

XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIO NA BACIA DO RIO PARDO-BA: avaliação da segurança hídrica para o abastecimento público

Roberto Mota Araujo Silva¹ ; Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade²

RESUMO – A região semi-árida brasileira é marcada por relativa escassez hídrica, consequência da distribuição pluviométrica, variável no tempo e no espaço, refletindo-se no regime de vazões dos rios. Para amenizar tal irregularidade, são construídos reservatórios com a finalidade de compensar as deficiências hídricas em períodos secos, regulando a manutenção da vazão dos cursos de água ou atendendo às variações da demanda dos usuários. O presente trabalho avalia as disponibilidades hídricas do reservatório Água Fria II, localizado na parte alta da Bacia do Rio Pardo - BA, região submetida por vezes a severas condições de seca, onde se registra conflitos pelo uso da água. Para simular a operação, fez-se uso de modelo computacional baseado em rede de fluxo, idealizando-se diferentes cenários de planejamento que consideram a sazonalidade climática, a definição de prioridades de atendimento às demandas do abastecimento humano, atuais e futuras, e exigências ambientais. Os resultados alcançados permitem diagnosticar situações potencialmente limitadoras à alocação plena das demandas hídricas requeridas pelas cidades de Vitória da Conquista e Barra do Choça, fornecem subsídios à formulação de regras operativas para o reservatório e justificam a implantação da Adutora do Catolé, melhorando a segurança hídrica para os sistemas de abastecimento de água.

ABSTRACT– The semi-arid region of northeastern Brazil is marked by relative water shortage, consequence of the rain distribution, variable in the time and in the space. Similar behavior is observed in flows in the rivers. The reservoirs are built with the purpose of compensating the water deficiencies in dry periods, regulating the maintenance of the flow of the courses of water or assisting to the variations of the user's demands. This work summarizes the operational analysis of Água Fria II reservoir, located at the Pardo River basin in the Bahia State. To simulate the operation, it was made use of computational model based on flow net being idealized different planning sceneries that consider the climatic conditions, the definition of priorities to the demands of the provisioning human, current and future, and environmental demands. The adopted methodology can provide a better understanding of reservoir system, providing support on the selection of operational policies that better adequate to the full allocation of the water demands requested by the Vitória da Conquista and Barra do Choça, and supply subsidies to the formulation of operative rules for the reservoir, justifying the construction of the Catolé water pipeline to reinforcement of flows for the systems.

Palavras-Chave – planejamento, operação de reservatórios, abastecimento público.

1) Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB. Rua Rui Barbosa, no. 710, 44380-000 Cruz das Almas – BA. (75) 9230-9808. E-mail: bebetooo3000@hotmail.com.

2) Prof. Adjunto do ESA/CETEC/UFRB - Rua Rui Barbosa, no. 710, 44380-000 Cruz das Almas-BA. (75) 36217314. E-mail: prserrano@yahoo.com.br.

1 - INTRODUÇÃO

O uso dos recursos hídricos vem se intensificado nas últimas décadas com o desenvolvimento econômico, tanto no que se refere ao aumento da quantidade demandada para determinada utilização, quanto no que se refere à variedade dos usos. Visando assegurar uma gestão racional e integrada dos recursos hídricos no Brasil, a Lei Federal nº 9.433, de 08/01/1997, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece no seu Artigo 1, entre outros fundamentos, que: *III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.* A Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia foi definida desde a Lei Estadual Nº 6.855/95 (BAHIA, 1995), atualizada pela Lei Nº 11.612, de 08/10/2009 (BAHIA, 2009). A Resolução CONERH Nº 43, de 02 de março de 2009, requalificou a Divisão Hidrográfica Estadual em Regiões de Planejamento e Gestão das Águas, subdividindo a Bahia, para fins de planejamento hídrico, em 25 regiões de planejamento das águas (RPGA). A área de estudo localiza-se na chamada *Região de Planejamento e Gestão das Águas do Rio Pardo - RPGA VI*. O presente trabalho faz uma avaliação das disponibilidades hídricas do reservatório Água Fria II, localizado no município de Barra do Choça – BA. Na região de influência do reservatório existem problemas de déficit hídrico e fortes conflitos pelo uso da água, destacando-se problemas no atendimento das demandas dos Sistemas Integrados de Abastecimento de Água (SIAA) de Vitória da Conquista e Barra do Choça, importantes cidades do interior do Estado da Bahia.

2 - OBJETIVO

Simular a operação do reservatório Água Fria II, mediante cenários de planejamento, visando subsidiar regras de gerenciamento que contemplem o uso racional das disponibilidades hídricas para atendimento das demandas do abastecimento de água para as cidades de Vitória da Conquista e Barra do Choça.

3 – RESERVATÓRIOS E ANÁLISE DE SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS

3.1 – Reservatórios

3.1.1 – Conceituação

Os reservatórios são sistemas aquáticos modificados, extremamente complexos e dinâmicos, que apresentam as funções principais de manutenção da vazão dos cursos de água e atendimento às variações da demanda dos usuários (PRADO, 2002). Qualquer que seja o tamanho do reservatório ou a finalidade da água acumulada, sua principal função é a de regulador, objetivando a manutenção da vazão dos cursos de água ou atendendo às variações da demanda dos usuários (ANDRADE, 2006).

3.1.2 – Volumes e Níveis Operacionais

Uma maneira de descrever um reservatório, do ponto de vista físico, se dá através de elementos operacionais como níveis de água (NA) e volumes característicos, conforme figura 1.

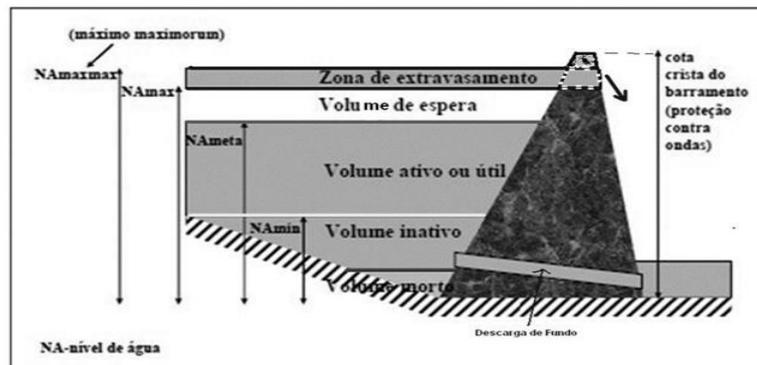


Figura 1 - Níveis e volumes característicos de um reservatório (adaptado de Andrade, 2006).

3.1.3 – Operação de Reservatórios

Na forma mais simples, o problema da análise e operação de reservatórios pode ser resumido na necessidade da determinação da capacidade de acumulação para atender certa demanda, com um nível de confiança aceitável, variável no tempo (ANDRADE, 2000). A modelagem matemática que suporta o planejamento e o gerenciamento de reservatórios utiliza-se, de forma geral, de modelos baseados nas técnicas de análise de sistemas de recursos hídricos, como a simulação e a otimização.

3.2 - Análise de Sistema de Recursos Hídricos

A *Análise de Sistemas de Recursos Hídricos* é uma técnica de solução de problemas complexos, a partir da abordagem sistêmica e do uso de técnicas computacionais agregadas à modelagem matemática de sistema de recursos hídricos, sendo dois os grandes propósitos dessa análise: simular o comportamento da realidade que se quer representar, e otimizar os processos decisórios que atuam sobre esta realidade (LANNA, 2002).

3.2.1 – Modelos de Simulação em Rede de Fluxo

Os modelos de rede de fluxo em geral são capazes de simular o comportamento de operações, sujeitos a metas de níveis de água nos reservatórios, prioridades e algumas limitações. A bacia hidrográfica é abordada como uma rede de fluxo, compostas de arcos e nós. Os arcos representam adutoras, canais naturais ou artificiais, trechos de rios, etc., servindo de conexão entre os nós, elementos pontuais de todo esquema. Para êxito, o sistema tem que garantir que o balanço de massa esteja satisfeito em cada nó, havendo um balanço entre a oferta e demanda e ganho ou perda no transporte (MACHADO; NETTO, 2010). O AcquaNet é um modelo de rede de fluxo para simulação de bacias hidrográficas. Com ele, o usuário pode montar redes com um grande número de reservatórios, demandas e trechos de canais (da ordem de alguns milhares), representando o problema em estudo de forma bastante detalhada (ACQUANET, 2003).

4 - ESTUDO DE CASO

4.1 – Características Gerais da Região de Estudo

Pela *Revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia* (2012), a área de estudo se inscreve na chamada *Região de Planejamento e Gestão das Águas do Rio Pardo (RPGA VI)*, cobrindo uma área de 19.620 Km², abrigoando uma população de 689.508 habitantes. A área de drenagem do reservatório Água Fria II é de 68,71 km², localizando-se no município de Barra do Choça entre as coordenadas 14° 51' e 14° 56' de latitude Sul e 40° 41' e 40° 34' de longitude Oeste, distante cerca de 500 km de Salvador. A barragem, praticamente, foi construída na confluência do rio dos Monos com o rio Água Fria. A figura 2 ilustra um panorama geral da área de estudo.

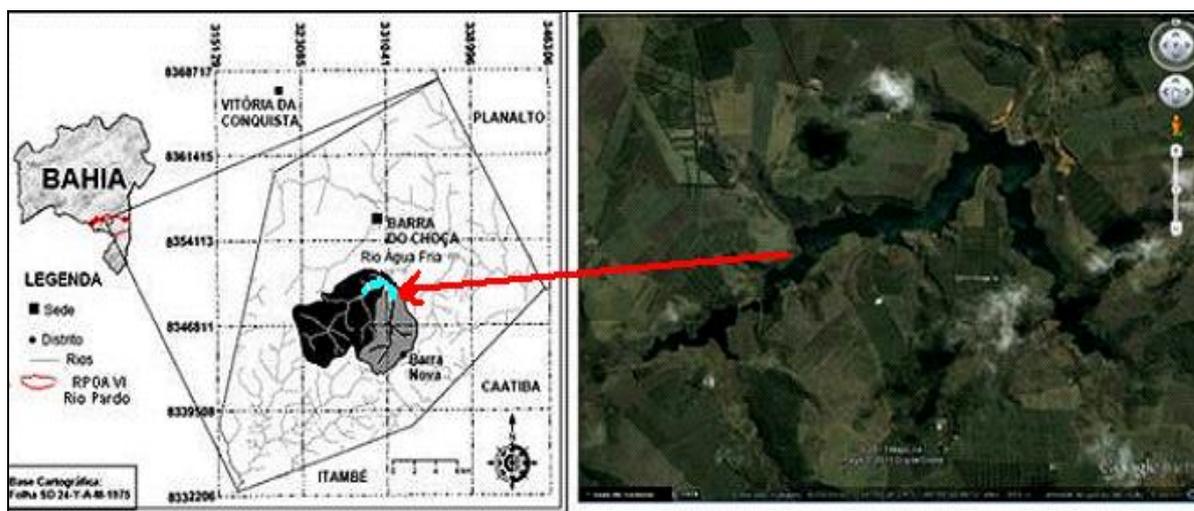


Figura 2 - Bacia hidrográfica (adaptado de Oliveira, 2006) e vista aérea do reservatório Água Fria II.

4.1.1 – *Clima, geologia, solos e hidrografia*

A região de estudo está localizada em uma região de transição entre o clima úmido e o clima semi-árido. O período de maior intensidade pluviométrica vai de novembro a abril. No inverno a região apresenta baixas temperaturas, podendo a chegar a menos de 10 °C. Em Barra do Choça estão presentes as unidades geológicas Coberturas Detríticas e o Complexo Caraíba-Paramirim, com predomínio de solo latossolo vermelho amarelo (LV), profundos e de textura média a argilosa. Compondo a hidrografia do município, destacam-se os rios Choça, Gavinhãozinho, Canudos, Lapinha, Monos, Água Fria e Catolé Grande.

4.2 – Estruturações da Metodologia

Na análise do comportamento operacional do reservatório, utilizou-se modelo AcquaNet (ACQUANET, 2003), idealizando-se cenários de planejamento para a simulação.

4.2.1 – *Dados Gerais de Entrada do Modelo*

Para rodar o modelo AcquaNet (na simulação contínua, opção de cálculo calibração), a edição de dados se divide, basicamente, em: i) dados do reservatório (vazões afluentes, volumes inicial,

máximo e mínimo, volume meta, curvas cota x área x volume, prioridades) e taxas de evaporação mensal, ii) edição dos links (são dadas as capacidades máxima e mínima, coeficiente de perdas, custos), e iii) edição das demandas, com prioridades de atendimento.

4.2.1.1 – Dados do Reservatório Água Fria II

Foram considerados como níveis mínimo e máximo, respectivamente, as cotas 821,0m e 837,5m que correspondem a um volume mínimo de 0,0128 hm³ e volume máximo operacional de 6,457 hm³. A Tabela 1 apresenta alguns dados de cota x área x volume do reservatório.

Tabela 1- Cota x Área x Volume do Reservatório Água Fria II (Fonte:INEMA-BA)

Cota (m)	Volume (m ³)	Área (m ²)	Cota (m)	Volume (m ³)	Área (m ²)
820	0,00	0,0	832	2.843.669,00	475.268,8
822	67.840,00	26.695,8	834	3.975.577,00	619.432,2
824	261.001,00	80.111,2	836	5.314.683,00	781.745,2
826	630.159,00	151.676,2	837	6.063.264,00	869.707,8
828	1.177.777,00	241.390,8	837,5	6.457.645,00	915.390,0
830	1.913.069,00	349.255,0			

4.2.1.2 – Vazões afluentes ao reservatório

Por falta de dados na bacia, adotou-se trabalhar com uma série de vazões geradas para o período 1995-2013, a partir da regionalização de vazão pelo *Método Tradicional*, aproveitando-se dados de vazões médias mensais da Estação 53732000 – Caatiba/Fazenda São Paulo (Área=1.600 km²; Coord. 14° 97' de Latitude Sul e 40° 36' de Longitude Oeste), localizada no Rio Catolé Grande, a jusante.

4.2.1.3 – Taxas de evaporação

Não se tem dados de evaporação na região de estudo. Por isso, foram adotados registros de evaporação em Tanque Classe A, da estação do DNOCS, localizada no Município de Brumado - BA. A tabela 2 apresenta a série de evaporação, com correção do fator de tanque Kt=0,75.

Tabela 2 - Evaporação Potencial Média Mensal (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
148,5	132,0	129,7	114,7	102,0	88,5	94,5	115,5	126,7	142,5	133,5	139,5

4.2.1.4 – Demandas hídricas

Abastecimento público: foram consideradas as demandas médias operadas (ou projetadas) pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA, conforme informações obtidas no *Relatório Anual para Informação ao Consumidor* [in.: http://www.embasa.ba.gov.br/sites/default/files/relatorio_anual/RAIC_2011]. A tabela 3 apresenta as demandas consideradas para o SIAA de Barra do Choça (sede municipal e distritos São Sebastião e José Gonçalves) e do SIAA de Vitoria da Conquista (sede municipal e distritos de Campinhos Simão, Iguá, Pradoso, Bate-Pé, e o povoado Cafezal).

Tabela 3 - Demandas do abastecimento público (Fonte: Embasa)

Sistema Integrado (SIAA)	População do Município	Demanda atual (L/s)	Demanda futura (L/s)
Barra do Choça	35.567	52	100
Vitória da Conquista	336.987	620	1.110

Demanda ecológica: para atender a legislação estadual, estimou-se a vazão ecológica a ser mantida no rio Água Fria, a jusante do barramento, a partir da elaboração de curva de permanência de vazões, obtendo-se uma $Q_{90} = 95$ l/s. Assim, para fins do estudo, a vazão ecológica foi estimada em 19,0 l/s ($Q_{ecol} = 0,20 Q_{90}$). **Demanda da irrigação:** não foi considerada no estudo, por não se obter dados sobre práticas de irrigação intensiva de culturas na região.

4.2.2 – Cenários de planejamento

Foram idealizados dez cenários baseados na variação de demandas, entre atuais e futuras, períodos climatológicos, normal e seco, e de volumes metas em máximo (100% do V_{max}) e mínimo (15% do V_{max}). A tabela 4 descreve os cenários de simulação.

4.2.3 – Prioridades de Atendimento

Prioridades de atendimento às demandas e volumes meta do reservatório foram adotadas, conforme tabela 5.

Tabela 4 – Cenários de planejamento.

Cenário		Cenário	
Cenário1 C1	Demandas futuras, período climático normal e volume meta=100% V_{max} .	Cenário6 C6	Demandas atuais, período climático normal e volume meta=15% V_{max} .
Cenário2 C2	Demandas atuais, período climático normal e volume meta=100% V_{max} .	Cenário7 C7	Demandas futuras, período climático seco e volume meta=15% V_{max} .
Cenário3 C3	Demandas futuras, período climático seco e volume meta=100% V_{max} .	Cenário8 C8	Demandas atuais, período climático seco e volume meta=15% V_{max} .
Cenário4 C4	Demandas atuais, período climático seco e volume meta=100% V_{max} .	Cenário9 C9	Demandas atuais, período climático normal, volume meta=100% V_{max} , com vazão de reforço adutora do Catolé.
Cenário5 C5	Demandas futuras, período climático normal e volume meta=15% V_{max} .	Cenário10 C10	Demandas atuais, período climático seco, volume meta=100% V_{max} , com vazão de reforço adutora do Catolé.

Tabela 5 - Prioridade para alocação de água pelo Acquanet

<i>Demandas / Reservatórios</i>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1. Demandas	<i>Prioridades</i>									
Vazão Ecológica	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Abastecimento Humano	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Dreno (Demanda Final)	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
2. Reservatórios (Volumes Meta)	<i>Prioridades</i>									
Água fria	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

4.2.4 – Tipologia do sistema para o AcquaNet

A tipologia do sistema hídrico adotada para a modelagem é mostrada na Figura 3.

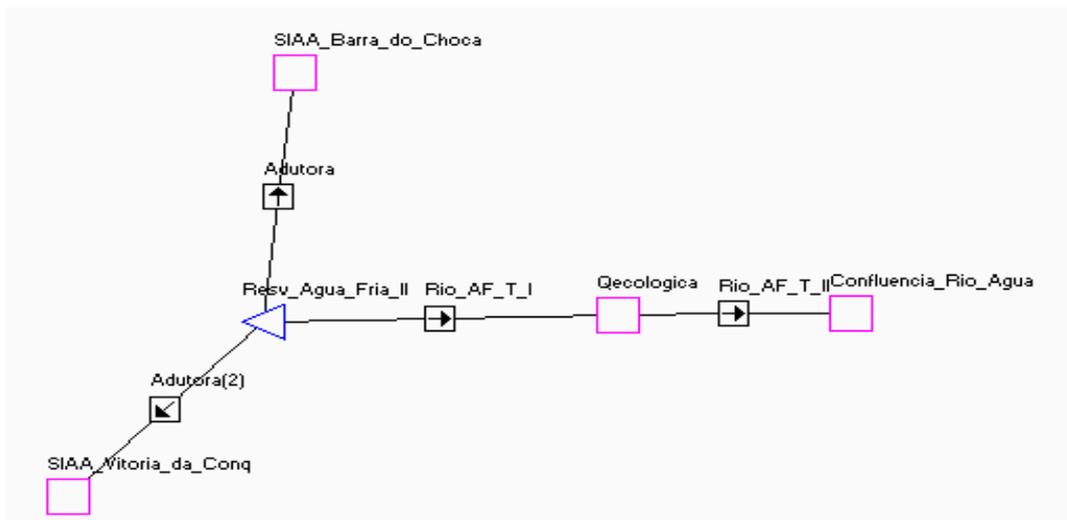


Figura 3 - Tipologia do sistema hídrico para a modelagem no AcquaNet

Foram estabelecidos limites operacionais para os “Arcos” da rede de fluxo, como: i) arco correspondente à adutora do SIAA Barra do Choça ($Q_{\max} = 100$ l/s; $Q_{\min} = 52$ l/s); ii) adutora do SIAA de Vitoria da Conquista ($Q_{\max} = 1.100$ l/s; $Q_{\min} = 620$ l/s); iii) trecho de rio a jusante do reservatório até a confluência (dreno) do rio Água Fria com o rio Rio Catolé (1.000 l/s; 19 l/s)

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Desempenho do Reservatório

Avaliou-se o desempenho do reservatório quanto à alocação de água para os múltiplos usos (abastecimento e descarga ecológica), bem como o seu comportamento em cada cenário verificando eventuais falhas de atendimento às demandas hídricas. Foram quantificados, também, os volumes de água alocados para as demandas, os déficits hídricos, as evaporações do reservatório.

5.1.1 – Volumes Alocados, Vazão Efluente e Evaporações

Em nenhum dos cenários o reservatório Água Fria II garante o pleno atendimento das demandas, o que se agrava nos cenários para demandas futuras C1, C3, C5 e C7, em situação normal ou de seca. Nos cenários C1 a C8 o reservatório se comporta de maneira semelhante, não atendendo as demandas requisitadas, chegando a atingir volumes finais próximos ao volume de porão (0,646 hm³), indicando a vulnerabilidade atual do sistema (Figura 4). Não há vertimento e nem colapso no reservatório, o que se deve aos volumes metas estabelecidos. As perdas por evaporação do reservatório foram analisadas entre os cenários simulados com volume meta 100% (C1, C2, C3, C4) e os cenários simulados com volume meta 15% (C5, C6, C7, C8). Na geral, a evaporação média mensal assume um valor de 0,02 hm³ (algo em torno de 0,07 m³/s).

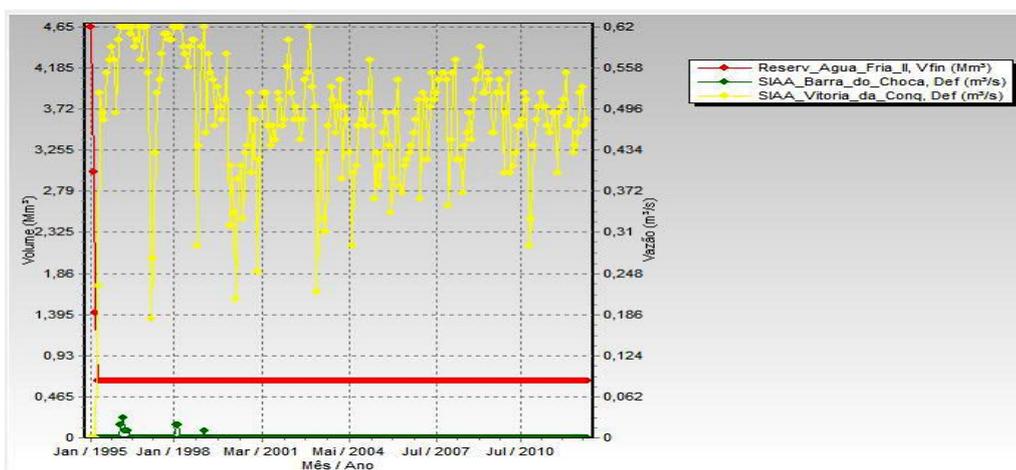


Figura 4 - Volume final e Déficit nas demandas para período climatológico normal.

5.2 - Atendimento às Demandas (abastecimento público e vazão ecológica)

A Tabela 6 descreve o resumo de atendimento das demandas de abastecimento público e da vazão ecológica, para os 216 meses analisados nos cenários de período climatológico normal (C1, C2, C5, e C6), e 48 meses analisados nos cenários de período climatológico seco (C3, C4, C7, C8). Como estipulada maior prioridade para a vazão ecológica, não há registro de falhas no seu atendimento. Porém, em todos os cenários as demandas de abastecimento para os SIAA apresentam falhas, sendo mais grave nos cenários de demandas futuras, com destaque para os C1, C5 e C7. Por exemplo, para o SIAA de Vitória da Conquista, no caso do C5, tem-se um volume de déficit de 571,511 hm³, o que equivale para o período algo em torno de 1,0 m³/s, atestando que o reservatório não suporta a demanda futura prevista para este SIAA, nem tampouco do SIAA de Barra do Choça.

Tabela 6 - Atendimento às demandas de abastecimento público e vazão ecológica

Cenários	Atendimento às Demandas					
	Abastecimento Barra do Choça		Abastecimento Vitoria da Conquista		Vazão Ecológica	
	Tempo abaixo da demanda necessária (meses)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)	Tempo abaixo da demanda necessária (meses)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)	Tempo abaixo da demanda necessária (meses)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)
CENÁRIO 1	11	3,364	215	569,067	0	0,00
CENÁRIO 2	4	0,315	213	272,024	0	0,00
CENÁRIO 3	11	2,786	47	128,194	0	0,00
CENÁRIO 4	2	0,158	45	64,281	0	0,00
CENÁRIO 5	11	3,364	215	571,511	0	0,00
CENÁRIO 6	4	0,315	215	275,703	0	0,00
CENÁRIO 7	11	2,786	47	130,717	0	0,00
CENÁRIO 8	3	0,263	47	67,934	0	0,00

5.3 - Desempenho do Sistema Hídrico pela implantação da Adutora do Catolé Grande

Informações veiculadas pela MBASA (Embasa/Sedur - <http://www.sedur.ba.gov.br/embasa-coloca-em-operacao-adutora-do-catole/Fev/14>) deram conta que “*entrou em operação durante o carnaval, a Adutora do Catolé. A obra, concluída em dezembro/13, foi executada ..., de forma*

emergencial, para suprir o déficit de água nas barragens de Água Fria I e II, responsável pelo abastecimento de Vitória da Conquista.A obraé composta de 15,3 quilômetros de tubulação, três estações elevatórias e um barramento no rio Catolé Grande,.....,que transportará água até a barragem de Água Fria II'. Assim, par os cenários C9 e C10 estão considerados aportes de vazão a partir da Adutora do Catolé Grande (Figura 5). Na modelagem, a vazão de reforço ($Q_{ref}=0,5 \text{ m}^3/\text{s}$) é adicionada às vazões afluentes médias mensais da série histórica trabalhada.



Figura 5 - Captação em flutuante da adutora do Catolé Grande
(Fonte: Embasa/Sedur <http://www.sedur.ba.gov.br/embasa/Fev/14>)

Com adução da vazão de reforço, percebe-se que drástica redução de falhas no atendimento das demandas dos SIAAs, seja no período climatológico normal quanto no seco, como indica a figura 6. A Tabela 7 mostra o desempenho do sistema no atendimento das demandas de abastecimento e da vazão ecológica, no caso dos cenários C9 e C10. Pode-se deduzir que o percentual de falhas no atendimento da demanda do SIAA Vitória da Conquista sai de 99% (cenário C5, sem vazão de reforço) para um patamar de 4,1% (cenário C9, com adução da vazão de reforço).

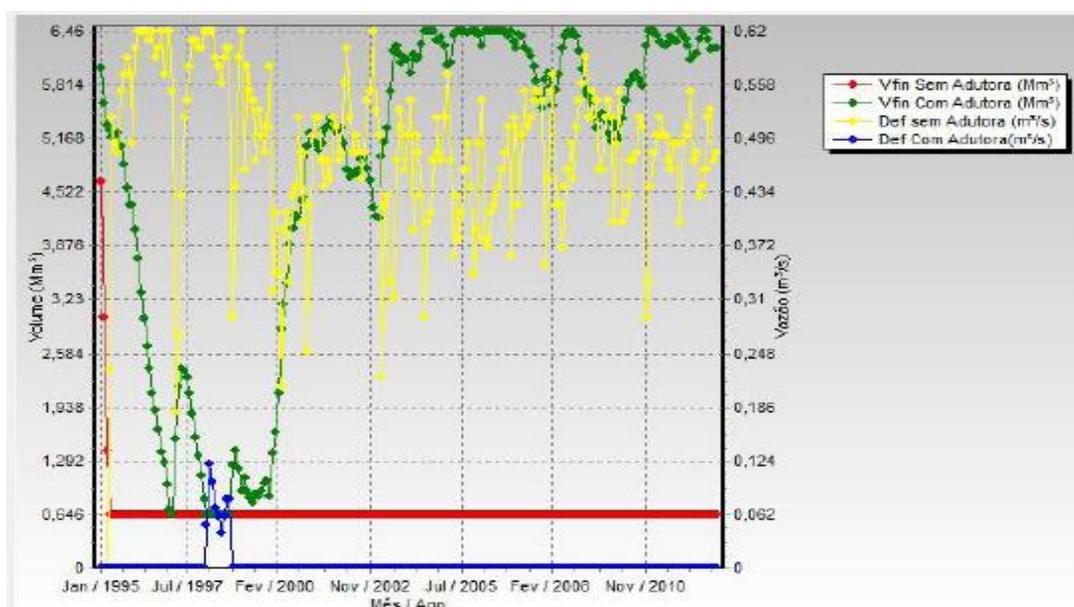


Figura 6 - Volume final do reservatório e déficit na demanda antes e depois do aporte de água fornecido pela adutora do Catolé Grande, para o período normal.

Tabela 7- Atendimento às demandas de Abastecimento Público e Vazão Ecológica

Atendimento às Demandas						
Cenários	Abastecimento Barra do Choça		Abastecimento Vitória da Conquista		Vazão Ecológica	
	Tempo abaixo da demanda necessária (meses)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)	Tempo abaixo da demanda necessária (meses)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)	Tempo abaixo da demanda necessária (meses)	Volume acumulado dos déficits (hm ³)
CENÁRIO 9	0	0,00	9	1,734	0	0,00
CENÁRIO 10	0	0,00	3	0,499	0	0,00

6 - CONCLUSÃO

O desempenho do reservatório Água Fria II, como se comprovou neste estudo, não dava segurança hídrica para o abastecimento público, obrigando a promoção de racionamentos frequentes no abastecimento de água de Barra do Choça e de Vitória da Conquista para diminuir a insatisfação da sociedade local. A situação só se tornou mais equilibrada a partir da transposição de água do Rio Catolé Grande, aumentando as disponibilidades do reservatório Água Fria II. Apesar de algumas limitações do modelo e da falta de outros dados como demandas da irrigação, a metodologia utilizada no trabalho apresentou resultados satisfatórios para alocação da água, inclusive servindo como justificativa para o investimento feito na construção da adutora do Rio Catolé Grande.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC) da UFRB, pelo apoio, ao INEMA-BA e EMBASA pelos dados fornecidos.

BIBLIOGRAFIA

- ACQUANET - Modelo para alocação de água em sistemas complexos de recursos hídricos: Manual do Usuário. Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisão-Labsid/Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- ANDRADE, P. R.G. S. Estudo para alocação ótima das águas de um sistema de reservatórios em série e em paralelo, para usos e objetivos múltiplos, na bacia do rio Capibaribe, PE. Campina Grande: UFCG. Tese de Doutorado. 227 p. 2006.
- BAHIA. Lei nº 11.612 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Publicação DOE, 08/10/2009.
- LANNA, A. E. Gestão dos Recursos Hídricos, Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 3ª ed., cap. 19, p. 727 – 768, 2002.
- MACHADO, B. G. F.; NETTO O. M. C. Análise econômica aplicada à decisão sobre alocação de água entre os usos de irrigação e produção de energia elétrica: O caso da bacia do rio Preto (DF/GO/MG). Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 15, n. 4, Brasília, 2010.
- OLIVEIRA, J. T. Evolução do uso da terra e dos solos na bacia de captação da barragem Água fria i e Água fria ii em Barra do Choça/Ba. Ilhéus, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, 2006.
- PRADO, R. B. Manejo integrado de reservatórios destinados a uso múltiplo como perspectiva de recuperação da qualidade da água, in Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado. Ed. RiMa, São Carlos, 2002.