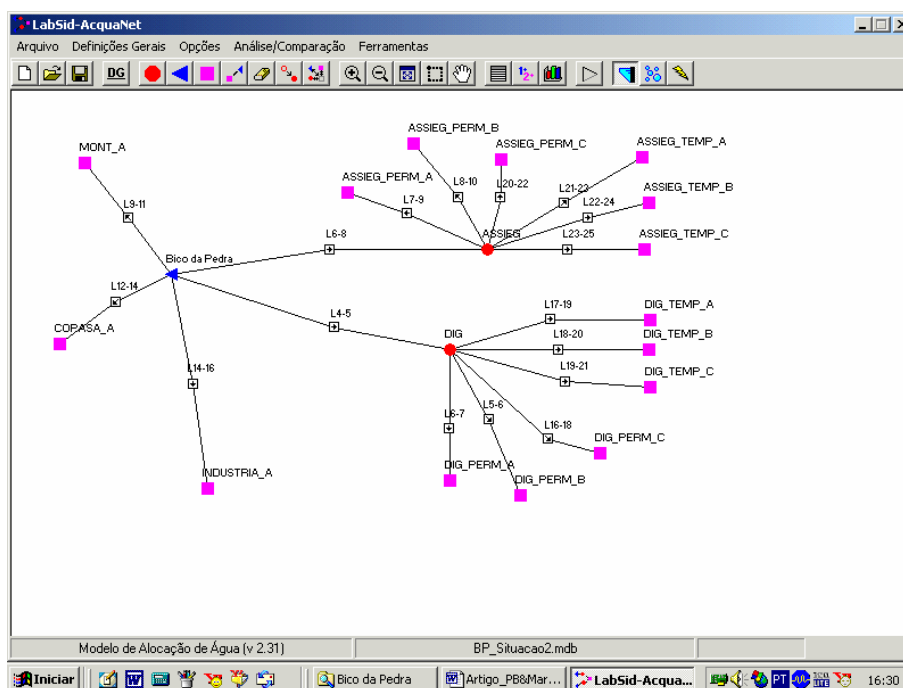


Figura 6. Esquema hidráulico do reservatório Bico da Pedra usando modelo AcquaNet.

Inicialmente, no Teste 0, para racionamento total, têm-se os resultados apresentados na Tabela 2 e na Figura 7.

Tabela 2. Distribuição das vazões fornecidas e tempo máximo abaixo da demanda necessária para o Teste 0.

Demandas	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (meses)	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)	Vazão média fornecida (m ³ /s)
ASSIEG_PERM_A	6	37,5	44,939	1,207
COPASA_A	5	29,17	3,522	0,144
DIG_PERM_A	6	33,33	43,388	1,313
INDUSTRIA_A	5	29,17	1,656	0,064
MONT_A	5	29,17	1,288	0,05
Vazão média distribuída				2,778

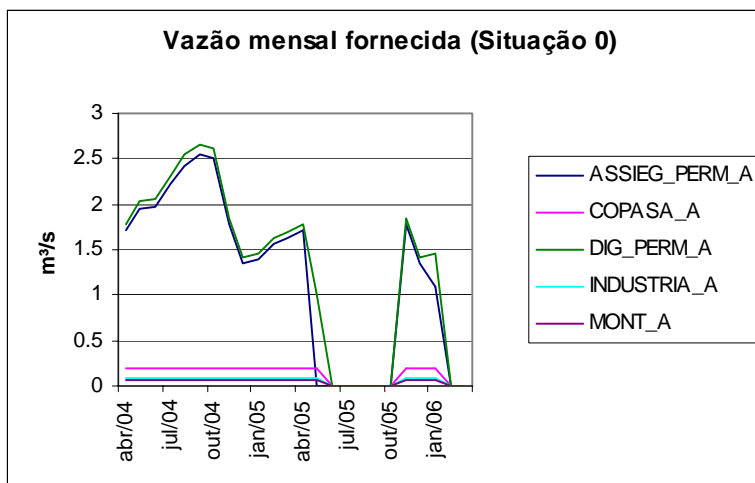


Figura 7. Gráfico das vazões médias fornecidas para o Teste 0 (Racionamento Total)

Os resultados obtidos para os Testes 1 e 2 são apresentados na Tabela 3, onde são apresentadas as vazões médias fornecidas e os tempos máximos de não atendimento, correspondentes ao racionamento parcial. Os resultados também podem ser avaliados visualmente pelos gráficos da Figura 8, obtidos para os Testes 1 e 2, correspondentes ao racionamento parcial. Nota-se que a comparação gráfica é difícil devido ao grande número de usuários gerado para o racionamento parcial. Assim, para facilitar a comparação, reuniram-se todos os trechos correspondentes aos DIGs em um único usuário e todos os correspondentes às ASSIEGs em outro colocando-se os valores na Tabela 4, onde faz-se um resumo das vazões e dos tempos abaixo da vazão necessária.

Tabela 3. Distribuição das vazões fornecidas e tempos máximos abaixo da demanda necessária para os Testes 1 e 2.

Demandas	Teste 1				Teste 2				
	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (meses)	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (hm³)	Vazão média fornecida (m³/s)	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (meses)	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (hm³)	Vazão média fornecida (m³/s)	
ASSIEG_PERM_A	0	0,00	0,000	0,768	3	16,67	9,540	0,616	
ASSIEG_PERM_B	0	0,00	0,000	0,152	3	16,67	5,676	0,366	
ASSIEG_PERM_C	24	100,00	38,316	0,000	24	100,00	19,184	0,000	
ASSIEG_TEMP_A	0	0,00	0,000	0,077	3	16,67	0,946	0,062	
ASSIEG_TEMP_B	0	0,00	0,000	0,038	3	16,67	1,445	0,091	
ASSIEG_TEMP_C	24	100,00	16,819	0,000	24	100,00	11,984	0,000	
COPASA_A	0	0,00	0,000	0,200	1	8,33	0,552	0,191	
DIG_PERM_A	0	0,00	0,000	0,802	3	16,67	7,858	0,677	
DIG_PERM_B	0	0,00	0,000	0,159	3	16,67	5,992	0,386	
DIG_PERM_C	24	100,00	40,419	0,000	24	100,00	20,130	0,000	
DIG_TEMP_A	0	0,00	0,000	0,079	3	16,67	0,972	0,064	
DIG_TEMP_B	0	0,00	0,000	0,040	3	16,67	1,498	0,096	
DIG_TEMP_C	24	100,00	17,660	0,000	24	100,00	12,667	0,000	
INDUSTRIA_A	0	0,00	0,000	0,090	1	8,33	0,473	0,083	
MONT_A	0	0,00	0,000	0,070	1	8,33	0,368	0,064	
Vazão média distribuída				2,475	Vazão média distribuída				2,696

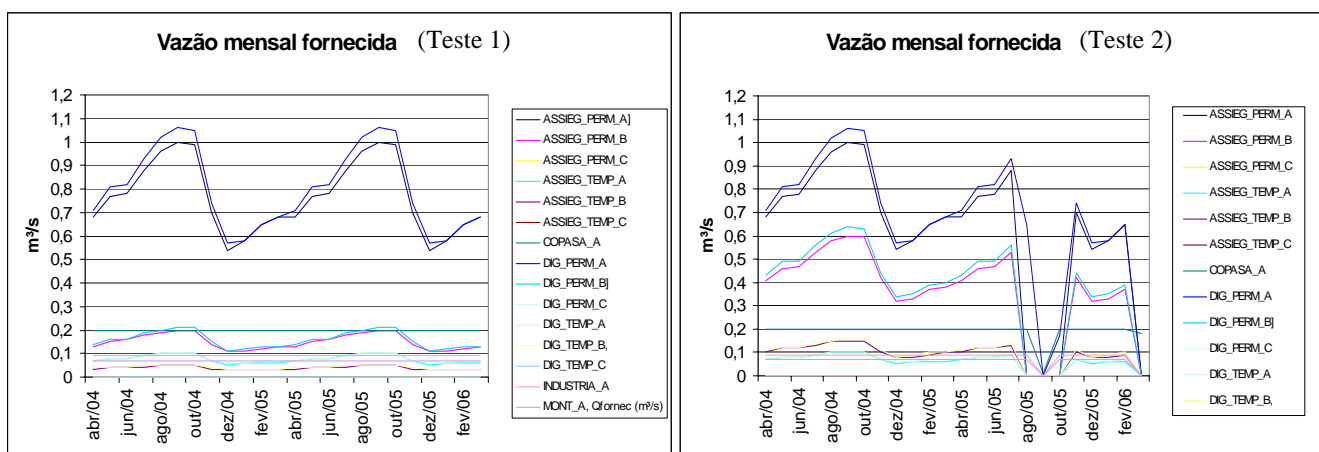


Figura 8. Gráfico das vazões médias fornecidas para os Testes 1 e 2 (Racionamento Parcial).

Da Tabela 4 observa-se que:

- o Teste 0, correspondente ao racionamento total, foi o que gerou a maior vazão fornecida (2,778 m³/s);

b) por outro lado, os Testes 1 e 2, correspondentes ao racionamento parcial, geraram valores próximos a esse (respectivamente 2,465 m³/s e 2,696 m³/s), mas apresentaram a vantagem de obterem menores períodos de racionamento para os setores mais prioritários (COPASA, Indústria e Montante), que poderiam causar maiores danos sócio-econômicos à população;

c) no Teste 1 o fornecimento aos dois empreendimentos de irrigação foi semelhante, enquanto que no segundo houve uma diferença sensível entre eles.

Tabela 4. Comparação dos resultados obtidos os três Testes aplicados.

Demandas	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (meses)	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)	Vazão média fornecida (m ³ /s)
Teste 0				
ASSIEG_PERM_A	6	37,5	44,939	1,207
COPASA_A	5	29,17	3,522	0,144
DIG_PERM_A	6	33,33	43,388	1,313
INDUSTRIA_A	5	29,17	1,656	0,064
MONT_A	5	29,17	1,288	0,05
Total fornecido 0				2,778
Teste 1				
INDUSTRIA_A	0	0	0,000	0,090
MONT_A	0	0	0,000	0,070
COPASA_A	0	0	0,000	0,200
DIG total	24	100	58,079	1,08
ASSIEG total	24	100	55,135	1,035
Total fornecido 1				2,475
Teste 2				
INDUSTRIA_A	1	16,67	0,473	0,083
MONT_A	1	100	0,368	0,064
COPASA_A	1	100	0,552	0,191
DIG total	24	100	49,117	1,223
ASSIEG total	24	100	11,984	1,135
Total fornecido 2				2,696

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos mostram que o programa AcquaNet, considerado uma ferramenta importante para a simulação hidrológica, pode ter seus resultados influenciados por hipóteses que vão além da prioridade e que podem indicar estratégias adicionais importantes no gerenciamento da operação de reservatórios. A técnica de racionamento parcial sugere ser um mecanismo importante para evitar a interrupção do fornecimento de água por longos períodos para setores usuários que pode causar grandes prejuízos à região, como perda de safra, fechamento de empreendimentos e desemprego. Como a solução depende do ponto de equilíbrio adotado,

sugere-se que se façam estudos para a determinação desses valores de forma mais precisa, de modo a se ter maior segurança na aplicação da metodologia aqui apresentada.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Nota Técnica Nº35/SUM/2002. Revisão da Disponibilidade Hídrica do Reservatório Bico da Pedra – MG, visando à determinação da Vazão Outorgável de Referência, 2002.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Relatório de Gestão 2003, Brasília, 2004.

AZEVEDO, L. G. T., PORTO, R. L. L.; FILHO, K. Z. – Modelos de Simulação e de Rede de Fluxo, In: Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos, R. L. L. PORTO (org.), Ed. Da Universidade UFRGS / ABRH, Porto Alegre, 1997.

SILVA, L. M. C., FREITAS, M. A. S., SILVEIRA, P. B. M. Aplicativo para Operação de Reservatório em Situações de Escassez - Fase II In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH, 2003. v.1.

CARDOSO da SILVA, L. M. e FREITAS, M. A. de S., 2002. *Aplicativo para Operação de Reservatórios em Situações de Escassez*. Anais do VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. 9p. il.

CODEVASF – Inventário de Projetos – Terceira Edição Revista e Atualizada. Ministério da Integração Nacional. Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Brasília, DF, 1999.

COPASA/HIDROSSISTEMA – Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais, Sérgio M. T. de Souza (ed. e coord.), Belo Horizonte, 1993, 264p.

GEODETIC LTDA. Hidrologia do rio Gortuba no local do Açude do Bico da Pedra, Relatório G-5, novembro de 1967.

HYDROS/MMA/CODEVASF – Estudos Hidrológicos e Determinação de Usos Múltiplos à Jusante da Barragem do Bico da Pedra. Projeto Gortuba, Relatório Técnico Nº GOR-00-GR-001-RT-R1, agosto 1996.

LABADIE, J. W. - Program MODSIM: River Basin Network Flow Model for the Microcomputer, Department of Civil Engineering, Colorado State University, 1988.

PORTO, R. L. L. – Modelo AcquaNet. Modelo Integrado para Análise de Sistemas Complexos de Recursos Hídricos, Versão 2.30, 2004.

TECNOSOLO/EPTISA – Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do rio Verde Grande, 2000.

Nota: As opiniões apresentadas neste artigo são de responsabilidade do seu autor, podendo não significar postura ou atitude da Agência Nacional de Águas – ANA, para a qual os mesmos trabalham.