

**Monitoramento da Qualidade da
Água durante a Construção da
Ponte de Acesso à AHE Simplício**

Campanhas: Outubro, Novembro e
Dezembro de 2017

Relatório de
acompanhamento 1



EQUIPE TÉCNICA

Dra. Raquel Fernandes Mendonça

Coordenação Técnica, análise de dados e elaboração de relatórios

Msc. Carlos Henrique Eckhardt Duque Estrada

Coleta e análise de amostras

APRESENTAÇÃO

Em cumprimento à Autorização de Serviço n° 8000009821, a R2N Consultoria Ambiental apresenta o Relatório de Acompanhamento 1 (primeiro produto), referente às três primeiras campanhas do Monitoramento da Qualidade da Água durante a Construção da Ponte de Acesso à UHE Simplício, realizada em outubro, novembro e dezembro de 2017. Este documento reúne os dados físicos, químicos e microbiológicos levantados nessas campanhas. O presente estudo tem como meta monitorar a qualidade da água do rio Paraíba do Sul na Área de Influência Direta das obras da ponte, ao longo do período de 8 meses.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	METODOLOGIA	5
2.1	ESTAÇÃO DE COLETA.....	5
2.1	COLETA, ACONDICIONAMENTO E ANÁLISES DE AMOSTRAS.....	6
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
3.1	RESULTADOS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS	7
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
5	REFERÊNCIAS	15

ANEXO 1. Laudos analíticos – resultados físico, químicos e microbiológicos

1 INTRODUÇÃO

O AHE Simplício – Queda Única está localizado no rio Paraíba do Sul, entre os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. A cidade de Sapucaia se situa a jusante do reservatório de Anta (parte integrante do complexo hidráulico do AHE Simplício – Queda Única), na margem direita do trecho de vazão reduzida do rio Paraíba do Sul. O aproveitamento hidrelétrico, incluindo as usinas de Anta e de Simplício, tem potência instalada de 333 MW.

O rio Paraíba do Sul nasce na serra Bocaina, no estado de São Paulo, da confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna. A bacia do rio Paraíba do Sul estende-se pelo território de três estados, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais é considerada, em superfície, uma das três maiores bacias hidrográficas secundárias do Brasil, abrangendo uma área aproximada de 57.000 km². A bacia é limitada, ao norte, pelas serras da Mantiqueira, Caparaó e Santo Eduardo, ao sul, pela serra dos Órgãos e os trechos paulista e fluminense da Serra do Mar, que a separam das pequenas bacias independentes do litoral fluminenses e paulista, ao leste. Ao oeste, é limitada por áreas de altitudes pouco significativas nos arredores de Moji das Cruzes. A região do vale do Paraíba é caracterizada por um clima predominantemente tropical quente e úmido, com variações determinadas pelas diferenças de altitude e entradas de ventos marinhos.

A bacia do rio Paraíba do Sul encontra-se em território de Mata Atlântica completamente antrópico, com floresta original restrita a parques e reservas florestais. As principais atividades econômicas atualmente desenvolvidas na bacia são ligadas aos setores industrial e agropecuário, sendo o vale do Paraíba uma das maiores regiões industriais do país.

Na sua margem esquerda, os principais rios tributários do rio Paraíba do Sul são: Jaguari, Paraibuna, Pirapetinga, Pomba e Muriaé, enquanto que na margem direita os rios Una, Bananal, Piraí, Piabanha e Dois Rios são os principais afluentes. Os rios Piabanha e Paraibuna se unem ao rio Paraíba do Sul, no chamado encontro dos três rios, à montante da área de instalação do AHE Simplício. O rio Piabanha nasce na Serra dos Órgãos, no município de Petrópolis (RJ) e percorre um percurso de 80 km, cruzando os municípios de Areal, Paraíba do Sul e Três Rios, antes de desaguar no rio Paraíba do Sul. A nascente do Paraibuna localiza-se no município de Antônio Carlos (MG). Esse rio recebe o mesmo nome daquele que dá origem ao rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo. Dentre os municípios

banhados por este rio antes de desaguar no Paraíba do Sul, destaca-se Juiz de Fora (MG), importante pólo industrial do estado de Minas Gerais.

Desde sua nascente até sua foz em forma de delta em Atafona e São João da Barra, no norte fluminense, o rio Paraíba do Sul percorre um percurso total de 1120 km, passando por 180 municípios, sendo 53 no estado do Rio de Janeiro, 88 em Minas Gerais e 39 em São Paulo. Com uma população estimada em 5,5 milhões de habitantes e drenando uma das áreas mais desenvolvidas do país, a bacia do Paraíba do Sul constitui uma das principais bacias hidrográficas do Brasil.

2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada no Monitoramento da Qualidade da Água durante a Construção da Ponte de Acesso à UHE Simplício, brevemente descrita a seguir, seguiu as recomendações estabelecidas no Termo de Referência GAE.E.TR.021.2017.

2.1 ESTAÇÃO DE COLETA

Este monitoramento foi realizado em uma estação de amostragem, localizada a jusante do local de construção da ponte de acesso à AHE Simplício. (**Figura 1**). Até a campanha de dezembro, a obra de construção da ponte de acesso à AHE Simplício estava em fase inicial, sendo observada a preparação (terraplanagem) da área às margens do rio Paraíba do Sul no local de instalação da ponte.

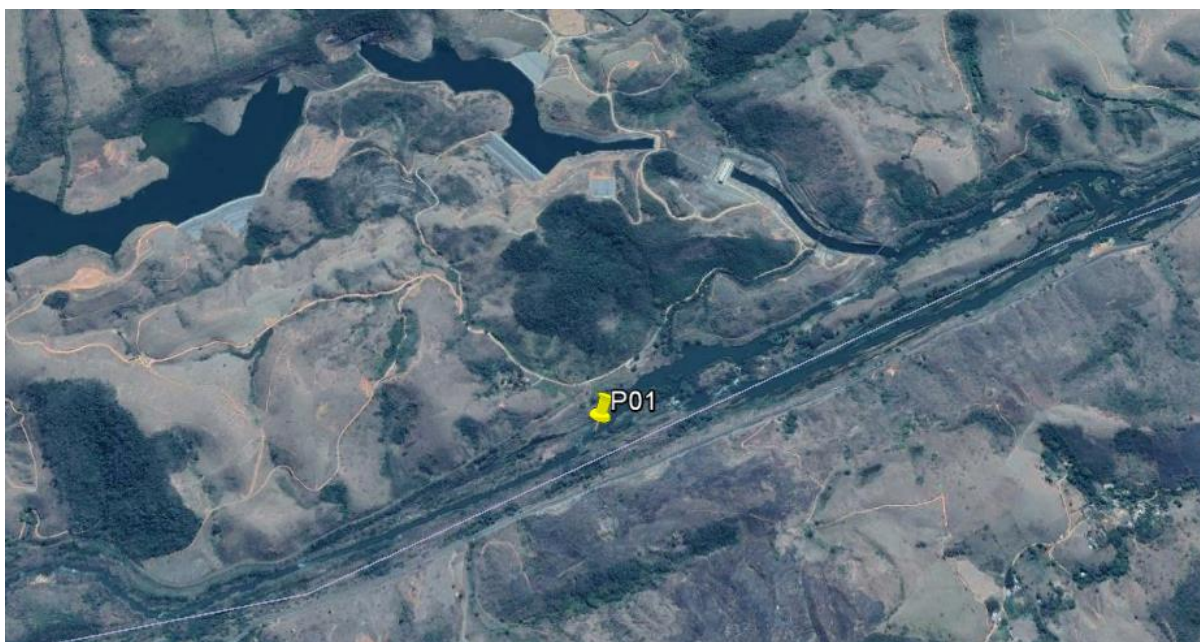


Figura 1. Localização da estação de coleta no rio Paraíba do Sul, a jusante do local de construção da ponte de acesso à AHE Simplício. Fonte: Google Earth

2.1 COLETA, ACONDICIONAMENTO E ANÁLISES DE AMOSTRAS

Uma série de parâmetros ambientais são medidos *in loco*, pela equipe de campo. A temperatura do ar foi medida com o auxílio de um termômetro. A transparência da coluna d'água foi determinada pela profundidade de desaparecimento do disco de Secchi. Perfis de temperatura da água, pH, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido foram quantificados com resolução de um metro, através de uma sonda compacta multiparamétrica (YSI 6920). Em cada estação de amostragem foram realizados registros fotográficos.

Amostras de água foram coletadas em sub-superfície. As amostras de água foram coletadas em frascos destinados às análises de DBO e coliformes e em uma garrafa de 5 litros. Todos os Os frascos de DBO e coliformes foram enviados para análise imediatamente após a coleta. As garrafas de 5 litros foram transportadas até a base de campo e, então, distribuída em frascos específicos a serem destinados ao laboratório para análise. Todas as amostras foram mantidas resfriadas durante todo o tempo de acondicionamento, desde o momento da coleta até a análise.

Nas campanhas aqui apresentadas foram amostrados e analisados os parâmetros da água apresentados no **Quadro 1**, cujos métodos analíticos adotados estão descritos em “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2005).

Quadro 1 – Parâmetros amostrados na coluna d’água e atmosfera.

PARÂMETRO	UNID
Temperatura da água	°C
Transparência	m
pH	-
Turbidez	N.T.U
Condutividade a 25 °C	uS/cm
Oxigênio Dissolvido	mg/L
Temperatura do Ar	°C
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L
Fenóis	mg/L
Óleos e Graxas	mg/L
D.B.O.	mg/L
Coliformes Totais	NMP/100ml
Coliformes Fecais Termotolerantes	NMP/100ml

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESULTADOS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS

A **Tabela 1** reúne os dados obtidos em campo e em laboratório, durante as coletas de outubro, novembro e dezembro de 2017 na estação à jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício. Os dados são apresentados graficamente nas **Figuras 3 a 13**, fazendo referência aos limites estabelecidos pela legislação vigente, sempre que pertinente.

Tabela 1. Resultados das análises realizadas em campo e em laboratório na estação a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

	Outubro 2017	Novembro 2017	Dezembro 2017
Data	20/10/2017	20/11/2017	21/12/2017
Hora	11:06	10:27	12:40
Temperatura do Ar (°C)	27,00	26,10	28,30
Temperatura da água (°C)	26,82	27,03	28,42
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,81	7,09	9,07
pH	8,01	8,05	8,16
Condutividade a 25 °C (uS/cm)	101	901	82
Turbidez (N.T.U)	14,5	13,7	13
Transparência (m)	total	total	total
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	<2,5	3,3	2,5
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	<2,5	5	3
Óleos e Graxas (mg/L)	<10	<10	<10
Fenóis (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003
D.B.O. (mg/L)	<2	<2	<2
Coliformes Totais (NMP/100ml)	517	>2000	1553
Coliformes Termot. (NMP/100ml)	3	461	105

A temperatura do ar é um dos fatores que influenciam processos físicos, químicos e, indiretamente, biológicos em ecossistemas aquáticos. As trocas de gases (especialmente gás carbônico e oxigênio) na interface água-ar são exemplos de processos cujas taxas dependem da temperatura atmosférica. A menor temperatura do ar foi registrada na campanha de novembro (26,1 °C) e a maior, na campanha de dezembro (28,3 °C) (**Figura 2**).

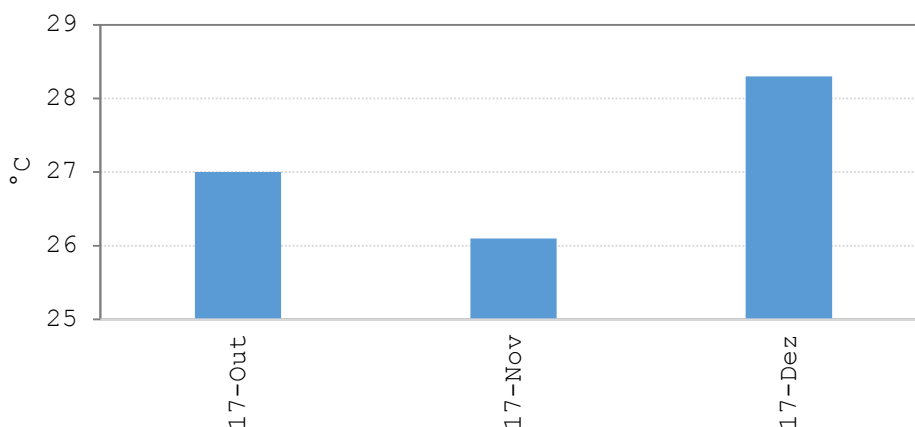


Figura 2. Temperatura do ar medida na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

A temperatura da água apresentou variação entre os pontos de amostragem distinta da temperatura do ar, aumentando de outubro (26,8 °C) para dezembro (28,4 °C) (**Figura 3**).

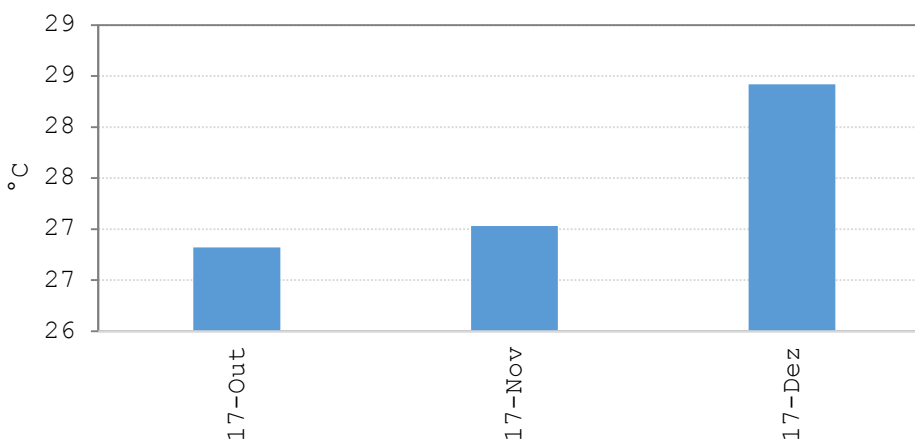


Figura 3. Temperatura da água medida na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

A menor concentração de oxigênio dissolvido foi registrada na campanha de novembro (7,1 mg/L) e a maior em dezembro (9,1 mg/L), com média de 8,3 mg/L. Todos os valores estiveram acima do limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 em todas as coletas (**Figura 4**), indicando boa oxigenação da água.

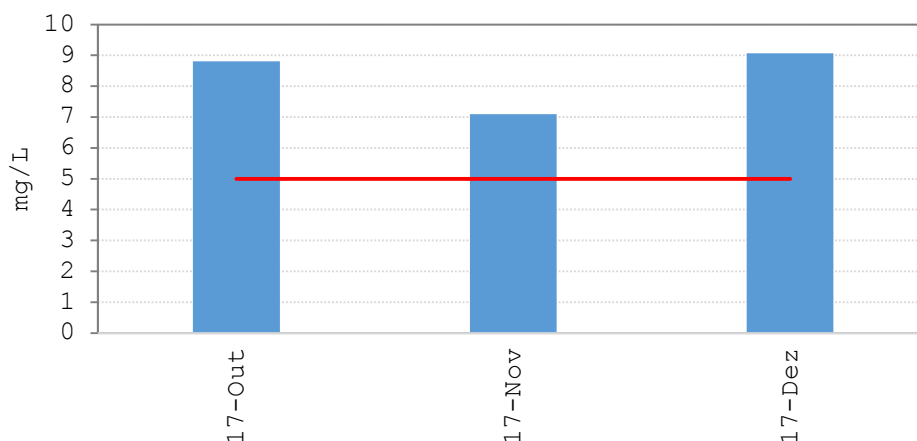


Figura 4. Oxigênio dissolvido na água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017. A linha vermelha indica o limite mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005.

O pH da estação de amostragem esteve dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 em todas as campanhas. Os valores foram muito semelhantes, variando apenas entre 8,01 e 8,16 nas três campanhas (**Figura 5**).

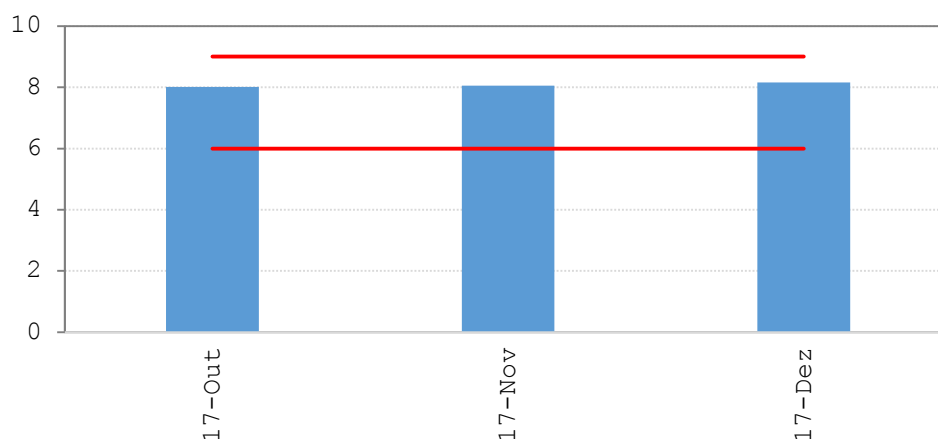


Figura 5. pH da água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e

dezembro 2017. As linhas vermelhas indicam os limites máximo e mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005.

A condutividade elétrica corresponde à carga transmitida na água em um espaço definido. Uma vez que a condução elétrica na água depende da concentração de íons em solução, a condutividade é uma medida indireta do teor de sais na água. Em sistemas de água doce a condutividade está relacionada a fatores geoquímicos locais, as condições climáticas e as contribuições humanas. A condutividade medida em novembro (901 uS/cm) foi bastante elevada em relação às campanhas de outubro e dezembro (101 e 82 uS/cm, respectivamente) (**Figura 6**). O fato de o valor de condutividade em dezembro ter sido reduzido sugere que o valor elevado em novembro não tem relação com a obra de construção da ponte, que estava apenas se iniciando em novembro. Isto poderá ser comprovado com o decorrer do monitoramento.

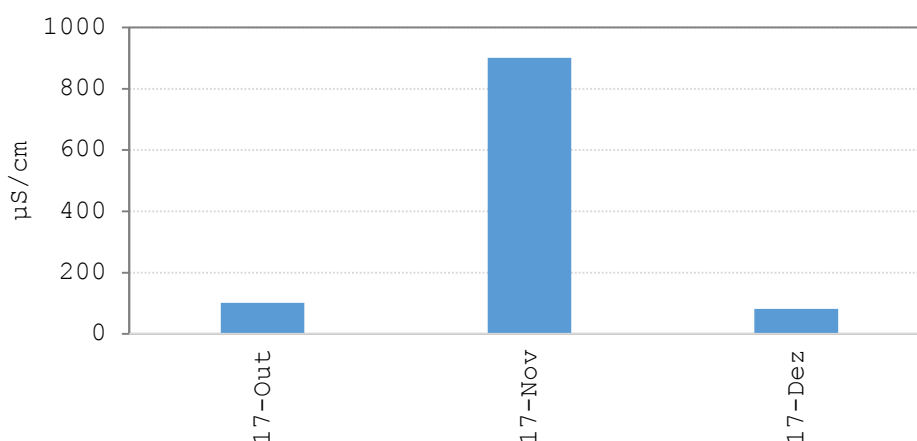


Figura 6. Condutividade elétrica da água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

A transparência da água está inversamente relacionada aos valores de turbidez e aponta a região na coluna d'água em que ocorre fotossíntese. Ambientes com turbidez mais elevada apresentam menor transparência da água. Como as coletas foram realizadas a partir da margem, a profundidade foi reduzida e o disco de Secchi foi visível até o fundo (transparência total) em todas as campanhas.

A turbidez em corpos de água é resultado da quantidade de partículas em suspensão, sejam elas orgânicas ou inorgânicas, e, em menor proporção, dos compostos dissolvidos. Os valores de turbidez estiveram abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução N°

357/2005 do CONAMA (100 N.T.U.) em todas as campanhas (**Figura 7**). Os valores de turbidez reduziram levemente de outubro (14,5 N.T.U.) para dezembro (13,0 N.T.U.).

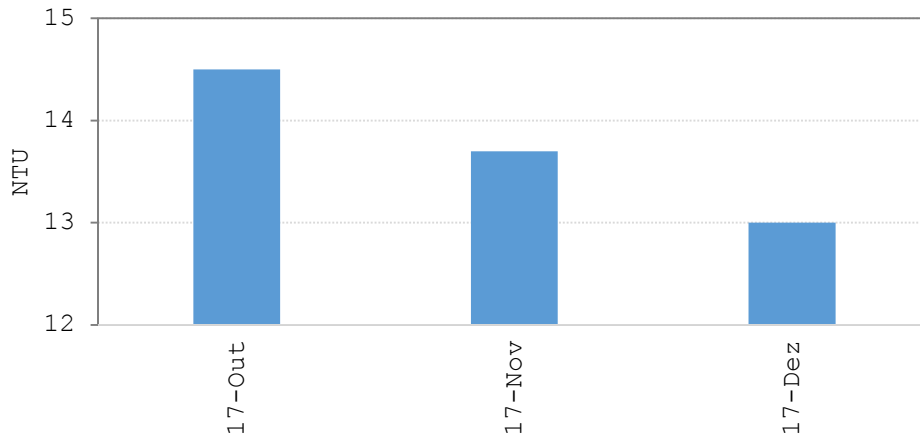


Figura 7. Turbidez da água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

Os sólidos suspensos indicam a quantidade de material particulado em suspensão na água, sendo representados por coloides e partículas menos densas que a água, inclusive os microorganismos planctônicos. As concentrações de sólidos em suspensão fixos foram baixas em todas as campanhas, variando entre valor menor que o limite de detecção do método adotado (< 2,5 mg/L) em outubro e 3,3 em novembro (**Figura 8**)

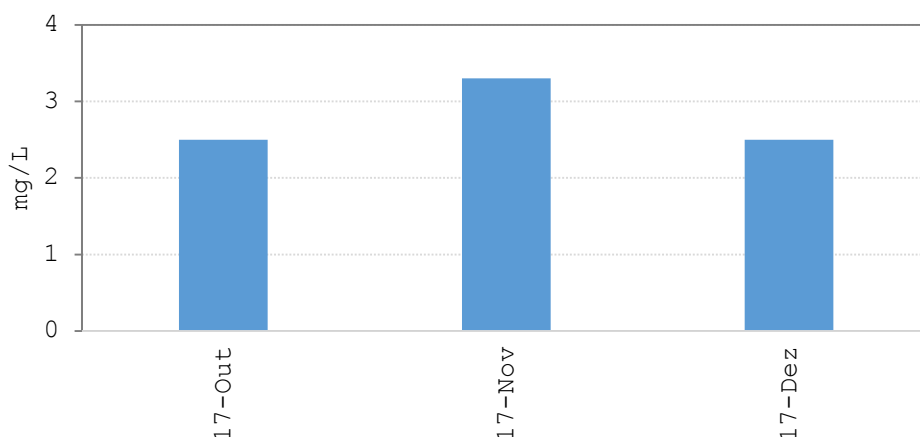


Figura 8. Sólidos em suspensão fixos na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

Na campanha de outubro a concentração de sólidos em suspensão voláteis também foi menor que o limite de detecção do método adotado ($< 2,5$ mg/L). A maior concentração foi registrada em novembro (5,0 mg/L), com média geral de 3,5 mg/L (**Figura 9**).

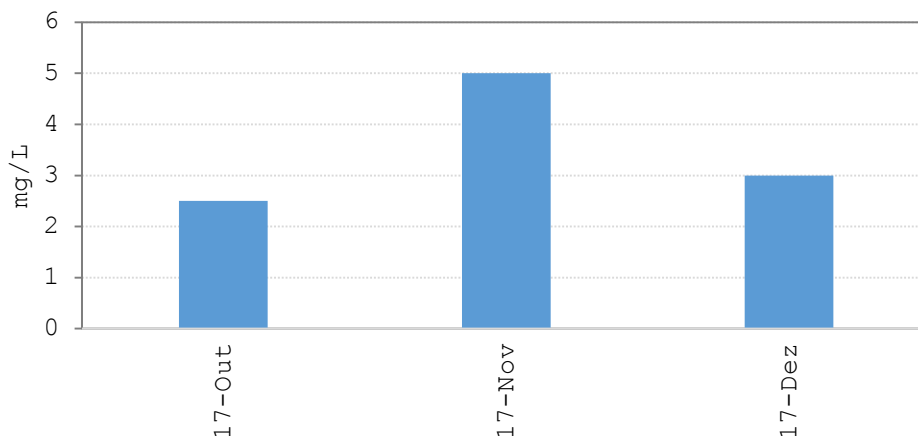


Figura 9. Sólidos em suspensão voláteis na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

As concentrações de óleos e graxas e de fenóis foram inferiores aos limites de detecção dos métodos adotados em todas as campanhas (**Tabela 1**).

A demanda bioquímica de oxigênio, ou DBO, corresponde à quantidade de oxigênio consumido na degradação biológica da matéria orgânica. A DBO também apresentou valores inferiores ao limite de detecção do método adotado em todas as campanhas de amostragem (**Tabela 1**).

As bactérias do grupo coliformes são bacilos gram negativos, de vida livre, classificados na família Enterobacteriana. Comumente encontrados no ambiente, no trato intestinal de humanos e certos animais homeotérmicos, são excelentes indicadores de contaminação da água por organismos patogênicos, dado a sua maior viabilidade e resistência nos corpos d'água, por apresentarem-se em maior número que os microrganismos patogênicos e não se reproduzirem no meio ambiente (Cabelli, 1978). No entanto coliformes também ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminadas por material fecal. A ausência destas bactérias, que são provenientes do carreamento pela água da chuva e do lançamento de esgoto doméstico em corpos receptores, implica em uma água bacteriologicamente potável. Bactérias do grupo coliformes são

divididas em coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os coliformes totais englobam espécies generalistas como: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, capazes de crescer à temperatura ambiente. São aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos e oxidase negativos. Um subgrupo destes, os coliformes termotolerantes, também conhecidos como coliformes fecais, são muito bem representados pela *Escherichia coli*, caracterizada como o único coliforme de origem fecal e por apresentar as enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase. Coliformes termotolerantes podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 a 45°C, com produção de ácido gás e aldeído.

As densidades de coliformes termotolerantes na estação analisada foi inferior ao limite máximo estabelecido pela Resolução N° 357/2005 do CONAMA (1.000 NMP/100ml) em todas as campanhas. O maior valor, de 461 NMP/100ml, foi registrado em novembro (**Figura 10**). As densidades de coliformes totais seguiu o mesmo padrão de variação entre as campanhas, atingindo valor máximo em novembro (>2000 NMP/100ml) (**Figura 11**). Para coliformes totais, a legislação não estipula valores máximos.

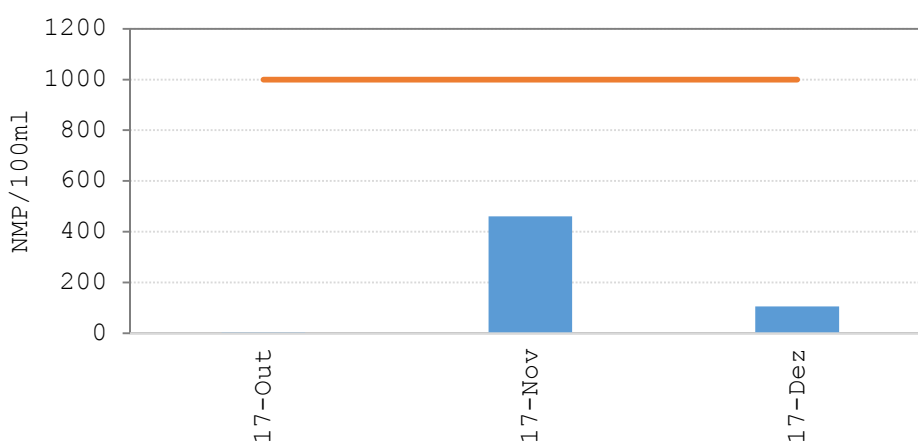


Figura 10. Densidade de coliformes termotolerantes na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

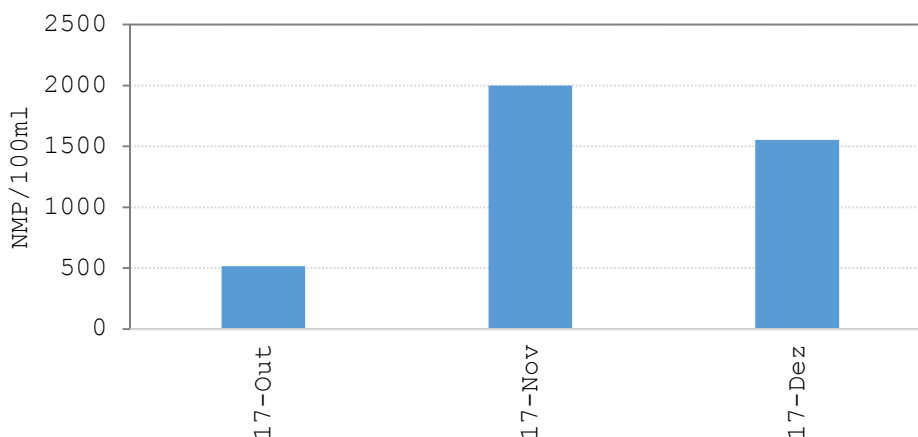


Figura 11. Densidade de coliformes totais na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro, novembro e dezembro 2017.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas três primeiras campanhas do Monitoramento da Qualidade da Água Durante a Construção da Ponte de Acesso à AHE Simplício, realizadas em outubro, novembro e dezembro de 2017, não foi observada nenhuma situação de não conformidade com a legislação vigente - resolução N°357/2005 do CONAMA. Todos os parâmetros analisados apresentaram valores satisfatórios em termos de qualidade da água e dentro dos intervalos esperados para o rio Paraíba do Sul. Um reduzido efeito das obras sobre a qualidade da água no rio Paraíba do Sul era esperado durante este período, visto que até o final de dezembro, apenas a preparação do terreno às margens do rio havia se iniciado.

5 Referências

- APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, WPCF – Water Pollution Control Federation. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21^a Ed. Washington, DC.
- Cabelli VJ. 1978. Microbial indicators system for assessing water quality. *Antonie van Leeuwenhock*, n.48, p.613-617.