



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

EFEITO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA REDE DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO: UMA REFLEXÃO SOCIO-HIDROLÓGICA

Bruno Silva Pereira¹; José Carlos de Araújo² & Pedro Henrique Augusto Medeiros³

RESUMO – A interação entre o ser humano e a água tem sido estudada pela socio-hidrologia com o objetivo de entender a dinâmica desse sistema acoplado. Porém, os modelos socio-hidrológicos têm focado nas questões quantitativas dos recursos hídricos, deixando um gargalo em relação a qualidade da água. O Estado do Ceará possui uma das mais densas redes de reservatórios do mundo, e estudos baseados em monitoramento pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) revelam que em cerca da metade do tempo os reservatórios estratégicos encontram-se com qualidade compatível com a classe 4 da Resolução CONAMA 357/2005. Da mesma forma, dados da COGERH nos últimos 8 anos mostram que os açudes Castanhão e Orós, os dois maiores do estado, estiveram com a sua qualidade variando entre Eutrófica e Hiperutrófica. Assim, com este trabalho busca-se uma reflexão sobre a importância do entendimento do efeito da qualidade da água na rede de reservatórios e o uso na modelagem socio-hidrológica.

ABSTRACT– The interaction between humans and water has been studied by sociohydrology with the aim of understanding the dynamics of this coupled system. However, socio-hydrological models have focused on quantitative issues of water resources, leaving a bottleneck in relation to water quality. The State of Ceará has one of the densest reservoir networks in the world, and studies based on monitoring by the Water Resources Management Company (COGERH) reveal that about half of the time the strategic reservoirs are with quality compatible with class 4 of the CONAMA 357/2005 Resolution. Similarly, COGERH data over the last 8 years show that the Castanhão and Orós reservoirs, the two largest in the state, have had their quality varying between Eutrophic and Hyperutrophic. Thus, this work seeks to reflect on the importance of understanding the effect of water quality on the reservoir network and its use in socio-hydrological modeling.

Palavras-Chave – Socio-hidrologia; sistema acoplado ser humano-água; efeito da qualidade da água

1. INTRODUÇÃO

Socio-hidrologia tem possibilitado inúmeros estudos teóricos e de modelagem para o entendimento do sistema acoplado ser humano-água, a fim de identificar feedbacks positivos e negativos das ações humanas sobre os sistemas hídricos e cooperar com os tomadores de decisão

¹) Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, Campus do Pici, Fortaleza-CE, (85) 985583962, brunospereira@alu.ufc.br

²) Docente da Universidade Federal do Ceará – UFC, jcaraujo@ufc.br

³) Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. phamedeiros@ifce.edu.br

sobre a gestão hídrica considerando o comportamento humano um fator intrínseco ao sistema. Assim, estudos de modelagem socio-hidrológica têm sido realizados em diversos países, considerando as suas especificidades, focando em fenômenos como secas, enchentes e variáveis socioeconômicas, analisando o recurso hídrico em termos quantitativos (Pande e Savenije, 2016; Kuil *et al.*, 2016; Buarque *et al.*, 2020; Roobavannan *et al.*, 2020)

A partir do crescimento populacional e do aumento da produção de bens e serviços, a demanda por água aumentou fazendo com que a construção de reservatórios fosse adotada em várias partes do mundo como medida de oferta de água e equilíbrio entre oferta e demanda. Assim, redes de reservatórios têm se estabelecido, a exemplo do que aconteceu no semiárido brasileiro, onde a rede é uma das mais densas do mundo. Logo, ações de gestão são fundamentais para uma distribuição democrática do recurso hídrico, bem como ações para controle não apenas da quantidade, mas também da qualidade da água.

Di Baldassarre *et al.*, (2018) identificaram *feedbacks* negativos em redes de reservatórios (*supply-demand effect, reservoir effect*), que serão descritos ao longo deste trabalho, e são geralmente associados à quantidade, mas os efeitos da dinâmica socio-hidrológica sobre a qualidade da água são ainda pouco explorados na literatura.

A eutrofização de reservatórios tem sido bastante observada, com a presença de macrófitas e baixos níveis de oxigênio dissolvido, trazendo impactos ao ecossistema aquático. O fósforo tem sido reconhecido como o nutriente limitante em águas continentais, tem sido utilizado como parâmetro para a qualidade da água e a determinação do estado trófico de reservatórios superficiais. No Brasil, a Resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Neste contexto, objetivo deste trabalho é trazer uma reflexão para a comunidade científica sobre a importância do entendimento do efeito da qualidade da água na rede de reservatórios e do seu potencial uso na modelagem socio-hidrológica. Assim, os autores deste artigo, em cooperação com a Universidade de Illinois em Urbana-Champaign – EUA, trabalham em um projeto sobre a análise socio-hidrológica do efeito da qualidade da água em densa rede de reservatórios no Semiárido brasileiro.

2. SOCIO-HIDROLOGIA E O EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA

2.1. Área de estudo

O Estado do Ceará está localizado no Nordeste Brasileiro, inserido no Polígono das Secas que é uma região que apresenta uma pluviosidade média anual inferior a 800 mm (SUDENE, 2021). O

semiárido brasileiro é o maior e o mais populoso do mundo, correspondendo a 18% da área de todo o país (Baptista e Campos, 2013; Marengo *et al.*, 2016).

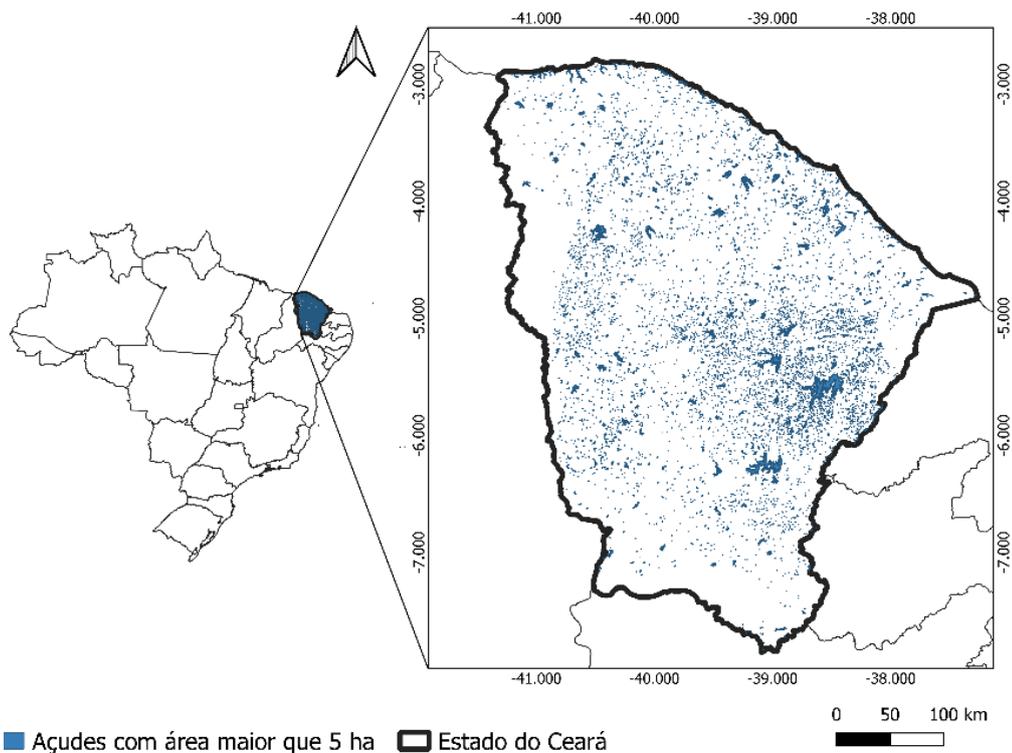


Figura 1 – Rede de Reservatórios do Estado do Ceará com área superior a 5 há

Nessa região, a demanda por água fez com que fosse necessário armazenar esse recurso provindo dos períodos chuvosos para abastecer a população durante os períodos secos. A construção de açudes foi a medida adotada como solução de suprimento hídrico ou, como afirmam Nunes e Medeiros (2020), aquisição de capital hidráulico. Desta forma, é evidente a importância dos açudes para a sociedade do semiárido uma vez que, a aquisição desse capital fomentou acesso à água para usos nobres e não nobres.

A rede de açudes construída no Estado do Ceará, ver Figura 1, teve como marco a construção do açude Cedro (1906), com a capacidade de 125,7 milhões de m³. Atualmente, os três maiores açudes são o Açude Castanhão (construído em 2003), com a capacidade de 6.700 milhões de m³; o Orós (1961), com a capacidade de 1.940 milhões de m³; o Arrojado Lisboa, mais conhecido como Banabuiú (1966), com a capacidade de 1.601 milhões de m³.

A Socio-Hidrologia (SH), ciência que estuda o sistema acoplado ser humano – água (Sivapalan *et al.*, 2012), considera os seres humanos e suas ações como parte integrante da dinâmica do ciclo hidrológico, e não forçantes externos. Assim, busca compreender e interpretar padrões e fenômenos com o objetivo de prever a dinâmica de ambos, em diversos contextos. (Di Baldassarre *et al.*, 2013; Kandasamy *et al.*, 2015; Srinivasan, 2015; Roobavannan *et al.*, 2018).

Diversos conceitos têm sido utilizados pela SH como forma de identificar padrões, efeitos e comportamentos, que possam representar a dinâmica do sistema e alimentar modelos socio-hidrológicos. Alguns desses conceitos são:

I – *Coevolução*: na biologia a coevolução é definida como sendo a evolução simultânea de duas ou mais espécies a partir de pressões exercidas uma na outra. No caso da SH, são as pressões e evoluções do sistema acoplado ser humano – água;

II - *Feedbacks*: é uma retroalimentação no sistema, como resposta a ações/informações realizadas anteriormente. Ou seja, é um efeito retroativo. A SH foca principalmente nos *feedbacks* bidirecionais (humanos e hidrológicos).

III - *Trade-offs*: tem sido um conceito bastante utilizado na modelagem socio-hidrológica e significa escolher algo em detrimento de outra. Logo, é uma tomada de decisão e uma propriedade dos sistemas onde ocorrem os *feedbacks*.

Nesse sentido, e no contexto desse estudo, alguns efeitos socio-hidrológicos devem ser apresentados e descritos. Di Baldassarre *et al.*, (2018) identificaram dois efeitos que caracterizam bem a região semiárida brasileira e sua densa rede de reservatórios, são eles: *supply-demand effect* (efeito oferta-demanda) e *reservoir effect* (efeito do reservatório).

O primeiro é descrito como o aumento da oferta de água (por construção de reservatórios) o que possibilita a expansão agrícola, industrial e urbana, resultando em uma maior competição pelo recurso hídrico e, como resposta, aumenta-se a demanda pela água fazendo-se necessário reequilibrar o sistema disponibilizando mais recursos (construindo reservatórios).

O segundo efeito está relacionado com os casos em que a construção de reservatórios diminui o incentivo para ações não estruturais, aumentando assim os impactos negativos da escassez de água durante secas severas. Uma vez que a disponibilidade de água está dependente, por longos períodos, dos reservatórios, quando ocorre escassez hídrica os usuários se tornam mais vulneráveis e danos econômicos tendem a ser maiores (Di Baldassarre *et al.*, 2018).

Entretanto, outro efeito tem sido observado na rede de reservatórios do Estado do Ceará e tem sido denominado de “efeito da qualidade da água” (Medeiros e Sivapalan, 2020). Ou seja, tem ocorrido uma degradação da qualidade da água (eutrofização) nos reservatórios da região, o que diminui a oferta hídrica e/ou aumenta os custos para o tratamento e, conseqüentemente, o abastecimento hídrico.

A partir de dados de qualidade de água da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), Figura 2, nota-se a evolução da degradação da mesma no açude Castanhão, maior açude do Estado com capacidade de 6700 hm³. Entre agosto de 2015 e fevereiro de

2022 o estado trófico do reservatório variou entre Eutrófico e Hipereutrófico. Ou seja, no estado Eutrófico houve aumento na concentração de nutrientes, em geral afetado pelas atividades antrópicas, e no estado Hipereutrófica a elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes e a isso estão associadas consequências como mortandade de peixes. O açude Castanhão abastece a Região Metropolitana de Fortaleza e a região hidrográfica do Baixo Jaguaribe.

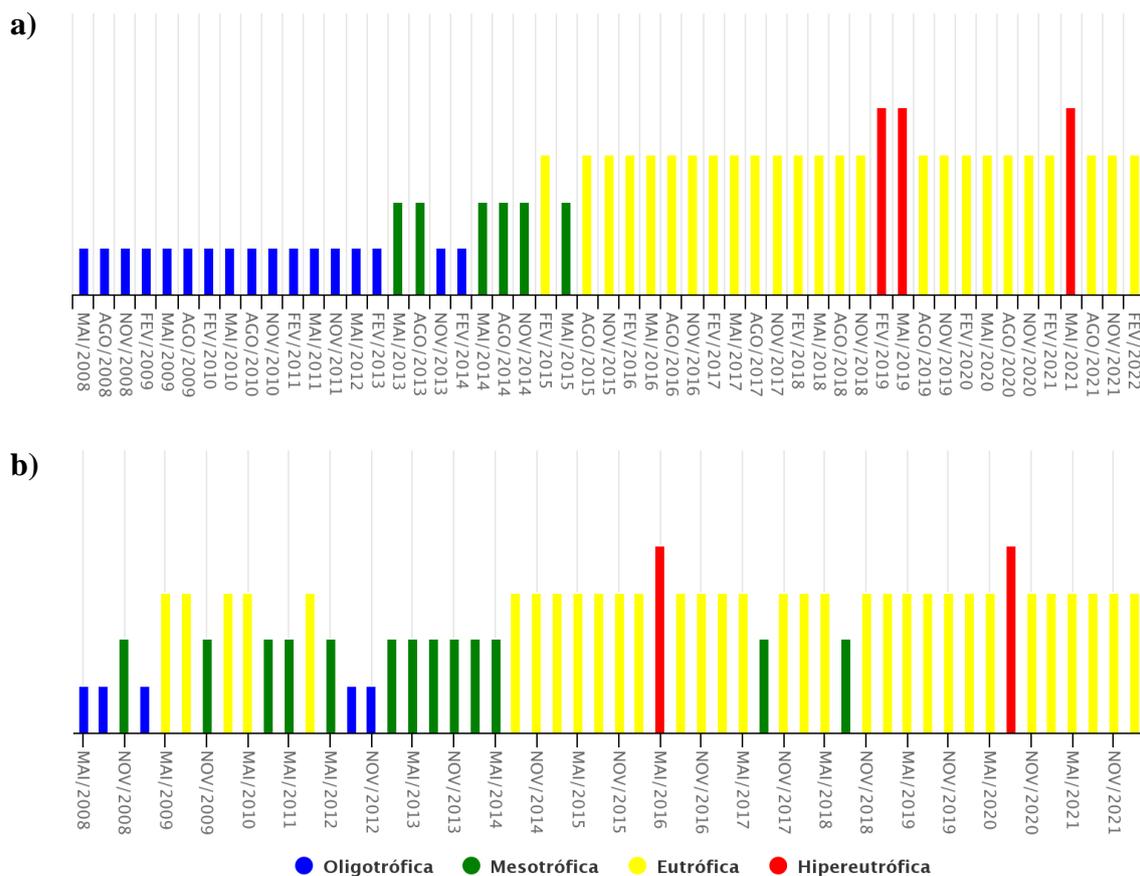


Figura 2 – Variação do estado trófico do açude Castanhão (a) e do Orós (b). Fonte: COGERH

Da mesma forma, os dados de qualidade do segundo maior açude do Estado, o Orós, com capacidade de 1900 hm³, demonstram novamente o aumento da degradação da qualidade da água, onde o estado eutrófico é entre agosto de 2014 e fevereiro de 2022. Nas campanhas de maio de 2016 e agosto de 2020 o estado era Hipereutrófica e em de agosto de 2017 e de 2018 o estado era Mesotrófica.

Medeiros e Sivapalan, (2020) estudaram a Bacia Estendida do Rio Jaguaribe, ou seja, a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe mais a região hidrográfica da Região Metropolitana de Fortaleza. Na Figura 3 os autores apresentaram a dinâmica temporal da disponibilidade esperada de água e os valores reais influenciados pelo efeito da qualidade da água, bem como a demanda. Observa-se o aumento da disponibilidade hídrica com a construção dos reservatórios, especialmente no ano de 2003

com a inauguração do açude Castanhão. Porém, com o efeito da qualidade da água essa disponibilidade hídrica é inferior à esperada e para uma projeção futura, a tendência é que a demanda seja superior à disponibilidade real.

Medeiros e Sivapalan, (2020) corroboram com o entendimento do efeito da qualidade da água e afirmam que sendo provocado pelo processo de assoreamento dos açudes e de aceleração da eutrofização, diminui a capacidade de armazenamento. Ambos os processos são responsáveis pela diminuição da disponibilidade hídrica, seja quantitativamente (assoreamento) ou qualitativamente (eutrofização).

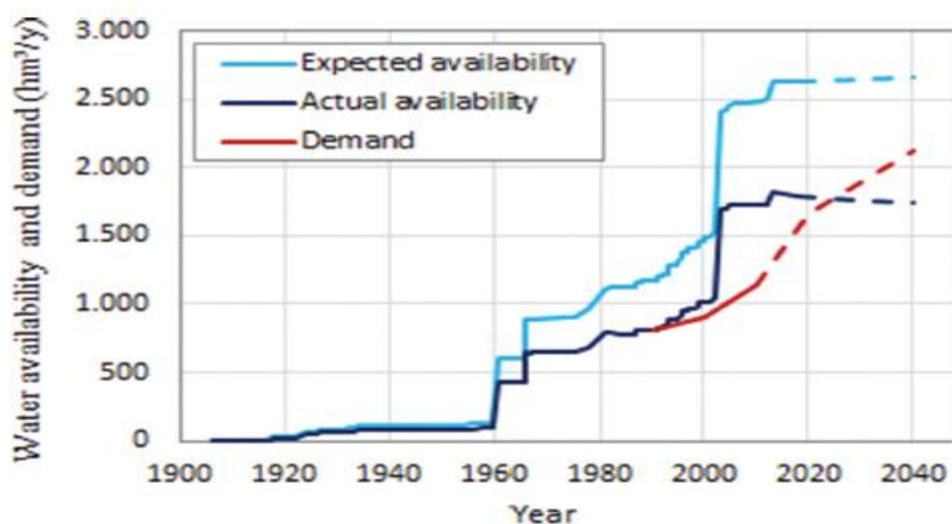


Figura 3 – Dinâmica temporal da disponibilidade e demanda de água impactada pelos feedbacks imprevistos da implantação de uma densa rede de reservatórios na Bacia Estendida do Rio Jaguaribe. Fonte: Medeiros e Sivapalan, (2020)

Almeida (2021) analisou séries temporais de concentração de fósforo de açudes estratégicos do Estado do Ceará e concluiu que, em cerca da metade do tempo, suas águas (ponderadas pela capacidade de armazenamento de cada açude) encontravam-se com qualidade compatível com a classe 4 da Resolução CONAMA 357/2005, não são indicados para o abastecimento humano mesmo após tratamento, sendo que este valor representa uma média ponderada pela capacidade de armazenamento de cada açude. O autor também afirma que 24 reservatórios apresentaram-se nesse padrão de qualidade em mais de 70% do tempo, enquanto 11 reservatórios em menos de 30% do tempo.

Diversas fontes de fósforo podem ser observadas ao longo da rede de reservatórios a partir do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica e dos usos múltiplos do próprio reservatório. Rocha e Lima Neto (2021) identificaram essas fontes para 20 açudes no Estado do Ceará localizados entre área urbana e rural de 9 regiões hidrográficas, ver Figura 4.

O açude Santo Anastácio localizado na zona urbana de Fortaleza apresentou como única fonte de fósforo o lançamento de esgoto; nos dois maiores açudes do Estado, Orós e Castanhão, observou-se a piscicultura como maior fonte poluidora e em outros 4 açudes a pecuária foi responsável majoritária pela presença de fósforo. Desta forma, nota-se que as atividades antrópicas interferem na qualidade da água influenciando negativamente no efeito da qualidade da água.

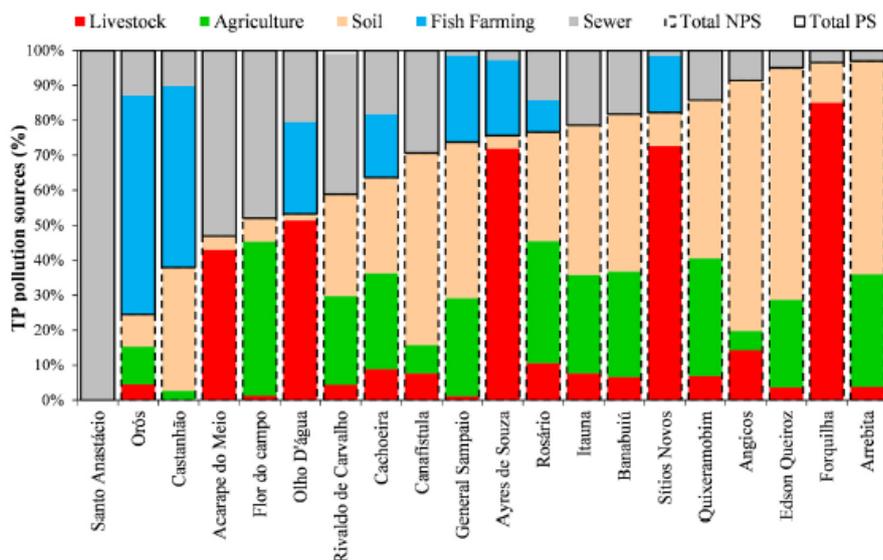


Figura 4 – Fontes de poluição de fósforo. Fonte: Rocha e Lima Neto, 2021

Para condições hipotéticas de idade do reservatório (reservatório com 100 anos), Lima Neta *et al.*, (2022) modelaram o reservatório São José I e concluíram que a carga interna de fósforo proveniente do sedimento atinge 83% do total (ou seja, carga externa, proveniente da bacia hidrográfica mais aquela interna ao reservatório) e o reservatório torna-se uma fonte de fósforo para o rio a jusante. Logo, após longos períodos de elevadas cargas externas com acumulação de fósforo no sedimento, as medidas para controlar a produção externa de fósforo nos reservatórios podem não ser suficientes para controlar a eutrofização. Segundo os autores, nesses casos são necessárias técnicas de gestão de reservatórios para manter a concentração de fósforo na água a níveis aceitáveis. Os níveis tróficos têm se mostrado mais elevados nos períodos secos, justamente no período de escassez hídrica (Lima Neto *et al.*, 2022).

Neste contexto, o efeito da qualidade da água pode ser compreendido como um fenômeno socio-hidrológico, ou seja, é resultado da dinâmica do sistema acoplado ser humano – água. Assim, esse fenômeno gera *feedbacks* negativos dentro do sistema acoplado, uma vez que as atividades antrópicas aumentam a produção de nutrientes, enquanto a rede de reservatórios, implementada para ampliar a disponibilidade hídrica, produz o acúmulo desses nutrientes e acelera o processo de eutrofização. Tem-se como resultado a degradação de recursos hídricos, acentuando os períodos de

escassez hídrica. Logo, com a diminuição da disponibilidade hídrica para diversos fins, percebem-se prejuízos econômicos e sociais. Doravante, esses impactos geram *feedbacks* na sociedade fazendo com que repensem suas formas de manejo, por ações mais sustentáveis, e sua relação com a qualidade da água e a disponibilidade hídrica.

4. REFLEXÃO E CONCLUSÕES

A construção de reservatórios no Estado do Ceará foi adotada como uma medida visando aumentar a disponibilidade hídrica de forma rápida, sendo denominada de política de açudagem, equilibrando assim o balanço entre oferta – demanda. Entretanto, produz um efeito de longo prazo que vai reduzindo a disponibilidade hídrica, seguindo uma escala temporal que abrange mudanças hidrológicas e sociais, uma vez que a sociedade vai mudando os seus anseios e aumentando a demanda requerida, havendo novamente o desequilíbrio entre oferta e demanda.

De encontro com esse efeito, a sociedade percebe que essa solução, política de açudagem, não pode ser única, e vai mudando a estratégia, como por exemplo, a utilização de água subterrâneas (como estratégia de gestão da oferta) e medidas de controle de uso dos recursos hídricos (como estratégia de gestão da demanda, ignorada em fase anterior da política de recursos hídricos).

O efeito da qualidade da água tem implicações diretas na gestão da água: enquanto a questão quantitativa vai sendo resolvida com a construção de infraestrutura hidráulica, o fator limitante passa a ser a qualidade da água. Assim, o tratamento da água para usos mais nobres passa a exigir cada vez mais esforços (soluções tecnológicas) e custos. A comunidade científica já se mobiliza no sentido de reverter o efeito da qualidade da água, propondo medidas como o reuso de sedimento assoreado em açudes (Braga *et al.*, 2019) e a aeração (Pacheco e Lima Neto, 2017).

Fica evidente a importância do entendimento e identificação dos *feedbacks* do efeito da qualidade da água nas regiões semiáridas e seus impactos negativos na rede de reservatórios, na disponibilidade hídrica e nas possíveis consequências sociais e econômicas para os usuários, bem como para os órgãos de gestão dos recursos hídricos.

Nesse contexto, o entendimento da coevolução do sistema acoplado ser humano – água e a utilização de modelagem socio-hidrológica podem auxiliar na previsão de cenários futuros mais realistas, considerando não apenas a disponibilidade hídrica em termos quantitativos e qualitativos, mas também possíveis mudanças no comportamento humano e suas relações com a água.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de doutorado do primeiro autor e bolsa de Professor Visitante no Exterior ao segundo autor, oportunidade em que o mesmo iniciou os estudos sobre socio-hidrologia. Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.G. de. (2021). “*Impactos da eutrofização na disponibilidade hídrica de reservatórios no semiárido brasileiro*”. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- BAPTISTA, N. Q.; CAMPOS, C. H. (2013). “*A convivência com o Semiárido e suas potencialidades*”. In: CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. (Orgs.). *Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. Brasília, DF. Editora IABS. p. 51-58
- BRAGA, B. B.; DE CARVALHO, T. R. A.; BROSINSKY, A; FOERSTER, S; MEDEIROS, P. H. A. (2019). “*From waste to resource: Cost-benefit analysis of reservoir sediment reuse for soil fertilization in a semiarid catchment*”. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, v. 670, p. 158-169.
- BUARQUE, A. C. S.; MENDIONDO, E. M.; BHATTACHARYA-MIS, N.; FAVA, M. C.; SOUZA, F. A. A. de. “*Using historical source data to understand urban flood risk: a socio-hydrological modelling application at Gregório Creek*”. *Brazil. Hydrological Sciences Journal*. 2020.
- DE ARAÚJO, J. C.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. (2006). “*Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil*”. *Hydrological Sciences Journal*, v. 51, n. 1, p. 157-170.
- DI BALDASSARRE, G.; VIGLIONE, A.; CARR, G.; KUIL, L.; SALINAS, J. L.; BLÖSCHL, G. (2013). “*Socio-hydrology: conceptualising human-flood interactions*”. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 3295–3303.
- DI BALDASSARRE, G.; WANDERS, N.; AGHAKOUCHAK, A.; KUIL, L.; RANGECROFT, S.; VELDKAMP, T.I.E.; GARCIA, M.; VAN OEL, P.R.; BREINL, K.; VAN LOON, A.F. (2018). “*Water shortages worsened by reservoir effects*”. *NatureSustainability*. 1, pp. 617-622
- GANEM, R. S. (2017). *Caatinga: Estratégias de Conservação*. Estudo Técnico. Consultoria Legislativa.
- LIMA NETO, I. E; MEDEIROS, P.H.A; COSTA, A.C; WIEGAND, M.C. BARROS, A.R.M; BARROS, M.U.G. (2022). “*Assessment of phosphorus loading dynamics in a tropical reservoir with high seasonal water level changes*”. *Science of the Total Environment*. v. 815
- KANDASAMY, J.; SOUNTHARARAJAH, D.; SIVABALAN, P.; CHANAN, A.; VIGNESWARAN, S.; SIVAPALAN, M. (2014). “*Socio-hydrologic drivers of the pendulum swing between agricultural development and environmental health: a case study from Murrumbidgee River basin, Australia*”. *Hydrology and Earth System Sciences.*, 18, pp. 1027–1041

KUIL, L., CARR, G.; VIGLIONE, A.; PRSKAWETZ, A.; BLÖSCHL, G. “*Conceptualizing socio-hydrological drought processes: The case of the Maya collapse*”. *Water Resources Research*. v, 52, Issue 8. p. 6222-6242, 2016.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. (2016). “*A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico*”. *Revista Climanalise*, v. 3, p. 49-54.

MEDEIROS, P.H.A; SIVAPALAN, M. (2020). “*From hard-path to soft-path solutions: slow-fast dynamics of human adaptation to droughts in a water scarce environment*”. *Hydrological Sciences Journal*. Special issue: Advancing Socio-hydrology, pp. 1803-1814

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. (2012). “*Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido*”. In: GHEYI, H. R. et al. (Eds). *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido. p. 2-27.

NUNES, L. F. C. V.; MEDEIROS, P. H. A. (2020). “*Análise histórica da severidade de secas no Ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade*”. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 17, e 18.

PACHECO, C.H.A., LIMA NETO, I. E. (2017). “*Effect of artificial circulation on the removal kinetics of cyanobacteria in a hyper-eutrophic shallow lake*”. *J Environ Eng* 143(12): 06017010

PANDE, S.; SAVENIJE, H. H. G. “*A sociohydrological model for smallholder farmers in Maharashtra, India*”. *Water Resources Research*, 52, 1923–1947, 2016.

ROOBAVANNAN, M.; VAN EMMERIK T.H.M.; ELSHAFEI Y.; KANDASAMY, J.; SANDERSON, M.R.; VIGNESWARAN, S.; PANDE, S.; SIVAPALAN, M. (2018). “*Norms and values in sociohydrological models*”. *Hydrology and Earth System Sciences*., 22, pp. 1337–1349

ROOBAVANNAN, M.; KANDASAMY, J.; PANDE, S.; VIGNESWARAN S.; SIVAPALAN, M. “*Sustainability of agricultural basin development under uncertain future climate and economic conditions: A socio-hydrological analysis*”. *Ecological Economics*. v, 174, 106665, 2020.

ROCHA, M. de J.D; LIMA NETO, I. E. (2021). “*Phosphorus mass balance and input load estimation from the wet and dry periods in tropical semiarid reservoirs*”. *Environmental Science and Pollution Research*. v. 29, pp. 10027–10046

ROCHA, M. de J.D; LIMA NETO, I. E. (2021). “*Modeling flow-related phosphorus inputs to tropical semiarid reservoirs*”. *Journal of Environmental Management*. v. 295.

SRINIVASAN, V. (2015). “*Reimagining the past – use of counterfactual trajectories in socio-hydrological modelling: the case of Chennai, India*”. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, pp. 785–801

SIVAPALAN, M.; SAVENIJE, H.H.G.; BLÖSCHL, G. (2012). “*Socio-hydrology: a new science of people and water*”. *Hydrological Processes*, 26 (8), pp. 1270–1276

SUDENE. (2022). “*Delimitação do Semiárido – 2021*”. Recife, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiaridorelatorionv.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2022