

Avaliação dos índices de contaminação microbiológica da água do rio Paraíba do Sul no perímetro urbano do município de Barra Mansa-RJ

Evaluation of the levels of microbiological contamination of the water of the Paraíba do Sul River in the urban perimeter of Barra Mansa-RJ

DOI:10.34119/bjhrv4n4-216

Recebimento dos originais: 12/07/2021

Aceitação para publicação: 12/08/2021

Victor Maximiliano Reis Tebaldi

Doutor em Ciência dos Alimentos

Professor do Centro Universitário de Barra Mansa – UBM

Endereço: Centro Universitário de Barra Mansa, Vereador Pinho de Carvalho, 267,
Centro, Barra Mansa, RJ, Brasil, CEP: 27330-550

E-mail: victormaxibio@yahoo.com.br

Alexandre Miranda Souza

Discente de Biologia

Centro Universitário de Barra Mansa – UBM. Vereador Pinho de Carvalho, 267,
Centro, Barra Mansa, RJ, Brasil, CEP: 27330-550

E-mail: souza.alexandresouza@hotmail.com

Yuri Heinrich Silva de Souza

Discente de Biologia

Centro Universitário de Barra Mansa – UBM. Vereador Pinho de Carvalho, 267,
Centro, Barra Mansa, RJ, Brasil, CEP: 27330-550

E-mail: yuri.hss@hotmail.com

Jonathan Neves de Carvalho Alves

Discente de Nutrição

Centro Universitário de Barra Mansa – UBM. Vereador Pinho de Carvalho, 267,
Centro, Barra Mansa, RJ, Brasil, CEP: 27330-550

E-mail: jonathan.neves.alves@gmail.com

Roberta Hilsdorf Piccoli

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Professora da Universidade Federal de Lavras – UFLA – Aqueça Sol, S/N,
Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, CEP: 37200-900

E-mail: rhpiccoli@ufla.br

RESUMO

O rio Paraíba do Sul é um dos mais importantes do Brasil, ele abriga um dos maiores parques industriais do país nas imediações de sua bacia. É responsável por abastecer as casas da população e grande parte das indústrias depende de suas águas em seus processos de produção, além de ser utilizado em certos trechos para o lazer. O trabalho visou avaliar a qualidade microbiológica da água do rio no perímetro urbano de Barra Mansa-RJ. As amostras foram coletadas em três pontos da cidade. Foi empregada a técnica de plaqueamento em profundidade em Ágar Padrão para Contagem (PCA) para a

quantificação de microrganismos heterotróficos totais. Empregou-se a técnica dos tubos múltiplos para a determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e *Escherichia coli* em Caldo Fluorocult[®] LMX. Para a quantificação do NMP de *Pseudomonas aeruginosa* empregou-se a técnica dos tubos múltiplos. Foi utilizado Caldo Asparagina para o teste presuntivo e posterior confirmação em Caldo Acetamida e Ágar Leite, respectivamente. Foram realizadas análises físico-químicas para determinação do pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). Os resultados demonstram que as águas do rio Paraíba do Sul apresentam níveis de contaminação por microrganismos acima dos padrões estabelecidos pela Resolução n°357/05 do CONAMA. Valores de turbidez acima do limite estabelecido foram observados no mês de março em dois pontos analisados. Ressalta-se a necessidade da aplicação de medidas para reduzir a quantidade de efluentes lançados no leito do rio.

Palavras-Chave: Qualidade da Água, Contaminação, Coliformes, *Pseudomonas aeruginosa*, Microrganismos Heterotróficos.

ABSTRACT

The Paraíba do Sul River is one of the most important in Brazil, it houses one of the largest industrial parks in the country in the vicinity of its basin. It is responsible for supplying the population's homes and most industries depend on their waters in their production processes, in addition to being used in certain sections for leisure. The work aimed to evaluate the microbiological quality of river water in the urban perimeter of Barra Mansa-RJ. The samples were collected at three points in the city. The technique of plating in depth on Standard Agar for Counting (PCA) was used for the quantification of total heterotrophic microorganisms. The multiple tube technique was used to determine the Most Probable Number (MPN) of total coliforms and *Escherichia coli* in Fluorocult[®] LMX broth. For the quantification of *Pseudomonas aeruginosa* PWN, the multiple tube technique was used. Asparagine Broth was used for the presumptive test and subsequent confirmation in Acetamide Broth and Milk Agar, respectively. Physical-chemical analyzes were performed to determine pH, turbidity, biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD). The results demonstrate that the waters of the Paraíba do Sul River present levels of contamination by microorganisms above the standards established by Resolution n. 357/05 of CONAMA. Turbidity values above the established limit were observed in March at two points analyzed. The need to apply measures to reduce the amount of effluents discharged into the riverbed is emphasized.

Keywords: Water Quality, Contamination, Coliforms, *Pseudomonas aeruginosa*, Heterotrophic Microorganisms.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém uma das maiores redes fluviais perenes do globo terrestre e suas águas são utilizadas para os mais diversos fins, como lazer, deslocamento, abastecimento público e atividades econômicas (REBOUÇAS *et al.*, 2002).

No estado do Rio de Janeiro, o Rio Paraíba do Sul percorre 37 municípios, numa extensão de 500 km, praticamente quase a metade do território do estado. Sua importância

estratégica para a população fluminense pode ser avaliada pelo fato de o rio Paraíba do Sul ser a única fonte de abastecimento de água para mais de 12 milhões de pessoas, incluindo 85% dos habitantes da região Metropolitana, localizada fora da bacia, seja por meio de captação direta para as localidades ribeirinhas, ou por meio do rio Guandu, por águas transferidas do rio Paraíba do Sul para abastecimento de água (CHEQUER *et al.*, 2011).

Ao longo dos anos, o rio Paraíba do Sul tem sido constantemente impactado devido ao intenso uso e ocupação do solo, resultando na retirada da mata ciliar e aumento de áreas impermeáveis, utilização de insumos agrícolas e, principalmente, pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado (MALAFAIA *et al.*, 2012; CEIVAP, 2014).

Áreas urbanizadas e agrícolas possuem grande potencial de degradação de corpos hídricos, sobretudo quando há baixo grau de saneamento e mitigação de agentes causadores de impacto ambiental. Atividades nestas áreas alteram a qualidade da água, pela adição de nutrientes, matéria orgânica e contaminantes (CARVALHO *et al.*, 2015, PASSIG *et al.*, 2015). Outro significativo elemento poluidor da Bacia do Rio Paraíba do Sul é a indústria da pecuária. Essa atividade econômica é a que abrange a maior extensão na bacia (SOUZA Jr, 2004).

De acordo com Andreoli *et al.* (1999), os maiores vilões para os mananciais que cortam o espectro urbano são os frequentes descartes de formas inadequadas de esgoto sanitário e do lixo. Neste contexto, Amorim e Ferreira (2000) salientam que o rio Paraíba do Sul é utilizado para fins domésticos e industriais, não só como fonte de abastecimento, mas, também, como receptor de efluentes.

Os impactos ambientais alteraram significativamente os ecossistemas aquáticos, como rios e córregos (OUYANG *et al.*, 2006; CUNHA *et al.*, 2010). Estes ecossistemas são altamente susceptíveis a mudanças ambientais porque constituem um ambiente aberto onde às bacias hidrográficas interagem com o seu entorno imediato. Mudanças ambientais podem, assim, prejudicar a biodiversidade e/ou a funcionalidade desses ecossistemas (ZHANG, 2007; ZIMMERMANN *et al.*, 2008) e o abastecimento público.

O aumento da necessidade dos recursos hídricos devido à expansão demográfica na região do Vale do Paraíba faz com que as empresas de saneamento e prefeituras aumentem a demanda do fornecimento de água, não havendo em contrapartida o mesmo para o esgotamento sanitário (SOUZA Jr., 2004).

As amostras foram coletadas em frascos estéreis, sendo imersos contra a correnteza até a profundidade de aproximadamente 20 cm de modo a coletar o volume de água superior a 100 mL, deixando-se espaço livre no frasco para agitação antes de proceder as análises.

Após identificação e acondicionamento em recipiente térmico, as amostras foram imediatamente conduzidas ao Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário de Barra Mansa e as análises microbiológicas processadas de acordo com SILVA *et al.* (2005).

Quantificação de microrganismos heterotróficos totais

As amostras coletadas tiveram seus frascos homogêneos com 25 movimentos suaves. Em seguida foi retirado 1 mL da amostra e transferido para série de tubos contendo 9 mL de tampão fosfato com cloreto de magnésio (água de diluição) obtendo-se diluições seriadas decimais até 10^{-5} .

O plaqueamento foi conduzido em triplicata empregando a técnica de plaqueamento em profundidade (*pour plate*), transferindo-se alíquotas de 1 mL das diluições para placas de Petri estéreis. Em seguida foram adicionados cerca de 20 mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA), previamente fundido e resfriado a 44-46 °C. Em seguida o inóculo foi misturado com o meio de cultura por meio de movimentos circulares suaves em forma de “8”. Após solidificação do meio as placas foram incubadas à temperatura de 37 °C por 24 h e posterior contagem de unidades formadoras de colônias (UFC).

Quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli*

Para determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes foi empregada a Técnica dos Tubos Múltiplos, inoculando-se séries de 5 tubos de Caldo Fluorocult[®] LMX para cada diluição (até 10^{-5}). As diluições foram preparadas utilizando-se tampão fosfato com cloreto de magnésio como diluente. Os tubos foram incubados a 35 °C por 24 h. Foram considerados positivos para coliformes totais todos os tubos que apresentaram mudança de coloração do meio de cultura de amarelo para verde, e para *E. coli* observou-se presença de fluorescência azul sob luz UV (365 nm). Para a confirmação de *E. coli* foi realizado o teste de indol adicionando-se uma gota do reagente de Kovacs. A formação de um anel vermelho foi confirmativa para a presença de *E. coli*.

Quantificação de *Pseudomonas aeruginosa*

Para a determinação do Número Mais Provável (NMP) de *P. aeruginosa* foi empregada a Técnica dos Tubos Múltiplos, inoculando-se séries de 3 tubos de caldo asparagina (concentração dupla) para cada diluição (até 10^{-3}). As diluições foram preparadas utilizando-se tampão fosfato com cloreto de magnésio como diluente. Os tubos foram incubados a 35 °C por 24-48 h e o teste presuntivo foi considerado positivo quando observado crescimento (turvação do meio) e produção de pigmento esverdeado, fluorescente sob luz UV (365 nm). A confirmação foi realizada transferindo-se alíquotas com alça de sementeira para caldo acetamida e incubação a 35° C por 24-36 h. Foram considerados positivos os tubos que apresentaram viragem alcalina mudando a coloração do meio de vermelho para púrpura. Uma segunda etapa de confirmação foi realizada por meio de plaqueamento de alíquotas provenientes do caldo acetamida em ágar leite. As placas foram incubadas a 35 °C por 24 h. Foram consideradas positivas aquelas que apresentaram colônias com halo de hidrólise da caseína e produção de pigmento amarelo a verde.

Análises físico-químicas

Foram analisados os parâmetros, turbidez, potencial hidrogeniônico (pH) e demanda química e bioquímica de oxigênio, respectivamente (DQO e DBO). As análises foram realizadas pelo laboratório da empresa Águas das Agulhas Negras, pertencente ao Grupo Águas do Brasil, localizada na cidade de Resende-RJ, seguindo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA, 2012).

A leitura do pH foi realizada com auxílio de peagâmetro digital Orion Star A111, devidamente calibrado. O eletrodo foi imerso em cada uma das amostras e os resultados apresentados em seu demonstrador.

Para determinação da turbidez um volume de 15 mL da amostra foi transferido para uma cubeta específica para medição e posteriormente posicionada em turbidímetro da marca HACH, modelo 2100Q e aferido o valor.

Para determinação da DQO foi utilizado um bloco digestor onde as amostras foram acondicionadas e misturadas a uma solução de ácido sulfúrico concentrado e uma solução digestora. Após aquecer a 150 °C as amostras foram resfriadas a temperatura ambiente e em abrigo da luz. Depois de resfriada foram lidas em espectrofotômetro para calcular o resultado.

Para determinação da DBO foi utilizado um oxímetro HACH - HQ40d e medida a DBO inicial, após incubação de 5 dias em total ausência de luz foi medido a DBO final e calculado o resultado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das contagens dos microrganismos indicadores pesquisados nos três pontos de coleta estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 Contagens de microrganismos heterotróficos totais, coliformes totais, *E. coli* e *P. aeruginosa* em amostras de água do rio Paraíba do Sul em Barra Mansa-RJ.

Mês de coleta	Ponto de coleta	Heterotróficos Totais (UFC/mL)	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	<i>P. aeruginosa</i> (NMP/100 mL)
Março	P ₁	1,1 x 10 ⁶	5,4 x 10 ⁶	8,4 x 10 ⁴	2,0 x 10 ³
	P ₂	1,0 x 10 ⁶	3,5 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴	1,5 x 10 ³
	P ₃	4,2 x 10 ⁶	3,5 x 10 ⁵	5,4 x 10 ⁴	7,5 x 10 ³
Abril	P ₁	1,6 x 10 ⁶	3,1 x 10 ⁵	3,5 x 10 ⁴	7,5 x 10 ³
	P ₂	1,4 x 10 ⁶	2,2 x 10 ⁵	4,6 x 10 ⁴	4,3 x 10 ³
	P ₃	1,9 x 10 ⁶	2,4 x 10 ⁵	5,4 x 10 ⁴	9,3 x 10 ³
Maio	P ₁	7,2 x 10 ⁵	1,6 x 10 ⁵	2,8 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴
	P ₂	9,6 x 10 ⁵	1,4 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁵	4,6 x 10 ⁴
	P ₃	6,9 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁵	3,5 x 10 ⁴	9,3 x 10 ³
Junho	P ₁	2,0 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴	2,4 x 10 ³	1,5 x 10 ³
	P ₂	1,1 x 10 ⁴	9,2 x 10 ⁴	2,4 x 10 ³	1,4 x 10 ³
	P ₃	1,2 x 10 ⁴	5,4 x 10 ⁴	5,4 x 10 ³	2,0 x 10 ³

O trecho do rio Paraíba do Sul que corta o município de Barra Mansa é considerado um rio de classe 2. Para uso recreativo de contato primário a Resolução nº 357/05 do CONAMA recomenda seguir os critérios da Resolução nº 274/00 do CONAMA, que estabelece uma contagem de coliformes termotolerantes e/ou *E. coli* de no máximo 8,0 x 10² NMP/100 mL. Para abastecimento da população é estabelecida a contagem máxima de 1,0 x 10³ NMP/100 mL de coliformes termotolerantes e/ou *E. coli*. Para coliformes totais (CT), heterotróficos totais e *P. aeruginosa* não existe referencial ideal que indique a qualidade da água.

No presente estudo, todas as amostras apresentaram número superior aos parâmetros estabelecidos por ambas as resoluções para *E. coli* em todas as coletas realizadas, sendo os valores máximo e mínimo encontrados de $1,1 \times 10^5$ NMP/100 mL e $2,4 \times 10^3$ NMP/100 mL, respectivamente. Para CT, o valor máximo encontrado foi de $5,4 \times 10^6$ NMP/100 mL e o valor mínimo de $2,4 \times 10^4$ NMP/100 mL.

A contaminação das águas superficiais com bactérias derivadas das fezes pode ocorrer por meio de fontes pontuais, como efluentes de esgoto, e fontes difusas, como escoamento agrícola e urbano ou aves aquáticas. *Escherichia coli* e enterococos intestinais representam bactérias alóctones, comumente utilizadas como parâmetros microbiológicos de qualidade da água, indicando contaminação fecal e, portanto, possível presença de patógenos entéricos. As bactérias coliformes diferentes de *E. coli* podem ser fecais, mas também de origem ambiental (BALZER *et al.*, 2010).

Em trecho do rio Paraíba do Sul, no perímetro urbano da cidade de Campos dos Goytacazes-RJ, onde já é considerado um rio de classe 3, Nunes e Francelino (2014) encontraram valores que alcançaram até $1,2 \times 10^3$ NMP/100 mL para coliformes termotolerantes, acima do permitido para rios de classe 3. Esses valores ainda são menores do que os encontrados no presente trabalho

Togoro e Marques (2006), avaliando sete pontos do rio Paraíba do Sul localizados entre Porto Real-RJ e Barra do Piraí-RJ, também encontraram valores elevados de coliformes termotolerantes, que atingiram o patamar de $9,16 \times 10^3$ NMP/100 mL, portanto, acima dos valores permitidos para rios de classe 2. Almeida (2007) encontrou uma variável interessante no rio Pomba-MG, um dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul, no trecho fora da zona urbana, grande parte das amostras não revelaram a presença de coliformes termotolerantes, entretanto, conforme o rio Pomba permeava no perímetro urbano os níveis de coliformes termotolerantes aumentavam, alcançando o valor de $8,82 \times 10^3$ NMP/100 mL.

Foram observados valores máximo e mínimo de heterotróficos totais de $4,2 \times 10^6$ UFC/mL e $1,1 \times 10^4$ UFC/mL, respectivamente. Apesar do CONAMA não estabelecer um valor referencial, a contagem elevada pode auxiliar na estimativa da quantidade de matéria orgânica nas águas de um rio, visto que eles se nutrem desse tipo de composto. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde admite a contagem máxima de 500 UFC/mL em águas que já estejam nos sistemas de distribuição. Estudando um córrego que corta a zona urbana de Porto Alegre-RS, Oliveira *et al.* (2012) encontraram a quantidade de microrganismos heterotróficos totais um pouco abaixo dos resultados deste trabalho,

tendo alguns pontos alcançado o valor 10^5 UFC/100 mL, semelhante a algumas contagens encontradas em algumas das amostras coletadas no Rio Paraíba do Sul. Gameiro e Suguio (2008) mostraram em seu trabalho que a população de heterotróficos pode aumentar consideravelmente conforme um corpo hídrico corta a cidade, obtendo resultados de 0 na nascente até o valor de $6,1 \times 10^5$ UFC/mL próximo a foz. Do mesmo modo, Peres *et al.* (2016) obtiveram valores muito menores de heterotróficos a montante do trecho urbano e de $1,7 \times 10^4$ UFC/mL dentro do perímetro urbano em rio que corta Patos de Minas-MG. Esses valores apesar de serem menores do que os encontrados no rio Paraíba do Sul demonstram como um corpo hídrico pode ter a carga de matéria orgânica aumentada apenas por passar dentro dos centros urbanos, degradando suas águas.

A contagem de *P. aeruginosa* apresentou o valor máximo de $4,6 \times 10^4$ NMP/100 mL e mínimo de $1,4 \times 10^3$ NMP/100 mL. Estudo realizado por Guerra *et al.* (2006) demonstrou a ocorrência de *P. aeruginosa* em água potável nos sistemas de distribuição da cidade de Bandeirantes-PR, onde 8,56% das amostras do sistema principal e 23,53% do sistema secundário estavam contaminadas. No mesmo estudo foi realizado teste de resistência ao cloro residual onde a eliminação total das bactérias só foi observada na concentração de 0,6% de cloro. Medeiros *et al.* (2007) testaram a resistência ao cloro de linhagens de *P. aeruginosa* onde todas foram resistentes a 0,5 ppm de cloro em diferentes tempos de exposição, outras linhagens sobreviveram a 2,0 ppm. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde define que a água para consumo deve conter de 0,5 a 2,0 ppm em qualquer ponto da rede de distribuição. Essa resistência ao cloro residual se destaca, pois *P. aeruginosa* é uma bactéria associada a toxinfecções alimentares, e na possibilidade de sua sobrevivência após o tratamento da água ela contaminará a rede de distribuição de água da cidade, visto que o rio Paraíba do Sul possui um número considerável desse microrganismo que pode chegar até as casas caso sobreviva ao processo de tratamento.

É possível observar uma leve tendência de queda na quantidade de bactérias heterotróficas e no grupo dos coliformes com a aproximação do período seco, sendo mais evidente no mês de junho, entretanto, a contagem de *P. aeruginosa* se manteve quase constante durante os períodos chuvoso e seco, esse resultado pode ser devido à baixa amostragem. Rebouças *et al.* (2002) dizem que a água é um meio de dissolução de microrganismos, dessa forma como expresso por Emiliani e De Paira González (1998), o período chuvoso pode aumentar a quantidade de bactérias na água por transportá-las de diversos lugares até o leito dos rios. Esses dados foram corroborados por Lemos *et al.*

(2010), que observaram aumento significativo de microrganismos em lagoa no período chuvoso com queda dos números no período seco.

Os resultados das análises físico-químicas de turbidez, pH, DQO e DBO nos três pontos de coleta estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 Resultados das análises físico-químicas das amostras de água coletadas no rio Paraíba do Sul no perímetro urbano de Barra Mansa-RJ.

Mês de coleta	Ponto de coleta	Turbidez (UTN)	pH	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)
Março	P ₁	101	6,51	6	2
	P ₂	60,1	6,52	10	2
	P ₃	193	6,50	35	8
Abril	P ₁	40,6	7,25	14	1
	P ₂	42,4	7,20	10	3
	P ₃	38,6	7,13	15	1
Maio	P ₁	10,5	7,47	20	1
	P ₂	10,7	7,40	14	1
	P ₃	12,7	7,38	17	1
Junho	P ₁	11,2	7,13	18	2
	P ₂	10,5	7,78	12	1
	P ₃	11,9	7,50	14	3

A Resolução nº 357/05 do CONAMA estabelece valor máximo de turbidez para os rios de classe 2 de 100 UTN. Esse limite foi ultrapassado no mês de março para os pontos 1 e 3 com resultados de 101 UTN e 193 UTN, respectivamente. O restante das amostras apresentou-se dentro dos limites citados na resolução com valor mais baixo de 10,5 UTN. Cordeiro (2008) diz que a turbidez é caracterizada pela presença de material em suspensão, matéria orgânica e inorgânica, que interferem na passagem da luz, diminuindo a produtividade do ambiente aquático e servindo de abrigo para microrganismos patogênicos. Fritzens *et al.* (2003) assim como Nunes e Francelino (2014) encontraram ligeira correlação na diminuição da turbidez conforme se aproximava do período seco, essa mesma relação pode ser observada neste trabalho nos meses de maio e junho, quando a turbidez diminui consideravelmente quando comparada aos meses de março e abril. A turbidez tende a diminuir no tempo de estiagem devido à redução na quantidade de materiais carreados pelo rio.

Em relação ao pH a Resolução nº 357/05 do CONAMA dita uma faixa de 6,0 a 9,0. Portanto, todas as amostras se adequam aos valores estabelecidos pelo órgão sendo o mais alto de 7,47 e o menor de 6,50. O pH da água pode ser influenciado pela quantidade

de matéria orgânica presente, ou seja, rios com maior teor de matéria orgânica tendem a ter um pH mais ácido (MAIER, 1987). Para Carvalho, Schlittler e Tornisielo (2000), o aumento das chuvas pode elevar o pH das águas de um rio devido à diluição da matéria orgânica e escoamento mais rápido.

A DQO não possui um referencial dentro da resolução do CONAMA, tendo atingido um valor máximo de 35 mg/L e um mínimo de 6 mg/L. No trabalho de Togoro e Marques (2006) foi possível observar que as médias de DQO variaram entre 13 e 33 mg/L, mas sem correlação com as estações de seca e chuva. Carvalho e Siqueira (2011) demonstraram aumento de DQO enquanto o rio Meia Ponte atravessa a cidade de Goiânia-GO. Já a DBO possui um limite de até 5 mg/L estabelecido pelo órgão. Neste trabalho apenas o ponto 3 no mês de março ultrapassou o limite estabelecido com quantificação de 8 mg/L, todas as outras amostras se encontram dentro do referencial com o menor valor encontrado de 1 mg/L. Ainda no estudo de Carvalho e Siqueira (2011) a DBO também teve aumento conforme o rio Meia Ponte atravessa a cidade de Goiânia-GO, justamente os pontos onde apresentava maior quantidade de matéria orgânica, corroborando com seus dados de DQO citados acima. Togoro e Marques (2006) no próprio rio Paraíba do Sul encontraram valores extremos de DBO que variaram de 0,8 a 30 mg/L em trechos dele, porém não conseguiram correlacionar esses achados com os períodos de seca e o chuvoso assim como a DQO, o mesmo pode ser dito por esse trabalho, já que os resultados de DQO e DBO variaram conforme os meses e os pontos de coleta. A DQO consiste em determinar quimicamente a quantidade de O₂ necessária para degradar a matéria orgânica na água, mas esse método apesar de ser mais rápido que a DBO, também oxida matéria inorgânica gerando valores elevados, a DBO consiste no mesmo princípio, mas sem os reagentes químicos da DQO, nele se determina a demanda de O₂ necessária para degradar a matéria orgânica, assim, quanto mais elevada a DQO e a DBO maior será a quantidade de microrganismos em determinado ambiente (AWWA, 2012).

O propósito primário para a exigência de qualidade da água é a proteção à saúde pública. Os critérios adotados para assegurar essa qualidade têm por objetivo fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que, se propriamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem perigosos à saúde (D'AGUILA et al., 2000).

4 CONCLUSÃO

Os resultados observados demonstram que no trecho urbano do município de Barra Mansa-RJ as águas do rio Paraíba do Sul estão fora dos padrões estabelecidos pela Resolução nº 357/05 do CONAMA para um rio de classe 2, e se fosse o caso, fora dos padrões também para um rio de classe 3. A contagem de *P. aeruginosa* apresentou um resultado estável e relativamente alto que deve ser considerado no tratamento da água, pois alguns pesquisadores relatam sua sobrevivência em água potável dentro dos sistemas de distribuição.

Os dados obtidos neste estudo ressaltam a importância da adoção de medidas para a redução do lançamento de efluentes no rio e assim preservar a água que é destinada ao consumo e à manutenção da biodiversidade. A educação ambiental pode ajudar a resolver essas questões e incentivar a participação da população, pois só se protege aquilo que se conhece.

REFERÊNCIAS

AGEVAP – ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Relatório Técnico - Bacia do Rio Paraíba do Sul – Subsídios às Ações de Melhoria da Gestão. Resende, 2011.

ALMEIDA, M.G.; REZENDE, C.E.; SOUZA, C.M.M. variação temporal, transporte e partição de hg e car- bono orgânico nas frações particulada e dissolvida da coluna d'água da bacia inferior do Rio Paraíba do Sul, RJ, BRASIL Geochimica Brasiliensis, v. 21, n. 1, p. 111 - 128, 2007.

ALMEIDA, W.R.F.; SOUZA, F.M. Análise Físico-Química da Qualidade da Água do Rio Pardo no Município de Cândido Sales – BA. Rev. Mult. Psic. v.13, n. 43, p. 353-378, 2019.

ANA. ATLAS - Abastecimento Urbano de Água. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=18>>. Acesso em: 6 nov. 2017.

ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A. I.; ANDREOLI, F, N. Limites ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. Sanare, Curitiba, v. 12, n. 12, p. 31-42, 1999.

ANEEL. BIG - Banco de Informações de Geração. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 7 nov. 2017.

AWWA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; Water Environment Federation (WEF). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed. Washington, D.C. 2012.

BALZER, M.; WITT, N.; FLEMMING, H.C.; WINGENDER, J. Faecal indicator bacteria in river biofilms. Water Science & Technology, v. 61, n.5, p.1105-1111, 2010.

CARVALHO, K. Q.; LIMA, S. B.; PASSIG, F. H.; GUSMÃO, L. K. SOUZA, D. C.; KREUTZ, C.; BELINI, A. D.; ARANTES, E. J. Influence of urban área on the water quality of the Campo River basin, Paraná State, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 75, n. 4, p. 96-106, 2015.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. Química Nova, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000.

CEIVAP - COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Dados Geoambientais. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/geoambientais.php>. Acesso em: 01 jan. 2020

CHEQUER, L.P.T.; PALERMO, E.F.A.; CRAPEZ, M.A.C. Caracterização da atividade bacteriana e classificação trófica do sedimento superficial do reservatório de funil. Oecologia Australis, v.15, n.3, p.618-630, 2011.

CONAMA, R. 274, de 29 de Novembro de 2000. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, v. 274, 2000. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>> Acesso em: 18 de março de 2019.

CONAMA, R. 357, de 17 de Março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, v. 357, 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 18 de março de 2019.

CORDEIRO, W. S. Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, 94p. 2008.

CUNHA, A.C.; CUNHA, H.F.A.; DANIEL, I.A. SCHUL, Z.H.E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amaxonas: o caso do Amapá. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n.4, p. 322-328, 2004.

D'AGUILA, O.S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDA, C.A.S.; FERREIRA, A.P.A. Avaliação da qualidade de Água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. Cadernos de Saúde Pública, v.16, n.3, p.791-798, 2000.

EMILIANI, F.; DE PAIRA GONZÁLEZ, S. M. Bacteriological Quality of Bendetti Lake (Santo Tome, Santa Fe Province, Argentina) and Associated Environmental Variables. Revista Argentina de microbiologia, v. 30, n. 1, p. 30-38, 1998.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; RIZZI, E. Influência da vazão, precipitação e uso da terra na alteração do número de coliformes em ambiente lótico do carste curitibano. Revista de Estudos Ambientais, v. 5, n. 1, p. 66-75, 2003.

GUERRA, M.; MARIA, N.; HENRIQUE, M.H.; SILVA, Z. ELIZA, M. NAKAMURA, T.; FILHO, P.D.B. Ocorrência de Pseudomonas aeruginosa em água potável Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 28, n. 1, p. 13-18, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2017. Censo demográfico 2010. Disponível em <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/default_indicadores_sociais_municipais.shtm> Acesso em 20 de novembro de 2018

LEMOS, M.; NETO, M. F.; DIAS, N. S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.2, p.155-164, 2010.

MALAFAIA, J. P.; MIRANDA, A. C.; GOMES, H. P. A Bacia do Rio Paraíba do Sul: cenário de uma atividade de EA a partir de problemas ambientais. ANAP Brasil, v. 5, n. 5, p. 1-12, 2012.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005.

MAZZARINO, J.M.; TURATTI, L.; PERICO, E.; OLIVEIRA, L.B. Governança e gestão comunitária das águas. *Ciência e Natura*. v.42, n.59, 2020.

MEDEIROS, L.V.; VASCONCELOS, U.; CALAZANS, G.M.T. Ocorrência de linhagens de *Pseudomonas aeruginosa* cloro resistentes em águas de diferentes origens. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. v. 29, n. 3, p. 309-313. 2007.

NUNES, T. C. G.; FRANCELINO, F. M. A. A abordagem da qualidade da água do rio Paraíba do Sul na educação ambiental na UPEA, Campos dos Goytacazes. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v.8 n.2, p. 19-32, jul./dez. 2014.

PERES, I. D.; NUNES, M. A.; SILVA, D. O. E. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PARANAÍBA NO PERÍMETRO URBANO DE PATOS DE MINAS - MG. In: Congresso Mineiro de Engenharias e Arquitetura - CENAR, v. 1, n. 1, 10 ago. 2016.

OUYANG, Y; ZHANG, J.E.; OU, L.T. Temporal and spatial distributions of sediment total organic carbon in an estuary river. *Journal of Environmental Quality*., v. 35, p.93-100, 2006

PASSIG, F. H.; LIMA, S. B.; CARVALHO, K. Q.; HALMEMAN, M. C. R.; SOUZA, P. C.; GUSMÃO, L. K. Monitoring of urban and rural basins: water quality of Mourão basin. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 4, p. 158-164, 2015.

REBOUÇAS, A. DA C.; BRAGA, B. P. F.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. [s.l.] Escrituras, 2002.

SABESP. Água. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=31>>. Acesso em: 6 nov. 2017.

SARAIVA, M. DA G. A. N. Da paisagem à arquitetura: um percurso através da água. *Cadernos da Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa: arquitetura, paisagem e água*, Lisboa, n. 4, p. 20–33, 2005.

SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T./ WAICHAMAN, A.V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amaz.* v.38 n.4. 2008.

SILVA, N. CATANÚSIO, N.R; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. et al. Manual de métodos de análise microbiológica da água: Determinação de Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *E. coli*. São Paulo: Varela, p.41-58, 2005.

SOUZA JR, D. I. A degradação da bacia do rio Paraíba do Sul. *Engesta*, v. 3, n. 6, p. 99-105, 2004.

TOGORO, E. S.; MARQUES, M. Qualidade da água e integridade biótica: estudo de caso num trecho fluminense do Rio Paraíba do Sul. [s.l.] Tese Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 184p, 2006.

ZHANG, S. L.; SIMELTON, E.; LOVDAHL, L.; GRIP, H.; CHEN, D. L. Simulated long-term effects of different soil management regimes on the water balance in the Loess Plateau. China. *Field Crop Research*, v. 100, p. 311-319, 2007.

ZIMMERMANN, C.M.; GUIMARÃES, O.M. PERALTA-ZAMORA, G. Avaliação da qualidade do corpo hídrico do rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componentes principais (PCA). *Quím. Nova*, v.31 n.7, 2008.