

ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GORUTUBA (RESERVATÓRIO BICO DA PEDRA) – MINAS GERAIS

Marcos Airton de Sousa Freitas¹

Resumo - O presente trabalho consistiu da elaboração de uma estratégia operacional para o aproveitamento múltiplo das águas da Barragem de Bico da Pedra, principal fonte hídrica superficial da região, visando reduzir os crescentes conflitos de uso das águas existentes. Esse estudo apresenta uma descrição sucinta do problema e justificativa, mostrando a necessidade do estabelecimento de regras de operação para o referido reservatório. Para tanto, foi feito um levantamento constando de análise climatológica e de demandas (abastecimento urbano, industrial e irrigação). Foram aplicados os modelos de simulação em rede de fluxo MODSIM e AcquaNet. Para os diversos cenários pesquisados procurou-se estabelecer estratégias de operação, do modo que se obtivesse um maior garantia possível, ou seja, uma satisfação de 100% da demanda. Os modelos aplicados mostraram-se eficientes e bastante flexíveis para serem empregados como instrumentos de apoio à tomada de decisão na bacia em estudo.

Abstract - The main objective of this work consisted of the elaboration of an operational strategy for the multiple exploitation of waters of the Bico da Pedra reservoir, the most important supply source of the region, in order to reduce the increasing conflicts among the water users. It presents a description of the problem and justification, showing the necessity of the establishment of operation rules for the dam. In such a way, climatologic analysis and estimation of demands have been made (urban and industrial supplying and irrigation). The MODSIM and AcquaNet models have been applied. For diverse demand levels, operation strategies have been established, evaluating the risk of failure. The applied models have revealed efficient and sufficiently flexible to be employed as instruments of support to decision-makers.

Palavras-Chave – usos múltiplos, semi-árido, simulação de reservatórios

1. INTRODUÇÃO

¹ Sócio da ABRH – Engenheiro Civil - Agência Nacional de Águas (ANA); End: Setor Policial Sul, Quadra 3, Lote 5, Bloco B, Brasília – DF. Telefone: (61) 445-5367; E-mail: masfreitas@ana.gov.br

O Norte do Estado de Minas Gerais, onde se encontra a Barragem do Bico da Pedra (Bacia do Rio Gorutuba), 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 Açude 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, com o objetivo, dentre outros aspectos, de regularizar o Rio Gorutuba e fornecer água aos perímetros irrigados a serem implantados, Projetos Gorutuba e Lagoa Grande.

O Projeto 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 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 (RESERVATÓRIO BICO DA PEDRA)

A Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba 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.

Foram levantados os estudos relacionados ao Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande; Estudos hidrológicos do rio Gorutuba no local do Açude do 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.

3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos realizados pela HYDROS/MMA/CODEVASF (1996) foram desenvolvidos no sentido de gerar uma série de deflúvios afluentes à bacia hidráulica da Barragem do Bico da Pedra. Foram realizados ainda estudos de clima, objetivando gerar séries de evaporação e demais dados climáticos de chuvas, temperatura, insolação etc. As simulações efetuadas e apresentadas serviriam para a decisão política-administrativa de qual área deveria ser planejada para a exploração agrícola irrigada na margem esquerda do rio Gorutuba, a jusante da Barragem Bico da Pedra.

Para a realização do supracitado estudo foram analisadas informações dos seguintes estudos anteriores:

- Observações Pluviométricas no Nordeste do Brasil – MINTER/DNOCS;
- Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais – Hidrossistemas, 1993;
- Projeto Gorutuba. Safra 94/95. Relatório da 1ª SR – CODEVASF – Monte Claros, MG. 1995;
- Disponibilidade de Água do Lago da Barragem Bico da Pedra – Janaúba – MG. Relatório do Grupo de Trabalho – Decisão 102/88 – CODEVASF.

No que diz respeito às vazões, os dados disponíveis, segundo o estudo, resumiam-se ao arquivo do Sistema de Informações Hidrológicas do DNAEE, posto Janaúba, código 44750000 (latitude 15° 48' S e longitude 43° 19' W), com registros entre 69/75 e 80/88, ambos períodos com falhas, e à série de deflúvios gerados para o mesmo local na publicação Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais (COPASA/Hidrossistemas, 1993), com 50 anos de extensão. A área da bacia de drenagem foi de 1.661 km².

Visando avaliar a coerência entre essas informações foi ajustado o modelo chuva-vazão MODHAC (IPH/UFRGS) à bacia da Barragem do Bico da Pedra. Ainda, de acordo com o referido estudo, foi desenvolvida calibração com os dados do DNAEE, geração de série de vazões a partir dos dados de precipitação e comparou-se a série gerada com o MODHAC com a série apresentada pela COPASA/Hidrossistemas. Após a calibração dos parâmetros do MODHAC foram simuladas séries de vazões entre 1964 e 1988, para fins de confrontação com série gerada pela COPASA/Hidrossistemas.

Estabelecida a comparação gráfica e numérica entre as duas séries, no período de 1964/88, observou-se uma razoável concordância. Além disso, o volume anual médio de escoamento das duas séries mostrou-se bastante próximos, bem como as vazões nos períodos de estiagem apresentaram boa similaridade, apresentando, porém, valores menores na série da COPASA. Em virtude desse último fato e da não disponibilidade de chuvas diárias ao longo de um número maior de anos, o citado estudo optou por utilizar a série da COPASA/Hidrossistemas.

Para a determinação da capacidade regularizadora do reservatório Bico da Pedra, o estudo da HYDROS utilizou, dentre outros, os dados e pressupostos seguintes:

- Vazões médias mensais – série gerada pela COPASA/Hidrossistemas (50 anos);
- Chuvas totais mensais sobre o reservatório – série obtidas junto ao DNAEE e DNOCS;
- Evaporações médias mensais da Estação Climatológica da EPAMIG, Janaúba. Admitida a circularidade amostral sobre as normais mensais do ano;
- Sazonalidade das demandas. Foram feitas duas simulações: uma considerando demandas igualmente distribuídas durante o ano e outra com variação sazonal. A sazonal foi adotada como o valor médio dos consumos registrados entre 1992 e 1995, considerando os vários usuários;
- Volume máximo do reservatório igual a 705,6 hm³; correspondente a cota 553,0 m;
- Volume mínimo do reservatório igual a 314,0 hm³, correspondente a cota 542,52 m;
- Reservatório considerado cheio no início e final do período de simulação;
- Modelo explicitamente determinista, adotando as séries de vazões e chuvas passadas como representativa das possíveis ocorrências futuras.

Foi empregado o modelo CASCATA, desenvolvido pelo Prof. Eduardo Lanna, da UFGRS.

Procedeu-se, então, uma revisão da disponibilidade hídrica do Reservatório do Bico da Pedra, empregando, para isso, o modelo AcquaNet. Para a determinação da capacidade regularizadora do Reservatório Bico da Pedra usando-se o modelo AcquaNet (LabSid/USP), utilizamos os dados e pressupostos seguintes:

- Vazões médias mensais – série gerada pela COPASA/Hidrossistemas (50 anos);
- Chuvas totais mensais sobre o reservatório – Estação Janaúba Nº 83.395 – INMET, média do período 1977/94;
- Evaporações médias mensais da Estação Climatológica da EPAMIG, Janaúba. Admitida a circularidade amostral sobre as normais mensais do ano. Empregou-se o coeficiente de 0.8 para correlacionar a evaporação do Tanque Classe “A” (Quadro 01) com a evaporação direta do reservatório;

- Volume máximo do reservatório igual a 705,6 hm³; correspondente a cota 553,0 m;
- Volume mínimo do reservatório igual a 268,8 hm³, correspondente a cota 541,0 m;
- Reservatório considerado cheio no início do período de simulação;
- Modelo explicitamente determinista, adotando as séries de vazões, evaporações e chuvas passadas como representativa das possíveis ocorrências futuras.

Quadro 01: Evaporação e precipitação média mensal (m/mês) – Posto Janaúba – INMET

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
EVAP.(1980/95)	0.205	0.145	0.111	0.114	0.128	0.133	0.140	0.159	0.162	0.182	0.199	0.207
PREC.(1977/94)	0.051	0.125	0.183	0.217	0.095	0.098	0.040	0.011	0.002	0.001	0.005	0.018

Foram utilizados os valores representativos médios de evaporação e precipitação do posto de Janaúba (INMET), com um total anual de 1885,0 mm típico da região (Quadro 01 e Figura 01).

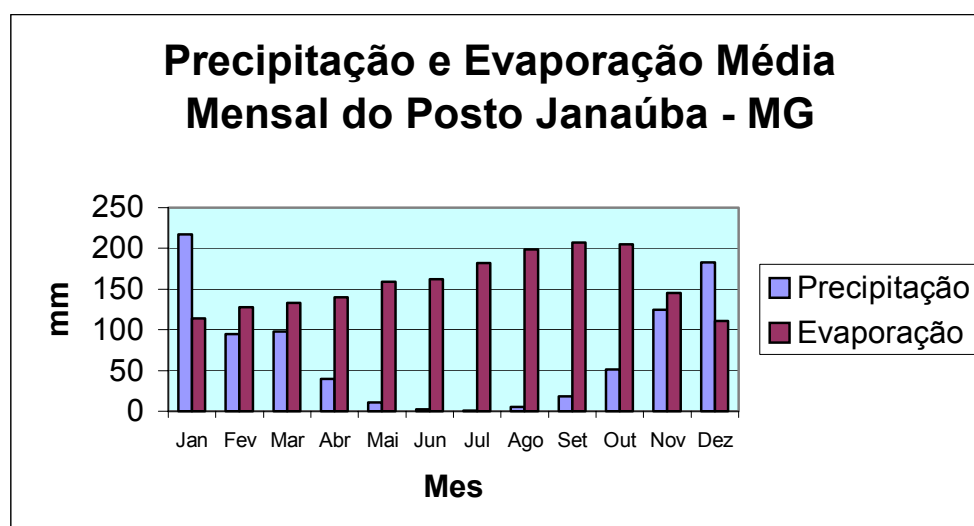


Figura 1: Precipitação e Evaporação Média Mensal do Posto de Janaúba.

As Figuras 02 a 04 apresentam respectivamente a vazão média mensal, o desvio padrão e o coeficiente de correlação mensal para a série afluente ao reservatório Bico da Pedra (Out/1939 a Set/1989).

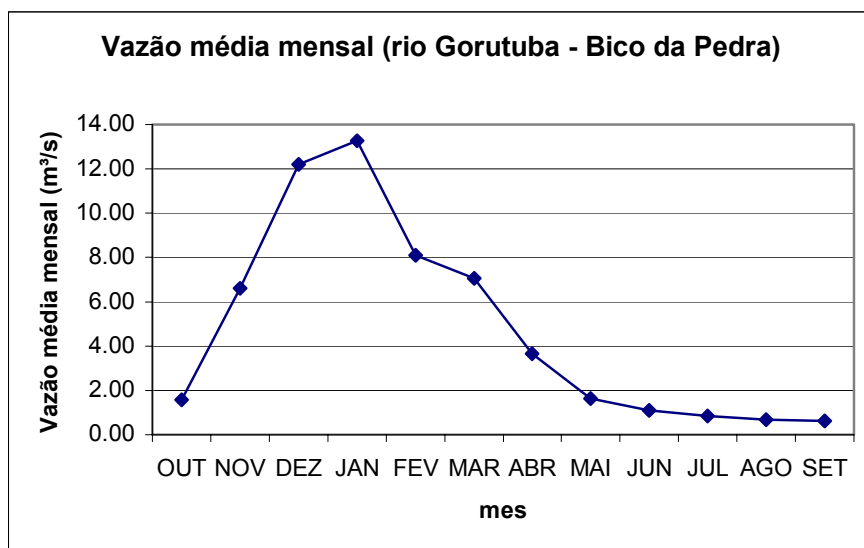


Figura 02: Vazão média mensal no período Out/1939 a Set/1989 - Reservatório Bico da Pedra.

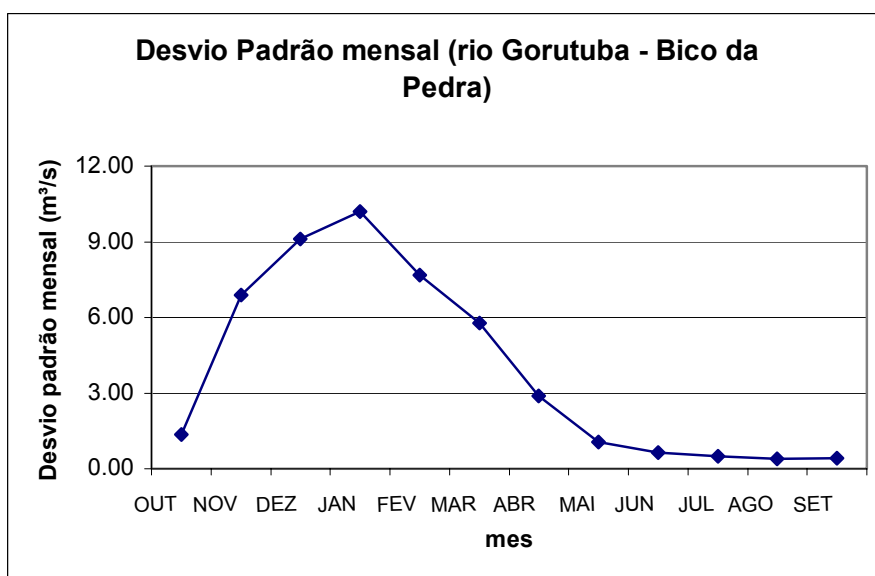


Figura 03: Desvio padrão mensal no período Out/1939 a Set/1989 - Reservatório Bico da Pedra.

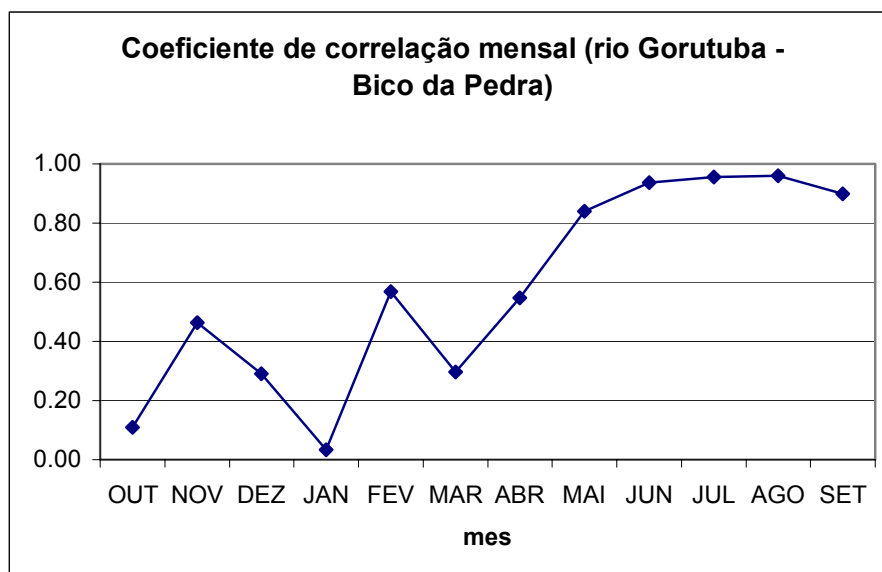


Figura 04: Coeficiente de correlação mensal no período Out/1939 a Set/1989 - Reservatório Bico da Pedra.

4. SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO BICO DA PEDRA

A complexidade atual dos problemas relacionados à gestão de recursos hídricos requer o emprego de instrumentos e técnicas capazes de auxiliar na tomada de decisão, em especial em períodos de escassez. Dentre essas técnicas duas merecem destaque: a simulação matemática e a modelagem em rede de fluxo (AZEVEDO et al., 1997).

O modelo de rede de fluxo MODSIM foi originalmente desenvolvido por LABADIE (1987 e 1988), na Universidade do Colorado, nos Estados Unidos. Neste estudo foi utilizado a versão ModSimLS, a qual incorpora interface gráfica, em ambiente Windows, desenvolvida na Universidade de São Paulo – USP, pelo Prof. Dr. Rubem La Laina Porto.

Na simulação da operação do reservatório, o processo foi iniciado considerando o volume acumulado médio da barragem. Forma, então, feitas várias simulações para definição de volumes regularizados, associados a diversas garantias ou riscos (Figura 05).

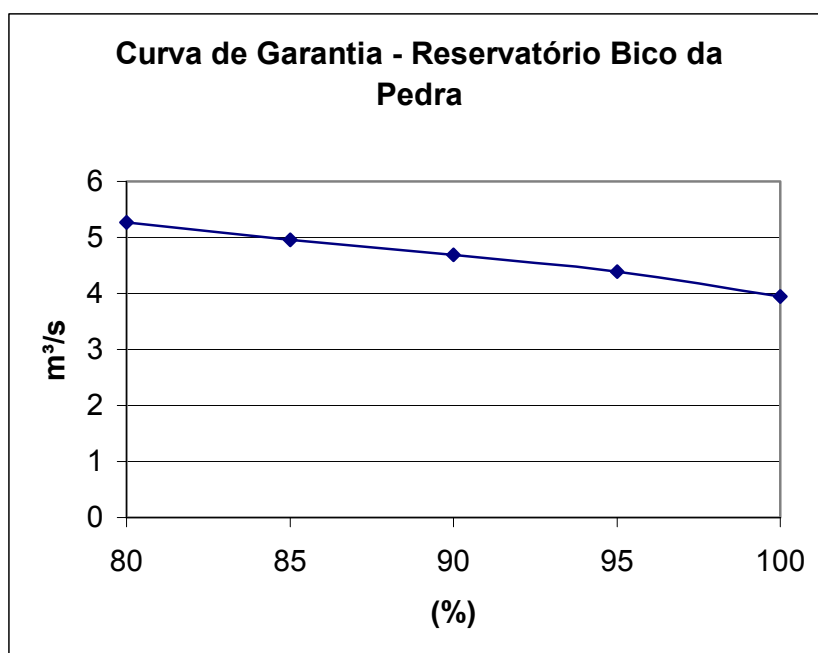


Figura 05: Curva de regularização do Reservatório Bico da Pedra – Modelo AcquaNet.

4.1 Estimativa das demandas

Os levantamentos foram feitos junto aos usuários: CODEVASF (irrigação: Projeto Gorutuba e Lagoa Grande), COPASA (abastecimento urbano), indústria HERO (abastecimento industrial). O Quadro 02, a seguir, apresenta as demandas médias mensais, em m³/s, para esses usuários.

Quadro 02: Demandas médias mensais, em m³/s (Ano 2002).

Mes/Ano	COPASA	Gorutuba	Industria	Lagoa
Abr/2002	0.10	1.83	0.15	1.08
Mai/2002	0.10	1.96	0.15	1.02
Jun/2002	0.10	2.22	0.15	1.07
Jul/2002	0.10	2.19	0.15	1.04
Ago/2002	0.10	2.42	0.15	1.01
Set/2002	0.10	2.13	0.15	0.97
Out/2002	0.10	1.25	0.15	0.72
Nov/2002	0.09	0.71	0.15	0.37
Dez/2002	0.10	0.55	0.15	0.37
Jan/2003	0.10	0.98	0.15	0.78
Fev/2003	0.10	2.56	0.15	1.09
Mar/2003	0.09	0.80	0.15	0.64

4.2 Simulação da Operação do Reservatório Bico da Pedra

Os estudos de operação do reservatório são, via de regra, divididos em duas partes: uma operação estratégica e uma operação tática. No primeiro caso, as regras operativas estratégicas são determinadas pelas análises de toda a série histórica de observações hidrológicas e que, em consequência, indicam diretrizes de operação de longo prazo. Determinou-se, com isso, a vazão regularizada pelo reservatório, para os vários níveis de garantia (Figura 05).

Por outro lado, os operadores do reservatório, necessitam tomar decisões no início, por exemplo, de um período de irrigação e nem sempre as diretrizes estratégicas são as mais adequadas. Isto ocorre principalmente diante de situações excepcionais quando o volume no reservatório está muito baixo no início da estação ou quando se deseja analisar as consequências de secas muito críticas. Nesta situação é necessário fazer uma operação tática do reservatório, que cobriria o período de aproximadamente um ou dois anos, a partir do mês em curso. Nesse caso, empregou-se o modelo Modsim, com a configuração apresentada na Figura 06.

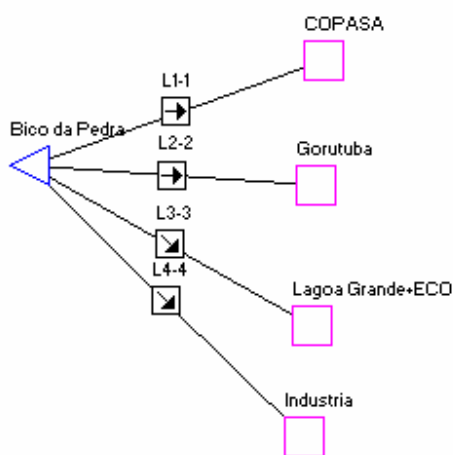


Figura 06: Topologia para alocação de água usando o modelo MODSIM.

Com os dados de disponibilidade de água (vazão afluyente e volume no reservatório no início da simulação) e das diversas projeções de demandas (abastecimento humano, industrial e irrigação) foram realizadas as simulações usando o programa de simulação da operação de reservatório (Modsim), para a determinação das falhas de atendimento às demandas. O atendimento às demandas médias mensais, para o período de abril de 2002 a março de 2003, mesmo em uma situação de aporte nulo de vazão afluyente ao reservatório, no referido período é mostrado no Quadro 03.

Quadro 03: Atendimento às demandas médias mensais (Abril de 2002 a Março de 2003).

Demandas	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (meses)	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³), sem considerar a tolerância	Vazão média fornecida (m³/s)
COPASA	0	0.00	0.000	0.098
Gorutuba	0	0.00	0.000	1.633
Industria	0	0.00	0.000	0.150
Lagoa Grande+ECO	0	0.00	0.000	0.847

A Figura 07 apresenta o deplecionamento histórico (anos 1992 a 2001) do reservatório Bico da Pedra e o deplecionamento previsto para o ano 2002 (período de março a setembro), baseado apenas no deplecionamento médio dos anos anteriores, uma vez que nesses meses a vazão afluyente ao reservatório é praticamente insignificante. A redução do reservatório é devido, basicamente, a evaporação e a liberação da água para montante.

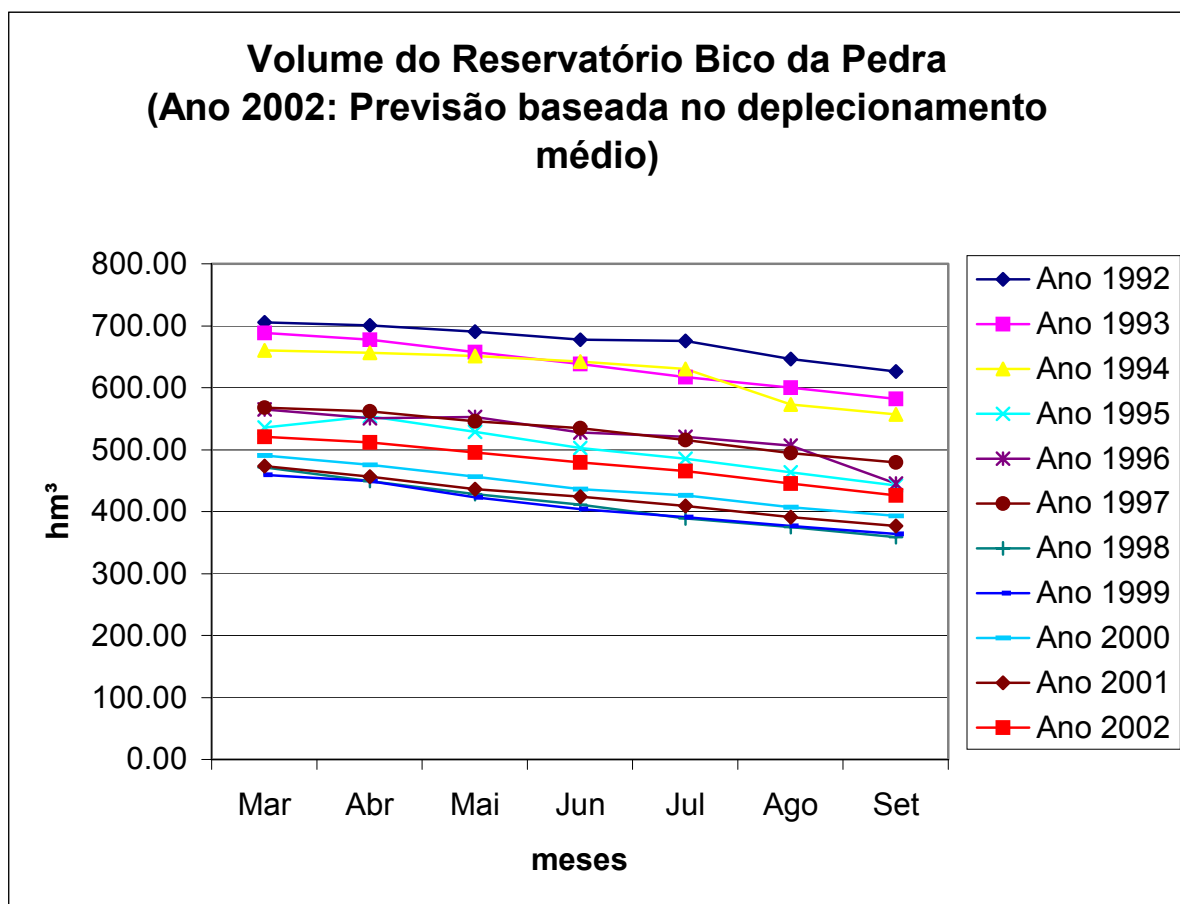


Figura 07: Deplecionamento histórico (anos 1992 a 2001) e previsto (2002) do reservatório Bico da Pedra.

4.2.1 Alocação Negociada de Águas no Ano de 2002

Os resultados da simulação foram apresentados e discutidos com os usuários em diversas reuniões ao longo do período de abril a outubro de 2002. De acordo com os resultados apresentados no Quadro 03, constata-se atendimento integral às demandas, ou seja, uma garantia de 100%.

Observa-se que, por meio da simulação, é possível obter diretrizes gerenciais mensais para a Barragem de Bico da Pedra, ou seja, gerar planos operacionais a fim de satisfazer metas, prioridades e limitações específicas do sistema. Além disso, é possível avaliar soluções de compromisso (trade-offs) entre usos conflitantes durante possíveis períodos de disponibilidade deficiente de água.

As perdas por evaporação foram estimadas a partir das taxas observadas na região. O reservatório foi simulado com um volume máximo de 705 hm³ e um volume mínimo de 268 hm³, sendo o volume inicial, em 1º de abril de 2003, de 520.3 hm³.

Observou-se, porém, a necessidade de se levantar as informações mais precisa de consumo dos usuários ao longo do rio, denominados de ECO (Quadro 03). Dada à inexistência desses valores, simulou-se o reservatório para diversas “demandas ecológicas”, ou seja, demandas necessárias ao atendimento dos usuários difusos ao longo do rio. O resultado dessa simulação encontra-se na Figura 08, onde se observa ao lado dos decaimentos previstos (para diversas liberações) o decaimento ocorrido no reservatório no ano de 2002 (abril a outubro). Esse decaimento foi discutido e acompanhado pela Comissão dos Usuários cria, dentre outras, para essa finalidade.

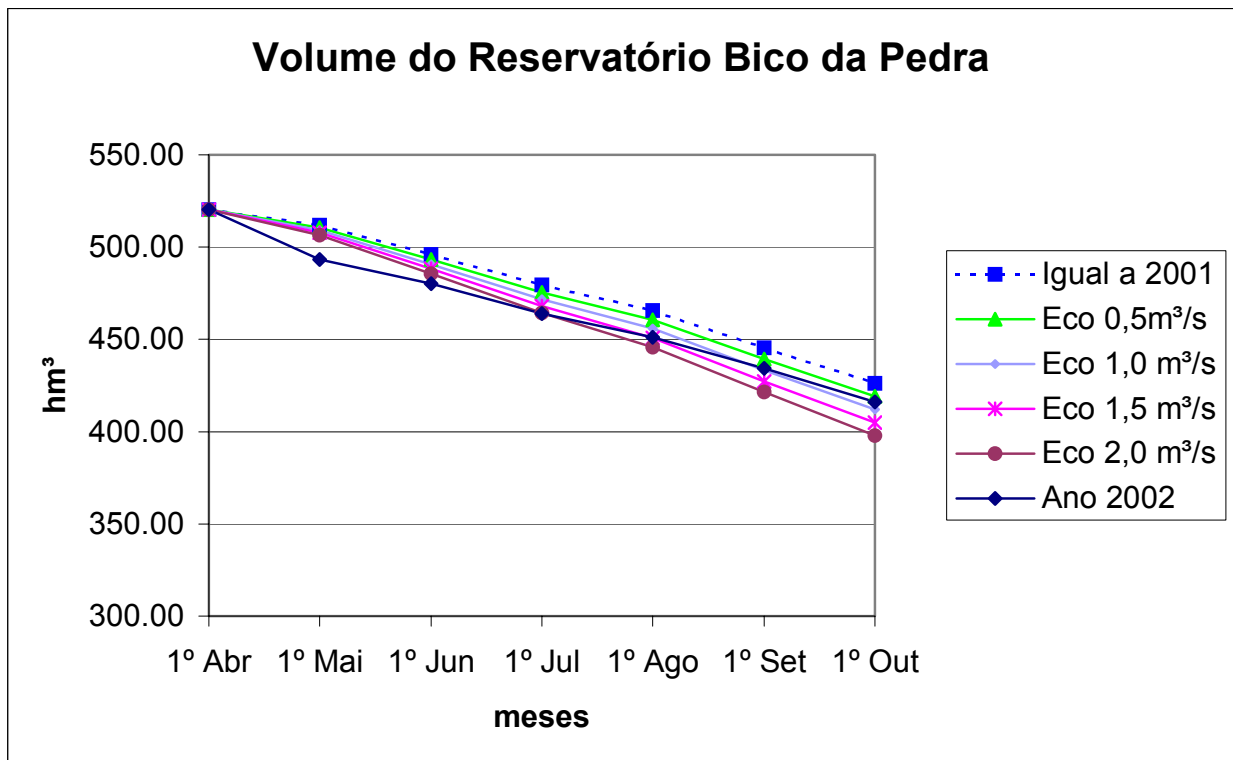


Figura 08: Volumes previstos e ocorrido do reservatório Bico da Pedra (abril a outubro de 2002)

Analisou-se ainda a operação do reservatório Bico da Pedra empregando-se os denominados “anos típicos”, ou seja, anos aos quais estão associadas probabilidades de ocorrência (pior ano da série histórica: V0%; ano muito seco: V10%; ano seco:V25%; ano normal:V50%; ano úmido:V75% e ano muito úmido:V90%). Foram, então, feitas simulações para os diversos cenários descritos anteriormente, para um horizonte de simulação de um ano. Observa-se da Figura 08 que o reservatório atingiu em março de 2003, praticamente o volume previsto pela previsão de um ano considerado normal.

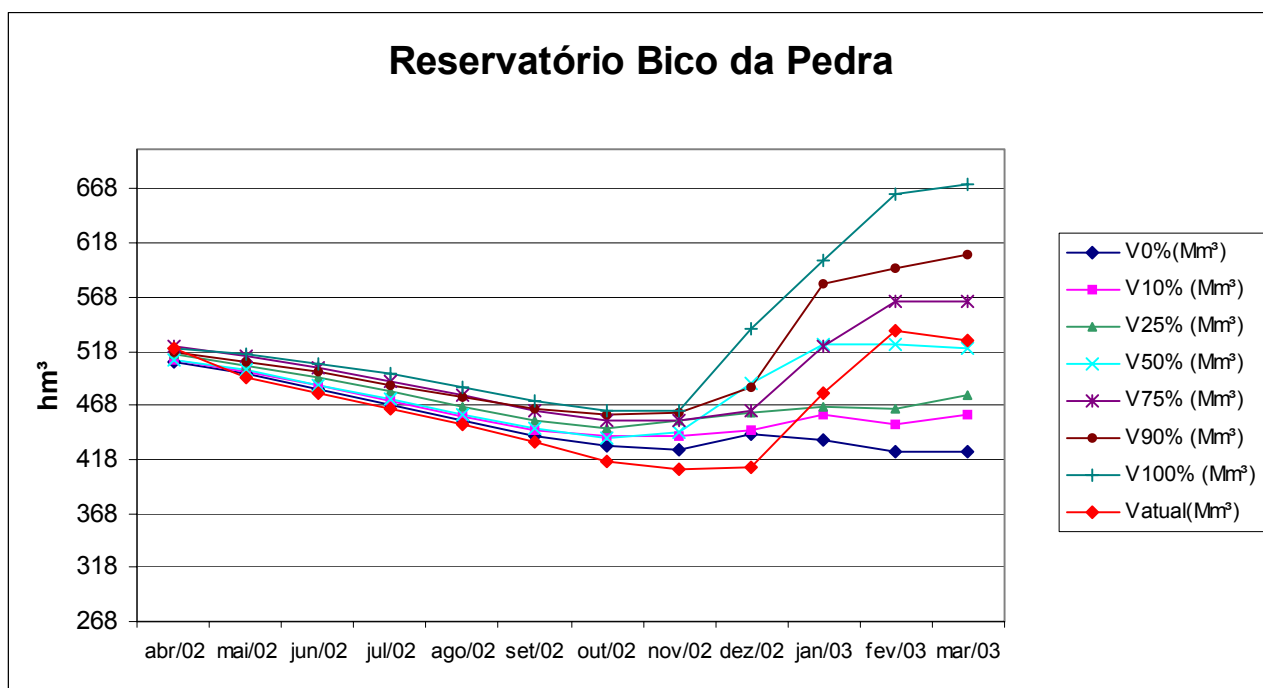


Figura 09: Volumes previstos para o reservatório Bico da Pedra segundo “anos típicos”

4.2.2 Alocação Negociada de Águas no Ano de 2003

Para a operação do Reservatório de Bico da Pedra no ano de 2003 foi empregado o modelo AcquaNet, com a configuração apresentada na Figura 10.

Para os usuários à montante do reservatório e para os irrigantes ao longo do rio Gorutuba à jusante da barragem foi feito um cadastro elaborado e aplicado pela ANA (Escritório Técnico, em Janaúba).

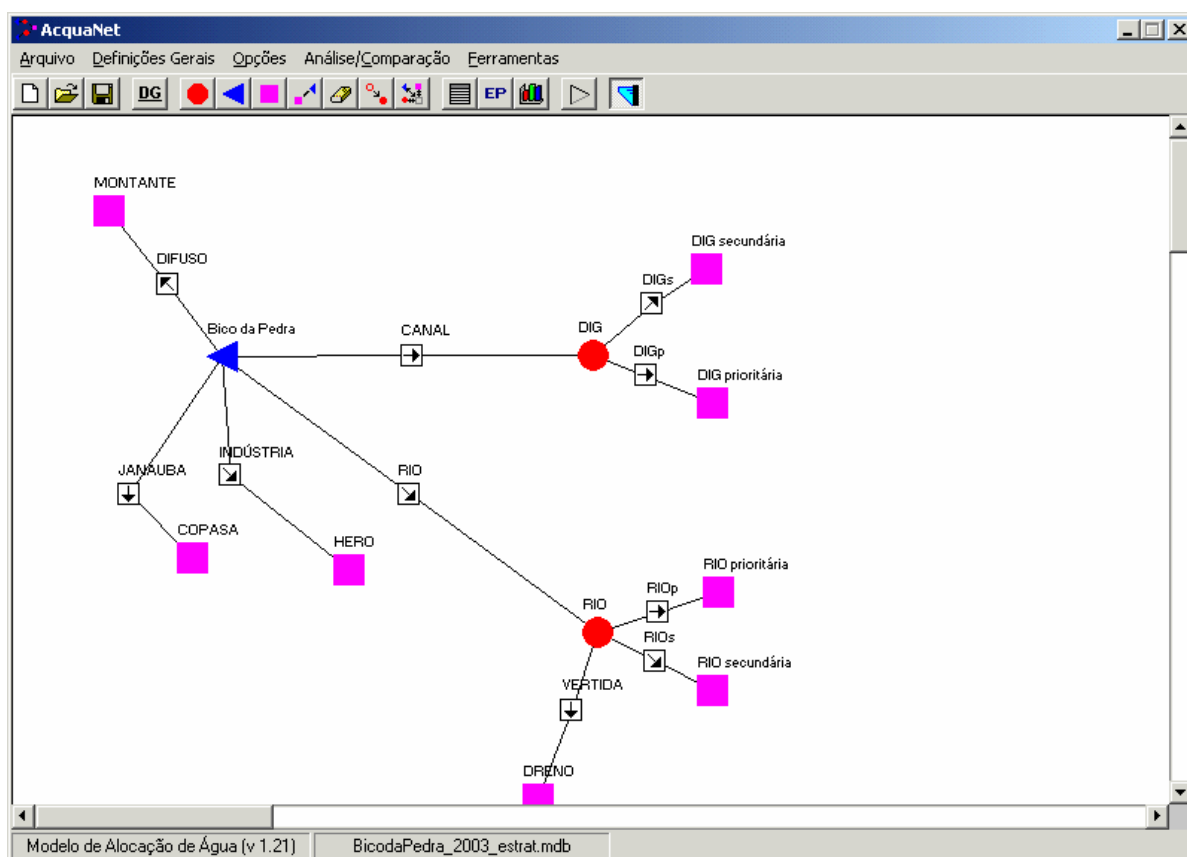


Figura 10: Modelo AcquaNet para a simulação do reservatório Bico da Pedra

A Figura 11 apresenta esquematicamente os valores médios mensais a serem alocados aos usuários da bacia para o ano de 2003.

Quadro 04: Demandas médias mensais, em m^3/s (Ano 2003) e volumes previstos.

Mês/Ano	Bico da Pedra crítico (Mm ³)	Bico da Pedra 50% MLT (Mm ³)	COPASA, Dem (m ³ /s)	DIG prioritária, Dem (m ³ /s)	HERO, Dem (m ³ /s)	MONTANTE, Dem (m ³ /s)	RIO ASSIEG, Dem (m ³ /s)	RIO diversos, Dem (m ³ /s)
abr/03	513.60	513.60	0.2	0.88	0.09	0.07	0.6	0.81
mai/03	498.05	503.17	0.2	2.02	0.09	0.07	1.02	0.81
jun/03	481.92	488.61	0.2	2.16	0.09	0.07	0.96	0.81
jul/03	463.69	471.20	0.2	2.45	0.09	0.07	1.01	0.81
ago/03	445.71	453.51	0.2	2.41	0.09	0.07	0.98	0.81
set/03	426.26	434.34	0.2	2.67	0.09	0.07	0.95	0.81
out/03	408.05	416.50	0.2	2.35	0.09	0.07	0.92	0.81
nov/03	394.12	418.68	0.2	1.38	0.09	0.07	0.68	0.81
dez/03	387.27	438.39	0.2	0.78	0.09	0.07	0.35	0.81
jan/04	399.09	455.77	0.2	0.61	0.09	0.07	0.35	0.81
fev/04	390.16	456.86	0.2	1.08	0.09	0.07	0.74	0.81
mar/04	375.07	451.76	0.2	2.82	0.09	0.07	1.03	0.81

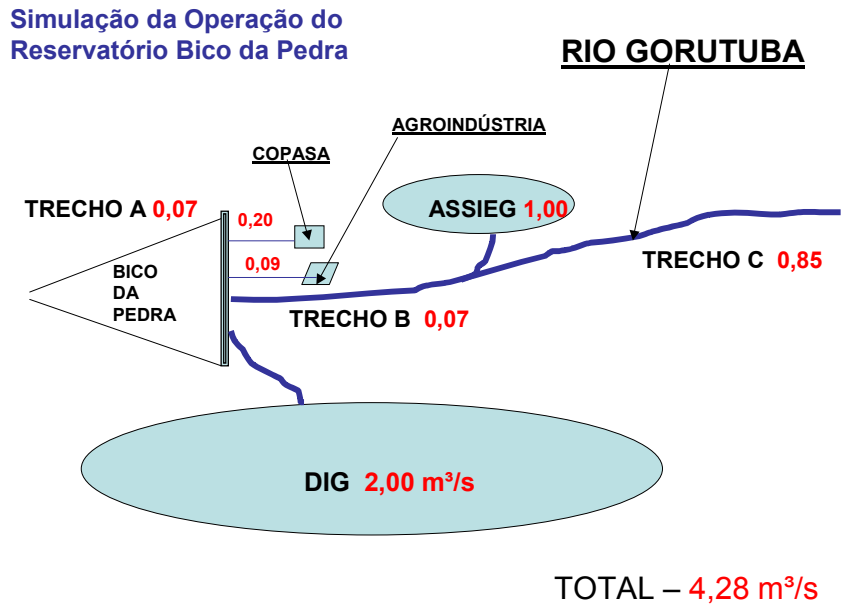


Figura 11: Demandas médias mensais dos usuários da bacia (2003)

No quadro 04 e Figura 11 são apresentadas as demandas médias mensais, em m^3/s , para o ano 2003, bem como os volumes previstos para dois cenários: um cenário crítico e um cenário normal (Figura 12).

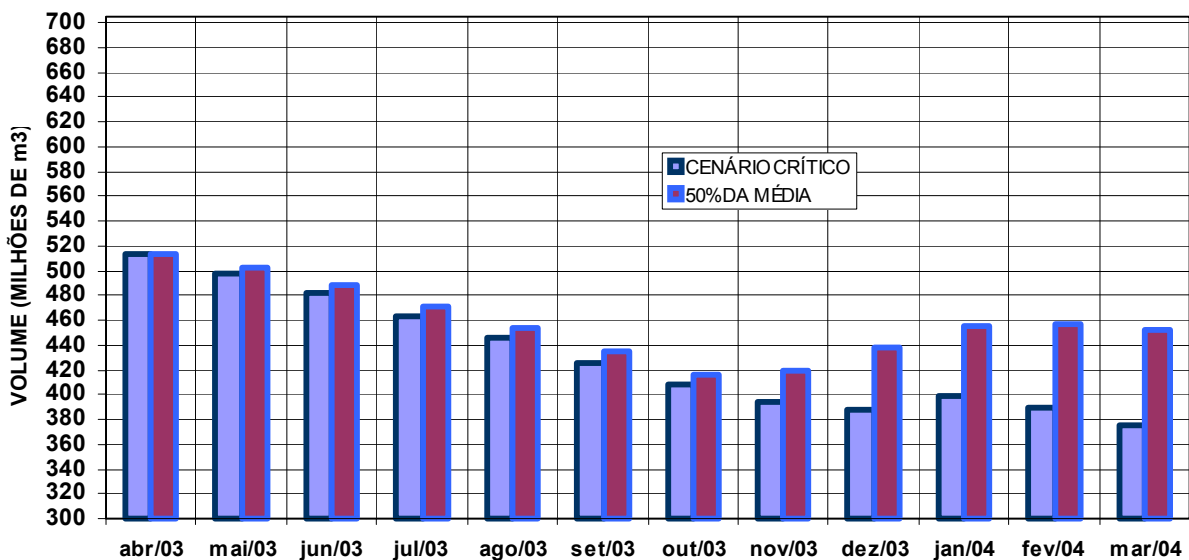


Figura 12: Volumes previstos para “cenário crítico” e “cenário normal”.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do estudo efetivado pode-se constatar a grande utilização da Barragem do Bico da Pedra (705 hm³), atualmente empregada para regularização de vazão, irrigação e abastecimento industrial, a qual vem sendo operada pela CODEVASF.

Dos resultados obtidos pode-se constatar que os conflitos existentes puderam ser minimizados a partir das discussões e seminários realizados na região, visando uma maior conscientização dos usuários de água da bacia hidrográfica do Rio Gortuba. As ferramentas empregadas serviram de auxílio a uma operação mais segura e confiável da barragem, e poderá também ser útil na implementação da outorga de direito de uso da água.

Consoante aos aspectos hidrológicos comprovou-se a enorme dificuldade relacionada à disponibilidade de informações na bacia formada pela Barragem Bico da Pedra. É imperioso, portanto, um planejamento na bacia no que tange a implementação de um sistema de coleta, tratamento e armazenamento de informações, associado a um programa criterioso de monitoramento (quantitativo e qualitativo), processo esse já em curso pela ANA. O cadastramento dos usuários de água para uma estimativa mais acurada das demandas existentes foi realizado pela ANA.

Para os diversos cenários pesquisados procurou-se estabelecer estratégias de operação, do modo que se obtivesse um maior garantia possível, ou seja, uma satisfação de 100% da demanda. Nos casos em que essa situação não foi possível, procurou-se, então, atender integralmente as demandas seguindo prioridades estabelecidas pela legislação pertinente.

O MODSIM e o AcquaNet mostraram-se eficientes e bastante flexíveis para serem empregados como instrumentos de apoio à tomada de decisão na bacia. Eles foram utilizados para a determinação de regras de operação, tanto estratégica quanto tática frente a inúmeros cenários de uso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

GEODETC LTDA. Hidrologia do rio Gorutuba 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 Gorutuba, Relatório Técnico N° GOR-00-GR-001-RT-R1, agosto 1996.

LABADIE, J. W. – Otimização da Operação de Projetos Hidroagricolas, Ministério da Irrigação, PROINE, Colorado State University, Brasília, 1987.

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. – ModSimP32 – Modelo de Simulação de Bacias Hidrográficas, Manual de Operação, 2001.

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, não significando, em nenhuma hipótese, postura ou atitude da Agência Nacional de Águas – ANA, para a qual o mesmo trabalha.