

XVI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
15º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES
DE LÍNGUA PORTUGUESA

**SENSIBILIDADE DA VAZÃO SIMULADA EM CENÁRIOS DE MUDANÇA
NA PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO AR EM UMA BACIA DO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Denner Santiago de Sousa¹; Jonathan Mota da Silva² & Joana Darc Freire de Medeiros³

RESUMO – A mudança climática modificará os padrões de temperatura e precipitação, que são as principais forçantes de modelos hidrológicos concentrados, ferramentas essenciais na avaliação dos efeitos das mudanças climáticas nos processos hidrológicos. A variabilidade da precipitação e da temperatura produz diferentes respostas na simulação de vazão a depender do modelo e característica da bacia. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da mudança na precipitação e/ou na temperatura na vazão simulada de uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro, a bacia do reservatório de Gargalheiras. Os testes de sensibilidade foram realizados no modelo hidrológico *Soil Moisture Accounting Procedure* (SMAP), que foi forçado a partir de 36 cenários estocásticos onde a precipitação variou de 94% a 103% da sua climatologia em conjunto/ou não com acréscimo da temperatura de 0,5°C até 4°C. Nos testes de sensibilidade, observou-se que a vazão média na bacia pode variar de -31,36% a 10,74%. Quando as mudanças na precipitação e na temperatura ocorrem separadamente, a vazão média reduz 1,78% a cada aumento de 0,5°C e varia em média 10,12% a cada mudança de 3% na média da precipitação. Nos cenários combinados, o efeito cruzado resultante atenua ou potencializa a redução de vazão.

ABSTRACT– Climate change will modify temperature and precipitation patterns, which are the main driving forces of concentrated hydrological models, essential tools in assessing the effects of climate change on hydrological processes. The variability of precipitation and temperature produces different responses in the streamflow simulation depending on the model and basin characteristics. Thus, the aim of this paper was to evaluate the effect of the change in precipitation and/or temperature on the simulated streamflow of a watershed in the Brazilian semi-arid region, the Gargalheiras reservoir basin. Sensitivity analysis were performed in the hydrological model *Soil Moisture Accounting Procedure* (SMAP), which was forced from 36 stochastic scenarios where precipitation varied from 94% to 103% of its climatology together/or not with a temperature increase of 0.5°C to 4°C. In the sensitivity analysis, it was observed that the average flow in the basin can vary from -31.36% to 10.74%. When changes in precipitation and temperature occur separately, the average flow reduces by 1.78% with each increase of 0.5°C and varies by an average of 10.12% with each 3% change in average precipitation. In combined scenarios, the resulting cross effect attenuates or enhances the flow reduction.

¹) Mestrando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, (84) 991332134, dennerss84@gmail.com

²) Docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, (84) 991936403, jonathan.mota@ufrn.br

³) Docente no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte (84) 99418-2990, joanadarc.medeiros@gmail.com

Palavras-Chave – Chuva-vazão; Modelo concentrado; Teste de sensibilidade.

INTRODUÇÃO

A busca de modelos que melhor representem o comportamento hidrológico das bacias hidrológicas tem sido uma tarefa constante para gestores e pesquisadores de hidrologia. A partir da década de 1970, inicia-se a discussão da influência das mudanças climáticas nos recursos hídricos, incorporando assim, o desafio de retratar os impactos das mudanças do clima nos prognósticos hidrológicos (Cohen, 1986).

Dentre as ferramentas de modelagem, os modelos conceituais de chuva-vazão, que consistem na transformação da precipitação em escoamento, têm sido amplamente utilizados (Kirchner, 2009). Esse tipo de abordagem permite analisar, de forma objetiva e numérica, cenários no uso e ocupação do solo na bacia e mudanças nos processos hidrológicos. Outro ponto favorável aos modelos chuva-vazão está relacionado à disponibilidade de dados de entrada, séries de precipitação são mais abundantes quando comparadas às de vazão (Seibert, 1999).

As mudanças climáticas devem causar modificações nos processos hidrológicos a partir da alteração dos padrões de evapotranspiração e precipitação, afetando a reserva hídrica superficial e subterrânea, a geração do escoamento superficial e a umidade do solo) (Arnell, 1999). Na engenharia de recursos hídricos, tradicionalmente se assume que as condições de precipitação e evapotranspiração flutuam dentro de um envelope de variabilidade que não se altera ao longo tempo — a este princípio se dá o nome de estacionariedade (Milly *et al.*, 2008). Portanto, há a indicação de que, em consequência dos efeitos das mudanças climáticas, a consideração de estacionariedade pode não se sustentar (Bazrafshan e Hejabi, 2018).

No contexto de gestão de recursos hídricos, há casos em que a bacia hidrográfica não é bem detalhada pela escala do modelo global de clima (MGC), fazendo-se necessário o emprego da regionalização climática, *Downscaling*. Entretanto, a aplicação desta técnica encontra limitações em locais de dados meteorológicos escassos ou de baixa qualidade (CGEE e ANA, 2012). Mesmo em regiões sem limitação de dados, a metodologia pode conduzir à alta incerteza nas variáveis calculadas devido ao efeito de “Cascata de Incerteza” (Wilby e Dessai, 2010). Com isto, as simulações do impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos podem divergir para um mesmo espaço geográfico a depender do modelo e cenários adotados (Nóbrega *et al.*, 2011).

Esses cenários futuros de aumento da evapotranspiração, mesmo com a incerteza quanto a variabilidade da precipitação, podem resultar em impactos significativos nas disponibilidades hídricas da região semiárida que naturalmente já apresenta elevado déficit hídrico (BANCO MUNDIAL, 2013; Kahil *et al.*, 2015). O semiárido brasileiro possui características específicas que

impactam de modo negativo na disponibilidade hídrica: chuvas intensas concentradas, alta variação espaço-temporal de precipitação, período de estiagem prolongado, baixa amplitude térmica com temperaturas acima dos 25°C ao longo do ano, alta evapotranspiração potencial, vegetação rala, solos rasos e pouco estruturados e ocorrência de rios intermitentes (Alvares *et al.*, 2013; Barbosa *et al.*, 2012).

Devido ao natural déficit hídrico e recorrente problema de oferta de água, na região do semiárido brasileiro, iniciou-se a construção de reservatórios como estratégia para a regularização de vazões desde o início do século XIX (Azevêdo *et al.*, 2017). Tendo em vista a relevância dos reservatórios para a região, principalmente no atendimento das demandas, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da mudança na precipitação e/ou na temperatura na vazão simulada de uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do reservatório de Gargalheiras localizado na sub-bacia do rio Seridó, pertencente à bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. (Figura 1). A bacia hidrográfica do açude Gargalheiras tem uma área de 2400 km² sendo parte no território do estado do Rio Grande do Norte e parte na estado da Paraíba.

O açude Gargalheiras, construído pelo DNOCS em 1959, tem uma capacidade de armazenamento de 44,42 milhões de m³, com a capacidade de regularização de 0,08 m³/s para a garantia de 90%. Apresenta uma demanda total de 0,799 m³/s, fornecendo água para consumo humano para duas sedes municipais (Acari e Currais Novos) (0,125 m³/s) e uma demanda para irrigação de 0,649 m³/s (81,23%) (ANA, 2016a).

A bacia se encontra totalmente inserida no clima semiárido do tipo BSh na classificação de Köppen, com temperatura média entre 24,2 e 28,2°C, regime pluviométrico concentrado em poucos meses da ordem de 639 mm.ano⁻¹ e ETP anual entorno de 2300 mm.ano⁻¹ (Alvares *et al.*, 2013; ANA, 2016a), estando contida na região conhecida como Polígono das Secas.

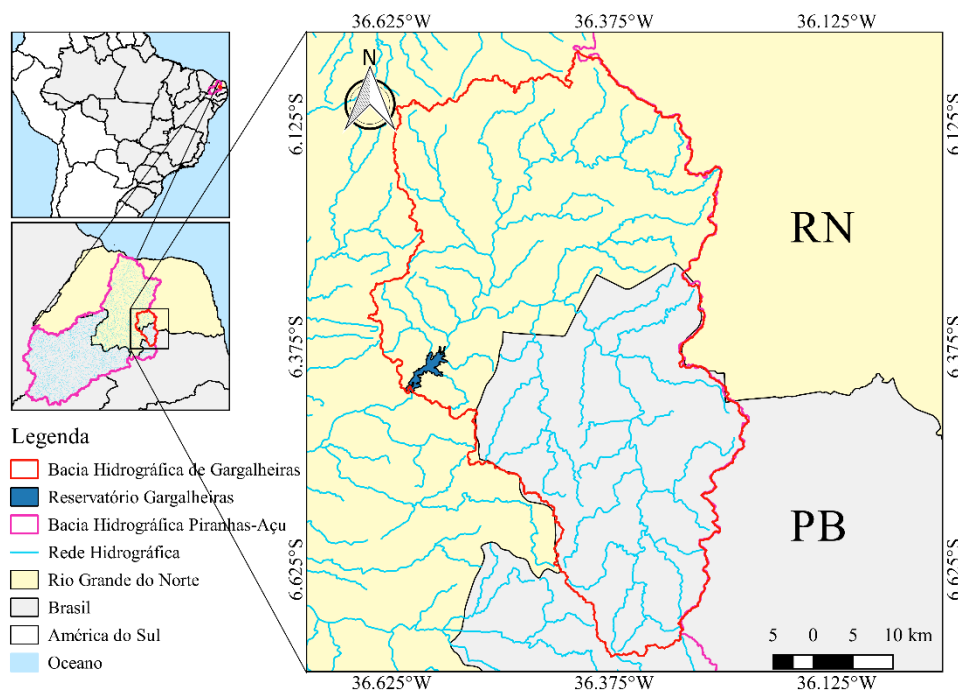


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do reservatório Gargalheiras

Cenários de mudança de temperatura e precipitação

Para analisar o impacto da variação da precipitação e da temperatura sobre a vazão na bacia do reservatório de Gargalheiras, 36 cenários foram avaliados. Os cenários temperatura consideraram aumentos na temperatura média de até 4°C, conforme proposto pelo estudo do IPCC conduzido por Rogelj *et al.* (2012). Desta forma, as temperaturas média diárias observadas foram incrementadas com passo de 0,5° C, obtendo-se os nove cenários de temperatura estudados.

Os cenários de precipitação foram construídos com base no estudo de mudança climática do BANCO MUNDIAL (2013) para região, as simulações adotaram os cenários B1 e A2 do Relatório de Avaliação 4 do IPCC, rodados nos MCGs BCM2, MIMR e INCM3. A partir destes resultados foram considerados quatro cenários de precipitação: o clima atual, e a variação da precipitação média anual em -6%, -3% e +3%.

Os cenários combinados foram denotados por T-x_P-y em que x corresponde ao aumento da temperatura em °C e y o fator que multiplica o valor da precipitação média do clima atual (note que $Q_{med\ T-2,0\ P-0,97}$ é a vazão média simulada para o cenário em que houve o aumento de 2°C na temperatura e redução de 3% na precipitação média).

Inicialmente foram avaliados os efeitos da mudança de precipitação e da temperatura na vazão média (Equação 1). A redução da vazão média correspondente ao efeito cruzado (EC) entre precipitação e temperatura foi realizada com base em Brook *et al.* (2008) e Chou (2006) (Equação 2 e 3).

$$\Delta Q_{T-x_P-y} = \frac{Q_{med\ T-x_P-y} - Q_{med\ T-0,0_P-1,00}}{Q_{med\ T-0,0_P-1,00}} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$EC_{T-x_P-y} = (\Delta Q_{T-x_P-1,00} + \Delta Q_{T-0,0_P-y}) - \Delta Q_{T-x_P-y} \quad (2)$$

$$\text{Se } EC_{T-x_P-y} \begin{cases} > 0, \text{ houve potencialização} \\ = 0, \text{ efeito equivalente ao aditivo} \\ < 0, \text{ houve atenuação} \end{cases} \quad (3)$$

Para cada cenário foram realizadas 30 gerações. Este número de gerações foi escolhido de forma que a média da vazão média se conservasse dentro de 1% para cada cenário.

Geração das séries de precipitação

Para obter a série de precipitações anuais em cada um dos cenários estudados, a distribuição de probabilidade Gamma (valor- $p = 0,9597$) foi escolhida, por apresentar maior correspondência entre os dados experimentais e teóricos no teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (Tadikamalla, 1990).

. Para cada cenário, foram construídas estocasticamente 30 gerações de serie de precipitação anual, aplicando o gerador aleatório de séries do programa de estatística R “*rgamma*”. Para preservar o formato da curva de densidade de probabilidade, o desvio padrão foi multiplicado pelo mesmo fator da média de cada cenário. O número de observações adotado foi de 37 anos.

As séries sintética de precipitações mensais foram obtidas a partir da desagregação dos valores anuais, para tanto, utilizou-se o método dos fragmentos. Este método tem como pressuposto que a pluviosidade intraanual (mensal no caso do estudo) tem distribuição similar em anos de precipitação anual próxima (Maheepala e Perera, 1996).

As séries históricas de precipitação observadas utilizadas no estudo foram obtidas junto a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A (EMPARN) e se estendem de 1980 a 2017, totalizando 37 anos de dados com base no ano hidrológico da região.

Geração das séries de evapotranspiração

Para cada um dos cenários de variação nas temperatura, foram estimados os valores de evapotranspiração potencial (ETP) mensal pelo método de (Hargreaves e Samani, 1985).

A radiação incidente de topo de atmosfera (RA) foi determinada a partir do protocolo da *Food and Agriculture Organization*, (Allen *et al.*, 1998). Os dados de T_{max} e T_{min} para a situação atual

foram obtidos de Xavier *et al.* (2016). Considerando que os dados de Xavier *et al.* (2016) são disponibilizados em pontos de grade, a temperatura atribuída a bacia se deu a partir da média aritmética das temperaturas mínimas e máximas diárias dos pontos amostrados dentro da bacia do reservatório. As séries mensais de ETP foram obtidas acumulando os valores diários e, por fim, as médias mensais foram repetidas ao longo dos 37 anos de extensão das séries.

Obtenção das vazão na bacia

A vazão afluente ao açude Gargalheiras foi obtida a partir do modelo de chuva-vazão *Soil Moisture Accounting Procedure* (SMAP) na versão mensal. Conceitualmente, o SMAP mensal é um modelo determinístico concentrado que simula os processos hidrológicos na (Fernandes *et al.*, 2017). O SMAP faz uso de seis parâmetros para simular as características hidrológicas da bacia, cujos valores calibrados para estação fluviométrica Piancó (cód. 37340000) no Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu foram utilizados no trabalho (Tabela 3) (ANA, 2016b).

Tabela 3 – Parâmetros de calibração do modelo SMAP

Sat	Pes	Crec	k	Tuin	Ebin
539	3.9	0	3	19	0

Fonte: (ANA, 2016b)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando o efeito da mudança da precipitação e temperatura separadamente na vazão média ($Q_{méd}$) (Figura 4) verifica-se uma relação linear forte ($R^2 > 0,99$) inversamente proporcional entre temperatura e $Q_{méd}$ e diretamente proporcional entre precipitação e $Q_{méd}$. A redução da $Q_{méd}$ induzida pelo aumento da temperatura teve média de 1,78% por 0,5°C. Quanto à chuva, a variação de 3% na média da precipitação representou em média a alteração de 10,12% na $Q_{méd}$.

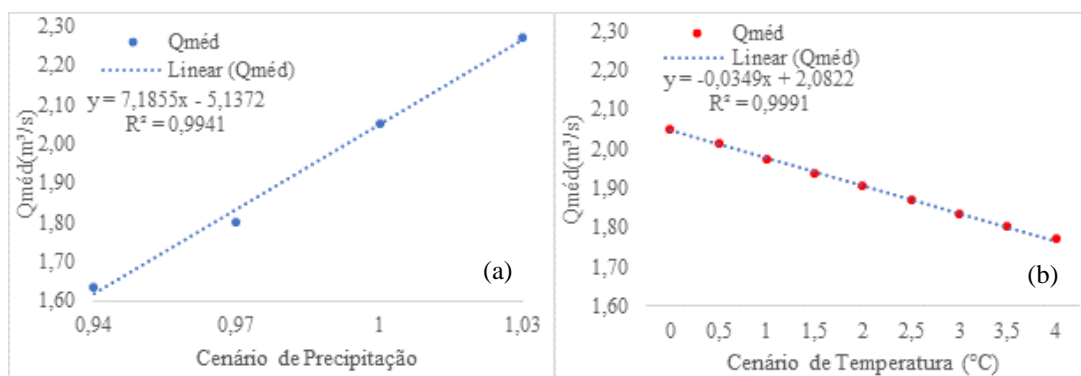


Figura 4 – Vazão média para os cenários com alteração apenas da precipitação (a) e temperatura (b).

O efeito conjunto da mudança na precipitação e temperatura é apresentado pela Figura 5 e usa como referência a vazão média calculada para o clima atual ($2,05\text{m}^3/\text{s}$). Dessa maneira, os valores indicados na figura representam a variação percentual da Q_{med} do cenário ($Q_{\text{med}_{T-x,P-y}}$) em relação a Q_{med} do clima atual ($Q_{\text{med}_{T-0,0,P-1,00}}$).

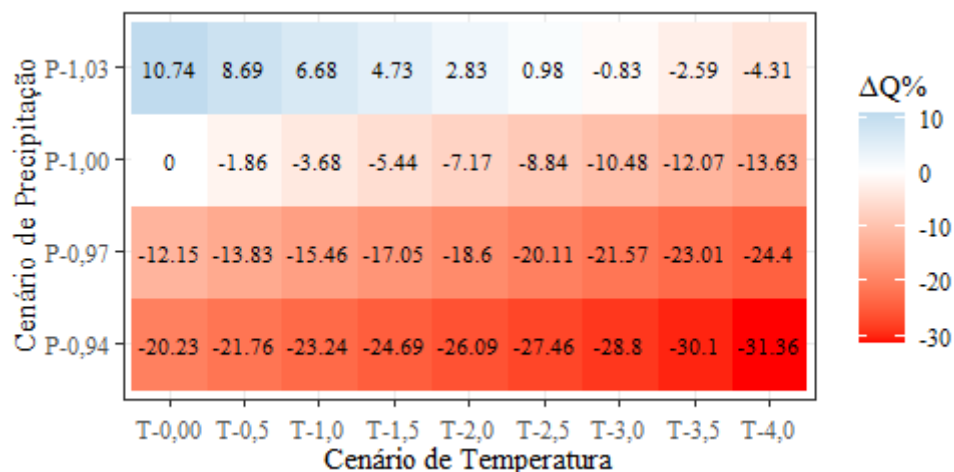


Figura 5 – Efeito da mudança de temperatura e precipitação na vazão média da bacia de Gargalheiras

A alteração da vazão média varia do cenário mais pessimista ($T-4,0_{P-0,94}$) até o mais otimista ($T-0,0_{P-1,03}$) com os valores de $-31,36\%$ a $+10,74\%$ da vazão do clima atual. O gradiente de alterações indicam impacto negativo na maioria dos casos superior 12% , tomando um cenário moderado como exemplo ($T-2,0_{P-0,97}$) a redução na vazão média é de $18,60\%$. No caso da previsão otimista de precipitação, aumento de 3% na precipitação média, o efeito positivo prevalece em relação ao impacto da elevação de temperatura na faixa de aumento de temperatura de 0°C a $2,5^\circ\text{C}$, no entanto entre 3°C e 4°C a vazão média na bacia diminui.

Para fins de análise, foi realizada a abstração de que nos cenários combinados a variação de vazão tem três parcelas: parte do impacto na vazão média é explicada pela variação de temperatura, outra parcela se deve à mudança na precipitação e há uma terceira componente referente ao efeito cruzado destas duas primeiras.

Em relação ao efeito cruzado entre precipitação e temperatura na vazão, dois fenômenos tem de ser levados em consideração. O primeiro deles é a redução da capacidade da precipitação se transformar em precipitação efetiva, uma vez que aumento de temperatura e consequente aumento de evapotranspiração potencial induz o aumento de perda de umidade no solo, por conseguinte, o solo tem mais dificuldade em saturar e armazenar água ao longo do tempo. Portanto, é de se esperar que a redução da capacidade da precipitação se transformar em precipitação efetiva induzida pelo aumento da temperatura potencializa a redução da vazão média em casos em que há a redução na

precipitação média.

O segundo fenômeno diz respeito a condição da evapotranspiração potencial se tornar efetiva. Para que o aumento de temperatura efetue redução na vazão, é necessário que haja água no sistema ou retida no solo para evapotranspirar. Nos casos em que a entrada de água na bacia, via precipitação, é baixo, o aumento da evapotranspiração potencial pode não representar num aumento na evapotranspiração real, abrandando seu impacto na redução da vazão. No caso de Gargalheiras, o clima atual já mostra uma alta recorrência de períodos secos, de forma que a redução na média da precipitação e consequente aumento de períodos secos atenua a redução da vazão média nos casos em que há aumento na temperatura.

No presente estudo os dois efeitos são dependentes e ocorrem concomitante, sendo assim, foi avaliado o efeito cruzado resultante (EC) entre o aumento de temperatura e variação da precipitação. Novamente, os valores percentuais tem como referência a vazão do clima atual ($Q_{med T-0,0 P-1,00}$) (Figura 6).

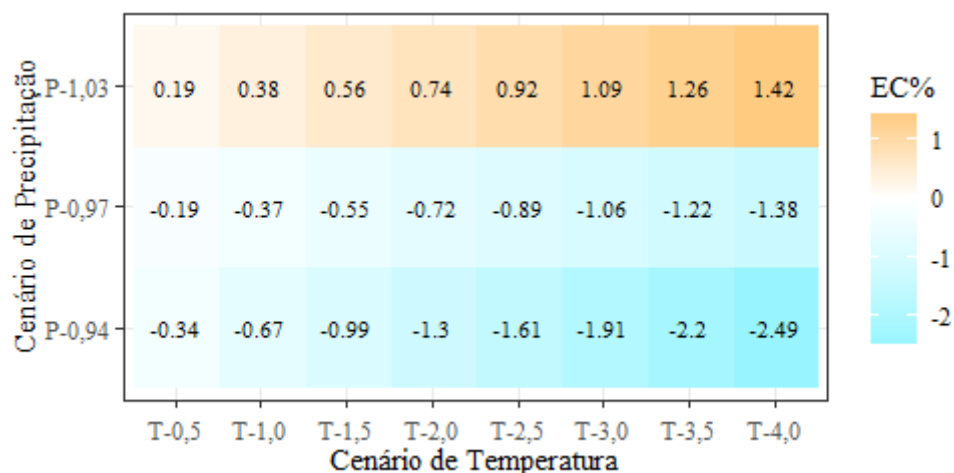


Figura 6 – Efeito cruzado entre precipitação e temperatura na redução da vazão média da bacia de Gargalheiras

Para os cenários desfavoráveis de precipitação, P-0,94 e P-0,97, há atenuação do efeito combinado de redução de precipitação e aumento de temperatura na vazão média. Para P-0,97, o EC varia de -1,38% a -0,19%, i. e., a vazão foi menor em 0,22% a 1,86% do que seria esperado se os efeitos da precipitação e temperatura atuarem de forma independentes. Já para P-0,94, ou seja, uma maior redução na precipitação, o amortecimento se torna maior, na faixa entre -2,49% e -0,34%. Os valores do IC menores que 0 e a diminuição gradativa do índice indicam que o fenômeno 2 de atenuação se sobrepõe ao fenômeno 1, ou seja., o aumento de temperatura tem seu impacto inibido devido a redução na precipitação.

Em relação aos cenários em que há o aumento da precipitação média em 3% (P-1,03), o EC é

positivo e aumenta a magnitude com o aumento de temperatura, variando de +0,19% a +1,42%. Desse modo, o fenômeno 1 de potencialização do efeito do aumento da temperatura na redução vazão é maior que o fenômeno 2, então uma parcela do ganho de vazão induzido pelo aumento da precipitação é perdido pelo aumento da taxa de evapotranspiração real.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alterações de precipitação e temperatura previstas pelos modelos climáticos devem impactar a vazão média na bacia do reservatório de Gargalheiras. As simulações mostraram que variações da ordem de -31,36% a +10,74%.

Em cenários em que há apenas o aumento de temperatura e a precipitação se mantém igual a do clima atual, a vazão média na bacia reduz de forma linear a taxa de 1,78% por 0,5°C. Em relação à situação em que há variação na precipitação e a temperatura se conserva, a variação de 3% na média da precipitação representa a alteração linear de 10,12% na vazão média.

Quando a alteração de precipitação e temperatura ocorre conjuntamente, os cenários desfavoráveis produzem redução na vazão média similar a soma da redução na vazão dos cenários isolados, contudo há uma atenuação na redução motivada pelo efeito cruzado entre aumento de temperatura e redução de precipitação que produz aumento de períodos secos e menor volume de água disponível para evapotranspirar.

No cenário favorável de precipitação, aumento de 3% na média anual, a produção de vazão é superior à do clima atual na faixa de aumento de temperatura de 0°C a 2,5°C, no entanto entre 3°C e 4°C a vazão média na bacia diminui. Diferente dos cenários desfavoráveis, o efeito cruzado entre o aumento de temperatura e precipitação potencializa a redução de vazão, uma vez que há o aumento de água disponível para evapotranspirar.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. *et al.* (1998). *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56 - Crop Evapotranspiration*. FAO Roma, 327 p.
- ALVARES, C. A. *et al.* (2013). “Köppen’s climate classification map for Brazil”. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), pp. 711 – 728.
- ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2016a). *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu*. ANA Brasília, 160 p.
- ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2016b). *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu: Relatório Técnico*. ANA Brasília, 195 p.

ARNELL, N. W. (1999). “Climate change and global water resources”. *Global Environmental Change*, 9(SUPPL.), pp. S31 – S49.

AZEVEDO, E. L. *et al.* (2017). “How do people gain access to water resources in the Brazilian semiarid (Caatinga) in times of climate change?”. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189:375, pp. 1 – 17.

BANCO MUNDIAL (2013). *Impacto das Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido*. Banco Mundial Brasília, 112 p.

BARBOSA, J. E. *et al.* (2012). “Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management”. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(1), pp. 103 – 118.

BAZRAFESHAN, J.; HEJABI, S. (2018). “A Non-Stationary Reconnaissance Drought Index (NRDI) for Drought Monitoring in a Changing Climate”. *Water Resources Management*, 32(8), pp. 2611 – 2624.

BROOK, B.; SODHI, N.; BRADSHAW, C. (2008). “Synergies among extinction drivers under global change”. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(8), pp. 453 – 460.

CGEE, CENTRO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS; ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2012). *A questão da água no Nordeste*. ANA Brasília, 436 p.

CHOU, T.-C. (2006). “Theoretical Basis, Experimental Design, and Computerized Simulation of Synergism and Antagonism in Drug Combination Studies”. *Pharmacological Reviews*, 58(3), pp. 621 – 681.

COHEN, S. J. (1986). “Impacts of CO₂-induced climatic change on water resources in the great lakes basin”. *Climatic Change*, 8, pp. 135 – 153.

FERNANDES, R. O. *et al.* (2017). “Reservoir yield intercomparison of large dams in Jaguaribe Basin-CE in climate change scenarios”. *RBRH*, 22(11), pp. 1 – 11.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. (1985). “Reference Crop Evapotranspiration From Ambient Air Temperature”. *American Society of Agricultural Engineers*, 2(2), pp. 96 – 99.

KAHIL, M. T.; DINAR, A.; ALBIAC, J. (2015). “Modeling water scarcity and droughts for policy adaptation to climate change in arid and semiarid regions”. *Journal of Hydrology*, 522, pp. 95 – 109.

KIRCHNER, J. W. (2009). “Catchments as simple dynamical systems: Catchment characterization, rainfall-runoff modeling, and doing hydrology backward”. *Water Resources Research*, 45(2), pp. 1 – 34.

MAHEEPALA, S.; PERERA, B. J. C. (1996). “Monthly hydrologic data generation by disaggregation”. *Journal of Hydrology*, 178(1–4), pp. 277 – 291.

MILLY, P. C. D. *et al.* (2008). “Stationarity Is Dead: Whither Water Management?”. *Science*, 319(5863), pp. 573 – 574.

NÓBREGA, M. T. *et al.* (2011). “Uncertainty in climate change impacts on water resources in the Rio Grande Basin, Brazil”. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(2), pp. 585 – 595.

ROGELJ, J.; MEINSHAUSEN, M., & KNUTTI, R. (2012). “Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates”. *Nature Climate Change*, 2(4), pp. 248 – 253.

SEIBERT, J. (1999). “Regionalisation of parameters for a conceptual rainfall-runoff model”. *Agricultural and Forest Meteorology*, 98–99, pp. 279 – 293.

TADIKAMALLA, P. R. (1990). “Kolmogorov-Smirnov Type Test-Statistics For The Gamma, Erlang-2 And The Inverse Gaussian Distributions When The Parameters Are Unknown”. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 19(1), pp. 305 – 314.

WESTBROOK, C.; DAVIES, O. (2010). “Observations of a glaciating hole-punch cloud”. *Weather*, 65(7), pp. 176 – 180.

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. (2016). “Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013)”. *International Journal of Climatology*, 36(6), pp. 2644 – 2659.