



Redução da captação de água e estimativa de tempo para sangramento no açude Sumé no Estado da Paraíba

Reduction of water intake and estimated time to bleed in the sum is in the State of Paraíba

Samuel Silva², Jean Pereira Guimarães¹, Mayra Gislayne Melo de Lima^{*1}, Dalva Damiana Estevam da Silva¹, José Dantas Neto³

Resumo: O açude Sumé, nos últimos anos, teve seu volume de água reduzido drasticamente devido a problemas de planejamento e gestão dos recursos hídricos em sua bacia hidrográfica. Assim, para se determinar medidas na melhoria do escoamento hídrico até ao açude e aumento do seu volume armazenado. Objetivou-se realizar um estudo de redução da captação de água do açude e estimando o tempo necessário para o sangramento. Para isso, foi realizada uma simulação das entradas de água no reservatório através do escoamento na bacia e das saídas através da evaporação e abastecimento urbano. Foi utilizado o coeficiente de escoamento para a situação atual da bacia (5%) e com aumento de 1% no mesmo. Observou-se que a redução semanal do abastecimento de água para a cidade de Sumé não é suficiente para o aumento do volume hídrico no açude, sendo a economia anual equivalente a 2% do volume atual. Com o escoamento na bacia de 5%, são necessários 34 anos para ocorrer o sangramento. Porém, se medidas de melhorias forem tomadas para se aumentar o escoamento em 1%, o sangramento pode ocorrer em até sete anos.

Palavras-chave: Abastecimento hídrico; Simulação hidrológica; Escoamento pluvial

Abstract: The dam Sumé, in recent years, had their water flow reduced dramatically due to poor planning and management of water resources in its watershed. So, to determine measures to improve water flow to the reservoir and increase of its volume is stored. This work had as objective to conduct a study of reduction of the water Weir and estimating the time required for the bleeding. To this end, a simulation of water in the reservoir through seepage into the basin and of the outputs through evaporation and urban supply. Flow coefficient was used for the current status of the basin (5%) and with increase of 1% over the same. It was observed that the reduction in the water supply for the town of Sumé is not enough to increase the water volume at the dam, and the annual savings equivalent to 2% of the current volume. With the flow in the basin of 5%, 34 years to occur. However, if improvements are measures taken to increase the flow in 1%, bleeding can occur in up to seven years.

Key words: Water supply; Hydrological simulation; Stormwater runoff

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/03/2016; aprovado em 10/09/2016

¹Mestrando em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem, CTRN/UFCG, Campina Grande, Paraíba; E-mail: jean.p.guimaraes@gmail.com; mayramelo.ufcg@live.com*; dalvaestevamifpb@gmail.com

²Doutorando em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem, CTRN/UFCG, Campina Grande, Paraíba; E-mail: sam_capela@hotmail.com

³Professor Doutor da Universidade Federal de Campina Grande, CTRN/UFCG, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campina Grande, Paraíba E-mail: zedantas@deag.ufcg.edu.br



INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos baseada na divisão territorial das bacias hidrográficas teve aumento crescente no início dos anos 90 (PORTO, 2008), em que a estimativa do escoamento superficial na bacia é de suma importância para estabelecer o planejamento e execução dos projetos para gerenciamento dos recursos hídricos (SANTOS et al., 2013). De acordo com Barbosa e Chaves (2010), o escoamento em uma bacia depende de suas características morfológicas e geológicas. Além disso, Payan et al. (2008) e Collischonn et al. (2011) relatam que a situação hídrica da bacia é influenciada pelas atividades humanas como retiradas de vazão diretamente dos rios ou grandes alterações no regime hidrológico devido à presença de reservatórios.

As reservas hídricas de todo o planeta, caso não sejam empregadas ações eficientes na gestão das águas, poderão estar em situação de crise nos próximos anos, em que as possíveis causas para isso são: o baixo nível de desenvolvimento socioeconômico e as condições críticas de sustentabilidade (SILVA; SOUZA, 2013). No Brasil e principalmente na região Nordeste, a crise hídrica resulta da falta de gerenciamento efetivo das ações de desenvolvimento e da água em particular (REBOUÇAS, 1997).

O município de Sumé, localizado no Cariri Paraibano, devido à falta de gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica municipal, enfrenta problemas ambientais, sociais e econômicos. Dentre eles, destacam-se: a necessidade da cidade ser abastecida por outros corpos hídricos situados a maiores distâncias; a redução do perímetro irrigado nas proximidades do açude; e a construção de pequenas barragens à montante do açude principal, provocando a redução de afluentes que deságuam no corpo hídrico principal (COLLISCHONN et al., 2011). Assim, objetivou-se realizar um estudo de redução do abastecimento urbano em Sumé-PB estimando o tempo necessário para o sangramento do açude quando forem tomadas medidas de melhorias que levem ao aumento do escoamento na bacia.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do reservatório público de Sumé está localizada na microrregião do Cariri Ocidental, semiárido da Paraíba, entre as latitudes 7° 29' 8" e 7° 49' 25" (S) e as longitudes 37° 12' 20" e 36° 53' 4" (O). Os tipos de solo predominantes são Bruno não Cálcico e Litólico Distrófico, resultando em baixa capacidade de retenção hídrica. Porém há uma pequena parcela de solos aluviais e algumas zonas de retenção de escoamentos superficiais no percurso da água. Esta bacia está situada sobre embasamento cristalino pré-cambriano com subsolo impermeável e ausência de aquífero generalizado, mas podem ser encontrados lençóis confinados nas falhas ou nas formações aluviais superficiais, normalmente nas proximidades de rios. A vegetação natural é a caatinga, a qual está sendo substituída por pastagens e outras culturas (LIMA et al., 2001).

A estação chuvosa está concentrada em março, com início normalmente entre janeiro e março, finalizando em maio. A distribuição irregular da precipitação pluvial durante o ano é característica dessa região, em que a média varia entre 550 e 600 mm. A temperatura média anual é de 24 °C, com máximas entre novembro e dezembro e mínimas entre julho e

agosto. A evaporação anual é de 2.800 mm em tanque classe A.

Com relação ao uso e ocupação dos solos da bacia, o percentual de área com ação antrópica varia entre 20 e 60% (Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba – PERH, 2005). Para o enfrentamento da estiagem, o volume de água superficial escoada é armazenado em açudes de pequeno, médio e grande porte, distribuídos pela bacia hidrográfica. Durante o período de 1984 a 1990, foram construídos 75 reservatórios de pequeno porte, um açude público de médio porte e um açude particular de grande porte, totalizando 77 novos açudes num período de seis anos (Associação Técnica Científica Ernesto Luís de Oliveira Junior – ATECEL, 1993). Conforme Santos et al. (2011), o número de açudes existentes nesta área foi recentemente pesquisado e constatou-se uma densidade de açudes muito elevada (>1,5 por km²), situados a montante do açude Sumé, os quais controlam em média de 30 a 50% da superfície da bacia de alimentação e possuem volume total de armazenamento entre 25 e 50% do volume natural médio escoado.

A simulação do balanço de água na bacia hidrográfica do açude Sumé, localizado na região de Sumé-PB, foi realizada a partir de um levantamento de dados para a caracterização da situação atual do local, mostrados na Tabela 1. O volume atual do açude foi obtido no site da Agência Estadual de Águas da Paraíba – AESA (2015), no mês de maio de 2015, e mostra que o açude se encontra com 18% de sua capacidade máxima de armazenamento de água. O coeficiente de escoamento na bacia hidrográfica foi calculado trabalhando-se os dados obtidos por Santos et al. (2011), o qual representa a porcentagem de contribuição de água da precipitação na bacia hidrográfica para a recarga do açude.

Tabela 1 - Levantamento de dados para caracterização da situação atual da bacia hidrográfica do açude Sumé, localizado na cidade de Sumé-PB

Dados de entrada	
Volume total do açude (m ³)	448.464.100
Volume atual do açude (m ³)	8.266.700
Área da bacia hidrográfica (ha)	76.730
Área da bacia hidráulica (ha)	835
Coeficiente de escoamento (%)	5

Na Tabela 2 são apresentados os dados levantados referentes à estimativa da demanda de água do município. O dado de vazão demandada pelo município foi obtido através do site da Agência Nacional de Águas – ANA. O tempo de captação diário da vazão foi estimado através de uma análise dos horários em que há maior e menor demanda de água.

Tabela 2 - Dados utilizados para estimativa da demanda mensal de água da cidade de Sumé-PB

Levantamento da demanda	
Número de habitantes	11.896
Vazão demandada (l s ⁻¹)	32
Tempo de captação diário (h)	16
Volume diário captado (l dia ⁻¹)	1.843.200
Volume diário por habitante (l dia ⁻¹)	155
Demanda mensal (m ³ mês ⁻¹)	55.296

Para obtenção do volume de água precipitado na bacia hidrográfica foram utilizados dados mensais das normais climatológicas de precipitação obtida na AESA (2015), os quais foram inseridos na Eq. 1 para o respectivo cálculo.

$$VP_{bhg} = 10 \times A_{bhg} \times P \quad (1)$$

Em que:

VP_{bhg} - Volume da precipitação na bacia hidrográfica (m^3);

A_{bhg} - Área da bacia hidrográfica (ha);

P - Precipitação (mm).

O volume de água da precipitação incidido diretamente no açude foi calculado através da Eq. 2, em que foram utilizados os dados de normais climatológicas de precipitação e a área da bacia hidráulica.

$$VP_{bhd} = 10 \times A_{bhd} \times P \quad (2)$$

em que:

VP_{bhd} - Volume da precipitação na bacia hidráulica (m^3);

A_{bhd} - Área da bacia hidráulica (ha);

P - Precipitação (mm).

Para a determinação do volume de água evaporada do açude foi utilizada a Eq. 3, a qual relaciona diretamente a evaporação do local, obtida através da AESA (2015), com a área da bacia hidráulica.

$$Ev_a = 10 \times Ev \times A_{bhd} \quad (3)$$

em que:

Ev_a - Volume de água evaporada no açude (m^3);

Ev - Evaporação local (mm);

A_{bhd} - Área da bacia hidráulica (ha).

A determinação do volume de água consumido pelo município foi realizada por meio das Eq. 4, 5 e 6, em que foram simuladas três situações distintas para o fornecimento de água do município com o intuito de obter respostas quanto o efeito da diminuição do número de dias de fornecimento de água como medida de uso eficiente deste recurso. As simulações foram feitas com 7, 4 e 3 dias de fornecimento por semana. Vale salientar que o reservatório supre apenas 40 % da demanda do município.

$$CM_7 = 7 \times DM_d \times 4 \quad (4)$$

$$CM_4 = 4 \times DM_d \times 4 \quad (5)$$

$$CM_3 = 3 \times DM_d \times 4 \quad (6)$$

em que:

CM_7 - Consumo mensal com 7 dias de fornecimento de água (m^3);

CM_4 - Consumo mensal com 4 dias de fornecimento de água (m^3);

CM_3 - Consumo mensal com 3 dias de fornecimento de água (m^3);

DM_d - Demanda diária de abastecimento (m^3).

O volume mensal armazenado no reservatório foi obtido através da Eq. 7.

$$Var_i = Var_{i-1} + VP_{bhd,i} - Ev_{a,i} - CM_i \quad (7)$$

Em que:

Var_i - Volume armazenado no açude no mês em questão (m^3);

Var_{i-1} - Volume armazenado no açude no mês anterior (m^3);

$VP_{bhd,i}$ - Volume de precipitação na bacia hidráulica no mês em questão (m^3);

$Ev_{a,i}$ - Volume de água evaporada no açude no mês em questão (m^3);

CM_i - Volume de água consumido no mês em questão (m^3).

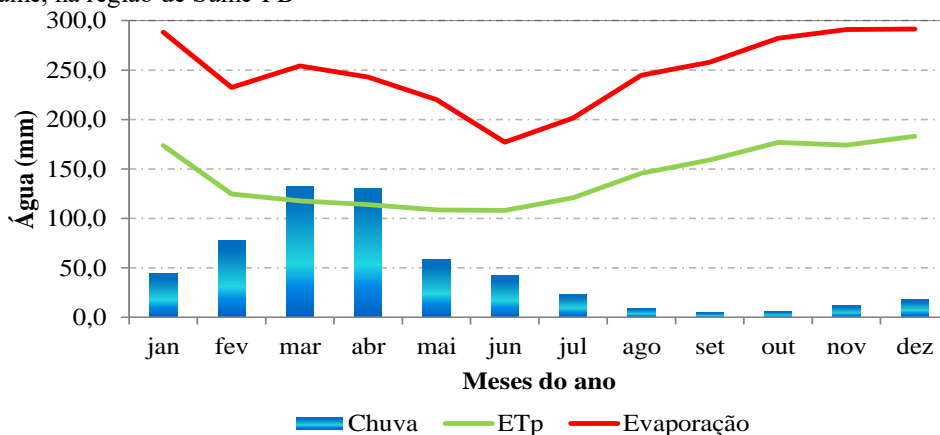
Através do volume de água armazenado no açude no decorrer de um ano foi feita a estimativa do tempo necessário para o sangramento do açude com escoamento da bacia de 5 e 6%. Além disso, foram levantadas as principais medidas para possíveis melhorias que levem ao aumento do escoamento na bacia e, conseqüentemente, ao maior volume hídrico armazenado no açude Sumé.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da normal climatológica da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do Açude Sumé indicam a irregularidade na distribuição mensal das chuvas ao longo do ano, a qual varia entre 5 (setembro) e 133 mm (março), com média de 47 mm (Figura 1). Observa-se que apesar da ocorrência de chuva em todos os meses do ano, com total de 559 mm, em apenas quatro meses (fevereiro a maio) a chuva mensal ultrapassa 50 mm, sendo o total nesse período igual a 400 mm e equivalente a 72% do total anual.

A evapotranspiração potencial total na região é de 1.706 mm ao ano com média mensal de 142 mm, superando a precipitação pluvial em todos os meses do ano, exceto em março e abril. Assim, a chuva anual representa apenas 33% da evapotranspiração potencial e a região é considerada semiárida conforme o índice de aridez classificado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) da ONU. A evaporação no espelho d'água do açude é, em média, 2.984 mm ao ano, atingindo valor máximo mensal de 291 mm em novembro e dezembro.

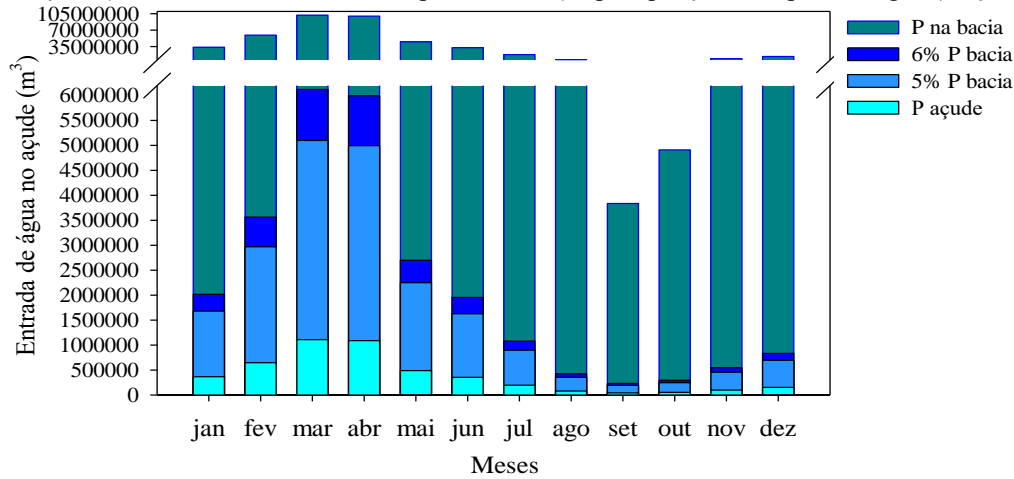
Figura 1. Normais climatológicas mensais da precipitação pluvial, evapotranspiração potencial (ETp) e evaporação no espelho d'água do açude Sumé, na região de Sumé-PB



O volume mensal de água resultante da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do açude Sumé varia de 3,8 (setembro) a 101,9 milhões de m³ (março) com média de 35,7 milhões de m³ (Figura 2). Porém, a simulação estima que, do total anual de 429,1 milhões de m³, apenas 21,5 milhões de m³ (5%) chegam ao açude por escoamento distribuídos ao longo dos meses com mínimo de 191,8 mil m³ (setembro) e máximo de 5,1 milhões de m³ (março). O volume médio da

chuva precipitada anualmente no espelho d'água do açude é de 4,7 milhões de m³, com média mensal de 389,2 mil m³, mínimo de 41,7 mil m³ e máximo de 1,1 milhão de m³. Desta forma, o total da entrada de água no açude é de 26,1 milhões de m³ por ano, variando mensalmente entre 233,6 mil m³ e 6,2 milhões de m³, conforme a distribuição mensal das chuvas.

Figura 2. Volume da precipitação pluvial na bacia hidrográfica (P na bacia) e entradas de água no açude Sumé com 5 e 6% de escoamento até ao açude (5% P bacia e 6% P bacia, respectivamente) e precipitação no espelho d'água (P açude).

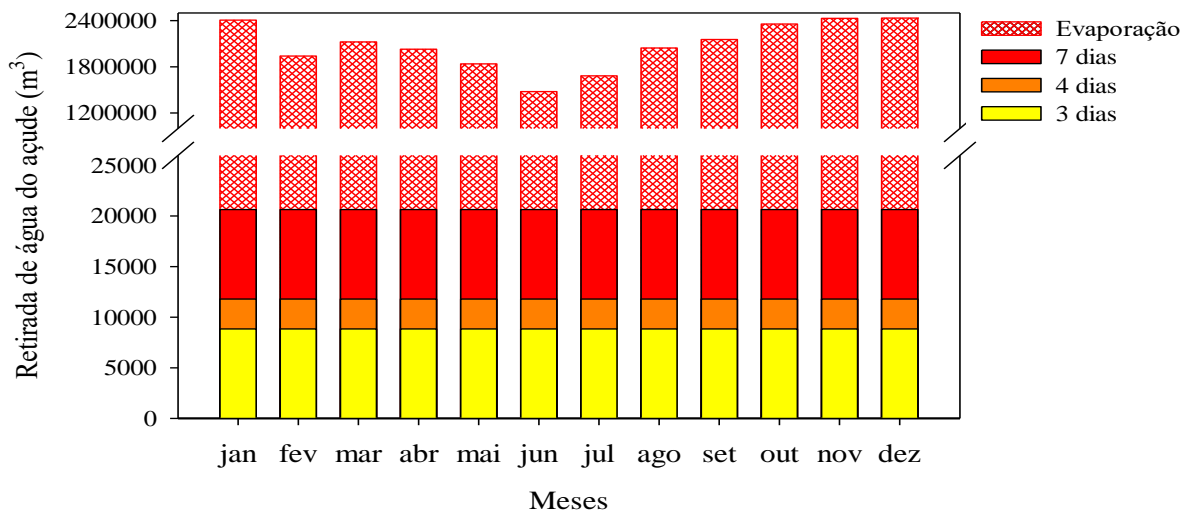


A simulação com escoamento de 6% da chuva da bacia até ao açude estima que, do total anual (429,1 milhões de m³), 25,7 milhões de m³ (20% a mais do que com 5% de escoamento) chegam ao açude, distribuídos ao longo dos meses com mínimo de 230,2 mil m³ (setembro) e máximo de 6,1 milhões de m³ (março) (Figura 2). Desta forma, o total da entrada de água no açude é de 30,4 milhões de m³ por ano, variando mensalmente entre 271,9 mil m³ e 7,2 milhões de m³, conforme a distribuição mensal das chuvas.

A evaporação de água total no açude Sumé é de 24,9 milhões de m³ ano⁻¹, com média mensal variando entre 1,5 e

2,4 m³ (Figura 3). A demanda hídrica da cidade é de aproximadamente 21, 12 e 9 mil m³ mês⁻¹ para o abastecimento semanal de 7, 4 e 3 dias, respectivamente. Com isso, a retirada total anual de água no açude é de 25,2; 25,1 e 25,0 milhões de m³ quando o abastecimento na cidade é de 7, 4 e 3 dias na semana, respectivamente. Estes valores são menores que o volume de entrada (26,1 milhões de m³). Porém, devido à interferência dos moradores situados à montante do açude, esse saldo tem sido negativo nos últimos anos, fazendo com que o volume do açude reduzisse drasticamente para 18% de sua capacidade máxima.

Figura 3. Retiradas de água do açude Sumé para 7, 4 e 3 dias com abastecimento semanal de água na cidade, na região de Sumé-PB.



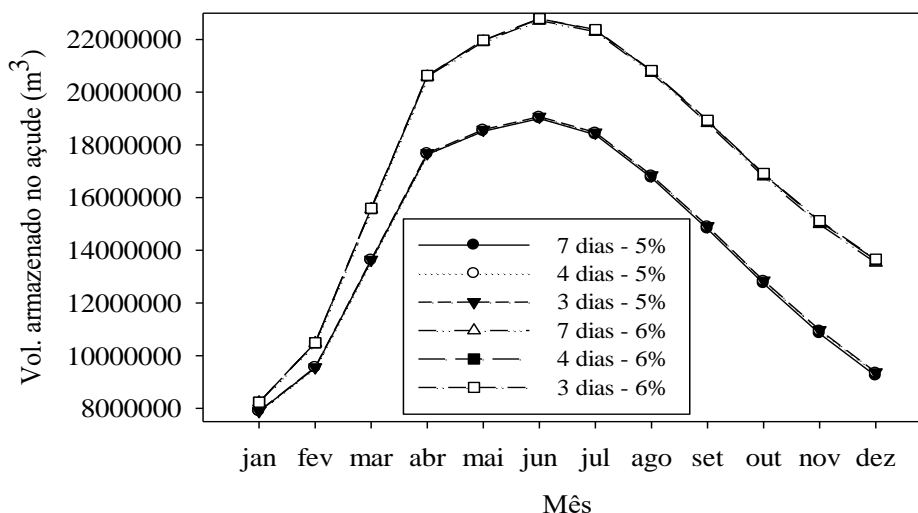
A redução de dias de abastecimento na localidade não apresentou interferências significativas com relação ao

volume de água armazenada mensalmente no açude Sumé, independentemente da quantidade de dias (Figura 4). Porém,

com o escoamento de 6% há um aumento de 52% no volume armazenado após o período de um ano. Lima et al. (2001) afirma que o comportamento hidrológico da bacia é influenciado pelo tipo de cobertura vegetal, assim como pelas características geomorfológicas, tais como forma, relevo, geologia, solo, entre outros. Santos et al. (2011) avaliou a disponibilidade hídrica do açude Sumé e observou que há entre 20 e 60% de área desmatada ou com cobertura vegetal rala. Com relação à presença de solos arenosos profundos nos

leitos dos rios e nas partes baixas das vertentes, o método mostrou que a bacia possui zonas de retenção hídrica de grau elevado, e conforme o levantamento constatou-se densidade de açudes muito elevada, ultrapassando a ordem de 1 açude km^{-2} . De acordo com Viola et al. (2009), do ponto de vista agrícola, a simulação hidrológica representa importante ferramenta no contexto de gestão dos recursos hídricos, especialmente para caracterização de vazões de outorga para projetos de irrigação.

Figura 4. Volume hídrico armazenado no açude Sumé ao longo do ano para 5 e 6% de escoamento da chuva da bacia hidrográfica e 7, 4 e 3 dias com abastecimento semanal de água na cidade, na região de Sumé-PB.



Com a retirada de água apenas para o abastecimento urbano, observa-se que o volume final armazenado no açude após 12 meses é superior ao volume de água inicial para os dois percentuais de escoamento. No entanto, isso não ocorre na prática devido ao alto grau de retenção hídrica à montante do reservatório. De acordo com PERH (2005), ao longo do tempo houve o surgimento espontâneo de pequenos açudes privados, quando na verdade as prioridades oficiais eram voltadas para os grandes reservatórios públicos. Imagens de satélite do ano 2000 contabilizaram na Paraíba aproximadamente 7.600 pequenos açudes, armazenando cerca 60% do volume de água dos médios e grandes reservatórios, em que grande parte desses açudes são subutilizados, ocorrendo perdas por evaporação e sangria.

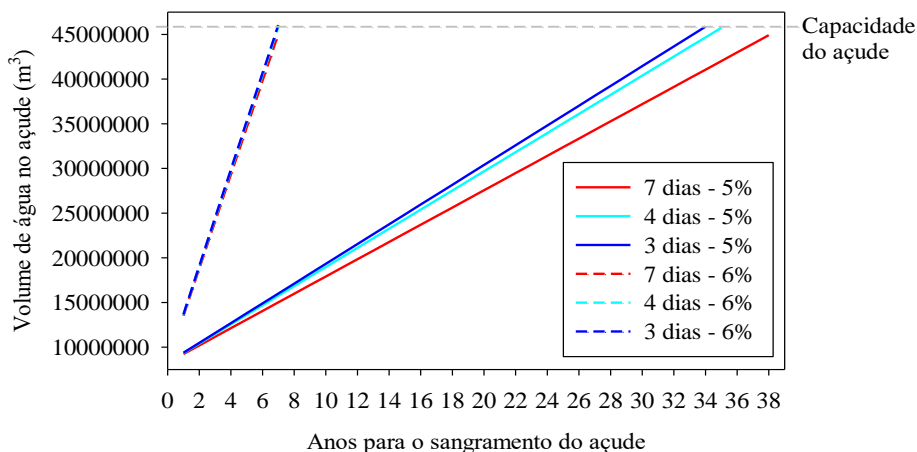
Conforme o PERH (2005), o sistema de fiscalização ainda é precário, fazendo-se necessário a adoção de medidas que possibilitem uma maior eficiência dos processos de denúncias sobre o uso irregular de corpos d'água. Paralelo a isso, um dos objetivos do Plano é aumentar a disponibilidade de água de boa qualidade para usos mais nobres, como o consumo humano, por meio do reúso dos efluentes tratados dos esgotos domésticos para atender às demandas com menor restrição de qualidade (irrigação de pastagens, determinados usos industriais, etc.).

Collischonn et al. (2011) estudaram a situação hidrológica da bacia do rio Quaraí e observaram que a demanda de água é superior à disponibilidade, em que a alta

densidade de reservatórios e a demanda intensa acarretam uma redução superior a 95% nas vazões de estiagem. Ou seja, existem trechos do rio que secam frequentemente, o que não ocorreria numa condição natural da bacia. Os autores relatam que o efeito da retirada de água dos açudes nas vazões do rio Quaraí é menor que o efeito causado pela simples presença dos reservatórios. Isso leva ao entendimento de que na época da estiagem a economia de água deve ser mais severa e os reservatórios à montante do curso hídrico não deve reter toda a vazão disponível.

A Figura 5 apresenta a relação existente entre a influência do escoamento da chuva da bacia no volume armazenado e o tempo estimado para o sangramento, em que para o valor de 5% e com a atual situação do açude, mantendo-se um abastecimento semanal normal, o açude só irá sangrar novamente em 34 anos. Entretanto, após a simulação utilizando o valor de 6% observou-se que o açude poderá sangrar em cerca de 7 anos. Essa diferença, portanto, mostra-se bem significativa, considerando a irregularidade e/ou escassez de chuvas na região. Assim, medidas de melhorias quanto ao uso das águas armazenadas dentro do corpo da bacia do açude Sumé são necessárias para evitar o completo esgotamento do açude. E, estudos como este, podem servir de base para a tomada de decisões em relação à gestão dos recursos hídricos, permitindo avaliar o impacto de novas infraestruturas de armazenamento na área da bacia.

Figura 5. Tempo estimado para o sangramento do açude Sumé com 5 e 6% de escoamento da chuva da bacia hidrográfica e 7, 4 e 3 dias com abastecimento semanal de água na cidade, na região de Sumé-PB.



Contudo, as melhorias no escoamento também estão diretamente ligadas à proteção do solo, seja por meio de vegetação natural ou de culturas agrícolas. Pois, conforme a interação da chuva com o uso e ocupação das terras, diferentes intensidades de precipitação estabelecem diversos níveis de impactos no solo, deflagrando processos erosivos de diversos graus. Além disso, a influência da precipitação pluvial na vazão da bacia deve ser analisada dentro de uma sequência de eventos pluviométricos, uma vez que o grau de saturação do solo e do sistema freático influencia diretamente na taxa de escoamento superficial (FRITZSONS et al., 2003).

CONCLUSÕES

A redução semanal do abastecimento de água da cidade pelo açude Sumé é insuficiente para o aumento significativo do volume armazenado, em que a economia de água simulada após 12 meses de captação não ultrapassa 2% do volume medido em maio de 2015. Com 5% para o estado atual de escoamento hídrico na bacia hidrográfica do açude Sumé, o período mínimo para o sangramento do açude é 34 anos. Porém, caso sejam tomadas medidas de melhorias que aumentem 1% no escoamento de água da bacia até ao açude, o sangramento pode ocorrer em até 7 anos.

REFERÊNCIAS

AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Volumes Observados. <www.aesa.pb.gov.br>. 29 Mai. 2015.

ATECEL - ASSOCIAÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA ERNESTO LUÍS DE OLIVEIRA JUNIOR. Estudo Técnico Integrado sobre o Uso Múltiplo dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Sucurú. Campina Grande: ATECEL, 1993. 48p.

BARBOSA, R. S.; CHAVES, M. R. Geomorfologia ambiental e suas contribuições para o planejamento da bacia do riacho Açaizal/MA. Pesquisa em Foco, v.18, p.1-22, 2010.

COLLISCHONN, B.; PAIVA, R. C. D.; COLLISCHONN, W.; MEIRELLES, F. S. C.; SCHETTINI, E. B. C.; FAN, F. M. Modelagem hidrológica de uma bacia com uso intensivo de água: caso do rio Quaraí-RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.16, p.119-133, 2011.

FRITZSONS, E.; HIND, E. C.; MANTOVANI, L. E.; RIZZI, N. E. As alterações da qualidade da água do Rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.8, p.239-248, 2003.

LIMA, J. E. F. E.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. S. Comparação da evapotranspiração real e simulada e observada em uma bacia hidrográfica em condições naturais de cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, p.33-41, 2001.

PAYAN, J. L.; PERRIN, C.; ANDREASSIAN, V.; MICHEL, C. How can man-made water reservoirs be accounted for in a lumped rainfall-runoff model? Water Resources Research, v.44, p.01-11, 2008.

PERH - PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA. Campina Grande: AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), 2005. 184p.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v.22, p.43-60, 2008. REBOUÇAS, A.C. Água na região Nordeste: Desperdício e escassez. Estudos Avançados, v.11, p.127-154, 1997.

SANTOS, M. L.; MORAIS, E. S.; SILVEIRA, H.; ALVES, F. C. Estudo do escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Ivaí, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.14, p.259-267, 2013.

SANTOS, R. B.; SILVA, G. S.; SILANS, A. M. B. P.; SANTOS, C. A. G. Avaliação da disponibilidade hídrica em bacias do semiárido paraibano através do método Cadier. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19, 2011, Maceió. Anais... Porto Alegre: ABRH, 2011. CDRom.

SILVA, W.T.P.; SOUZA, M.A.A. Modelo para o combate a crises de abastecimento urbano de água. Paranoá, v.10, p.95-104, 2013.

VIOLA, M. R.; MELLO, C. R.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; SILVA, A. M. Modelagem hidrológica na bacia hidrográfica do Rio Aiuruoca, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.581-590, 2009.