

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO TUCUTU DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Autores: Cinthia Andrade Sousa^{1} Rita de Cássia Rodrigues de Souza² Edson Gomes de Moura
Júnior³ Marisie de Jesus Santos⁴ Renato Garcia Rodrigues⁵*

Resumo – Esse trabalho teve como objetivo: (i) avaliar a qualidade da água de um reservatório do Projeto de Integração do Rio São Francisco, utilizando o método do Índice de Qualidade da Água (IQA); (II) classificar o reservatório para as classes de uso da resolução 430 de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O recolhimento de água foi realizado em dezembro de 2016 em três locais de amostragem. Analisamos 9 parâmetros limnológicos, além de coliformes termotolerantes. Exceto pela Turbidez, os outros parâmetros registraram diferenças discretas entre os pontos de amostragem, nos casos em que houve diferenças. Os coliformes termotolerantes, o fósforo total e a concentração total de nitrogênio registraram valores baixos no ambiente estudado. O reservatório de Tucutu registrou o nível "ótimo" no IQA e foi classificado na classe 2, de acordo com o CONAMA. Neste contexto, este reservatório pode ser utilizado para abastecimento público após tratamento convencional da água, além de recreação, irrigação, aquicultura e atividade pesqueira.

Palavras-Chave – Índice de Qualidade de Água; Limnologia; Semiárido.

PRELIMINARY EVALUATION OF THE WATER QUALITY OF THE TUCUTU RESERVOIR OF THE SÃO FRANCISCO RIVER INTEGRATION PROJECT

Abstract – The objective of this work was: (i) to evaluate the water quality a reservoir of the São Francisco River Integration Project, using the Water Quality Index (IQA) method; (II) rank the reservoir for use classes of resolution 430 of 2011 of the Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). The gather of water was executed out December 2016 in three samples sites. We analyzed 9 limnological parameters, besides thermotolerant coliforms. Except for Turbidity, other parameters recorded discrete differences between samples sites, for cases where there were differences. The thermotolerant coliforms, total phosphorus and total nitrogen concentration recorded low values in the studied environment. The Tucutu reservoir recorded "optimal" level in the IQA and was classified in class 2, according to CONAMA. In this context, this reservoir can be used for human consumption after conventional treatment water, besides recreation, irrigation, aquaculture and fishing activity.

Keywords – Water Quality Index; Limnology; Semiarid.

¹ Universidade Federal do Vale do São Francisco, cinthia.andrade6@hotmail.com

² Universidade Federal do Vale do São Francisco, rita.souza@univasf.edu.br

³ Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco, mourajunioreg@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Vale do São Francisco, marisiesnts16@gmail.com

⁵ Universidade Federal do Vale do São Francisco, renato.garcia@univasf.edu.br

* Autor Correspondente: cinthia.andrade6@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do São Francisco é tradicionalmente dividida em quatro segmentos: alto, médio, submédio e baixo. O alto compreende da nascente até Pirapora, numa extensão de 630 km; o médio, com 1.090 km, estende-se de Pirapora até Remanso; o submédio de Remanso até a queda d'água de Paulo Afonso (onde se encontra o complexo hidrelétrico de Paulo Afonso) com 686 km de comprimento e, finalmente, o trecho mais curto com 274 km – o baixo, que se estende de Paulo Afonso até a foz (Paiva 1982; Sato e Godinho 1999).

O Rio São Francisco é uma das maiores fontes de recursos hídricos da região semiárida do nordeste do Brasil, a qual sofre com a escassez de água de origem pluvial (Lima 2013; Soares 2013). Nesse contexto, o Ministério da Integração Nacional (MI) vem realizando as obras do Projeto de Transposição do Rio São Francisco (PISF), cujo objetivo será transpor a água desse rio a 27 reservatórios de abastecimento público do interior da região Nordeste (BRASIL/MI 2017). Embora reconhecida à importância socioeconômica do PISF, a construção desses reservatórios poderá trazer danos ambientais, caso não seja implementada uma eficiente gestão integrada e sustentável desses recursos hídricos (Soares 2013). Apesar dos benefícios aparentes relacionados à construção de reservatórios voltados ao abastecimento público, a gênese desses ecossistemas compromete naturalmente a qualidade limnológica e a composição biológica regional (Henkes 2014).

Várias pesquisas apontam que a qualidade e/ou quantidade de água são importantes para o estabelecimento de condições adequadas para a saúde, bem como para o controle e para a prevenção de doenças (Razzolini e Gunther 2008). A água pode veicular um elevado número de enfermidades e essa transmissão pode se dar por diferentes mecanismos, embora seja predominantemente via ingestão (BRASIL/MS 2006).

A qualidade da água dos grandes reservatórios do Semiárido Nordestino (barragens, açudes e lagos) é afetada essencialmente pelos resíduos urbanos ou provenientes das atividades de mineração, agroindustriais e agrícolas ao longo dos seus limites (Fay 2006). Os produtos dessas atividades apresentam as seguintes categorias de contaminação: metais pesados, óleos, agrotóxicos, detergentes, objetos sólidos e fertilizantes químicos entre outros.

No Brasil os padrões de qualidade das águas doces são definidos usualmente pelo Índice de Qualidade de Água adotado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (IQA_{CETESB}), adaptado da *National Sanitation Foundation* (NSF), ou pela resolução do N° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de acordo com o uso pretendido para cada manancial. Segundo essa resolução, atualizada em 2011 pela resolução CONAMA n° 430, os corpos de água doce são enquadrados em cinco classes de usos, que devem atender aos limites estabelecidos para determinados parâmetros físicos, químicos e biológicos da água.

Os mananciais ou trechos de mananciais que não foram avaliados quanto à possibilidade do uso pretendido segundo essa resolução são enquadrados temporariamente na classe II, podendo ser utilizados no mínimo para os usos: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e aquicultura e pesca. Neste contexto, a avaliação limnológica segundo a resolução CONAMA n° 430 é fundamental para corpos de água que ainda não foram avaliados quanto o uso pretendido, como por exemplo, os reservatórios do PISF.

O IQA_{CETESB} estabelece cinco níveis de qualidade (péssimo, ruim, aceitável, bom e ótimo), determinados através de cálculo matemático (Lima *et al.* 2007). Para o cálculo do IQA_{CETESB} são utilizados nove parâmetros físicos, químicos ou biológicos da água. São eles: potencial

hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), fósforo total (PT), nitrogênio total (NT), coliformes termotolerantes (CF), turbidez (TUR), sólidos totais dissolvidos (STD) e temperatura (TEMP).

Diante do que foi exposto, o presente estudo teve por objetivos: (I) avaliar a qualidade da água de um reservatório do PISF, utilizando o IQA_{CETESB} (II) avaliara se o referido reservatório pode ser utilizado para abastecimento público, segundo a resolução CONAMA nº 430 de 2011.

METODOLOGIA UTILIZADA

O reservatório Tucutu (8°S 28' 28", 39°O 28' 00") foi o primeiro do eixo norte do PISF a receber a água do rio São Francisco. Esse reservatório encontra-se inserido no domínio fitogeográfico da Caatinga, nos limites do município de Cabrobó – PE, trecho submédio do rio São Francisco (Figura 1).

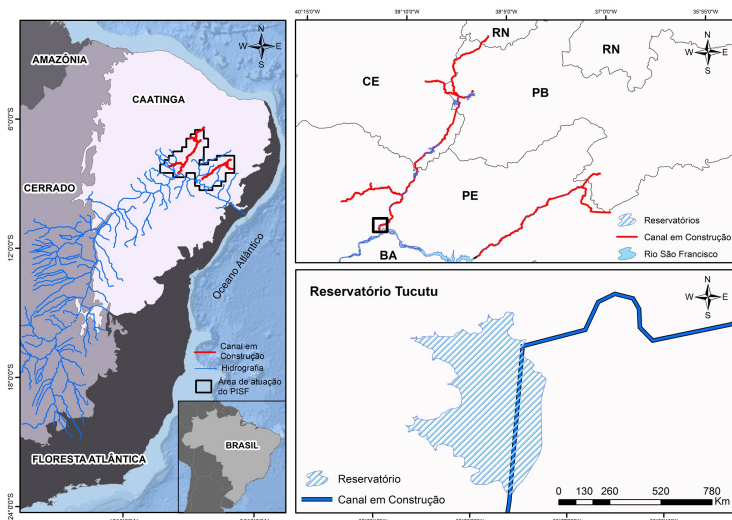


Figura 1- Mapas da localização do reservatório Tucutu.

A coleta de amostras da água do reservatório Tucutu foi realizada em dezembro de 2016, em três pontos amostrais espaçados entre si em no mínimo 100 metros. O primeiro ponto localizou-se no extremo norte do reservatório (próximo à captação), o segundo na extremidade Sul (próximo à comporta de controle da movimentação da água) e o terceiro no extremo oeste. Para cada ponto, foram avaliados os nove parâmetros do método IQA_{CETESB}. Os valores máximos e mínimos dos níveis de IQA_{CETESB} estão expressos na figura 2.

Nível de Qualidade - CETESB	
Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	52 ≤ IQA < 80
Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	20 ≤ IQA < 37
Péssima	0 ≤ IQA < 20

Figura 2 - Os valores máximos e mínimos dos níveis de IQA_{CETESB}

Os parâmetros TEM, OD e pH foram aferidos *in loco* com Termômetro Instrutherm MO – 910, Oxímetro Instrutherm MO – 910 e PHmetro Tecnopar mPA – 210p, respectivamente. A

determinação dos parâmetros NT, DBO, TUR, PT, CF e STD foi realizada em laboratório, seguindo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA 1998). As amostras destinadas à análise laboratorial foram coletadas na superfície (quatro litros) e armazenadas em frascos de polietileno, devidamente limpas e identificadas. Antes de preencher os recipientes, houve a lavagem com a própria água do local para evitar a contaminação. A preservação da água foi realizada imediatamente após a coleta, e quando necessária, procedeu-se a adição de ácidos. As amostras destinadas ao laboratório foram mantidas resfriadas até a realização das análises.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório Agroambiental da Embrapa Semiárido, no Laboratório de Alimentos, Bebidas e Meio Ambiente da Escola Técnica (LABMA/SENAI) e no laboratório de Química Analítica (LABQA) do Campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (CCA/UNIVASF). Todos os laboratórios citados estão localizados no município de Petrolina-PE

A partir dos resultados registrados para os nome parâmetros, computou-se o calculo de IQA_{CETESB} no *software* QualiGraf (FUNCEME 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção da Turbidez, os demais parâmetros limnológicos ou biológicos analisados apresentaram diferenças discretas entre os pontos de coleta, nos casos em que existiram diferenças.

A concentração de Coliformes Termotolerantes, fósforo total e nitrogênio total apresentam quantitativos consideravelmente baixos no ambiente estudado (Tabela 1). Observou-se a ausência da área urbana nos arredores do reservatório Tucutu, devido seu isolamento geográfico. Isso permite inferir que o reservatório apresenta interferências mínimas de poluição antrópica na qualidade da água, o que corrobora com os resultados obtidos da análise de coliformes termotolerantes, fósforo total e nitrogênio total.

O oxigênio dissolvido apresentou valores acima de 7 nos três pontos analisados, sendo o ponto 3 aquele de maior concentração (10 mg/L). Em contrapartida, a DBO e STD apresentaram valores extremamente baixos, variando de 0 a 0,1 mg/L para STD e 0,200 a 0,400 para DBO. O OD e a DBO são parâmetros limnológicos relacionados, de maneira geral, com atividades biológicas, sendo a DBO relacionada especificamente com organismos decompositores e matéria orgânica (Wetzel 2001). Nesse contexto, as concentrações registradas para OD e DBO no Tucutu evidenciaram que o mesmo tem apresentado pouca atividade biológica. Vale ressaltar que a origem desse ambiente aquático é recente (pouco mais de um ano), o que pode explicar a baixa diversidade de algumas comunidades biológicas, como por exemplo, macrófitas aquáticas e ictiofauna. Nesse cenário, os níveis de matéria orgânica em decomposição são reduzidos, o que corrobora com os baixos valores de DBO no Tucutu, registrados no presente estudo.

A temperatura da água esteve sempre acima de 29° C e o pH invariavelmente alcalino (Tabela 1). Os ambientes aquáticos da Caatinga apresentam, de maneira geral, maiores temperaturas que ambientes de regiões subtropicais, devido seu caráter bioclimático. É documentado que o solo da Caatinga é consideravelmente salino, geralmente resultantes da associação da formação geológica predominante na paisagem, má distribuição das chuvas, drenagem deficiente e exploração agrícola inadequada (Pedrott *et al.* 2015). Essas inferências corroboram com os resultados de temperatura e pH que registramos para o Tucutu.

Foi registrado no ponto 1 uma maior concentração de partículas em suspensão na água (turbidez = 1,170 NTU), quando comparado aos demais pontos de coleta do reservatório (Tabela 1). Observados a partir de inspeção visual que o ponto 1 apresentou maior influência dos ventos e correnteza, tornando-o aparentemente um ambiente lótico. Essas características não se aplicaram

aos demais pontos de coleta. É sabido que ambientes lóticos e/ou com relevante influência de ventos e correnteza apresentam maior bioturbação ou movimento do sedimento, aumentando a concentração de partículas em suspensão em toda a coluna de água (Esteves 2011).

O IQA do ponto 1 apresentou o maior valor (91) em relação ao ponto 2 (86) e ponto 3 (85). A partir dos resultados de IQA dos pontos de coleta, indicamos um nível de qualidade de água “ótimo” ($80 \leq \text{IQA} \leq 100$) para o Tucutu. Esses resultados também podem ser explicados pelas interferências mínimas da poluição antrópica na área de influência do reservatório.

Ao associar o fato de o Tucutu ser o primeiro reservatório de água abastecido pela captação do eixo Norte do PISF com os resultados de IQA que registrados para esse reservatório, pode-se inferir que o curso natural do rio São Francisco também apresenta uma boa qualidade de água, especificamente para o trecho em que está inserida essa captação. A faixa de IQA registrada no Tucutu é superior àquelas obtidas por Piasentin *et al.* (2009) e Lopes *et al.* (2008) no reservatório Tanque Grande e na bacia do Acaraú, todos também citados com elevados índices de IQA.

É importante salientar que todos os resultados obtidos pelos parâmetros limnológicos ou biológicos obedecem, individualmente, ao limite imposto pela resolução nº 430/2011 do CONAMA referente à classe 2. A classe 2 para água doce é caracterizada pelos seguintes destinos da água: Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; irrigação; aquicultura; e atividade de pesca.

Tabela 1. Resultados dos parâmetros limnológicos e biológicos para o cálculo do IQA dos pontos de coleta do reservatório Tucutu. Legendas: (Col. Term.) Coliformes Termotolerantes; (P) Fósforo total; (N) Nitrogênio total; (ST) Sólidos totais dissolvidos; (Tem.) Temperatura; (Tur.) Turbidez.

Pontos coleta	Col. Term. (NPM/100mL)	DBO (mg/L)	P (mg/L)	N (mg/L)	OD (mg/L)	STD (mg/L)	Tem. (°C)	Tur. (NTU)	pH	IQA
Ponto 1	<1,1	0,250	0,020	0,420	7,3	0,0	29	1,170	8,6	91
Ponto 2	<1,1	0,200	0,030	0,560	7,7	0,0	29,6	0,280	9,2	86
Ponto 3	<1,1	0,400	0,040	0,560	10	0,1	30,3	0,390	9,6	85

CONCLUSÃO

Em síntese, registrou-se que o Tucutu apresentou nível “ótimo” no IQA e esteve enquadrado na classe 2 segundo o CONAMA nº 430/2011. Nesse contexto, esse reservatório pode ser utilizado para consumo humano após tratamento convencional, recreação, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, aquicultura e atividade de pesca.

Vale ressaltar que essas conclusões são preliminares, pois o estudo da qualidade de água do reservatório Tucutu será realizada pelo período mínimo de um ano, permitindo assim, uma melhor caracterização da qualidade de água desse reservatório e, conseqüentemente, dos demais que receberão sua água por gravidade.

REFERÊNCIAS

APHA. *Standard methods for the examination of water and waste-water.* (1998). 20th Edition. American Public Health Association / American Water Works Association, Washington, 1325p.
BRASIL, MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MI. Projeto de Integração do Rio São

Francisco. Disponível em <http://www.mi.gov.br/web/projeto-sao-francisco>. Acesso em 10 março 2017.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS. (2006). *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Editora MS, Brasília, 212p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-C-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas-.pdf>> Acesso em 30 Nov. 2016.

ESTEVES, F.A. (2011). *Fundamentos de Limnologia*. 3ªed. Interciência, Rio de Janeiro – RJ, 826p.

FAY, E.F. (2006). *Índice do uso sustentável da água (ISA-Água) na região do Sub-médio do São Francisco*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP, 157p.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME. (2017). QualiGraf: Programa para análise de qualidade de água. Disponível em <http://www3.funceme.br/qualigraf/>. Acesso em 30 jan. 2017.

HENKES, S.L. (2014). A política, o direito e o desenvolvimento: Um estudo sobre a transposição do rio São Francisco. *Revista de Direito GV* 10(2), pp. 497 – 534.

LIMA, A.J.B.; COSTA, G.R.L.X.; SOARES, L.P.C. (2007). Avaliação do índice de Qualidade de água (IQA) nos reservatórios com capacidade de acumulação de água acima de 5 milhões de metros cúbicos, monitorados peli IGARN na bacia Hidrográfica APODÍ-MOSSORÓ/RN nos anos de 2005 e 2006. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, Set. 2007*, pp. 1-2.

LIMA, T.V.P.C. (2013). *Os impactos da transposição do rio são francisco*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Geografia da Universidade de Brasília (UNB). 100p.

LOPES, F.B.; TEIXEIRA, A.S.; ANDRADE, E.M.; AQUINO, D.N.; ARAÚJO, L.F.P. (2008). Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. *Revista Ciência Agronômica* 39 (3), pp. 392 – 402.

PAIVA, M.P. (1982). *Grandes represas do Brasil*. Editerra, Brasília – DF, 304p.

PEDROTTI, A.; ROGÉRIO MOREIRA CHAGAS, R.M.; RAMOS, V.C.; PRATA, A.P.N.; LUCAS, A.A.T.; DOS SANTOS, P.B. (2015). *Causas e consequências do processo de salinização dos solos* 19(2), pp. 1308 – 1324.

PIASENTIN, A.M.; JUNIOR, D.L.S.; SAAD, A.R.; JUNIOR, A.J.M.; RACZKA, M.F. (2009). Índice de qualidade da água (IQA) do reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): análise sazonal e efeitos do uso e ocupação do solo. *Revista Geociência* 28 (3), pp. 305-317.

RAZZOLINI, M.T.P.R.; GUNTHER, W.M. (2008). Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. *Saúde Soc. São Paulo* 17 (1), pp. 21-32.

SATO, Y.; GODINHO, H.P. (1999). Peixes da bacia do rio São Francisco. In: LOWE-McCONNELL, R.H (Eds.) *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Edusp, São Paulo – SP, pp. 401- 413.

SOARES, E. (2013). Seca no Nordeste e a transposição do rio. *Geografias* 09 (2), pp. 75 – 86.

WETZEL, R.G. (2001). *Limnology*. Academic Press, San Diego, 1006p.