

AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO DIFUSA EM TRECHOS FLUVIAIS NOS MUNICÍPIOS DE SÃO JOÃO DO CARIRI E SUMÉ, ESTADO DA PARAÍBA

Adriano M. dos Santos, Fabrícia Torreão A. de Alcântara e Hugo Morais de Alcântara

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profáguia), 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
adrianomarqs@ufcg.edu.br; fabricia.torreao@estudante.ufcg.edu.br; hugo.morais@professor.ufcg.edu.br

RESUMO:

Na região do semiárido brasileiro um dos desafios do gerenciamento dos recursos hídricos é proporcionar a oferta de água com qualidade adequada para diversos usos, haja vista o aumento do despejo de cargas poluidoras pontuais e difusas, associados a elevação da taxa de crescimento populacional e ao risco de escassez hídrica. Este trabalho teve como objetivo avaliar a poluição difusa por meio da análise de parâmetros de qualidade da água bruta, em trechos de aluviões dos rios intermitentes, Taperoá e Sucurú, localizados em sub-bacias da região do alto curso do rio Paraíba. Foram realizadas visitas de campo para seleção dos pontos amostrais, identificação das fontes de poluição, a montante, *in situ* e a jusante dos núcleos urbanos dos municípios de São João do Cariri e Sumé, Estado da Paraíba, coletas de amostras da água bruta e análises físico-químicas. Os resultados obtidos permitiram confirmar o efeito da poluição, pontual e difusa, gerada por empreendimentos produtivos regulares e clandestinos, como abatedouros de aves e de bovinos, áreas agrícolas e de uso para pecuária de baixo rendimento, associado aos impactos ambientais de uso e ocupação do solo não planejado. A água bruta presente nos aluviões das sub-bacias analisadas, só deve ser utilizada com segurança, obedecendo o que dispõe a Resolução CONAMA nº 357/2005, para usos menos exigentes, haja vista que os limites máximos permitidos dos parâmetros de qualidade da água, principalmente no período seco, são ultrapassados. Devem ser implantados sistemas de tratamento adequados dos resíduos considerando o novo marco legal do saneamento brasileiro.

ABSTRACT:

In the Brazilian semi-arid zone, one of the challenges in water resources management is to provide the water with adequate quality for different uses, given the increase in the discharge of point and diffuse pollution loads in water sources, associated with the increase in the population growth rate and the risk of water scarcity. The study aimed to evaluate diffuse pollution through the analysis of raw water quality parameters, in two streams of intermittent alluvial rivers, Taperoá and Sucurú, located in sub-basins of the high course of the Paraíba river basin. Field visits were carried out for the selection of sampling points, identification of sources of pollution, upstream, *in situ* and downstream of the urban centers of the São João do Cariri and Sumé cities, State of Paraíba, collection of samples of raw water and analyzes physicochemicals. The results obtained allowed us to confirm the effect of punctual and diffuse pollution generated by regular and clandestine productive enterprises, such as poultry and cattle slaughterhouses, agricultural areas and use for low-yield livestock use, associated with the environmental impacts of the use and occupation of unplanned land. The raw water present in the alluvium of the sub-basins analyzed must only be used safely, in compliance with the provisions CONAMA Resolution nº 357/2005, for less demanding uses, given that maximum limits allowed for the parameters of water quality, mainly in the dry season, are exceeded. Adequate waste treatment systems must be implemented considering the new legal framework for Brazilian sanitation.

PALAVRAS-CHAVE: sub-bacia do rio Paraíba; aquíferos aluviais; parâmetros de qualidade.

INTRODUÇÃO

Na região do semiárido brasileiro (SAB) um dos desafios do gerenciamento integrado dos recursos hídricos é proporcionar a oferta de água com qualidade adequada para usos múltiplo, haja vista o aumento do despejo de cargas poluidoras pontuais e difusas em mananciais, associados a elevação da taxa de crescimento populacional e ao risco de escassez hídrica.

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

Soma-se a esse desafio a conservação de água e solo em zonas rurais, de modo a evitar os impactos negativos ocasionados pela perda da cobertura vegetal e por práticas não sustentáveis de produção agropecuária. O efeito da urbanização e da agricultura para corpos d'água continua sendo um tópico a ser discutido, a fim de prever o potencial poluidor de determinado uso e favorecimento da implementação de práticas efetivas de gestão ambiental e de conservação dos recursos hídricos em bacias hidrográficas (Menezes *et al.*, 2016).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a poluição difusa por meio de parâmetros de qualidade da água bruta, em dois trechos de rios intermitentes, Taperoá e Sucurú, localizados em sub-bacias do alto curso da bacia do rio Paraíba, Nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano de 2020, foram realizadas visitas de campo, seleção dos pontos amostrais, identificação das fontes pontuais e difusas de poluição, a montante, *in situ* e a jusante dos núcleos urbanos dos municípios de São João do Cariri e Sumé, Estado da Paraíba, além de análises físico-químicas da água para comparação com os dados já obtidos na área do perímetro irrigado de Sumé.

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 dos aluviões do rio Sucurú e Taperoá, conforme procedimento desenvolvido pelo Projeto BRAMAR (Abels *et al.*, 2018).

Na Figura 1 pode-se observar a localização dos pontos de coleta das amostras de água no trecho de aluvião do rio Taperoá no município de São João do Cariri-PB, para posterior análise nos laboratórios do Campus de Sumé da Universidade Federal de Campina Grande.

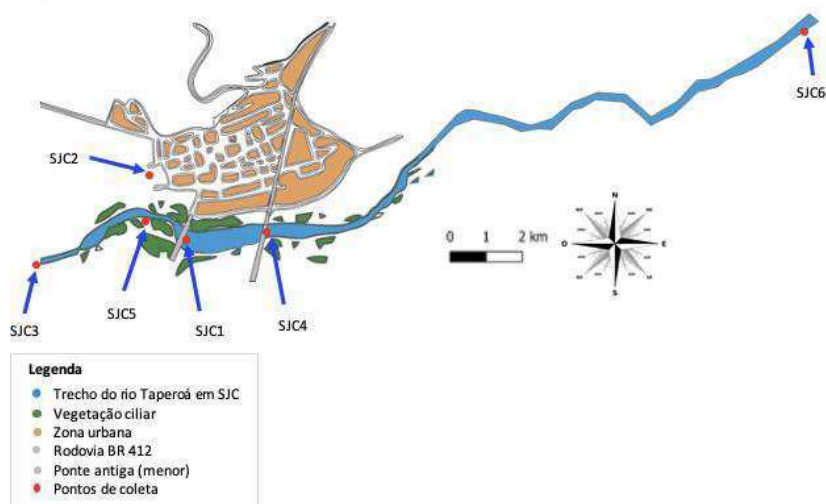


Figura 1.- Localização dos pontos de coleta no trecho de aluvião do rio Taperoá, município de São João do Cariri-PB

Nas Figuras 2 a 7 pode-se observar detalhes dos pontos seleccionados para realização das amostra no município de São João do Cariri em período de recessão do escoamento superficial.

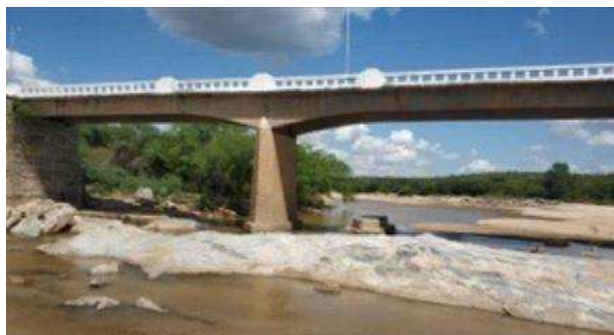


Figura 2.- (SJC1) Ponte Antiga



Figura 3.- (SJC2) Caixa de coleta de esgoto



Figura 4.- (SJC3) Sítio Jurema



Figura 5.- (SJC4) Ponte Nova



Figura 6.- (SJC5) Fossão comunitário



Figura 7.- (SJC6) Comunidade Curral do Meio

Os parâmetros físico-químicos seleccionados 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).

Na Figura 8 pode-se observar a localização dos pontos de coleta das amostras de água no trecho do aluvião do rio Sucurú, no município de Sumé, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, para posterior análise nos laboratórios do Campus de Sumé da Universidade Federal de Campina Grande.

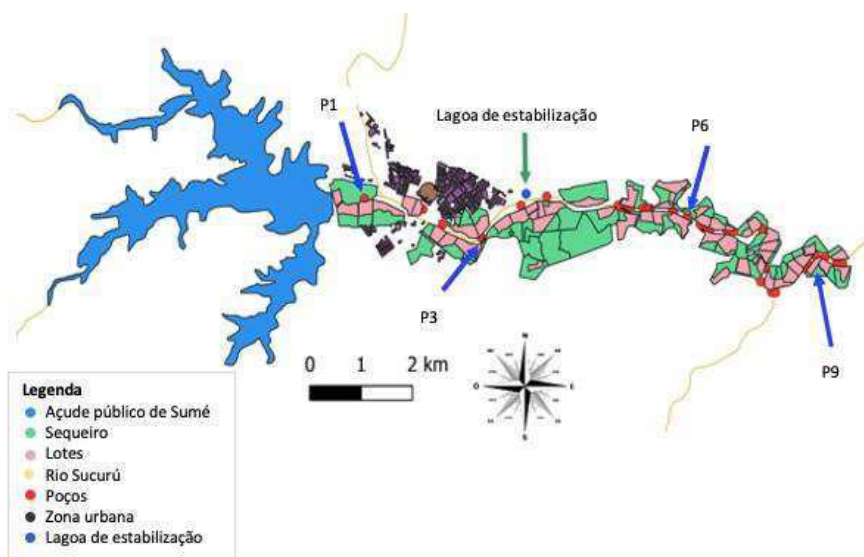


Figura 8.- Localização dos pontos de coleta no trecho do aluvião do rio Sucurú no município de Sumé-PB

Nas Figuras 9 a 11 pode-se observar detalhes dos pontos selecionados para a realização das coletas de amostras de água, no trecho do aluvião do rio Sucurú, município de Sumé, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.



Figura 9.- Ponto de coleta P1



Figura 10.- Ponto de coleta P3



Figura 11.- Ponto de coleta P6

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O oxigênio dissolvido (OD) é um parâmetro importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático e os seus níveis indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática e seu adequado fornecimento é essencial para a manutenção de processos de autodepuração (Silva *et al.*, 2016).

No ano de 2020, não foi identificada a presença de amônia, mas de nitrato em testes qualitativos para as análises nos poços P1 e P3, localizados na região do aluvião do rio Sucurú, trecho do perímetro irrigado de Sumé, PB, o que indica presença de poluição antiga, onde a matéria orgânica foi oxidada, o que justifica os valores de OD iguais a 8,8 e 8,7 mg/L, respectivamente (Figuras 12 e 13).

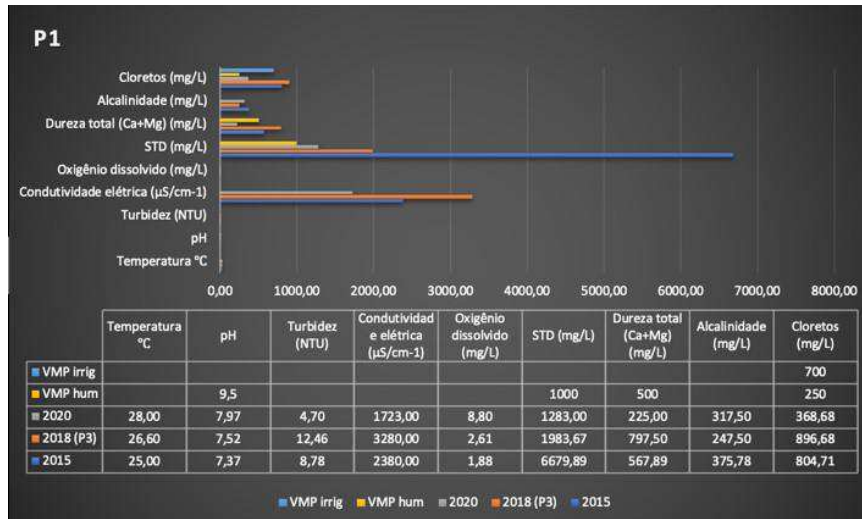


Figura 12.- Análises quantitativas no poço P1

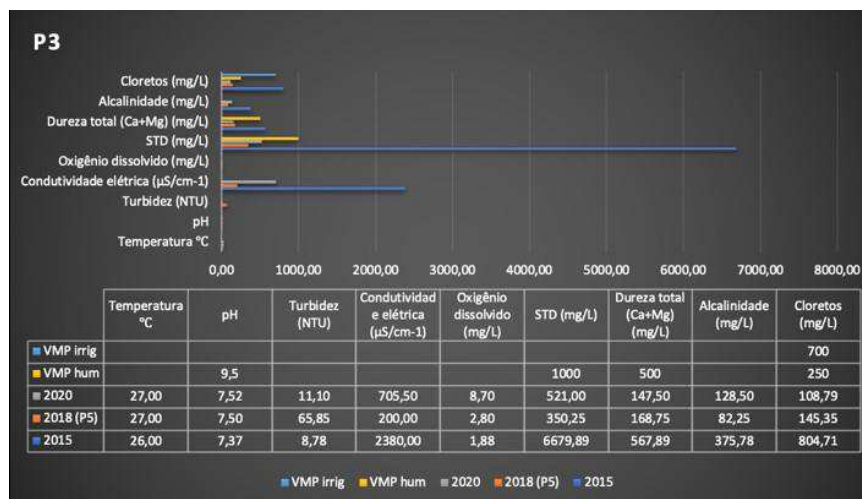


Figura 13.- Análises quantitativas no poço P3

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 a 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.

No poço P6, a ausência nitrato e a presença de amônia em análises qualitativas, justificam o decréscimo dos valores de OD (6,2 mg/L) e indica poluição recente com atividade de consumo deste, o que pode sugerir a não existência de depuração no poço P3. Os menores valores de OD foram observados no período de 2015 a 2017 (período seco), onde existe um discreto aumento dos valores de OD nos poços P5, P6 e P9. A descarga de efluentes domésticos e/ou de fertilizantes no ponto além dos limites de capacidade de atenuação de poluentes, impossibilita o processo de depuração de forma efetiva (Finkler *et al.*, 2015).

Para as análises dos parâmetros de qualidade da água bruta no município de São João do Cariri-PB, os valores de condutividade elétrica, cloretos, oxigênio dissolvido e de sólidos totais dissolvidos no ponto de coleta SJC5 (Figura 14), além da presença de nitrogênio amoniacal e de nitrato, realizadas de forma qualitativa, indicam a contaminação contínua de efluentes, antiga e recente, mesmo existindo a ocorrência de escoamento superficial no ano de 2020, gerado por precipitações intensas na região da cabeceira da bacia do rio Taperoá, o que atenuou a carga poluidora neste ponto.

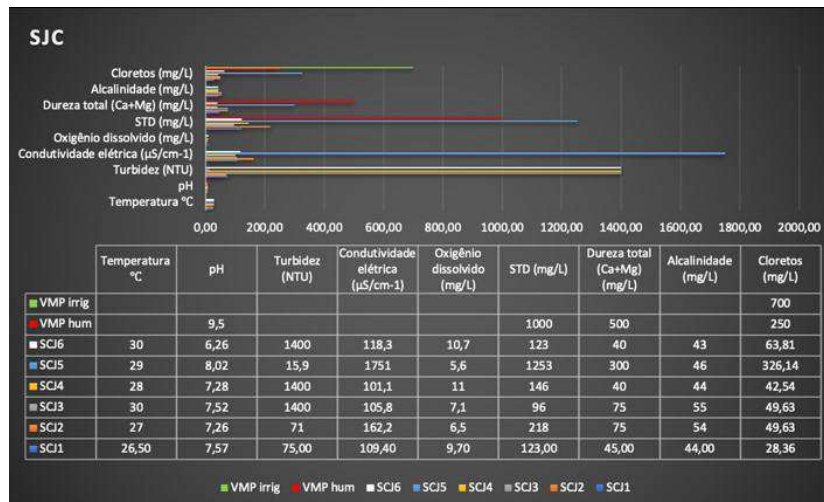


Figura 14.- Análises quantitativas para SJC

No ponto SJC5, os valores de cloretos (326,14mg/L) e de Sólidos Totais Dissolvidos (1253mg/L) ultrapassaram os valores máximos permitidos (VMP) indicados nas Resoluções CONAMA n° 357/2005, CONAMA n° 430/2011, na Portaria MS n° 2.914/2011 e Portaria de Consolidação n° 5/2017, não sendo permitido o seu uso para diversos fins, incluindo o consumo humano. O valor de OD igual a 5,6mg/L, próximo ao VMP permissível para a classe 2 (5,0mg/L), para rios intermitentes da Paraíba, deve restringir o uso da água bruta no ponto SJC5, onde pode-se observar os lançamentos de resíduos (Figura 15).



Figura 15.- Lançamentos de efluentes em SJC5

Considerando os pontos SJC3 e SJC6, localizados a montante e jusante, distantes de 1,48km e 9,55km, respectivamente, do ponto SJC5, foi possível identificar o poder de autodepuração da água proveniente do escoamento e a influência do lançamento de efluentes na zona urbana do município de São João do Cariri, PB. Os parâmetros que apresentaram maiores variações a montante e a jusante do ponto SJC5, foram condutividade elétrica, cloretos, dureza, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos.

O escoamento superficial e a percolação da matéria orgânica para o solo resultaram em boa condição de depuração no aquífero, com valores de OD variando de 5,6 a 11mg/L, com menor valor identificado no ponto de coleta SJC5, que recebe lançamento in natura de esgoto da zona urbana. As maiores concentrações de cloretos (326,14mg/L) e de condutividade elétrica (1751µS.cm⁻¹) ocorreram na zona urbana. As concentrações de cloretos e de condutividade elétrica reduzem significativamente a montante (1,45km) e a jusante (9,55km), do ponto SJC5, passando para 49,63mg/L, em SJC3 e, para 63,81mg/L, em SJC6, para cloretos.

A redução de cloretos não pode ser associada completamente a filtração, mas devido a elevada dispersão dos sais no aquífero aluvial, devido a alta solubilidade em água. Os valores das

condutividades elétricas foram iguais a $105,8\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $118,3\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, em SJC3 e SJC6, respectivamente. Embora perceba-se tendência de atenuação dos poluentes à jusante das áreas urbanas, foi possível observar que o escoamento superficial que antecedeu as coletas, promoveu a diluição de poluentes, melhorando as características dos parâmetros analisados no município de São João do Cariri-PB. Os parâmetros analisados da água bruta permitiram identificar significativas alterações nos pontos a montante e jusante de SJC5, que recebe elevada carga de esgoto em relação ao VMP da legislação ambiental vigente, o que torna à água imprópria para consumo humano.

Considerando os dados analisados a montante, nas zonas urbanas e a jusante das zonas urbanas dos municípios de São João do Cariri e de Sumé, não foi possível identificar influência da quantidade da população e das áreas urbanas, sobre a poluição gerada por esgotos domésticos não tratados, onde os valores de cloretos, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e pH possuem a mesma ordem de grandeza, nos dois municípios. A população do município de Sumé é 3,4 vezes maior do que a do município de São João do Cariri, PB.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos após análises de laboratório, identificação de fontes pontuais e difusas de poluição em trechos das sub-bacias do rio Sucurú e Taperoá, localizados nos municípios de Sumé e São João do Cariri, associados aos impactos ambientais, foi possível concluir que:

A montante da zona urbana do município de Sumé, no poço P1, da sub-bacia do rio Sucurú, houve alterações nos parâmetros de alcalinidade, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza total, cloretos, presença de nitratos e sulfatos, associados à presença de um matadouro de aves no seu entorno.

Em P3 houve o aumento dos valores de oxigênio dissolvido devido à diluição da matéria orgânica no período chuvoso de 2020, melhorando seus valores, no entanto, identificou-se a presença de nitrato, indicando contaminação remota do poço pela proximidade à zona urbana, associado ao depósito de resíduos animais, urbanos e industriais ao longo do tempo.

A jusante da zona urbana do município de Sumé, foi observado a presença de nitrogênio amoniacal no poço P6, o que indica contaminação fecal, esgoto bruto e aporte de fertilizantes em culturas de ciclo curto.

Analisando a autodepuração à montante e a jusante da zona urbana do município de Sumé, mesmo com a melhoria dos valores de OD, em relação aos períodos de 2015 a 2017, nos anos de 2018 e 2020, o decréscimo do valor de OD, no poço P6, é um indicativo de poluição recente, o que indica que não houve depuração de forma efetiva.

Na sub-bacia do rio Taperoá, município de São João do Cariri, PB, as maiores alterações foram observadas no ponto SJC5, nos parâmetros de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, dureza total, cloretos, presença de nitrogênio amoniacal e nitrato, sendo atribuídas à presença de abatedouro no entorno deste ponto.

Verificando a tendência de atenuação dos poluentes à jusante das áreas urbanas antropizadas nos pontos de São João do Cariri, foi possível identificar a depuração dos esgotos devido a processos físicos, químicos e biológicos comparando os valores observados do ponto SJC6, verifica-se uma nítida capacidade de depuração da água para algumas variáveis em relação ao ponto à montante SJC5, ainda que observada a ocorrência de precipitação anterior às coletas que promoveu diluição de poluentes.

A água bruta presente nos aquíferos aluviais das sub-bacias do rio Sucurú e do rio Taperoá, só podem ser utilizadas com segurança, obedecendo o que dispõe a Resolução CONAMA nº 357/2005, para usos menos exigentes, haja vista que os limites máximos permitidos dos parâmetros de qualidade da água, para classes menos restritivas, principalmente no período seco, são ultrapassados.

Devem ser implantados sistemas de tratamento adequados dos resíduos gerados nos municípios analisados, considerando o novo marco legal do saneamento brasileiro, de fiscalização e de educação ambiental.

AGRADECIMENTOS

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 BIBLIOGRÁFICAS

- Abels, A.; Freitas, M.; Pinnekamp, J. & Rusteberg, B. (Eds.)** (2018). *BRAMAR PROJECT: Water Scarcity Mitigation in Northeast Brasil*. Germany: Aachen University.
- APHA, AWWA, WEF.** (2012) *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22. ed. Washington, DC: American Public Health Association.
- Brasil** (2017). *Portaria de Consolidação N° 5*. Ministério da Saúde. Brasília, Brasil.
- Brasil** (2005). *Resolução CONAMA N° 357*. Diário Oficial da União. Brasília, Brasil.
- Brasil.** *Resolução CONAMA N° 430*. Diário Oficial da União. Brasília, Brasil.
- Finkler, N. R.; Peresin, D.; Cocconi, J.; Bortolin, T. A.; Rech, A. e Schneider, V. E.** (2015). “Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal”. *Revista Ambiente e Água*. vol. 10 n. 4.
- Menezes, J. P. C.; Bittencourt, R. P.; Farias, M. D. S.; Bello, I. P.; Fia, R.; Oliveira, L. F. C.** (2016). “Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana”. *Engenharia Sanitaria e Ambiental. s.l.*, v. 21, n. 3.
- Salgado, J. P.** (2016) “Influência do lançamento de esgotos na qualidade das águas do aquífero aluvial do rio Sucurú, no município de Sumé - PB”. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)* Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB. 102 f. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1284>
- Salgado, J. P. et al.** (2018). “Influence of sewage disposal on the water quality of the Sucuru River aluvial 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>
- Silva, E. L.; Lima, E. R.; Santos e J. C.; Diniz, L. S.** (2016). “Modelagem Ambiental Aplicada ao Riacho Mussuré – PB”. *VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Campina Grande, PB - Brasil.