

Eixo Temático ET-05-028 - Recursos Hídricos

ANÁLISE DA OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS NA BACIA DO ACARAÚ: ESTUDO DE CASO NOS AÇUDES AYRES DE SOUSA E TAQUARA

Rodrigo Mendes Rodrigues¹, Cleiton da Silva Silveira², Larissa Mendes Rodrigues³,
Ruy Ferreira Silva⁴, Uilma Cardoso de Queiroz Ferreira⁵, Brennda Bezerra Braga⁶

¹UECE, r.menndhez@gmail.com; ²UFC, cleitonsilveira@unilab.edu.br; ³UECE
larissamendesr@gmail.com; ⁴UECE, ruy.eng@gmail.com; ⁵UFC,
uilmaqueiroz@hotmail.com; ⁶UFC brenndabbb@hotmail.com.

RESUMO

Dentre os muitos aspectos apresentados pela Região Nordeste o que mais se destaca é a seca, causada pela escassez de chuvas, proporcionando pobreza e fome. Desta forma, foi utilizado a metodologia para simulação de esvaziamento dos reservatórios Ayres de Sousa e Taquara utilizando o conjunto de planilhas do suplemento SAGREH versão 10.021 - Sistema de Apoio ao Gerenciamento dos Recursos hídricos. No que se refere a vazão deliberada para o açude Taquara observou-se uma economia de água em quase todo o período definido na alocação. No mês de janeiro verificou-se uma contribuição significativa do aporte de água. Em se tratando do açude Ayres de Sousa, observamos uma situação inversa ao açude Taquara. Para o mesmo período, o reservatório mostrou-se ineficiente em termo de economia de água no Sistema. Desta forma, conclui-se que, no que se refere a análise quantitativa do açude Taquara, verificou-se que a vazão aprovada para o açude é compatível com os usos demandados para o sistema obtendo-se valores de reservação acima do esperado. Quando comparado a Ayres de Sousa, onde se verificou um comportamento inverso. Ou seja, a demanda instalada para o açude não condiz com a realidade observada. Sendo necessário a reavaliação dos dados obtidos no primeiro momento, seguido de novas simulações de esvaziamento até obter-se o ajuste ideal para o açude.

Palavras-chave: impactos ambientais, gestão de recursos hídricos, simulação de esvaziamento.

ANALYSIS OF THE OPERATION OF RESERVOIRS IN THE ACARAÚ BOWL: CASE STUDY IN THE AYRES AYRES DE SOUSA AND TAQUARA

ABSTRACT

Among the many aspects presented by the Northeast Region, what stands out most is drought, caused by the scarcity of rainfall, providing poverty and hunger. In this way, the methodology for the simulation of drainage of the Ayres de Sousa and Taquara reservoirs was utilized using the set of sheets of the supplement SAGREH version 10.021 - System of Support to the Management of the Water resources. Regarding the deliberate flow into the Taquara dam, water savings were observed almost throughout the period defined in the allocation. In the month of January a significant contribution of the water supply was verified. In the case of the Ayres de Sousa dam, we observe an inverse situation to the Taquara dam. For the same period, the reservoir was inefficient in terms of saving water in the System. In this way, it is concluded that, as far as the

quantitative analysis of the Taquara dam is concerned, it was verified that the flow approved for the dam is compatible with the uses demanded for the system, obtaining reserve values higher than expected. When compared to Ayres de Sousa, where there was an inverse behavior. That is, the installed demand for the dam does not match the observed reality. It is necessary to re-evaluate the data obtained in the first moment, followed by new emptying simulations until obtaining the ideal adjustment for the dam.

Keywords: Environmental impacts; Management of water resources; Emptying simulation.

INTRODUÇÃO

A problemática da seca na região Nordeste vem sendo registrada ao longo da história desde a década de 1580. Os primeiros registros são realizados em função dos impactos a elas associados, enquanto que as mais recentes são baseadas em observações meteorológicas. Entre esses registros, temos as secas de 1915, 1919-1920, 1931-1932, 1942, 1951, 1953, 1958, 1970, 1979-1983, 1987, 1992-1993, 1997-1998, 2002-2003, 2010 e de 2012-2015 (MARTINS et al., 2016). Analisando os registros, verificou-se que, de 1911 até hoje, ocorreram 2 com duração de 3 anos (1930-32; 1941-43), 2 com duração de 4 anos (1951-54 e 2012-2015) e 1 de 5 anos (1979-83). Ainda, de acordo com o autor, essa variabilidade temporal é válida para caracterizar o que acontece no restante do semiárido nordestino.

Para avaliar o comportamento hidro climático de uma região é necessário uma análise criteriosa da atuação do ciclo hidrológico na área de estudo. Neste contexto, adota-se como área de estudo a bacia hidrográfica, haja vista, conforme Porto & Porto (2008), a bacia pode ser compreendida como um ente sistêmico onde ocorrem os balanços de entrada (input) proveniente da chuva e saída (output) de água através do exutório, permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos. Ainda, conforme Nascimento e Villaça (2008), a bacia hidrográfica é considerada a unidade espacial de planejamento mais apropriada, pois permite a integração multidisciplinar entre distintos sistemas de planejamento e gerenciamento, estudo e atividade ambiental, possibilitando, assim, o controle objetivo dos recursos naturais e socioeconômicos, favorecendo a integração de práticas de uso e manejo do solo, da água e a organização comunitária.

Nesse sentido, diversos estudos têm sido realizados na bacia do Rio Acaraú, mostrando a importância dessa unidade de estudo para análises agroambientais (ANDRADE et al., 2006; BATISTA et al., 2006; MEIRELES et al., 2007). Neste caso, objetivou-se avaliar o comportamento hidráulico de esvaziamento de dois reservatórios inseridos na bacia hidrográfica do Acaraú, a saber Ayres de Sousa e Taquara, segundo a vazão deliberada em reunião negociada de alocação de água; comparando a simulação de esvaziamento com os dados observados para o mesmo período.

METODOLOGIA

Segundo Pinheiro et al. (2011), a metodologia adotada pela Cogeh para a operação de reservatórios e alocação da água consiste na simulação de esvaziamento do reservatório, o incremento ou dedução do volume de água do hidrossistema é fundamentado no balanço hídrico do reservatório, no qual se têm como entradas a precipitação e os escoamentos superficiais, e como saídas a evaporação, o

extravasamento e as retiradas, tanto pela tomada d'água, quanto diretamente na bacia hidráulica.

Neste contexto, após a avaliação prévia dos dados hidrológicos as decisões são tomadas nos seminários com o comitê de bacias hidrográficas em conjunto com os conselhos gestores de açude. Para conduzir esse processo são necessárias informações precisas sobre a oferta e a demanda de água. Em suma, a alocação negociada de água no Ceará tem as seguintes características: 1. ocorre anualmente após a quadra chuvosa; 2. São realizados seminários com as seguintes análises: situação atual dos reservatórios; simulação de esvaziamento dos açudes; avaliação da demanda; definição da vazão a ser liberada; formação de uma comissão de usuários para acompanhamento; 3. registro em atas assinadas por seus participantes (PINHEIRO et al., 2011).

Sendo assim, o critério utilizado na operação do sistema integrado do Ayres de Sousa e Taquara foi o aporte hídrico **zero**. Adotou-se este parâmetro em decorrência das configurações para um ano com precipitações abaixo da média. Neste caso, com vista a segurança hídrica dos mananciais convencionou o pior cenário. O período de referência para as simulações de esvaziamento foi no mês de agosto/2015 a fevereiro de 2016. Vale ressaltar que normalmente o período de alocação inicia-se no mês de julho a fevereiro, ocorrendo, neste caso, uma modificação na data da reunião. As demandas instaladas para os açudes Taquara e Ayres de Sousa foram verificadas por meio de medições de vazão nas captações, estimativas percaptas e dados cedidos pelas companhias de água e esgoto (SAAE, SISAR e CAGECE).

Para simulação de esvaziamento dos reservatórios Ayres de Sousa e Taquara utilizou-se o conjunto de planilhas do suplemento **SAGREH versão 10.021** - Sistema de Apoio ao Gerenciamento dos Recursos hídricos. Esse programa constituído por diversas planilhas foi desenvolvido por Técnicos da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH) com intuito de prever o comportamento de esvaziamento, onde são definidos cenários que orientarão a negociação da alocação de água.

O estado do Ceará possui 12 bacias hidrográficas, dentre elas tem-se a bacia do rio Acaraú, situada na região norte do Estado. Essa região é drenada exclusivamente pelo rio Acaraú e seus afluentes, ocupando uma área da ordem de 14.442 km², o que representa 9,8 % da área do Estado do Ceará. O rio Acaraú nasce na serra das matas em cotas superiores a 800 m e seus principais afluentes são os rios Groaíras e Jurucutu, pela margem direita; e o rio Jaibaras, pela margem esquerda. A bacia do Acaraú possui cerca de 315 km de extensão no sentido sul-norte (COGERH, 2009).

A bacia do Acaraú drena 28 municípios, sendo onze (11) de forma integral: Cariré, Catunda, Forquilha, Graça, Groaíras, Hidrolândia, Massapê, Pacujá, Pires Ferreira, Reriutaba e Varjota. Os demais são drenados parcialmente, são eles: Acaraú (27,85%); Alcântara (19,48%); Bela Cruz (23,73%); Cruz (13,11%); Ibiapina (2,10%); Ipu (90,91%); Ipueiras (31,04%); Marco (48,32%); Meruoca (83,84%); Monsenhor Tabosa (13,80%); Morrinhos (53,00%); Mucambo (71,38%); Nova Russas (92,40%); Santa Quitéria (96,84%); Santana do Acaraú (69,71%); Sobral (45,01%) e Tamboril (35,19%) (INESP, 2009).

Nesta bacia, foram construídos diversos reservatórios superficiais que desempenham importante papel na irrigação e abastecimento das populações. A COGERH monitora 15 açudes na Bacia do Acaraú, juntos têm uma capacidade de acumulação de 1.752.514.165 m³. Desde 2013 a bacia do Acaraú apresenta uma situação crítica no que se refere ao volume armazenado (10 a 30%).

A bacia do Rio Acaraú apresenta geomorfologia com declividade elevada próximo a nascente, devido ao fato de ser uma região montanhosa. A declividade reduz significativamente no primeiro terço, predominando o relevo suave que caracteriza a bacia (SOBRINHO, 2006). Outra importante região montanhosa situa-se na parte central da parte noroeste, a serra da Meruoca, de amplitude mais localizada (NASCIMENTO, 2008).

De acordo com a classificação de Köppen, a região alta da bacia do Acaraú apresenta clima do tipo BSw'h' (semi-árido quente) com chuvas de verão a outono e temperaturas médias mensais maiores que 18 °C. A parte baixa da bacia apresenta clima do tipo Aw' (tropical chuvoso) com chuvas máximas no outono. A umidade relativa média varia entre 50%, nas regiões mais secas e nos meses de estiagem, a 80% nas regiões mais úmidas (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

Aproximadamente 90% da bacia do Acaraú encontra-se constituída pelo embasamento cristalino, formado principalmente por rochas ígneas e metamórficas, como os granitos, migmatitos, paragneisses e ortogneisses. O restante da bacia encontra-se no embasamento sedimentar do Grupo Barreiras (Terciário) e próximas aos rios (Quaternário). Os solos predominantes na bacia do Acaraú são Luvissoles e Neossolos Litólicos. A vegetação predominante da bacia é do tipo Caatinga arbórea e arbustiva (RADAMBRASIL, 1973)

O sistema hídrico em estudo está inserido geograficamente na bacia do Acaraú, conta com um conjunto de dois reservatórios dispostos em série, a saber Ayres de Sousa e Taquara (Figura 01). Reservatórios estes, que compartilham o mesmo rio principal (Rio Jaibaras), o qual nasce na serra da Ibiapaba e segue cruzando os municípios de graça, Pacujá, Mucambo e Cariré onde é represado pelo açude Taquara, com capacidade de reservação de 320,00 hm³. Deste, o curso do rio segue até chegar ao distrito de Jaibaras, município de sobral, onde é barrado pelo açude Ayres de Sousa com capacidade de 96,80 hm³. (CEARÁ, 2010).

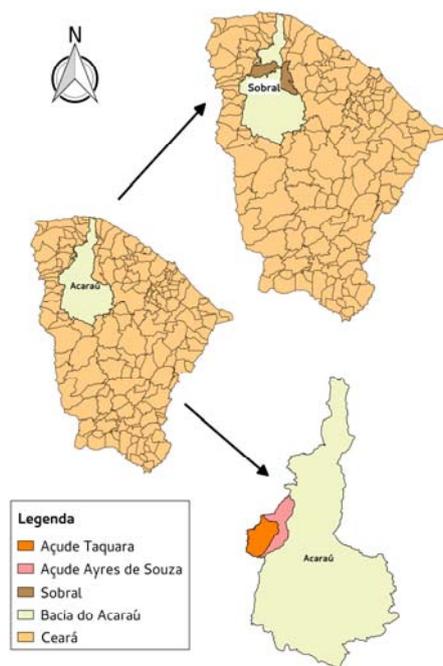


Figura 01. Imagem da localização geográfica do sistema hídrico Ayres de Sousa/ Taquara inseridos na bacia hidrográfica do Acaraú.

A seguir será apresentado o mecanismo de alocação de água administrativo. A análise desse mecanismo se faz necessário para o entendimento dos fatores envolvidos no processo de alocação de água e, portanto, utilizado na proposição da estratégia para alocação de água em anos secos no Vale do rio Jaibaras.

A Alocação de água é um processo democrático que envolve a mediação de interesses políticos, sociais e econômicos, onde participam atores sociais diversos, em realidades locais diferenciadas, devem ser considerados as especificidades de cada realidade, enquanto espaço de negociação social, com intuito de interceder por conflitos que venham a ocorrer. Neste contexto, a alocação negociada de água passa a ser um veículo de divulgação das ações, institucionais voltadas a gestão de recursos hídricos. Assim como, tem o objetivo de capacitar os usuários para ser agente atuante no processo de gestão de participativa (SILVA et al., 2005).

A alocação negociada de água, é um processo de mediação, muitas vezes, de interesses diferentes, competitivos e por vezes conflituosos, podendo ser ilustradas no diagrama abaixo (Figura 02).

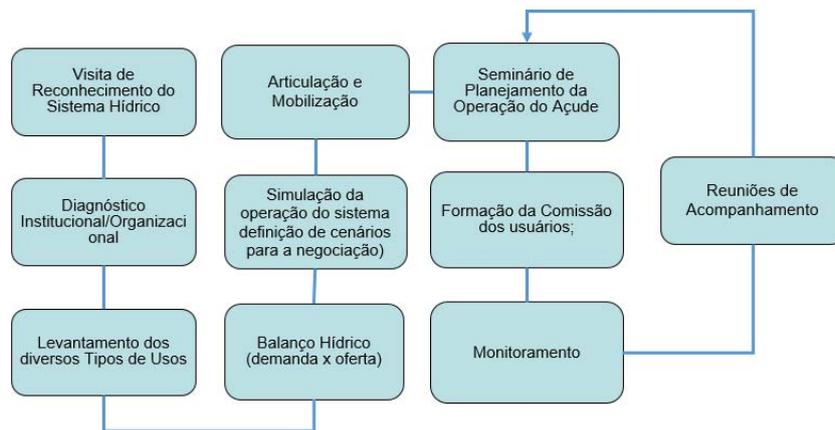


Figura 02. Fluxograma das etapas para alocação negociada de água.

Inicialmente, é necessário que ocorram visitas técnicas com o objetivo de compreender o funcionamento do hidrossistema, se apropriando de informações da realidade local, levando em consideração seus aspectos hidráulicos, hídricos, ecológicos, etc. Após aquisição dos dados técnicos, realiza-se diagnóstico Institucional/Organizacional. Nesta etapa, identifica-se os atores sociais que podem atuar no processo de gestão dos recursos hídricos. Mapeando as instituições governamentais e não-governamentais com atuação na área, disponibilizando, aos atores sociais envolvidos sobre a importância da gestão das águas e seus aspectos institucionais e legais (SILVA et al., 2005).

Para se obter os dados de demanda, são necessários o levantamento e catalogação dos diversos tipos de uso existentes no açude, assim como localização, consumo, finalidade, etc. Essas informações servem para que o órgão gestor balanceie o volume disponível do reservatório (oferta) com as informações de demanda dos usuários existentes. Obtendo estes dados acoplados as condições naturais (evapotranspiração, infiltração, intensidade, etc.) do reservatório é possível simular as operações do sistema por meio do esvaziamento dos açudes, definindo cenários que

auxiliarão os usuários na decisão de quais vazões deverão ser liberadas (SILVA et al., 2005).

No âmbito da gestão participativa dos recursos hídricos, deve haver uma articulação e mobilização, devendo levar em conta a diferentes realidades e especificidade pertinentes de cada local. Permitindo assim uma construção transparente junto aos atores sociais envolvidos no processo.

Nesta sequência, as instituições e usuários interessados na operação do açude são convidados a participarem do seminário de Planejamento da Operação do Açude (reunião de alocação), onde são apresentadas as simulações de esvaziamento do reservatório frente aos cenários propostos para situação hídrica local. Sendo definido, por meio de deliberação, a vazão que o açude liberará para o segundo semestre de cada ano (SILVA et al., 2005).

Após concretização do seminário, é formado a comissão dos usuários, a qual deve compor as instituições e usuários que contemple todos os interesses existentes no açude. Esta comissão tem o objetivo de acompanhar a operação planejada, realizando os ajustes que sejam necessários ao longo do período de liberação de água. Nesse contexto, após deliberação em plenária, inicia-se o processo de monitoramento ao longo do rio perenizado, demarcando as seções fluviométricas de controle onde é medido a vazão afluente que passa no rio (SILVA et al., 2005).

Para finalizar o ciclo processual da alocação, são realizadas reuniões de acompanhamento e informativos periodicamente, o qual compara-se o comportamento real de esvaziamento com as simulações apresentadas na reunião de alocação. Neste sentido, é debatido junto a comissão gestora do açude a possibilidade de ajuste na vazão aprovada.

O processo de alocação negociada após finalização do ciclo completo das ações programadas, segue uma retroalimentação anual de procedimentos reguladores. São eles:

- Definição preliminar das diretrizes, onde se discute os cenários e critérios a serem considerados nas simulações de esvaziamentos dos açudes isolados.
- Reunião dos parâmetros com o Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH), com objetivo de debater as faixas de operação do reservatório, levando em conta as demandas atualizadas, o volume armazenado no açude, dentre outros. Neste caso definem-se faixas para serem aprovadas nas reuniões de alocação.
- É, então, realizada a reunião de alocação do reservatório junto as comissões gestoras, caso estejam consolidadas, caso contrário a alocação é realizada no âmbito do CBH, o qual é definido a forma de operação e delibera a vazão para o segundo semestre do ano corrente.
- Com vista a uma operação eficiente, são realizadas reuniões de acompanhamento do açude, avaliando a vazão simulada e realizada apresentadas na reunião de alocação, ajustando-as em caso de disparidade.

Em decorrência do panorama de extrema escassez hídrica verificado para o ano de 2015 e intensificada 2016, adotaram-se. Paralelamente ao processo de alocação de água, houve a efetivação de um comitê interinstitucional responsável por monitorar a situação hídrica e propor medidas emergenciais para atenuar os efeitos das secas hidrológicas a nível estadual.

Em virtude da estiagem ocorrida praticamente em todo o território nos anos de 2012,2013, 2014 e 2015 além do prognóstico climático anunciado pela FUNCEME que indica probabilidade 65 % de ocorrência de chuvas abaixo da média histórica, 25% para categoria normal e 10% para categoria acima da média durante a quadra chuvosa de 2016. A COGERH em parceria com o DNOCS considerou os fenômenos da seca no processo de alocação negociada de água, adotando um cenário mais pessimista, priorizando o abastecimento humano e a dessedentação animal nos casos mais críticos (COGERH, 2015). Vale observar que estes cenários adotados foram para os açudes isolados. No que se refere a alocação dos vales perenizados, que é o caso do Ayres de Sousa e Taquara, adotou-se apenas o critério de aporte nulo, prevendo precipitações reduzidas para a quadra chuvosa de 2016.

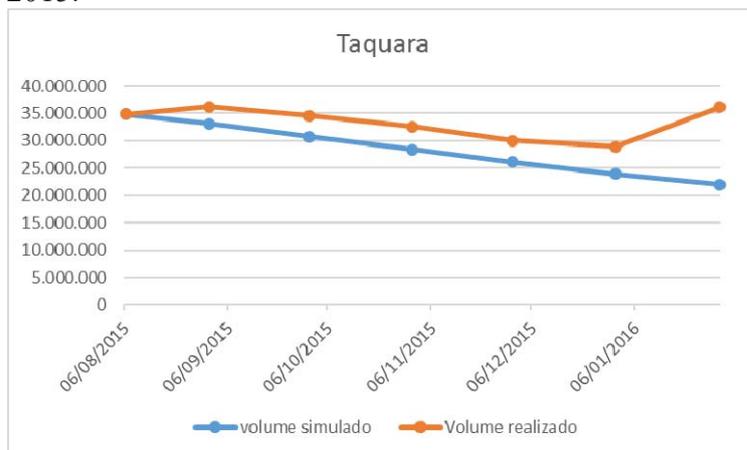
Conforme a ATA de realizada na 16^o reunião extraordinária do CBH Acaraú, discutiu-se as faixas de operação dos reservatórios inseridos na Bacia do Acaraú. Para o açude Taquara, o comitê de bacias aprovou uma faixa única de vazão (240 l/s para perenização do rio Jaibas e 60 l/s para atender os municípios a montante). Quanto ao Ayres de Sousa, que recebe aporte do Taquara, foi apresentada uma proposta de 700 l/s para o abastecimento humano, principalmente de Sobral que tem uma demanda de 500 l/seg, já que pereniza o rio. E que, portanto, ter-se-ia uma folga de 200 l/seg. O Comitê preferiu não trabalhar com tanta folga e determinou o intervalo de 500 a 600 l/seg para ser levada à alocação do sistema Taquara-Ayres de Souza.

Segundo a ATA da a reunião de alocação de 2015 para os açudes Ayres de Souza Taquara, discutiu-se a situação volumétrica da Bacia do Acaraú, na escala macro e, no micro, o armazenamento volumétrico para o vale do Jaibas. Para uma melhor compreensão da vazão a ser aprovada para o açude Ayres de Sousa, foi apresentado seu histórico de 2010 a 2014 com as seguintes vazões respectivamente: 600 l/s, 900 l/s, 1000 l/s, 1100 l/s e 900l/s. A demanda efetiva apresentada foi de 622 l/s. Em se tratando da simulação do reservatório Taquara, foi demonstrado dois cenários, com 0 (zero) liberação o açude de 40.189.720 m³ ou 12,6% em 01/07/2015 passaria para 29.603.774 m³ correspondente a 9,3% e com 300 l/s nesse mesmo período ficaria com 24.304.376 m³ ou em percentual 7,6%. Em suma, a reunião de alocação de 2015 deliberou uma vazão média de 650 L/s para o Ayres (Jaibas). Esta vazão aprovada acima da faixa definida pelo comitê foi reavaliada para reunião de acompanhamento, o qual não foi realizada mantendo-se o valor estabelecido. E para o açude Taquara uma vazão média de 300 L/s (240 l/s para perenização e 60 l/s para o consumo na bacia hidráulica do reservatório), considerando sua operação em pulsos.

RESULTADOS DISCUSSÃO

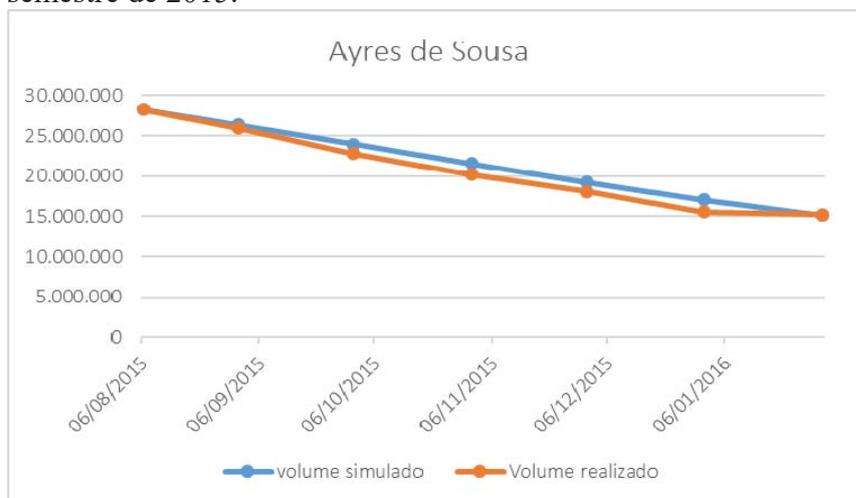
No que se refere a vazão deliberada para o açude Taquara observou-se uma economia de água em quase todo o período definido na alocação. No mês de janeiro verificou-se uma contribuição significativa do aporte de água, conforme observado na Tabela 01 gerando um excedente no volume do reservatório. Vale observar que volume realizado é o valor real monitorado por meio da cota do reservatório, já o simulado é uma meta almejada para o volume reservado. Neste sentido, as demandas e ofertas definidas para o reservatório foram compatíveis com a vazão de operação deliberada pela reunião de alocação.

Tabela 01: Simulação de esvaziamento do açude Taquara para o Segundo semestre de 2015.



Em se tratando do açude Ayres de Sousa, observamos uma situação inversa ao açude Taquara. Para o mesmo período, o reservatório mostrou-se ineficiente em termo de economia de água no Sistema, observado na Tabela 02. Verifica-se um esvaziamento precoce do reservatório.

Tabela 02: Simulação de esvaziamento do açude Ayres de Sousa para o Segundo semestre de 2015.



CONCLUSÃO

No que se refere a análise quantitativa do açude Taquara, verificou-se que a vazão aprovada para o açude é compatível com os usos demandados para o sistema obtendo-se valores de reservação acima do esperado.

Para o Ayres de Sousa verificou-se um comportamento inverso. Ou seja, a demanda instalada para o açude não condiz com a realidade observada. Sendo necessário a reavaliação dos dados de demanda obtidos no primeiro momento, seguido de novas simulações de esvaziamento até obter-se o ajuste ideal para o açude.

Vale ressaltar que a quantidade deve sempre estar aliada a qualidade de água, haja vista que os usos estabelecidos para o açude devem prevalecer os de abastecimento humano e a dessedentação animal.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. M.; et al. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 279-286, 2006.
- BATISTA, T. M.; et al. Modelagem da estrutura iônica das águas da bacia hidrográfica do Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 1-6, 2006.
- CEARÁ. ASSEMBLEIA LEGISLATIVA. Caderno regional da bacia do Acaraú. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará. Fortaleza: INESP, 2009. 128 p.
- CEARÁ. Walt Disney Paulino. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (Org.). Inventário Ambiental do açude Ayres de Souza: Fatores condicionantes da Qualidade das Águas. Fortaleza, 2010. 48 p.
- COGERH. Diretrizes para alocação de água dos reservatórios isolados com baixa reserve no primeiro semestre de 2016. Fortaleza, 2015. 3p.
- COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. A bacia hidrográfica do Acaraú. Fortaleza, 2009. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/gestaoparticipativa/comites-de-bacias/comite-da-bacia-hidrografica-do-acarau>>. Acesso em: 29 nov. 2016.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- MARTINS, E. S. P. R.; DE NYS, E.; QUINTANA, C. M.; BIAZETO, B.; SILVA, R. F. V.; ENGLE, N. Northeast Drought Monitor: the search for a new drought management paradigm, In: World Bank Research Série Águas, Vol 10, Brasília-DF, 110 p., 2016. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/2016/06/26458807/search-new-paradigmdroughtmanagement-northeast-drought-monitor-monitor-de-secas-nordeste-em-busca-de-um-novoparadigma-paragestao-de-secas>>.
- MEIRELES, A. C. M. et al. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no Semi-Árido cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 25-31, 2007.
- NASCIMENTO, F. R.; et al. Diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica semi-árida do Rio Acaraú: subsídios aos estudos sobre desertificação. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 28, n. 1, p. 41-62, 2008.
- NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 5, n. 7, p. 102-121, 2008.

PINHEIRO, M. I. T.; CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. Conflitos por águas e alocação negociada: o caso do vale dos Carás no Ceará. **Rev. Adm. Pública**, v. 45, n. 6, 2011.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 43-60, 2008.

RADAMBRASIL. Projeto. Folhas SA-24 Fortaleza e SB-24 Jaguaribe. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 2 e 3).

SILVA, U. P. A.; COSTA, A. M.; LIMA, G. P. B.; LIMA, B. P. A experiência de alocação negociada de água nos Vales do Jaguaribe e Banabuiu. In: VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 1996, Salvador: ABHR, 1996.

SOBRINHO, J. F. A compartimentação geomorfológica do Vale do Acaraú: distribuição das águas e pequeno agricultor. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 5, n. 10, p. 91-110, 2006.