

Influência de Variáveis Climáticas na Disponibilidade Hídrica de Açudes em Petrolina, PE

Lúcio Alberto Pereira¹; Luiza Teixeira de Lima Brito²; Magna Soelma Beserra de Moura³; Nilton de Brito Cavalcanti⁴; Cícero Alves de Oliveira Neto⁵; Thieres George Freire da Silva⁶; Tatiana Ayako Taura⁷

Resumo

Estudos sobre a influência das precipitações na disponibilidade hídrica de reservatórios são altamente relevantes, principalmente relacionados ao manejo de bacias hidrográficas visando à produção e usos eficientes da água e manutenção de sua qualidade. O Semiárido brasileiro apresenta grande quantidade de açudes, de diferentes portes, em sua maioria, destinados para uso pelas famílias. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência dos cenários de mudanças climáticas na disponibilidade de água acumulada em açudes do Município de Petrolina, PE. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para delimitar as áreas de cada bacia hidrográfica e correlacioná-las com variáveis climáticas ocorridas. Os resultados obtidos demonstram que a água dos açudes atende a 2.013 famílias, além do uso doméstico, consumo animal e irrigação. Referentes às mudanças climáticas, esses resultados apontam para aumentos nos valores da evaporação, estimados para região em 164 mm e 268 mm anuais para os cenários otimista e pessimista, respectivamente, o que contribuirá para redução das lâminas de água armazenada nos reservatórios. Daí, a necessidade de manutenção permanente dos açudes, principalmente, com o uso de técnicas para revitalização das bacias hidráulica e de captação de água.

Palavras-chave: precipitação, evaporação, área de captação, cenários futuros.

Introdução

O Nordeste brasileiro abrange uma área de 1,54 milhão de km², que corresponde a 18% do território nacional, e abriga 44,8 milhões de habitantes. Nesta região, está inserido o Semiárido brasileiro que ocupa uma área de 969.589,4 km² e abriga uma população de aproximadamente 28,6 milhões de habitantes. O Semiárido brasileiro é formado por um conjunto de espaços que se caracterizam pelo balanço hídrico negativo, resultante das precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, insolação média de 2800 h ano⁻¹, temperaturas médias anuais de 23° C a 27 °C, evaporação de 2.000 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar média em torno de 50% (MOURA; ANGELOTTI, 2008).

¹ Pesquisador da Embrapa Semiárido – Manejo de Bacia Hidrográfica, BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23, Petrolina, PE - CEP 56302-970, lucio.ap@cpatsa.embrapa.br.

² Pesquisadora da Embrapa Semiárido – Recursos Hídricos, Petrolina, PE.

³ Pesquisadora da Embrapa Semiárido – Agrometeorologia, Petrolina, PE.

⁴ Assistente da Embrapa Semiárido – Extensão Rural, Petrolina, PE.

⁵ Estudante de Geografia, UPE, estagiário da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶ Professor da Universidade Federal de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, PE.

⁷ Analista da Embrapa Semiárido – Geoprocessamento, Petrolina, PE.

O regime de chuvas é marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em curto período, em média, quatro meses. Além disso, a marcante variabilidade interanual da pluviometria, associada aos baixos valores totais anuais são considerados os principais fatores para a ocorrência dos eventos de “secas” na região. Assim, o regime de chuvas com seus totais pluviométricos, a variabilidade inter e intra-anual e a ocorrência de secas, quando associados à elevada demanda atmosférica, afetam substancialmente as fontes hídricas, a agricultura e a pecuária praticadas. Assim, o conhecimento das características climáticas dos açudes é uma ferramenta importante na implantação de programas de desenvolvimento social rural no Semiárido brasileiro, pois, a partir deles é possível identificar as ofertas hídricas, relacioná-los com a quantidade de água armazenada em reservatórios e com as principais demandas por água das comunidades.

No contexto das mudanças climáticas, os cenários publicados pelos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) (METZ et al., 2007) são considerados preocupantes para todo mundo quanto aos aspectos de elevação da temperatura e de quantidade e distribuição das precipitações. Especificamente, no caso do Brasil, os impactos mais severos poderão ocorrer no Semiárido, que tende a ficar mais seco devido principalmente à redução de 15% a 20% das chuvas e ocorrência de secas mais intensas; significativa redução no nível de água dos reservatórios subterrâneos, com estimativas de redução de até 70% até o ano 2050; aumento da temperatura entre 3 °C a 4 °C para a segunda metade do século 21, dentre outros (MARENGO, 2006). Em condições de clima mais quente no futuro, crises nos estoques de águas dos reservatórios existentes podem se tornar mais graves e constantes, com efeitos sérios, principalmente na agricultura de subsistência. Assim, estudos sobre a influência das precipitações na disponibilidade hídrica desses reservatórios são altamente relevantes, principalmente relacionados ao manejo de bacias hidrográficas visando à produção e usos eficientes da água e manutenção de sua qualidade nas comunidades rurais. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência dos cenários de mudanças climáticas na disponibilidade de água acumulada em açudes do Município de Petrolina, PE.

Material e Métodos

Realizou-se a caracterização física dos açudes do Município de Petrolina, PE utilizando-se um questionário semiestruturado, que foi aplicado a algumas famílias com objetivo de identificar a demanda por água nas comunidades e os principais usos, além de informações básicas referentes aos aspectos construtivos e necessidade reconstituição de suas matas ciliares. A partir dessas informações, foram identificados três açudes para realizar o monitoramento detalhado, considerando-se suas respectivas importâncias para as comunidades: Açude Barreiros (Comunidade de Pau Ferro), Açude Satisfeito (Comunidade de Cristália) e Açude Cruz de Salinas (Comunidade de Cruz de Salinas). Nos últimos anos, tem sido observado que esses açudes não têm sua capacidade total de armazenamento de água sendo atendida, motivo de preocupação pela Prefeitura Municipal de Petrolina em identificar a causa do não enchimento dos açudes.

Foram determinadas as áreas de influência dos açudes utilizando-se os dados altimétricos do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) fornecidos pelo TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com resolução espacial de 30 m. O software utilizado para o tratamento da imagem foi GvSIG, software livre de SIG (Sistema de Informação Geográfica) versão OADE 1.0. Inicialmente, realizou-

se o georeferenciamento das imagens SRTM a partir dos pontos de controles coletados na base cartográfica do IBGE, com uso de GPS. A partir de técnicas de vetorização, traçaram-se os divisores das microbacias hidrográficas dos açudes georeferenciados (Figura 1). Para estimar as áreas de captação dos reservatórios, considerou-se a eficiência de escoamento de 0,20, para áreas com cobertura vegetal rala (VILELA; MATOS, 1975). Essas áreas de captação foram estimadas para a precipitação pluviométrica média anual e para o cenário de redução de 20% desse valor (METZ et al., 2007), para cálculo da área de captação necessária em cada açude de acordo sua localização e características climáticas.

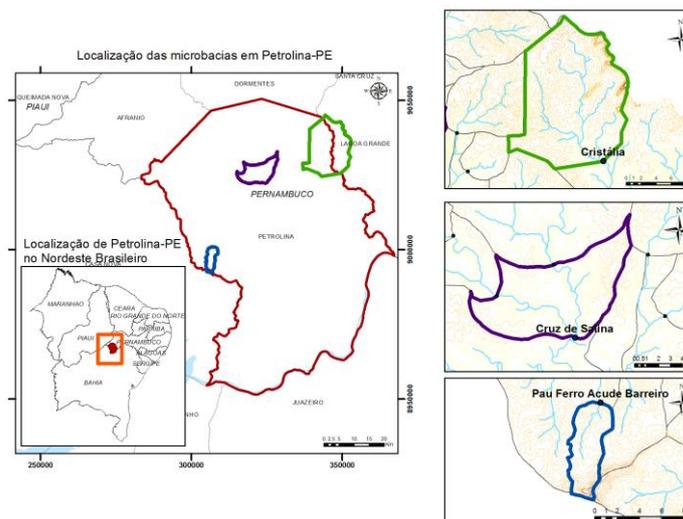


Figura 1. Microbacias dos açudes localizados nas comunidades de Cristália, Cruz de Salinas e Pau Ferro, no Município de Petrolina, PE.

Os dados climáticos da área de estudos foram obtidos junto ao Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Semiárido, para a Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina, PE, referentes ao período de 1975 a 2010 (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2011). Foram utilizados os dados mensais do total de precipitação (P) e de radiação solar incidente (Rg), e os médios de temperatura (t) e umidade relativa (UR) do ar, evaporação do tanque Classe A (E) e velocidade do vento (V).

Utilizou-se a equação de Penman-Monteith FAO 56 (ALLEN et al., 1998) para proceder-se o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o). Os cenários de mudanças climáticas foram incorporados aos cálculos da ET_o por meio da inserção do aumento da temperatura média de cada cenário nos cálculos da declividade da curva da relação entre a pressão de saturação do vapor e a temperatura média do ar (Δ , kPa °C⁻¹) e do o deficit de pressão do vapor do ar ($e_s - e_a$, kPa). Foram utilizadas as projeções regionalizadas anuais da temperatura do ar (t) oriundas do modelo acoplado do Hadley Centre for Climate Prediction and Research, da Inglaterra (HadCM3) (NAKICENOVIC; SWART., 2009), para cenários pessimista (A2) e otimista (B2), com aumento de 4,4 °C e 3,1 °C, respectivamente (METZ et al., 2007). Os resultados desse procedimento foram analisados em relação ao volume de água armazenado nos açudes.

Resultados e Discussão

A partir da sistematização das informações geradas pelos questionários aplicados foi observado que a água armazenada nos açudes Barreiros, Cruz de Salina e Satisfeito é destinada, além do uso pelos animais e para pequena irrigação, principalmente, ao atendimento das necessidades das famílias, em especial para o

consumo humano e uso doméstico de 46 comunidades, em um contingente de 2.013 pessoas. Assim, é imprescindível a definição de medidas conservacionistas que visem à manutenção da qualidade dessas águas.

A caracterização física dos açudes permitiu constatar assoreamento da bacia hidráulica na maioria deles, ocasionado pelo carreamento do solo de áreas adjacentes, devido à presença de pouca vegetação em suas margens e na área destinada à captação e escoamento da água de chuva.

O clima de Petrolina, PE, é caracterizado por apresentar temperatura média anual igual a 26,5 °C, com máximas e mínimas iguais a 32,2 °C e 20,8 °C, respectivamente. A umidade relativa do ar média anual é igual a 65,9%, com precipitação total igual a 530,00mm e evaporação do tanque classe A (E) correspondente a 2.706,0 mm. Ao longo do ano existe pequena variação térmica, sendo o mês de julho o mais frio (18,4 °C) e os meses de outubro e novembro os mais quentes (34,2 °C) (Figura 2a), entretanto, há uma grande variabilidade nos valores de precipitação, com destaque para os meses de março (123,6 mm) e agosto (3,3 mm). O quadrimestre de janeiro a abril é o mais chuvoso, e concentra 68% do total anual de precipitação, entretanto, as chuvas dos meses de novembro e dezembro também são muito importantes sob os aspectos agrícolas e hidráulicos, com precipitações médias iguais a 42,7 mm e 61,5 mm, respectivamente (Figura 2b).

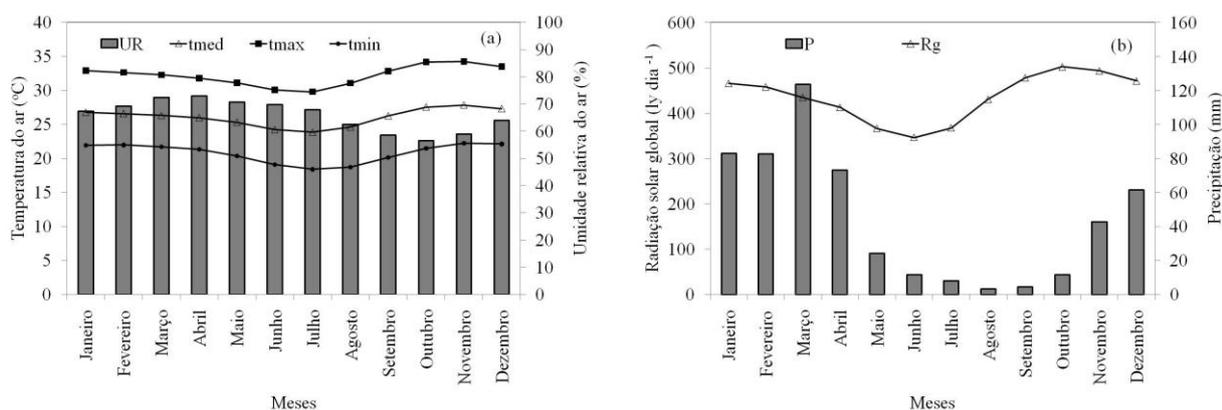


Figura 2. Climatologia da umidade relativa (UR) e temperatura do ar média (t_{med}), máxima (t_{max}) e mínima (t_{min}) (a) e da precipitação (P) e radiação solar global (R_g), referente ao período de 1975 a 2010, Petrolina, PE.

Sob o aspecto climático, um grande problema relacionado aos açudes do semiárido além da chuva, é a elevada evaporação. Dados históricos de Petrolina, PE, apresentam valores totais mensais da evaporação do tanque classe A (E) superiores a 178 mm (junho), podendo alcançar 297 mm no mês de outubro, quando também são observados valores elevados da temperatura do ar, velocidade do vento e radiação solar (Figura 2b). Assim, anualmente, a lâmina de água evaporada é de 2.706,0 mm, contribuindo relativamente para a redução dos volumes armazenados nos açudes, principalmente nos pequenos. Esses valores podem ser ainda mais elevados quando se consideram os cenários futuros de aumento da temperatura média anual previstos pelo IPCC (METZ et al., 2007) para o ano de 2100.

Os dados da evapotranspiração de referência (ET_o) para a situação atual totalizam uma lâmina 1.584,00 mm, e uma relação mensal com a evaporação do tanque classe A representada pela equação $E = 1,7053 \times ET_o$, com R^2 igual a 0,93. Assumindo que essa relação é mantida nos anos futuros, a evaporação anual para o cenário pessimista (A2) passa a ser igual a 3.072,1 mm, enquanto para o cenário otimista (B2) esse

valor equivale 2.968,1 mm. Ou seja, para ambos os cenários, há uma tendência de aumento na lâmina de água evaporada considerando a elevação da temperatura média do ar. Os impactos atuais e futuros consequentes desses aumentos imprimem necessidade maior das práticas conservacionistas das áreas dos açudes, visando maiores lâminas anuais de água armazenada.

Considerando-se a capacidade de armazenamento (V , m^3) de quatro açudes do município (Tabela 1), são apresentadas as necessidades de áreas de captação para situação atual (A_C , km^2), com base na precipitação média anual igual a 530,0 mm e, área de captação considerando uma redução de 20% no valor da precipitação média (397,00 mm).

Tabela 1. Capacidade de armazenamento de água (V , m^3), área da microbacia hidrográfica (A_b , km^2), área de captação necessária (A_C , km^2) considerando a precipitação média atual (P) e para o cenário de redução de 20% em seu valor (-20% P), para quatro açudes localizados no Município de Petrolina, PE.

Reservatórios	Capacidade máxima de armazenamento (V , m^3)	Área da microbacia (A_b , km^2)	Área captação necessária	
			A_{C-P} (km^2)	$A_{C-20\%P}$ (km^2)
Pau Ferro (Barreiros)	500.000	23,5	4,72	6,30
Cruz de Salinas	4.021.375	70,85	37,94	50,65
Cristália	150.000	222,7	1,42	1,89
Caititu	225.375	665,16	2,13	2,84

Observa-se que o cenário de redução de 20% no total anual de chuva resulta em aumentos significativos nas áreas de captação para os três reservatórios, quando se compara com a área atual necessária. Entretanto, em termos práticos, não é possível ampliar essa área de captação. Assim, devem ser realizadas ações técnicas no sentido de favorecer o escoamento superficial da água das chuvas para esses reservatórios, como citado anteriormente.

Conclusões

O aumento da evaporação nos cenários futuros poderá reduzir a disponibilidade hídrica dos açudes em 262,3 mm anuais no cenário otimista (B2) e em 366,3 mm no cenário pessimista (A2).

A adoção de medidas relacionadas ao favorecimento do escoamento superficial pode aumentar o volume de água captada nos açudes. Atividades como revegetação das áreas das bacias, uso de técnicas conservacionistas de solo, técnicas para redução da erosão hídrica, abertura de drenos direcionando a água de chuva para a bacia hidráulica, entre outras, precisam ser incentivadas diante dos cenários climáticos futuros.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo financiamento parcial desta pesquisa, por meio do Convênio 471160/2008-3 e a Prefeitura Municipal de Petrolina, PE, pela parceria no desenvolvimento deste trabalho.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**, guidelines for computing crop water requirements, Rome: FAO, 1998: 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Dados mensais**: Bebedouro. Petrolina, 2011. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-mes.html>>. Acesso em: 17 jul. 2011.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, DF: MMA, 2006. 163 p.

METZ, B.; DAVIDSON, O.; BOSCH, P.; DAVE, R.; MEYER, L. **Climate Change 2007: mitigation**. Contribution of Working Group III to fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: IPCC: Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 841 p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 18 out. 2010.

MOURA, M. S. B. de; ANGELOTTI, F. Clima. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da. (Ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2 cap. 3, p. 411-429.

NAKICENOVIC, N.; SWART, R. (Ed.). **Emission scenarios**.: special report. New York: IPCC: Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 570 p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipcc-reports/sres/emission/index.php?idp=0>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

VILELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1975. 245 p. il.