

POLUIÇÃO DIFUSA NO RIO SUCURÚ: AVALIAÇÕES E DIRETRIZES

Fabírcia Torreão Araújo de Alcântara, Adriano Marques dos Santos, Ilza Maria do Nascimento Brasileiro e Hugo Morais de Alcântara

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Prof.Água), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), Rua Luiz Grande, s/nº, Frei Damião, Sumé-PB, CEP 58.540-000, Brasil
fabricia.torreao@estudante.ufcg.edu.br; adriano.marques@tecnico.ufcg.edu.br; ilza.maria@professor.ufcg.edu.br; hugo.morais@professor.ufcg.edu.br

RESUMO:

No semiárido brasileiro um dos desafios da gestão integrada dos recursos hídricos é ofertar água com qualidade para determinado uso. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos da poluição difusa por meio de análises de parâmetros de qualidade da água bruta, em trecho do aluvião do rio Sucurú, sub-bacia do rio Paraíba, município de Sumé, PB, Nordeste do Brasil. O aquífero aluvionar do rio Sucurú possui área de 351ha e capacidade de armazenamento estimada em 1.700.000m³, recebe elevada carga de esgoto doméstico urbano tratado e não tratado, doméstico e agrícola de áreas rurais. A avaliação dos efeitos da poluição difusa, no meio urbano e rural, foi realizada por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, com periodicidade mensal e bimensal. Coliformes termotolerantes e E. coli foram identificados em todos os poços, no períodos seco e chuvoso, o que confirma a contaminação fecal do aquífero. De acordo com os valores de referência estabelecidos pela Portaria MS nº 2.914/2011, Resolução CONAMA nº 396/2008 e Portaria de Consolidação nº 5/2017, os valores máximos permitidos (VMP), para a maioria dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água foram ultrapassados, exceto para pH, entre 2015 e 2017, o que implica em restrição de uso da água para irrigação para a maior parte dos cultivos agrícolas. Medidas de gerenciamento de recarga controlada devem ser implementadas, como a completa coleta de esgoto da zona urbana do município de Sumé, sua interligação à estação de tratamento, bem como implementação de soluções descentralizadas de tratamento de esgoto no meio rural.

ABSTRACT:

In the Brazilian semi-arid zone, one of the challenges of the integrated management of water resources is to offer quality for a specific use. The objective of this work was to evaluate the impacts of diffuse pollution through analysis of raw water quality parameters, in a stretch of the Sucuru alluvium, sub-basin of the Paraíba river, Sumé city, Paraíba State, Northeast of Brazil. The Sucuru river alluvial aquifer has an area of 351ha and an estimated storage capacity of 1,700,000m³, receives a high load of treated and untreated urban domestic sewage, domestic and agricultural from rural areas. The evaluation of the effects of diffuse pollution, in urban and rural areas, was carried out through physical-chemical and microbiological analyses, monthly and bimonthly. Thermotolerant coliforms and E. coli were identified in all Wells, in the dry and rainy seasons, which confirms the fecal contamination of the aquifer. According to the reference values established by MS Ordinance nº. 2914/2011, CONAMA Resolution nº. 396/2008 and Consolidation Ordinance nº. 5/2017, the maximum permitted values (MPV) for most physical-chemical quality parameters were exceeded, except for pH, between 2015 and 2017, which implies restriction of water use for irrigation for most agricultural crops. Controlled recharge management measures must be implemented, such as the complete collection of sewage from the urban area of the Sumé city, its interconnection to the treatment plant, as well as the implementation of decentralized solutions sewage treatment in rural areas.

PALAVRAS CHAVES: aluvião; poluição difusa; Semiárido.

INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro (SAB) um dos desafios da gestão integrada dos recursos hídricos é ofertar água com qualidade para determinado uso, haja vista que a precipitação anual é baixa, a temperatura e evaporação são elevadas, a maioria dos rios são intermitentes, o sub-solo é derivado do embasamento cristalino, com alguns depósitos sedimentares. Os processos de uso e ocupação do solo sem planejamento têm favorecido a poluição de aquíferos e o comprometimento da qualidade e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, que associados a elevação do crescimento populacional e as alterações do clima têm elevado o risco da escassez hídrica (Cornelli *et al.*, 2016; Rêgo *et al.*, 2022).

Para minimizar os efeitos da escassez hídrica no SAB, foi fomentado a partir da década de 1970, pelos Governos Federal e Estadual, a construção de reservatórios superficiais e projetos de irrigação com a justificativa de prover garantia hídrica e a geração de renda para a população do Nordeste do Brasil. A ausência de mecanismos de gestão e fiscalização adequados para uso racional dos recursos hídricos e decisões políticas locais se sobrepondo as recomendações técnicas favoreceram a construção não regulamentada de pequenos reservatórios, o que favoreceu a redução do volume de água disponível nos grandes reservatórios e o colapso de projetos de irrigação (Tsuyuguchi *et al.*, 2020).

A escassez hídrica é uma realidade para diferentes regiões brasileiras e do mundo. O crescente aumento populacional e a demanda por água para a produção de alimentos, fibras e energia com o objetivo de atender as necessidades do consumo humano, dessedentação de animais e a produção agropecuária, têm causado impactos ambientais negativos sobre os recursos naturais ainda disponíveis no meio ambiente. A região do semiárido brasileiro, em função dos elevados índices de evaporação e do crescimento das demandas por água, se configura como a de maior ocorrência de escassez de água, com crescentes conflitos de uso da água (Silva; Medeiros e Silva, 2012).

Em situações de escassez de recursos hídricos, o planejamento e o gerenciamento são essenciais para a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, com o objetivo de minimizar os conflitos derivados dos usos múltiplos da água (Melo, 2018). A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída por meio da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1977 e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, auxiliam a implementação dos instrumentos de gestão com participação dos órgãos gestores estadual e municipal (Brasil, 1997).

Nas zonas urbanas dos municípios brasileiros a ausência de sistemas de coleta e tratamento de esgotos e a disposição inadequada de resíduos têm gerado graves problemas ambientais. São diversa as fontes de poluição, entre as quais os aterros sanitários, águas servidas sem o devido tratamento, indústrias, lava-jatos, lixões, matadouros e postos de abastecimento de combustíveis têm potencial de gerar grandes quantidades de resíduos e podem contaminar o solo e a água. A crescente geração de resíduos acentua o surgimento de problemas ambientais no meio urbano e rural (Silva, Azevedo e Alves, 2014; Salgado, 2016).

Em áreas urbanas e industrializadas é comum a poluição orgânica associada ao uso e ocupação do solo (Damasceno *et al.*, 2015). Na região do alto curso do Rio Iguaçu, foi identificada elevada concentração de poluentes à montante, *in situ* e a jusante da região metropolitana de Curitiba, Paraná, onde peixes de espécies nativas da região foram utilizados como bioindicadores, com consequente mortandade em alguns períodos do ano, associado a redução de vazão e aumento da carga de poluentes (Souza-Bastos *et al.*, 2017).

Como a escassez hídrica é uma realidade no SAB, alguns pequenos depósitos aluviais formados em leitos de rios, sobre o embasamento cristalino, assumem importante papel para oferta de água para uso doméstico e, em atividades produtivas, no meio rural, apesar da recarga destes aquíferos ser esporádica e dependente do fluxo superficial e do crescente aumento da carga poluidora de efluentes não tratados (Salgado *et al.*, 2018).

Diversos estudos apontam a agricultura e pecuária, como atividades de alto potencial de degradação e poluição do meio, principalmente quando não existe planejamento adequado de uso do solo

e da água, com conseqüente elevação da concentração de nutrientes em águas superficiais, como por exemplo, de fósforo e nitrogênio, o que promovem a alteração da qualidade da água e aceleram o processo de eutrofização de águas armazenadas e disponíveis sobre a superfície do solo (Menezes *et al.*, 2016).

Na parte média da bacia hidrográfica do rio Sucurú, localizada no município de Sumé, PB, houve o desenvolvimento de atividades agrícolas, fomentado pelo início do funcionamento do perímetro irrigado de Sumé, na década de 1970. Por mais de uma década, o município de Sumé, permaneceu como grande produtor de verduras e hortaliças, com geração de emprego e renda para produtores instalados nos lotes do perímetro irrigado e população de seu entorno. A ausência de gestão e governança de recursos hídricos, o manejo inadequado da água e do solo, favoreceram a salinização, redução da produtividade e decadência da produtividade das áreas dos lotes na década de 1990, quando foi observado o início um longo período de estiagem no Nordeste do Brasil (Amorim, 2017).

A avaliação da poluição na região do perímetro irrigado, do município de Sumé, PB, se faz necessária para identificar as possíveis fontes de poluição e os usos múltiplos da água, haja vista que é utilizada para consumo humano, irrigação de diversos tipos de culturas agrícolas e dessedentação animal. No entanto, a classificação para enquadramento de corpos hídricos adotada pela AESA-PB (2013), enquadrando como classe 2, às águas superficiais dos rios intermitentes da bacia hidrográfica do rio Paraíba. A ausência de classificação adequada, para a água disponível no aluvião do rio Sucurú, região do perímetro irrigado de Sumé, eleva o risco ocorrência de doenças de veiculação hídrica, além da contaminação de verduras, hortaliças e forragem animal, que continuam sendo produzidas com uso de água de qualidade duvidosa e tipos de irrigação inadequados.

Esse fato evidencia a necessidade de uma análise quanti-qualitativa da água disponível na área do perímetro irrigado de Sumé, pois em regiões semiáridas, as secas prolongadas e as altas taxas de evaporação tendem a aumentar os níveis de nutrientes e o tempo de residência da água dos mananciais, o que pode chegar a inviabilizar o uso da água para consumo humano e de irrigação (Castro, 2018). Esse município também possui uma baixa cobertura de ações de saneamento básico, como a maior parte dos municípios do Brasil (Bezerra *et al.*, 2020).

O monitoramento da quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas no Brasil, tem sido realizado de forma compartilhada entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e os órgãos estaduais gestores de recursos hídricos, para que se possam fornecer dados e subsídios para uma gestão mais eficiente, essencial para conceder outorgas e realizar estudos e planos de bacias hidrográficas (ANA, 2020). No entanto, nem todos os trechos de rios intermitentes possuem informações suficientes, para que possam ser estabelecidos limites realistas de concessão de outorga e o devido enquadramento em classes de uso, devido a dificuldades estruturais e de pessoal das agências de monitoramento e de regulação de recursos hídricos.

Na zona urbana do município de Sumé, PB, pode-se destacar alguns usos múltiplos da água como para o consumo humano, a produção e comercialização de alimentos em padarias, pizzarias, indústrias e feiras. No meio rural, a produção agropecuária promove alterações na qualidade da água e geram resíduos oriundos de fontes pontuais e difusas de poluição, comprometendo o solo, os aquíferos superficiais, subsuperficiais e subterrâneos.

A análise da poluição difusa em área urbana é complexa e de difícil mensuração. O escoamento superficial pode transportar resíduos sólidos, sedimentos e poluentes provenientes de áreas vizinhas à montante, havendo interferência também de ligações clandestinas de esgoto doméstico nos sistemas de drenagem urbanas (Rigghetto; Gomes; Freitas, 2017).

Identificar as diferentes fontes de poluição antes, *in situ* e depois da zona urbana do município de Sumé, na região do perímetro irrigado e estabelecer a classificação de uso da água para fins agrícolas, favorecerá ao estabelecimento de estratégias adequadas para usos múltiplos da água disponível na região do aluvião do rio Sucurú, para orientação aos produtores rurais e comunicação ao órgão gestor das águas do estado da Paraíba, de como esse recurso pode ser utilizado, garantindo a segurança alimentar dos consumidores, a melhoria de qualidade de vida da população local, da saúde humana e ambiental.

METODOLOGIA

A área de estudo deste trabalho (Figura 1) é a região do aluvião do rio Sucurú, que possui 351ha, largura de 50 a 500m, profundidade de 0,5 a 15m e capacidade de armazenamento estimada em 1.700.000m³. Esse aquífero recebe elevada carga de esgoto doméstico urbano tratado e não tratado, doméstico e agrícola de áreas rurais. Está localizado a jusante do reservatório público de Sumé, que possui 45hm³, construído para atender as demandas de abastecimento urbano e do perímetro irrigado de Sumé (Schimmelpfenning *et al.*, 2018; Tsuyuguchi *et al.*, 2020).

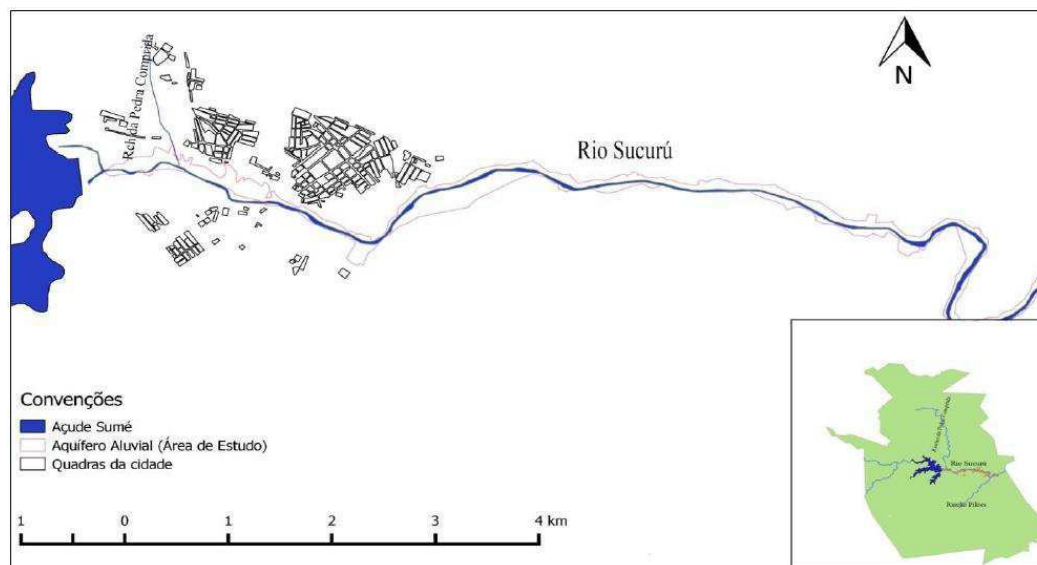


Figura 1 – Localização da área de estudo Fonte: Salgado (2016)

O município de Sumé-PB, possui área de 838 km², clima do tipo semiárido quente (BShw), com chuvas de verão, segundo a classificação de Köppen. O clima caracteriza-se pela alternância de duas estações definidas: a chuvosa, denominada inverno, e a da seca, chamada de verão. As temperaturas são elevadas, com média anual de 26° C, variando de 21° C a 31° C, a umidade é baixa e as chuvas são irregulares (CPRM, 2000).

A vegetação é a caatinga xerófila, comum do sertão nordestino, sendo representada por Bromeliáceas e Cactáceas, conhecidas popularmente como macambira, marmeleiro, umburana, catingueiro, xique-xique, facheiro, jurema etc. As árvores de médio porte são encontradas ao longo dos riachos e rios, devido a maior umidade destes locais (CPRM, 2000).

A rede hidrográfica é constituída, principalmente, pela bacia do rio Paraíba e seus afluentes, os quais caracterizam-se por serem intermitentes e, em sua maioria, têm seus leitos comandados pela rede de fraturamento da área (CPRM, 2000).

As principais atividades econômicas segundo Abels *et al.* (2018), estão concentradas em serviços e agricultura. Essas atividades colocam pressão sobre os recursos naturais e impõem uma grande demanda por irrigação e abastecimento de água na zona urbana, bem como pela diluição de efluentes domésticos. Assim 85% da demanda de água serve para irrigação, 11% para abastecimento humano e 4% para a pecuária. As fontes principais que suprem essa demanda são o rio Sucuru, os reservatórios de armazenamento de água construídos e seus aluviões, onde o sistema adutor do Cariri abastece o município de Sumé e regiões do Cariri paraíbano.

A identificação das fontes de poluição na zona urbana do município e dos usos múltiplos da água, na área do perímetro irrigado de Sumé, PB, localizado na parte média da bacia hidrográfica do rio Sucurú, região do alto curso do rio Paraíba, serão realizados por meio de visitas de campo e de entrevistas com os moradores e produtores rurais. Caso seja necessário, devido as restrições dos

Governos Estadual e Municipal, as entrevistas poderão ser realizadas por telefone ou outra forma de contato, como o WhatsApp, Meet, Zoom etc. Se for necessário utilizar alguns destes métodos, a secretaria de saúde do município de Sumé será consultada, para obter os contatos dos moradores e produtores rurais.

Os locais das fontes de poluição, das coletas das amostras e entrevistas foram localizadas por meio de GPS de localização e identificadas no mapa da bacia hidrográfica do rio Sucurú. As amostras foram coletadas a jusante, *in situ* e a montante da zona urbana do município de Sumé, com periodicidade bimestral.

No período de maio de 2015 a abril de 2018, a avaliação dos efeitos da poluição difusa, no meio urbano e rural, foi realizada por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, com periodicidade mensal e bimensal, em 9 dos 40 poços do perímetro irrigado do município de Sumé, com apoio do Projeto Bramar (Abels *et al.*, 2018). No ano de 2020, foram selecionados 5 dos 9 poços monitorados para analisar os efeitos da poluição difusa, localizados a montante do lançamento do esgoto *in natura* (P1), a jusante do lançamento de esgoto não tratado (P3) e a jusante do sistema de tratamento de esgoto do município de Sumé (P5, P6 e P9), contemplando os períodos seco (2015-2017) e chuvoso (2018-2020).

Na figura 2 pode-se observar a localização dos poços selecionados na região do aquífero aluvial do rio Sucurú.

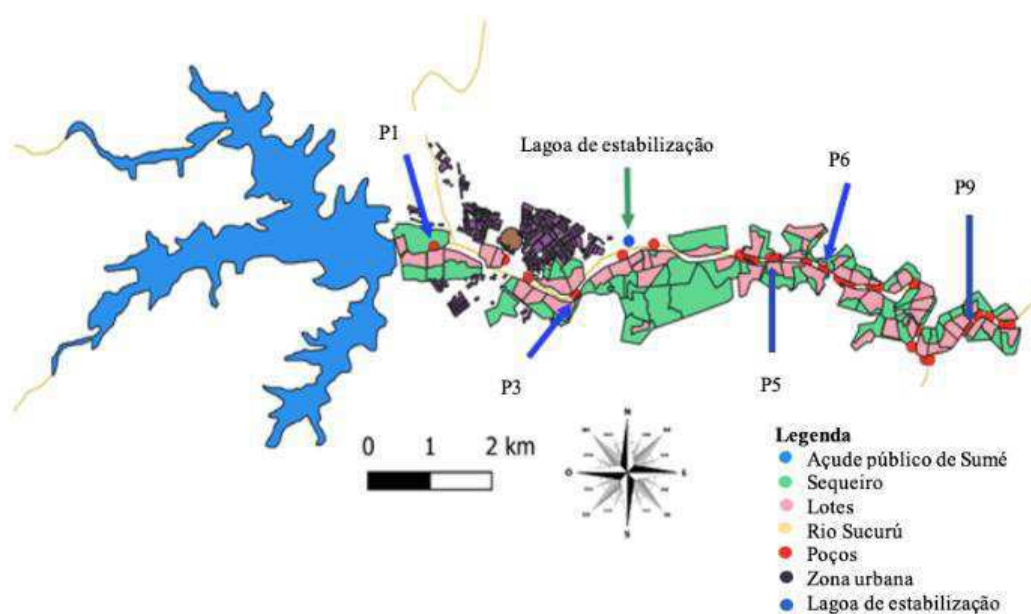


Figura 2. - Localização dos poços

A seleção dos parâmetros, os procedimentos de coleta e realização das análises das amostras, levou em consideração a possibilidade de contaminação fecal e de salinização do solo pelo efluente lançado que percola para o interior do aluvião do rio Sucurú, mantendo o procedimento realizado durante o desenvolvimento do Projeto Bramar (Abels *et al.*, 2018).

Os parâmetros físico-químicos selecionados foram alcalinidade total, nitrogênio amoniacal, cálcio, cloretos, condutividade elétrica, cor, dureza total (Ca e Mg), nitrato, odor, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, sólidos totais dissolvidos, sulfato, temperatura e turbidez, determinados por meio das técnicas descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Para tentar identificar a depuração no aquífero aluvionar, decorrente do escoamento superficial e a percolação da matéria orgânica para o solo, foram determinados os valores da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da demanda química de oxigênio (DQO), bem como da presença de coliformes termotolerantes e de *E. coli*.

Os valores médios obtidos a partir das análises das amostras em triplicata foram comparados com os valores máximos permitidos (VMP) das Portaria MS nº 2.914/2011, Portaria de Consolidação nº 5/2017 e Resolução CONAMA nº 396/2008, posteriormente, associados aos impactos ambientais, ao uso e ocupação do solo, além das fontes de poluição difusa próximos aos pontos de coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os poços P1 e P3 (Figura 2), os efluentes não tratados são lançados diretamente no leito do rio, onde o escoamento superficial e a percolação da matéria orgânica através do solo resultaram em uma boa condição de depuração no aquífero, onde a DBO₅ variou de 0 a 6mg.L⁻¹ e a demanda química de oxigênio (DQO) variou de 100 a 332mg.L⁻¹. Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 0,5 a 6,1 mg.L⁻¹ para todos os poços e os valores de nitrogênio amoniacal variaram de 0 a 8,4mg.L⁻¹, para 8 poços monitorados, exceto para o poço P1 (15mg.L⁻¹).

Coliformes termotolerantes e E. coli foram identificados em todos os poços, no período seco e chuvoso, o que confirma a contaminação fecal do aquífero. O município de Sumé possui sistema de coleta de esgoto em 66,7% de sua área urbana, mas trata apenas 33,3% do volume coletado. No período seco (2015-2017), o número de coliformes termotolerantes reduziu significativamente quando ocorre a mistura do esgoto tratado com o esgoto *in natura* lançado no aquífero aluvial, bem como com o distanciamento dos poços em relação a zona urbana do município de Sumé, PB. Foi possível identificar a contaminação dos poços próximos as áreas agrícolas, em torno de P9, principalmente pela falta de proteção dos poços.

A maior concentração de cloretos foi encontrada em P2 (2489-8618mg.L⁻¹), ponto de lançamento de esgoto *in natura*, localizado entre P1 e P3 (Figura 1). No poço P3, a concentração de cloretos variou de 163 a 1156mg.L⁻¹ e no último poço monitorado (P9), a concentração variou de 7,1 a 325mg.L⁻¹. A redução também ocorreu para os parâmetros de condutividade elétrica (EC) e sólidos totais dissolvidos (STD), no entanto essa redução não pode ser atribuída apenas a filtração no aquífero. Os valores de cálcio, sódio, magnésio e potássio foram obtidos para todos os poços, onde risco de salinização do solo foi considerado alto, mas para a água analisada em P2, caso seja utilizada para irrigação, o risco é muito alto.

De acordo com os valores de referência estabelecidos pela Portaria MS nº 2.914/2011, Resolução CONAMA nº 396/2008 e Portaria de Consolidação nº 5/2017, os valores máximos permitidos (VMP), para a maioria dos parâmetros foram ultrapassados, exceto para pH, entre 2015 e 2017, o que implica em restrição de uso da água para irrigação para a maior parte dos cultivos agrícolas nos lotes do perímetro irrigado de Sumé, PB.

No período chuvoso (2018-2020), os valores de turbidez superaram o VMP, exceto no poço P1 (4,7 NTU). Em relação a condutividade elétrica os valores são elevados nas proximidades dos poços P1 e P3, que têm influência de uma indústria de ração de animais e da zona urbana do município de Sumé, PB.

No ano de 2020, o valor do oxigênio dissolvido (OD) aumentou de 2,08 a 2,95vezes, o maior valor identificado no período seco, o que reforça o poder de autodepuração da água no aquífero aluvial do rio Sucurú. Não foi identificada a presença de amônia (NH₃), mas de Nitrato (NO₃), nos poços P1 e P3, o que indica presença de poluição antiga, onde a matéria orgânica foi oxidada, com valores de OD, iguais a 8,8 e 8,7mg.L⁻¹, respectivamente. Para os valores de cloretos e de dureza, os valores obtidos são inferiores ao VMP, para a maioria dos poços, mas para P3, no ano de 2018, os valores de dureza (795,7mg.L⁻¹) e de cloretos (896,88mg.L⁻¹), superaram os VMPs para irrigação, de 500 mg.L⁻¹ e de 700mg.L⁻¹, respectivamente.

A redução dos valores de alcalinidade, condutividade elétrica, cloretos e dureza total, nos poços P5, P6 e P9, distantes 2,9km, 4,2km e 6,67km do poço P3, que recebe elevada carga de poluentes da zona urbana do município de Sumé, indica a diluição dos poluentes no interior do aluvião

do perímetro irrigado, nos períodos seco (2015 a 2017) e chuvoso (2018 e 2020). O despejo de esgoto tratado de 1/3 da área da zona urbana do município de Sumé, a jusante de P3 e a montante dos poços P5, P6 e P9, favoreceu a redução dos valores destes parâmetros de qualidade da água bruta.

No poço P6, a ausência nitrato e a presença de amônia justificam o decréscimo dos valores de OD ($6,2 \text{ mg.L}^{-1}$) e indica poluição recente com atividade de consumo deste, o que pode sugerir a não existência de depuração entre o poço P3 quando compara-se com os valores obtidos nos poços P5, P6 e P9. Os menores valores de OD foram observados no período de 2015 a 2017, período seco da série analisada, onde existe um discreto aumento dos valores de OD nos poços P5, P6 e P9.

CONCLUSÕES

O principal fator de redução da qualidade da água do aquífero aluvial do rio Sucurú é o despejo de esgoto não tratado. Outros fatores afetam a qualidade da água no aluvião, como a falha no sistema de tratamento de esgotos do município de Sumé, PB, a ausência de proteção sanitária dos poços escolhidos e a falta de sistemas de tratamento descentralizados no meio rural.

A descarga de efluentes no aquífero aluvial, do perímetro irrigado de Sumé, representa uma recarga não gerenciada do aquífero, o que causa risco à saúde da população.

Medidas de gerenciamento de recarga controlada devem ser implementadas, como a completa coleta de esgoto da zona urbana do município de Sumé, sua interligação a estação de tratamento, bem como implementação de soluções descentralizadas de tratamento de esgoto no meio rural.

AGRADECIMIENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento”.

REFERÊNCIAS

- Abels, A.; Freitas, M.; Pinnekamp, J. & Rusteberg, B. (Eds.) (2018). *BRAMAR PROJECT: Water Scarcity Mitigation in Northeast Brasil*. Germany: Aachen University.
- Amorim, J. D. de. (2017). *Diagnóstico do perímetro irrigado da cidade de Sumé – PB*. 2017. 43 f. Monografia. (Bacharelado em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos). Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2020). *Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil*. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília – DF. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvsm/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html> Acesso em 22 de julho de 2020.
- APHA; AWWA; WEF. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22.ed. Washington, 1946p.
- Bezerra, E. B. N.; Silva, C. I. da; Meira, C. M. B. S.; Rêgo, R. L. C. M.; Oliveira, R. de; Nascimento, R. S. do. (2020) *Qualidade da água subterrânea para consumo humano e sua correlação com fontes poluidoras na sub-bacia do rio Taperoá – PB*. Revista DAE, São Paulo, v. 68, n. 223, pp. 01-20.
- Brasil (1997). *Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

- Portal da Legislação, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9433.htm>. Acesso em: 21 mai. 2018.
- Brasil** (2008). Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008. Brasília, DF. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>
- Brasil** (2011). Ministério da Saúde. Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Brasília, DF. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
- Brasil** (2017). Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília, DF. Disponível em: <www.bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>.
- Castro, M. H. F. M. de.** (2018) *Alocação quali-quantitativa de água em reservatórios de regiões semiáridas*. 2018. 43f.: il. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, RN.
- Cornelli et al.** (2016). Análise da influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água de duas sub-bacias hidrográficas do município de Caxias do Sul. *Scientia cum Industria (SCI.CUM IND.)*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-14.
- CPRM** (2000). Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. *SUMÉ – FOLHA SB.24-Z-D-V*. Brasília – DF: CPRM.
- Menezes, J. P. C.; Bittencourt, R. P.; Farias, M. D. S.; Belo, I. P.; Fia, R.; De Oliveira, L. F. C.** (2016). *Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana*. Engenharia Sanitária e Ambiental, [s. 1], v. 21, n. 3, p. 519-534.
- Rêgo et al.** (2022). Sustainable and resilient exploration of small aquifers in the Brazilian semi-arid region; the experience of Sumé. Re, V., Manzione, R.L., Abiye, T.A., Mukherji, A., & MacDonald, A. (Eds.). (2022). *Groundwater for Sustainable Livelihoods and Equitable Growth* (1st ed.). London: CRC Press. Chapter 6. pp. 101-121. Disponível em: <www.doi.org/10.1201/9781003024101>.
- Righetto, A. M.; Gomes, K. M.; Freitas, F. R. S.** (2017). *Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana*. Engenharia Sanitária e Ambiental, [s. 1], v. 22, n. 6, p. 1109-1120.
- Salgado, J. P. et al.** (2018). “Influence of sewage disposal on the water quality of the Sucuru River alluvial aquifer in the municipality of Sumé-PB, Brazil”. RBRH [Online], Vol. 23, No. 23, pp. 1-13. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820160052>
- Schimmelpfennig, S. et al.** (2018). *Hydrogeological modelling (results from WP2)*. In: Abels, A.; Freitas, M.; Pinnekamp, J. & Rusteberg, B. (Eds) (2018). BRAMAR PROJECT: Water Scarcity Mitigation in Northeast Brazil. Germany: Aachen University, pp. 38-56.
- Silva, M. B. R.; Azevedo, P. V.; Alves, T. L. B.** (2014). *Análise da degradação ambiental do alto curso da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba*. Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 34, n. 1, p. 35-53.
- Silva, M. M. da; Medeiros, P. R. F. de; Silva, Ênio F. de F. da.** (2018). *Reúso da água proveniente de esgoto doméstico tratado para a produção agrícola no semiárido pernambucano*. In: GHEYI, H. R. et al. (Ed.). Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: Estudos e Aplicações. Campina Grande/PB e Cruz das Almas/BA: INSA e UFRB, 2012. Cap. 8. p. 178-196. (ISBN 978-85-64265-03-5). Disponível em: <[https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas estudos e aplicações.pdf](https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Recursos_Hídricos_em_Regiões_Semiáridas_estudos_e_aplicações.pdf)>. Acesso em: 21 mai. 2018.
- Souza-Bastos et al.** (2017). *Evaluation of the water quality of the upper reaches of the main Southern Brazil river (Iguaçu river) through in situ exposure of the native siluriform Rhamdia quelen in cages*. Environmental Pollution, v. 231, pp. 1245-1255.
- Tsuyuguchi, B. B. et al.** (2020). “Governance of alluvial aquifers and Community participation: a social-ecological systems analysis of the Brazilian semi-arid region”. *Hydrogeology Journal*. [Online] pp. 1539-1552. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10040-020-021-8>