

**IV-027 - AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SUBMÉDIO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

**Érika Alves Tavares Marques <sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Especialista em Gestão e Controle Ambiental pela Universidade de Pernambuco. Mestre em Tecnologia Ambiental pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP). Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Pernambuco.

**Claudia Ricardo de Oliveira <sup>(2)</sup>**

Doutora em Engenharia Civil pela UFPE. Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFRPE). Mestre em Engenharia Civil, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela UFPE, Geógrafa pela UFPE, Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo IFPE.

**Maria do Carmo Martins Sobral <sup>(3)</sup>**

Engenheira Civil pela UFPE. Especialização em Planejamento Urbano e Regional na Universidade Dortmund, Alemanha e Especialização em Saneamento Ambiental pela UFPE. Pós-doc pela TU-Berlim. Mestre pela Universidade de Waterloo. Professora Titular do Departamento de Engenharia Civil da UFPE.

**Ana Helena Coelho Medeiros <sup>(4)</sup>**

Engenheira Civil pela UFPE.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE, CEP 50740-550- Brasil - Tel: (81) 2126-8200 - e-mail: [erikatmbio@gmail.com](mailto:erikatmbio@gmail.com) .

**RESUMO**

No semiárido brasileiro a situação é bastante crítica, pois apresenta déficit hídrico considerável quando comparada às demais regiões do país, apresentando frequentes problemas de escassez e degradação da qualidade da água. No Submédio São Francisco a agricultura representa 70% da demanda total de água e costuma ser praticada no entorno das usinas hidrelétricas (UHE). Essas atividades provêm de grandes projetos denominados de perímetros irrigados, alguns deles voltados para agricultura familiar e foram concebidos como compensação ao reassentamento involuntário da população por ocasião da construção das UHE. O presente trabalho buscou avaliar a variação espaço-temporal da qualidade da água em um trecho do Submédio da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Neste sentido, foram utilizados os dados de qualidade de água de campanhas de monitoramento da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) entre os períodos de 2016 e 2018. Foram selecionadas cinco estações de monitoramento, sendo elas: SOB 19, SOB22, SOB24, SOB25 e SOB 29, distribuídas ao longo do trecho principal do Submédio. Para a análise de consistência dos dados foram utilizados os métodos estatísticos propostos por Shapiro-Wilk (1965) e Tukey (1952). Dos parâmetros físico-químicos analisados, foram selecionados os mais relevantes, tais como: temperatura da água, pH, condutividade elétrica, nitrogênio total, fósforo total e a demanda bioquímica de oxigênio, quando confrontados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005. Os resultados mostraram que todos os pontos tiveram apresentaram valores acima do permitido pela legislação vigente quanto aos parâmetros: pH, fósforo total e demanda bioquímica de oxigênio. Essas estações encontram-se próximas às áreas com intensa atividade agrícola, o que possivelmente influenciou no resultado das amostras.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade da água, gerenciamento hídrico, semiárido.

**INTRODUÇÃO**

A água da Bacia Hidrográfica do São Francisco (BHSF) representa cerca de 2/3 da disponibilidade de água doce do Nordeste brasileiro. Ela tem múltiplos usos, servindo para abastecimento humano, irrigação, dessedentação animal, irrigação e agricultura, transporte por hidrovias e aquicultura, mas o seu uso preponderante é para a geração de energia elétrica (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006). O Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia, concebido para o período 2003-2013, apontou que mais de 70% das demandas de água na bacia destinam-se à irrigação,

com maior concentração nos trechos Médio e Submédio da BHSF. A área irrigada ocupava, então, 336.200 ha, correspondendo aos projetos agrícolas públicos e privados.

A agricultura é uma das mais importantes atividades econômicas, é notório que na região ocorrem fortes contrastes socioeconômicos, com áreas de acentuada riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica e população bastante dispersa. Dos 456 municípios com sede na bacia, somente 93 tratam os esgotos. Como reflexo das principais atividades econômicas da Bacia, há necessidade de recuperação ambiental das áreas degradadas para mitigar os impactos sobre os recursos hídricos (ANA, 2017).

Estima-se que no ano de 2012, 10,9% das áreas irrigadas no Brasil, estavam inseridas na Bacia do Rio São Francisco (ANA, 2015). Ao todo o perímetro irrigado no Vale do São Francisco tem mais de 30 mil hectares irrigados. São 700 quilômetros de tubos, mais de 156 quilômetros de canais e cerca de 2.600 produtores, gerando mais de 100 mil empregos diretos. Nesta região, a precipitação de chuvas é de apenas 470 milímetros ao ano com mais de 300 dias de sol. Isso exige um grande controle na irrigação. O monitoramento garante que a água chegue a todos os produtores (CANAL RURAL, 2011).

Por sua região fértil, fortalecida com a irrigação, o Vale do São Francisco se tornou um importante produtor de frutos e hortaliças. O faturamento dessas culturas gera um montante de mais de R\$ 2 bilhões ao ano, sendo que R\$ 440 milhões são relativos às exportações de uva e manga (DINHEIRO RURAL, 2014). Além da agricultura irrigada há agricultura nas áreas ribeirinha e de sequeiro.

O desenvolvimento agrícola da região se apoia nas condições climáticas, caracterizados pela elevada insolação durante todo o ano, e solos de boa aptidão para a irrigação que ajudam a promover a qualidade da produção irrigada de frutas; que se adequa não só às exigências do mercado interno, mas, também, para as exigências dos consumidores da Europa e América do Norte, destino das frutas exportadas da região. Atualmente, as principais frutas produzidas e exportadas são a manga e a uva (PERES, 2012).

Foi observado por Medeiros et al. (2018) nas áreas no entorno do reservatório de Sobradinho uma grande concentração de perímetros irrigados. Esses perímetros vêm adotando sistemas mais eficazes de irrigação como os métodos de irrigação por gotejamento, aspersão e microaspersão. Apesar do avanço dessas técnicas, ainda é preciso avaliar quantitativamente e qualitativamente a eficiência desses sistemas, a fim de evitar que o uma área com potencial uso agrícola se torne inadequada ao cultivo.

Apesar da baixa disponibilidade hídrica na região Nordeste, a temperatura constante ao longo do ano, propicia ao semiárido o desenvolvimento da piscicultura em ambientes lacustres, como os reservatórios (NOGUEIRA DA SILVA, 2019). Estudos têm apontado impactos causados diretamente à qualidade da água e à biodiversidade, devido à produção intensiva e, em alguns casos, inadequada da atividade de piscicultura, pela liberação de nutrientes na ração, fezes, antibióticos e hormônios (GUNKEL et al., 2015; CARDOSO et al., 2017). Alguns países, como Chile e Alemanha, já proíbem a prática da aquicultura dentro de lagos e reservatórios destinados para abastecimento humano; outros países do hemisfério Norte exigem regularização cada vez mais rigorosa, devido às preocupações ambientais (GUNKEL et al., 2013).

As mudanças climáticas resultantes do aquecimento global podem trazer impactos significativos para as regiões áridas e semiáridas do planeta, e como consequência desse aquecimento global, em muitas bacias hidrográficas ocorrerá uma redução da água disponível e um aumento dos conflitos pelo uso da água e dos riscos de degradação dos ecossistemas aquáticos. Em alguns cenários climáticos as temperaturas aumentariam de 2 a 5°C no Nordeste, até final do século. Esse efeito pode ser exacerbado pelas atividades agrícolas nas margens dos reservatórios e corpos d'água, situação típica em algumas zonas do Nordeste do Brasil, onde o armazenamento de água é feito por um grande número de reservatórios. Os impactos ambientais dessa atividade alteram o funcionamento natural do sistema e são fatores determinantes no processo de deterioração da qualidade e da disponibilidade da água, tornando-se fonte de conflitos relativos ao uso da água (ASSIS et al., 2018).

Outro fator preocupante é que o acesso à água em alguns trechos do Submédio São Francisco encontra-se comprometido, principalmente devido à deficiência do serviço público de esgotamento sanitário e/ou adoção de soluções individuais inadequadas, com lançamento de esgoto bruto direta ou indiretamente na calha dos

corpos hídricos. Tendo os rios capacidade de diluição e transporte já reduzida em virtude de sua natureza intermitente (MEDEIROS et al., 2017).

A Política Nacional de Saneamento ter sido instituída no Brasil em 1967. No Brasil, o Saneamento Básico compreende quatro componentes: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas de chuva, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (conhecido como lixo), isso atendendo 100% da população, ou seja, envolve as cidades, comunidades rurais e populações difusas. Na Bahia, acrescenta-se um quinto componente que é o controle de vetores. Na Bahia, em 2008, foi criada a Lei nº 11.172 que estabelece o direito da população receber serviços públicos de saneamento de forma planejada, regulada, fiscalizada e submetidos ao controle social. No entanto, não é o que tem-se visto nas margens do Rio São Francisco, onde boa parte das cidades descartam o esgoto sem tratamento direto no rio, não fazem a destinação correta dos resíduos sólidos, tem pouco ou nenhum planejamento para fazer o manejo das águas pluviais e em sua maioria não contam com sistemas eficientes de abastecimento de água, todos itens primordiais do Saneamento Básico (IRPAA, 2014).

Deve-se considerar que o semiárido nordestino se coloca como área estratégica para gestão sustentável da água e do solo dentro de uma abordagem de gestão integrada, pois são regiões que apresentam problemas de escassez hídrica e degradação da qualidade de água, que são acentuados durante os períodos climáticos extremos. Sendo necessário o estabelecimento dessas estratégias de forma a garantir a manutenção da qualidade da água para o abastecimento público e outros usos (NOGUEIRA DA SILVA et al., 2019).

Para Glória (2017), os usos múltiplos dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas acarretam grandes variações das características físicas, químicas e bacteriológicas ao longo de seu percurso. Estas características ou parâmetros quando avaliados em conjunto, possibilitam verificar os níveis de poluição de um determinado manancial, promovendo a definição da qualidade da água e seu enquadramento dentro de classes. Nesse contexto a avaliação dos parâmetros físico-químicos subsidia a definição da qualidade do corpo hídrico, permitindo a proposição de medidas mitigadoras e ou corretivas a fim de garantir a preservação ambiental.

## **OBJETIVO**

O objetivo desse estudo é avaliar a variação espaço-temporal da qualidade da água em um trecho do Submédio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### *Área de Estudo*

O trecho Submédio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco está localizado na porção semiárida do Nordeste brasileiro, no Oeste do estado de Pernambuco e Norte do estado da Bahia, entre os meridianos 43°W e 37° Longitude Oeste e paralelos 7°S e 12° Latitude Sul com uma área de 125.755 Km<sup>2</sup>. A altitude do Submédio varia entre 192 e 1271 m, com média da ordem de 400 m. Abrange municípios dos estados de Pernambuco e da Bahia, incluindo as sub-bacias dos rios Pajeú, Tourão e Vargem, além da sub-bacia do Rio Moxotó, último afluente da margem esquerda (SÁ et al., 2009).

O Submédio São Francisco é caracterizado pela grande irregularidade das precipitações pluviométricas, apresentando como principal período chuvoso os meses de janeiro a abril. As chuvas que ocorrem no Sertão têm sua origem nas Frentes Frias, nos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) e na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). O início da pré-estação chuvosa ocorre em dezembro (extremo oeste) e está associado às instabilidades das Frentes Frias e aos VCAS, que atua principalmente nos meses de janeiro e fevereiro. A partir de fevereiro ou março, dependendo do ano, a ZCIT começa a atuar em todo o Sertão, que já se encontra em seu principal período chuvoso (CBHSF, 2015; SECTMA, 2006).

Os totais pluviométricos anuais oscilam, em média, entre 300 e 1200 mm, com maiores valores observados no Alto Sertão pernambucano com valores acima de 600 mm, e os menores no Sertão de São Francisco de Pernambuco e Bahia com totais entre 300 e 600 mm, em média. Na área da bacia estudada, destaca-se o município de Triunfo, localizado no Sertão do Pajeú de Pernambuco, diferentemente dos demais, é o único que apresenta totais anuais superiores a 900 mm, chegando aos 1200 mm, que é explicado pela altitude, considerado o ponto mais alto de Pernambuco (ASSIS, 2016).

Os municípios presentes no entorno do reservatório apresentam um contingente populacional aproximado de 654.113 habitantes, numa área de 17.964,75 km<sup>2</sup> (Quadro 1), sendo o município de Juazeiro-BA, o maior em área e o segundo maior em número de habitantes.

Com relação ao saneamento adequado, o município de Petrolina se destaca dos demais com 72,7%. A rede coletora de esgoto atinge em média 52% dos municípios deste estudo (IBGE CIDADES, 2020). Na área de estudo, em geral, se percebe a falta de investimentos por parte dos gestores públicos, refletindo na saúde da população e na degradação da qualidade da água. Nota-se que nas áreas urbanas e rurais, há a predominância do uso de fossas rudimentares para a disposição final de esgoto doméstico (IBGE, 2010).

**Quadro 1 - Municípios estudados, informações acerca de sua área territorial, população, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e renda per capita.**

Município-Estado	Área (km <sup>2</sup> )	População 2019 (hab.)	IDHM	Saneamento adequado (%)
Petrolina-PE	4.561,870	349.145	0,697	72,7
Juazeiro-BA	6.721,237	216.707	0,677	64,2
Santa Maria da Boa Vista-PE	3.000,774	41.931	0,590	40,1
Vermelhos-BA	1.850,070	25.601	0,597	40,4
Belém de São Francisco-PE	1.830,797	20.729	0,642	42,6
<b>Total</b>	<b>17.964,75</b>	<b>654.113</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fonte: IBGE Cidades (2020).

#### Metodologia

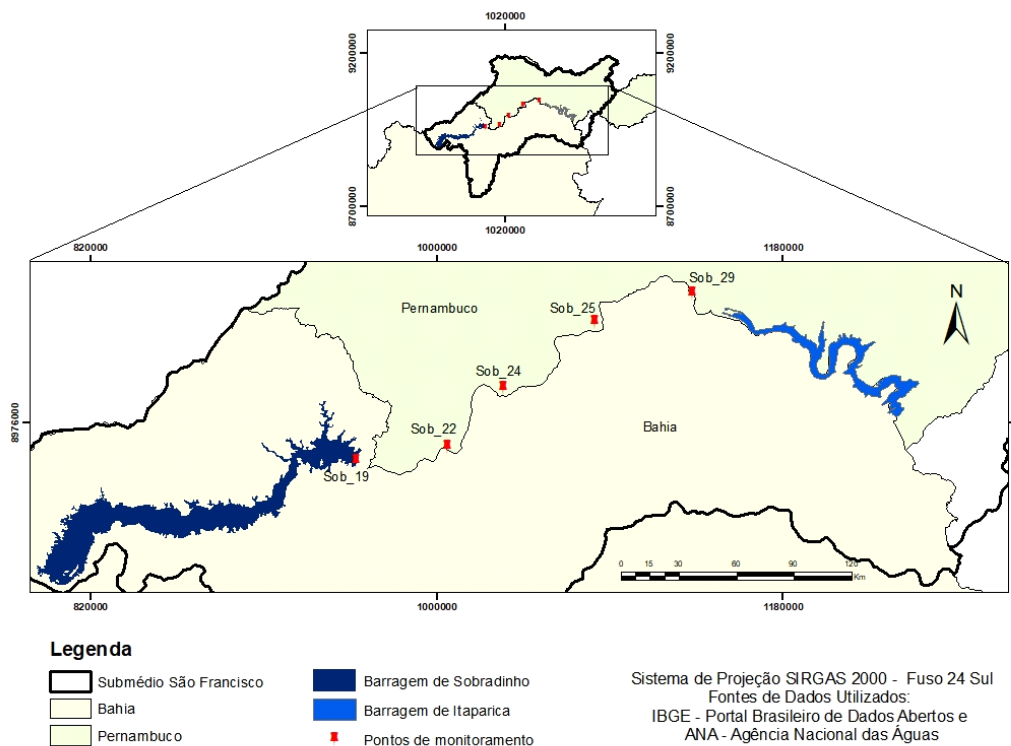
Para analisar a qualidade da água no trecho principal da bacia, foram selecionados cinco pontos de monitoramento pertencentes à Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) (Quadro 2 e Figura 1). Após a seleção dos pontos, foram analisados 44 boletins de acompanhamento, disponíveis até o momento no site, referentes ao período entre 2016 e 2018.

Dentre os parâmetros de qualidade da água disponíveis nas campanhas, foram selecionados os mais relevantes para discussão do estudo: pH (Potencial Hidrogeniônico), Condutividade Elétrica (CE), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, e Nitrogênio Total (NT). Os resultados gerais do monitoramento da qualidade da água foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais.

Para validação dos dados, foram aplicados testes estatísticos. Neste sentido, a hipótese de normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparar se houve diferenças significativas entre os períodos e os postos selecionados foram aplicados os testes de Tukey e H de Kruskal Wallis, respectivamente, aplicando a este último um nível de 5% de significância.

**Quadro 2 - Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água**

Trecho	Estação	Localização	Latitude (S)	Longitude (O)
Reservatório de Sobradinho	SOB 19	Montante da UHE Sobradinho	9°26'01''	40°50'07''
	SOB 22	Petrolina/ Juazeiro	9°24'23''	40°29'47''
Lótico entre as UHEs Sobradinho e Itaparica	SOB 24	Vermelhos (Lagoa Grande)	9°05'19''	40°07'16''
	SOB 25	Santa Maria da Boa Vista	08°48'32''	39°49'39''
	SOB 29	Ibó (Belém de São Francisco)	08°37'54''	39°14'31''



**Figura 1 – Localização dos pontos de monitoramento da CHESF no Submédio São Francisco**

## RESULTADOS

A Bacia Hidrográfica do Submédio São Francisco apresentou sérios problemas em relação à qualidade das águas no seu curso principal. Isso se deve, em grande parte, à falta de infraestrutura de saneamento básico nos municípios que compõem a bacia (Quadro 3), atrelado às baixas vazões observadas em muitos trechos. O aumento das áreas irrigadas, atrelado à industrialização e ao crescimento da população têm feito com que os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água sejam alterados, ocasionando assim a poluição das águas nesse trecho.

A temperatura da água variou de 23,30 °C a 28,30 °C no período seco e variou de 25,70 °C a 28,80 °C no período chuvoso, temperaturas típicas da região semiárida (Quadro 3). A temperatura se relaciona com a concentração de OD na água.

O pH variou de 7,59 a 9,71 no período seco e 7,63 a 9,30 no período chuvoso (Figura 2B). Foram encontrados pH neutro em todos os pontos monitorados, com exceção do ponto SOB 19, os demais pontos registraram pH altamente alcalinos (> 9), principalmente nos pontos SOB 24 (agosto/2016) e SOB 25 (novembro/2017), períodos considerados secos na Caatinga, registrando valores de 9,7 e 9,9 respectivamente (Quadro 3).

**Quadro 3 – Valor médio dos parâmetros físico-químicos no Submédio São Francisco**

Estação	Período	Temp. água (°C)	pH	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	PT (mg.L <sup>-1</sup> )	NT (mg.L <sup>-1</sup> )
SOB 19	Seco	25,30 ± 0,55	8,20 ± 0,14	7,04 ± 0,11	1,50 ± 0,22	0,04 ± 0,02	2,43 ± 1,11
SOB 22		25,30 ± 0,61	8,29 ± 0,13	7,39 ± 0,10	2,00 ± 1,00	0,04 ± 0,02	3,08 ± 1,08
SOB 24		25,87 ± 0,42	8,38 ± 0,34	7,03 ± 0,44	1,17 ± 0,17	0,05 ± 0,02	4,00 ± 1,41
SOB 25		26,47 ± 0,70	8,48 ± 0,15	7,33 ± 0,09	0,50 ± 0,22	0,05 ± 0,02	4,57 ± 1,45
SOB 29		26,13 ± 0,73	8,21 ± 0,21	7,34 ± 0,13	0,50 ± 0,34	0,04 ± 0,02	6,93 ± 2,62
SOB 19	Chuvoso	26,60 ± 0,26	7,95 ± 0,07	7,26 ± 0,37	1,00 ± 0,00	0,04 ± 0,01	2,87 ± 1,04
SOB 22		27,52 ± 0,49	8,13 ± 0,08	7,21 ± 0,26	2,00 ± 0,00	0,04 ± 0,01	3,72 ± 0,84
SOB 24		26,88 ± 0,23	8,13 ± 0,08	7,17 ± 0,27	1,00 ± 0,00	0,03 ± 0,01	3,60 ± 0,84
SOB 25		26,47 ± 0,70	7,74 ± 0,05	7,12 ± 0,27	0,52 ± 0,23	0,03 ± 0,01	4,00 ± 0,96

SOB 29	26,13 ± 0,73	7,74 ± 0,10	7,29 ± 0,27	0,17 ± 0,17	0,03 ± 0,01	3,96 ± 1,03
--------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

O Oxigênio dissolvido variou de 5,75 mg.L<sup>-1</sup> a 8,33 mg.L<sup>-1</sup> no período seco a 6,43 mg.L<sup>-1</sup> a 8,63 mg.L<sup>-1</sup> no período chuvoso. Também se verificou que este parâmetro é inversamente proporcional a concentração de OD, pois reflete a concentração de oxigênio necessária para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea adicionada ao meio aquático. Em relação ao parâmetro do OD, apenas os pontos SOB 22 e SOB 24 no período chuvoso, não atenderam à Legislação vigente, que determina em qualquer amostra, não esteja inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub> (Quadro 3).

A DBO variou de 0,00 mg.L<sup>-1</sup> a 7,00 mg.L<sup>-1</sup> no período seco e variou de 0,00 mg.L<sup>-1</sup> a 1,10 mg.L<sup>-1</sup> no período chuvoso. Em relação à DBO, a maior concentração foi no ponto SOB 22 em (outubro/2016), na estação seca, onde foi registrado DBO de 7,0 mg/ L (Figura 2C). Este resultado excede o limite de 5 mg/ L no qual foi atribuído pela Resolução CONAMA N° 357 (BRASIL, 2005) para rios de Classe 2 (Quadro 3).

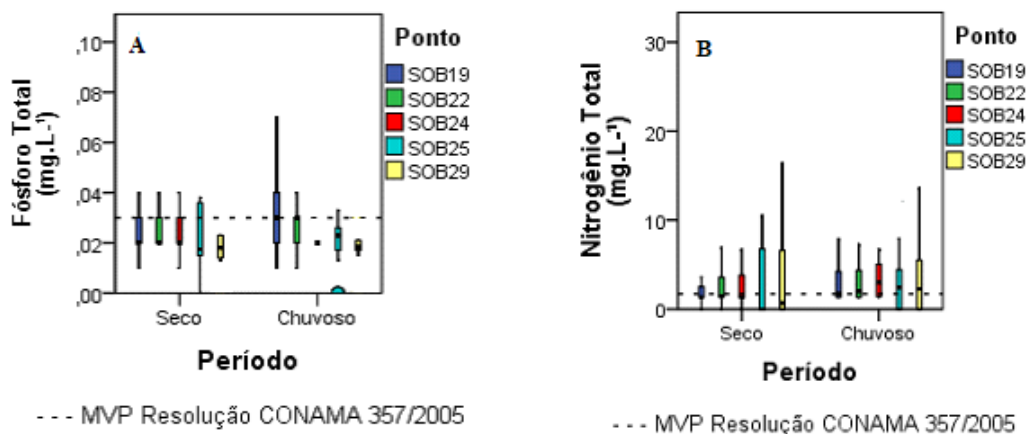
O fósforo total variou de 0,01 mg.L<sup>-1</sup> a 0,13 mg.L<sup>-1</sup> no período seco a 0,02 mg.L<sup>-1</sup> a 0,07 mg.L<sup>-1</sup> no período chuvoso. Com exceção do ponto SOB22 no período seco e dos pontos SOB24 e SOB 29 todos os pontos apresentaram valores de fósforo total acima do permitido pela Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) para rios Classe 2 (Quadro 3 e Figura 2A).

O nitrogênio total variou de 0,00 mg.L<sup>-1</sup> a 16,42 mg.L<sup>-1</sup> no período seco a 0,00 mg.L<sup>-1</sup> a 7,86 mg.L<sup>-1</sup> no período chuvoso. Foi observada uma variação entre 1,36 mg. L<sup>-1</sup> a 29,54 mg.L<sup>-1</sup>, apresentando concentrações acima do permitido em 30% das amostras coletadas, durante o período estudado (Figura 2B). O impacto provocado pelo nitrogênio total no ponto SOB 24 em (março/18) chegou a corresponder a 698% acima do limite permitido pela Resolução CONAMA N° 357 (BRASIL, 2005), que estabelece para o nitrogênio amoniacal total limites de 3,7 mg. L<sup>-1</sup> N, quando o pH for ≤ 7,5 em rios de Classes 1 e 2 (Quadro 3 e Figura 2B).

## DISCUSSÃO

Em um estudo realizado por Peres (2012), em um trecho da Bacia no Alto São Francisco, o autor encontrou valores máximos de pH (0,08), segundo o autor, próximos aos pontos monitorados onde existe grandes plantações agrícolas, e devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos a qualidade da água estava comprometida. Através da determinação do Índice de Qualidade de Água (IQA), verificou-se que a água chega à região com qualidade entre Boa e Ótima, sofre o impacto antrópico das cidades com conseqüente queda na qualidade, para entre Boa e Péssima; retornando à jusante logo após a influência da área urbana, com a qualidade que possuía à montante. Alguns parâmetros nos pontos intermediários de coleta, dentro da área urbana, apresentaram valores muito acima dos padrões estabelecidos por lei, como nitrogênio, fósforo e DBO.

A concentração de nitrogênio e fósforo na água influencia a DBO. Quanto maiores os teores destes dois compostos, maior a proliferação de algas e microrganismos que necessitarão de oxigênio para suas atividades vitais, aumentando a demanda, ou seja, a DBO (PERES, 2012).



## **Figuras 2A e 2B - Variação espaço-temporal do fósforo total e do nitrogênio total da água no Submédio São Francisco**

Lima et al., (2018), aplicando uma metodologia para caracterização da qualidade de água na bacia hidrográfica do Açude Acarape do Meio, no semiárido brasileiro encontrou em quatros pontos monitorados, valores de fósforo total entre 2,4 mg/L e 14,8 mg/L.

Os menores teores de OD estão diretamente relacionados com os maiores valores de DBO, pois quanto maior a demanda de oxigênio, menor será sua disponibilidade.

### **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

O semiárido nordestino configura um cenário crítico no que se refere aos regimes hidrológicos, sendo assim, esta região é caracterizada principalmente pelas irregularidades pluviométricas, com período de estiagem prolongado e alta taxa de evapotranspiração, fatores que associados promovem redução no volume hídrico dos reservatórios. Na região semiárida há duas estações bem definidas: a seca e a cheia, sendo o período de seca marcado por 8 a 9 meses de estiagem e o período de cheia por chuvas torrenciais e taxas pluviométricas que variam de 400-800 mm anuais. Os períodos alternados de seca e cheia, juntamente com outras particularidades climáticas da região intensificam a acumulação de sais e nutrientes, tornando os reservatórios, inseridos nessa região, mais vulneráveis aos processos de eutrofização (BATISTA et al., 2017).

O resultado do pH pode ser influenciado pela localização dos pontos, pois os pontos monitorados encontram-se próximos a grandes centros urbanos e áreas de cultivos irrigados. Durante a estação chuvosa, houve uma redução considerável do pH nos pontos SOB 19, 25 e 29, no entanto, apenas o ponto SOB 25 não ultrapassou a faixa permissível de 6,0 a 9,0 que foi atribuída pela Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), para a adequada manutenção da vida aquática, bem como para as águas destinadas ao abastecimento humano, conforme previsto na Portaria MS N.º 2914 (BRASIL, 2011), onde estabelece a faixa permissível entre 6,0 e 9,0.

Valores de pH afastados da neutralidade revelam perturbações do meio aquático. Em termos de corpos d'água, valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas; já valores altos ou baixos de pH podem ser indicativos da presença de efluentes industriais. Além disso, variações no pH influenciam o equilíbrio dos compostos químicos (VON SPERLING, 2005).

O oxigênio dissolvido no corpo d'água está diretamente relacionado a processos do metabolismo aquático e pode fornecer uma informação preciosa para se analisar o comportamento da qualidade da água em açudes do semiárido nordestino, principalmente, em função das altas temperaturas que ocorrem nesta região (VIDAL e CAPELO NETO, 2003).

Com relação à DBO, vale ressaltar que o ponto SOB22 se encontra no trecho logo após as cidades de Petrolina e Juazeiro, sendo um dos locais mais assoreados da bacia, devido ao lançamento irregular de esgotos domésticos e atividades agrícolas no entorno. Apesar do resultado não atender à legislação vigente, o Ministério da Saúde considera que em ambientes naturais não poluídos, a concentração de DBO é baixa (1 mg/L a 10 mg/L), podendo atingir valores bem mais elevados em corpos d'água sujeitos à poluição orgânica, em geral decorrente do recebimento de esgotos domésticos ou de criatórios de animais.

O fósforo é o principal elemento responsável pela eutrofização das águas, pois é o macronutriente que contribui para a proliferação excessiva da microflora nos corpos d'água (ALEXANDRE et al., 2010). A eutrofização de lagos e reservatórios é um problema que pode ser ainda mais grave em regiões semiáridas, como o Nordeste Brasileiro, onde os reservatórios têm seus volumes reduzidos durante a estação seca e continuam recebendo nutrientes (notadamente o fósforo) provenientes de atividades urbanas, industriais e agropecuárias, acarretando uma redução significativa na qualidade de suas águas.

Quanto ao nitrogênio amoniacal, foi observado uma variação entre 1,36 mg. L<sup>-1</sup> a 29,54 mg.L<sup>-1</sup>, apresentando concentrações acima do permitido em 30% das amostras coletadas, durante o período estudado (Figura 2F). Este parâmetro contribui para a fertilização da água tendo em vista que o nitrogênio é nutriente essencial para a flora aquática e para a comunidade fitoplanctônica.

Neste sentido, o impacto provocado pelo nitrogênio amoniacal no ponto SOB 24 em (março/18) chegou a corresponder a 798% acima do limite permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/05, que estabelece para o nitrogênio amoniacal total limites de 3,7 mg. L<sup>-1</sup> N, quando o pH for  $\leq 7,5$  em rios de Classes 1 e 2.

## CONCLUSÕES OU RECOMENDAÇÕES

Os resultados revelaram que todos os pontos apresentaram valores acima do permitido pela Resolução CONAMA Nº 357 (BRASIL, 2005), quanto aos parâmetros: pH (9,9), demanda bioquímica de oxigênio (7,0 mg/ L), fósforo total (0,32 mg/L) e nitrogênio amoniacal (29,54 mg/L). Essas estações encontram-se próximas às áreas com intensa atividade agrícola, o que possivelmente influenciou no resultado das amostras.

As informações pontuais das águas superficiais e dos reservatórios na região do Submédio São Francisco ainda são limitadas, principalmente onde estão localizados os reservatórios de Sobradinho e Itaparica, a maioria das estações climatológicas ou hidrológicas disponíveis pelos órgãos públicos contém falha. Isso provoca um desconhecimento da real situação hídrica da região, podendo subestimar ou superestimar as informações, além de interferir no planejamento das ações direcionadas à gestão dos recursos hídricos.

A qualidade de uma determinada água é função das condições naturais, do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Estes fatores podem ser características físicas e geomorfológicas do leito do rio, misturas da água com qualidades diferentes, presença de vegetação ciliar, regime climático, presença de comunidades e interferências antrópicas (REGO et.al, 2009).

Portanto, buscar soluções para um monitoramento e gerenciamento adequados desses recursos, deverá ser prioridade dos órgãos gestores, uma vez que o conhecimento da distribuição temporal e espacial da chuva diária no país tem um impacto relevante para uma efetiva avaliação da disponibilidade hídrica, dentre outros recursos naturais disponíveis, principalmente em regiões onde a escassez de água sempre se fez presente. A adoção de ações de manejo integrado considerando o uso do solo e a qualidade da água possibilita a redução dos conflitos entre os diferentes usuários e a mitigação dos impactos ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: informe anual. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf/view> Acesso em : 19 out. 2018.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2015**: informe anual. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: [http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_2015.pdf/view](http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2015.pdf/view). Acesso em : 25 fev. 2018.
3. ALEXANDRE, D. M. B. The water quality investigation using GIS and multivariable analysis in a semiarid region reservoir. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 554-561, out-dez, 2010.
4. ASSIS, J. M. O. Variabilidade do clima e cenários futuros de mudanças climáticas no trecho Submédio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Recife: UFPE, 2016. 188p.
5. ASSIS, J. M. O.; SILVA, G. M. N. ; SOUZA, W. M. ; SOBRAL, M. C. M. . Cenários futuros de mudanças climáticas para o ano 2055 no trecho Submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco - Brasil. In: Conferência Internacional de Ambiente em Língua Portuguesa (CIALP), no XX Encontro da Rede de Estudos Ambientais de Países de Língua Portuguesa (REALP) e na XI Conferência Nacional do Ambiente, 2018, Aveiro. Conferência Internacional de Ambiente em Língua Portuguesa (CIALP), no XX Encontro da Rede de Estudos Ambientais de Países de Língua Portuguesa (REALP) e na XI Conferência Nacional do Ambiente, 2018. v. 1.
6. BATISTA, J. M. B; MOURA, G. C.; VASCONCELOS, J. F.; BARBOSA, J. E. L. **Influências das Particularidades Climáticas do Semiárido Sobre a Qualidade da Água**. WORKSHOP

INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, I, 2017. Anais... Campina Grande-PB, 04 a 06 de outubro de 2017.

7. BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.
8. BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 2.914, De 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: MS, 2011.
9. CANAL RURAL. Irrigação transforma o Vale do Rio São Francisco. **Net**. 2011. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/irrigacao-transforma-vale-rio-sao-francisco-13352/> . Acesso em: 03.03.2020.
10. CARDOSO, A. S.; SILVA, G. N.; MARQUES, E.; ASSIS, J. M. O.; OLIVEIRA, C. R.; PINHEIRO, A.; SOBRAL, M. C. CASÉ, M. Ferramentas de Avaliação de Impactos da Piscicultura na Qualidade de Água: Estudo de Caso em Reservatório no Submédio São Francisco. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XXII, 2017. **Anais...** Florianópolis-SC, 26 de novembro a 01 de dezembro de 2017.
11. CBHSF - Comitê Da Bacia Hidrográfica Do Rio São Francisco. Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco 2016-2025. RP2 – Diagnóstico consolidado da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Relatório de diagnóstico, 2015. Disponível em: [http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursoshidricos/wpcontent/uploads/2015/04/RP2\\_V1\\_Diagnostico\\_Consolidado.pdf](http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursoshidricos/wpcontent/uploads/2015/04/RP2_V1_Diagnostico_Consolidado.pdf). Acessado em: 06 de março de 2020.
12. COMPANHIA HIDRELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF. Relatórios CHESF. **Net**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/sao-francisco/relatorios-chesf> .Acesso em: 04.11.2019.
13. DINHEIRO RURAL. **Região do Vale do São Francisco se destaca como polo produtor de fruticultura**. **Net**. 2016. Disponível em: <https://www.dinheiorural.com.br> . Acesso em: 22.10.2017.
14. GLÓRIA, L. O; HORN, B. C; HILGERMANN, M. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do Índice de Qualidade da Água – IQA. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 103-119, ISSN 1983-0882. 2017.
15. GUNKEL, G.; MATTA, E.; SELGE, F.; SILVA, G. N.; SOBRAL, M. Carrying capacity limits of net cage aquaculture i Brazilian reservoirs. RBCIAMB | n.36 | jun 2015 | 128-144. DOI: 10.5327/Z2176-947820151008.
16. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010. IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.
17. IBGE CIDADES. Conheça cidades e estados do Brasil. **Net**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 03.03.2020.
18. INSTITUTO REGIONAL DA PEQUENA AGROPECUÁRIA APROPRIADA - IRPAA. Saneamento é motivo de preocupação no Vale do São Francisco. **Net**. 2014. Disponível em: <https://irpaa.org/noticias/1042/saneamento-e-motivo-de-preocupacao-no-vale-do-sao-francisco>. Acesso em: 03.03.2020.
19. MEDEIROS, A. H. C.; OLIVEIRA, C. R.; MARQUES, E. A.; ASSIS, J. M. O.; SILVA, G. M. N.; CARDOSO, A. S.; SOBRAL, M. C. M. Qualidade da água em um trecho do Submédio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis, nov. 2017.

20. MEDEIROS, A. H. C.; OLIVEIRA, C. R.; MARQUES, E. A. T.; ASSIS, J. M. O.; SOBRAL, M. C. ANÁLISE TEMPORAL DO USO DO SOLO NO TRECHO SUBMÉDIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. *Sustentare, Periódico da Universidade Vale do Rio Verde*. ISSN: 2526-690X. Edição especial | II SBHSF | 2018.
21. SECTMA - Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente. Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco. 104p, Recife, 2006.
22. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE . Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 148 p.
23. NOGUEIRA DA SILVA, G. M. ; MARQUES, E. A. T. ; CARDOSO, A. S. ; SOBRAL, M. C. ; William Severi . Piscicultura e Sustentabilidade em reservatório no semiárido. In: Arlindo Philippi Júnior e Maria do Carmo Sobral. (Org.). **GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS & SUSTENTABILIDADE**. 1 ed. Barueri: Manole, 2019, v. 1, p. 1-1136.
24. PERES, J. M. **Avaliação da qualidade da água da água do Rio São Francisco nos municípios de Petrolina – PE e Juazeiro – BA**. 2012. Tese (Doutorado) - Programa da Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.
25. SÁ, I. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, A. de S.; SILVA, D. F. da. **Caracterização ambiental do Vale do Submédio São Francisco**. Capítulo de livro. In: LIMA, M. A. C. de; SA, I. B.; KIILL, L. H. P.; ARAUJO, J. L. P.; BORGES, R. M. E.; LIMA NETO, F. P.; SOARES, J. M.; LEO, P. C. de S.; SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C.; SILVA, A. de S.; SÁ, I. I. S.; SILVA, D. F. da Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: uva de mesa e manga. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. **p. 8-15**.
26. VIDAL, T. F.; CAPELO NETO, J. Impacto da Estratificação Térmica na Qualidade da Água de Reservatório do Semiárido. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XX, 2003. Anais... Bento Gonçalves-RS, 17 a 22 de novembro de 2003.
27. VIDAL, T. F.; CAPELO NETO, J. Impacto da Estratificação Térmica na Qualidade da Água de Reservatório do Semiárido. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XX, 2003. Anais... Bento Gonçalves-RS, 17 a 22 de novembro de 2003.
28. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade da Água e ao Tratamento de Esgotos. 1.ed. v.1. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.