

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

Campanhas:

Outubro de 2017 a Março de 2018

Relatório de
acompanhamento 2



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 Serviços nº 8000009821, a R2N Consultoria Ambiental apresenta o Relatório de Acompanhamento 2 (segundo produto), referente às seis 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	16
5	REFERÊNCIAS	17

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 2017, 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. Em 2018 a obra está avançando em ritmo mais rápido e em abril os primeiros pilares da ponte estão sendo construídos.

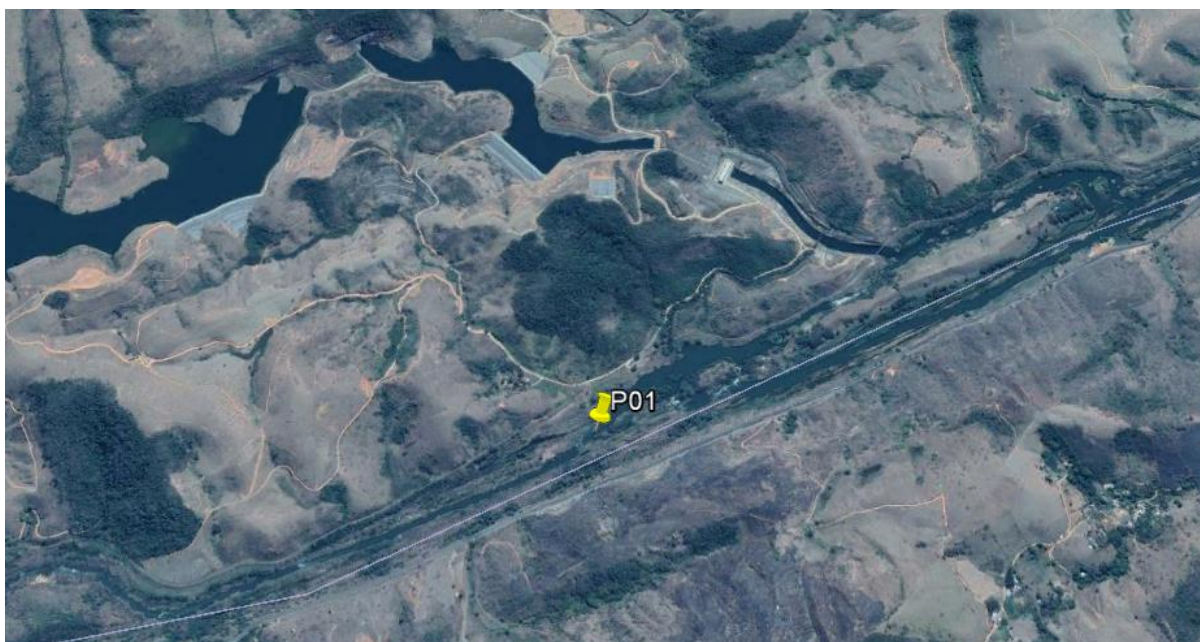


Figura 1. Localização da estação de coleta no rio Paraíba do Sul, a jusante do local de construção da ponte de acesso à AHE Simplício. Fonte: Google Earth

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	Janeiro 2018	Fevereiro 2018	Março 2018
Data	20/10/2017	20/11/2017	21/12/2017	16/01/2018	22/02/2018	21/03/2018
Hora	11:06	10:27	12:40	10:55	13:51	11:30
Temperatura do Ar (°C)	27,00	26,10	28,30	27	29,7	25,9
Temperatura da água (°C)	26,82	27,03	28,42	27,52	27,3	25,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,81	7,09	9,07	8,73	8,99	7,83
pH	8,01	8,05	8,16	8,45	8,01	8,17
Condutividade a 25 °C (uS/cm)	101	901	82	76	77	82
Turbidez (N.T.U)	14,5	13,7	13	30,2	54,1	53
Transparência (m)	total	total	total	total	total	total
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	<2,5	3,3	2,5	8,5	8,0	21
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	<2,5	5	3	<2,5	21	7,5
Óleos e Graxas (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenóis (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
D.B.O. (mg/L)	<2	<2	<2	<2	4	12
Coliformes Totais (NMP/100ml)	517	>2000	1553	>2000	1986	>2000
Coliformes Termot. (NMP/100ml)	3	461	105	115	276	1300

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 maior temperatura do ar foi registrada na campanha de fevereiro de 2018 (29,7 °C) e a menor, na campanha de março (25,9 °C) (**Figura 2**). Os valores de temperatura do ar não seguiram o padrão sazonal esperado, provavelmente devido à oscilação diária de temperaturas.

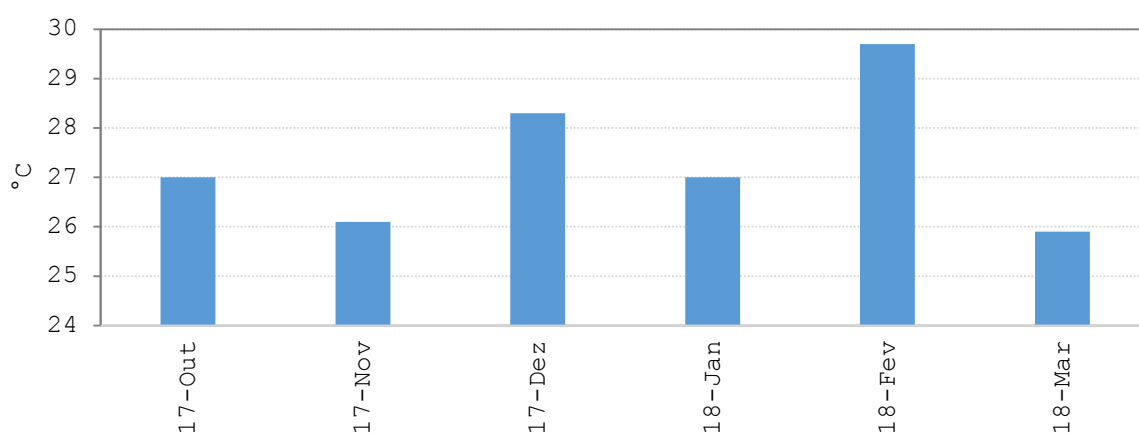


Figura 2. Temperatura do ar medida na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

A temperatura da água apresentou variação entre os pontos de amostragem distinta da temperatura do ar, com maior valor em dezembro de 2017 (28,4 °C) e menor em março de 2018 (25,2 °C) (**Figura 3**).

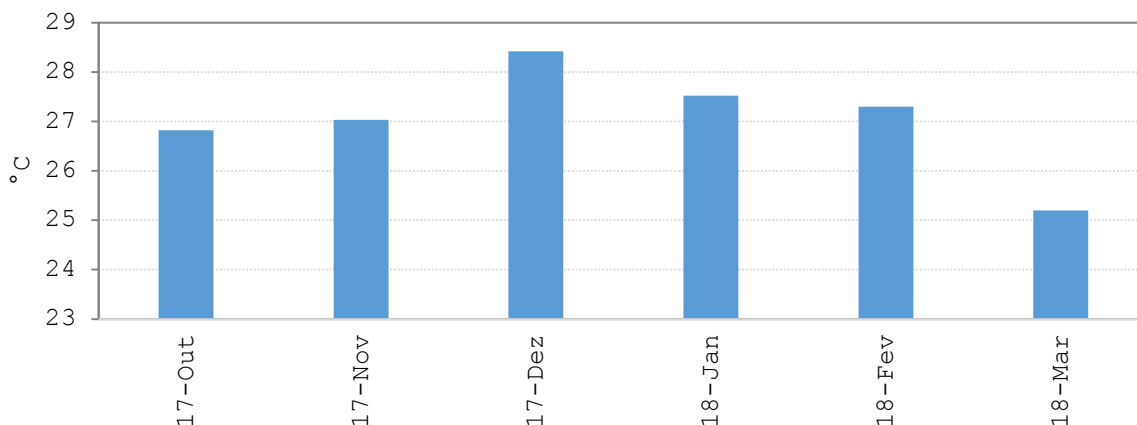


Figura 3. Temperatura da água medida na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

A menor concentração de oxigênio dissolvido foi registrada na campanha de novembro (7,1 mg/L) e as maiores em dezembro (9,1 mg/L) e fevereiro (9,0 mg/L), com média de 8,4 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.

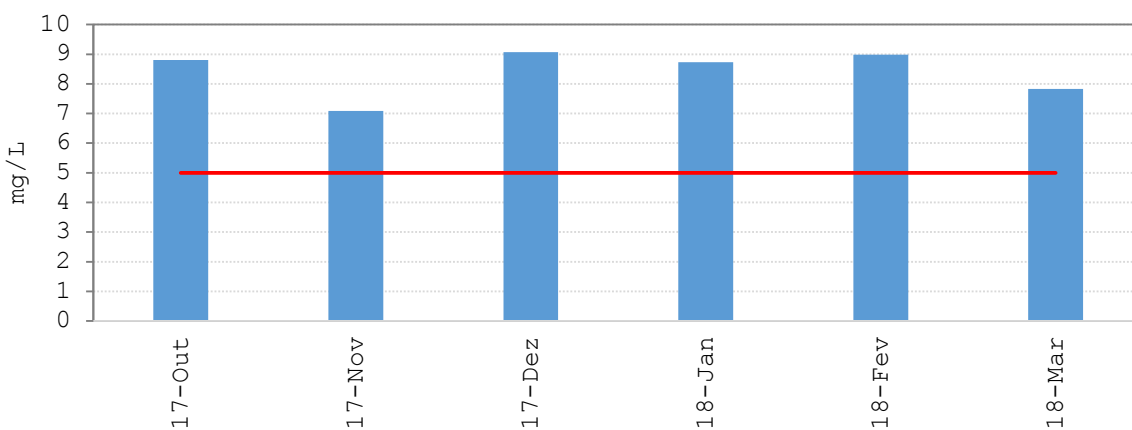


Figura 4. Oxigênio dissolvido na água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. A linha vermelha indica o limite mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005.

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 8,45 nas seis campanhas (**Figura 5**).

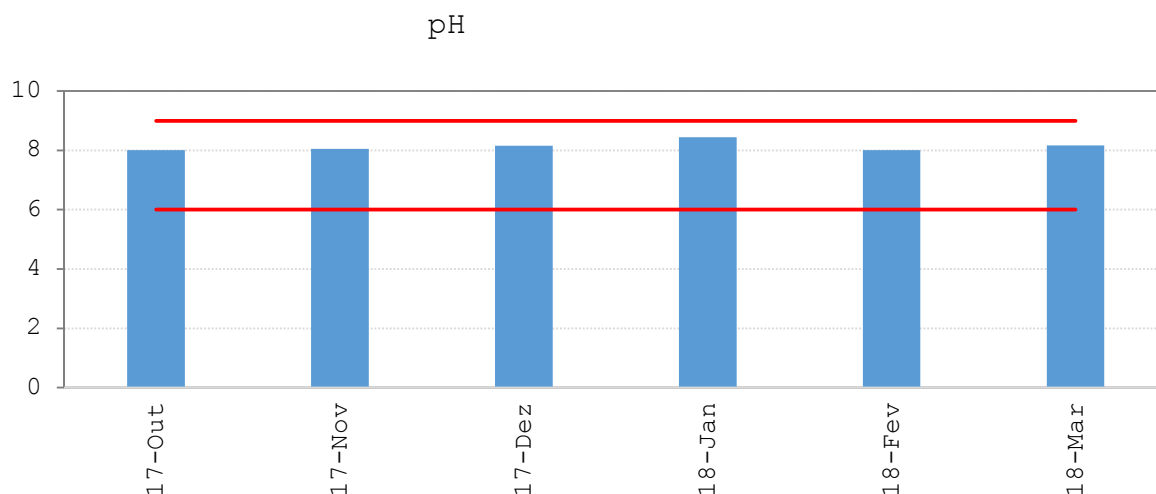


Figura 5. pH da água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. As linhas vermelhas indicam os limites máximo e mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005.

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 demais campanhas, que apresentaram condutividade média de 83,6 uS/cm (**Figura 6**). Os dados sugerem que o valor elevado registrado em novembro é um efeito pontual, não tendo relação com a obra de construção da ponte.

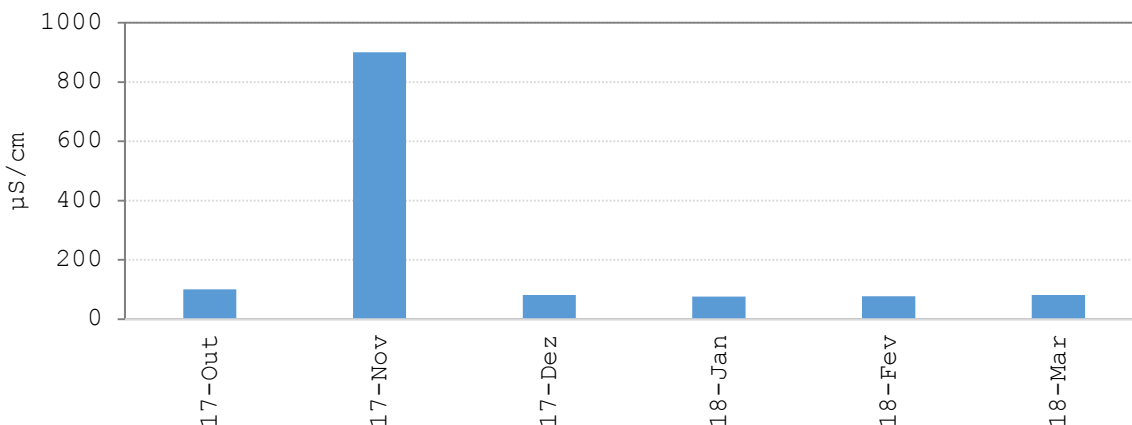


Figura 6. Condutividade elétrica da água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

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 foram mais elevados no segundo trimestre de amostragem, com maiores valores registrados em fevereiro e março de 2018 (54,1 e 53,0 N.T.U, respectivamente). O aumento da turbidez pode estar relacionado à obra de construção da ponte, que pode causar um aumento no aporte de solos para o ambiente aquático. No entanto, este aumento da turbidez também pode ter causas naturais, relacionadas ao aumento das chuvas na bacia de drenagem e consequente aumento da erosão e transporte de solos para o rio. A **Figura 7** mostra um aumento na precipitação total mensal no segundo trimestre de amostragem. Vale destacar que estes dados de precipitação são provenientes de estação meteorológica localizada no município de Três Rios-RJ, mas a alteração na turbidez ocorre como resultado da precipitação em toda a bacia drenando para o ponto amostrado.

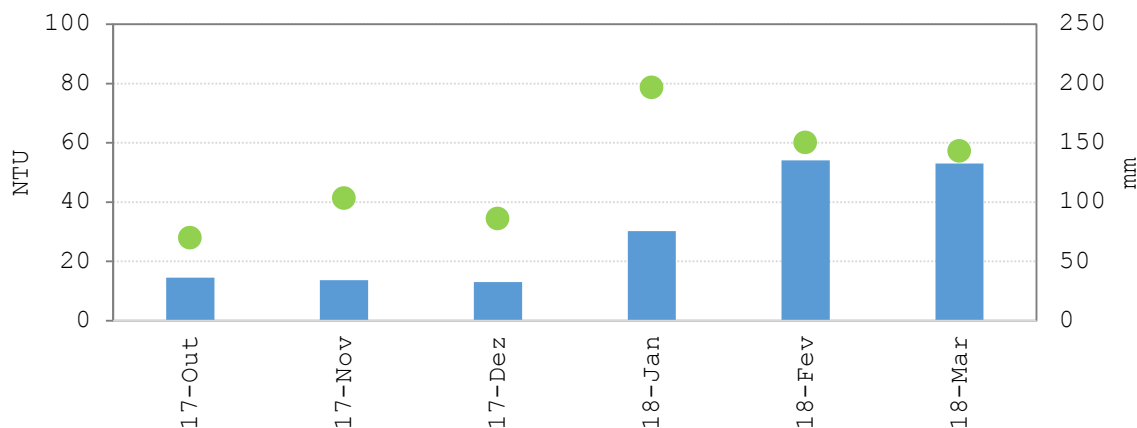


Figura 7. Turbidez da água (NTU) na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. Os círculos verdes representam a precipitação total mensal (em milímetros) em estação meteorológica localizada a montante do empreendimento, no município de Três Rios-RJ (fonte: CEMADEN).

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 nas três primeiras campanhas e aumentaram a partir da campanha de janeiro, atingindo 21 mg/L em março de 2018 (**Figura 8**). Os sólidos suspensos fixos acompanharam a variação temporal da turbidez.

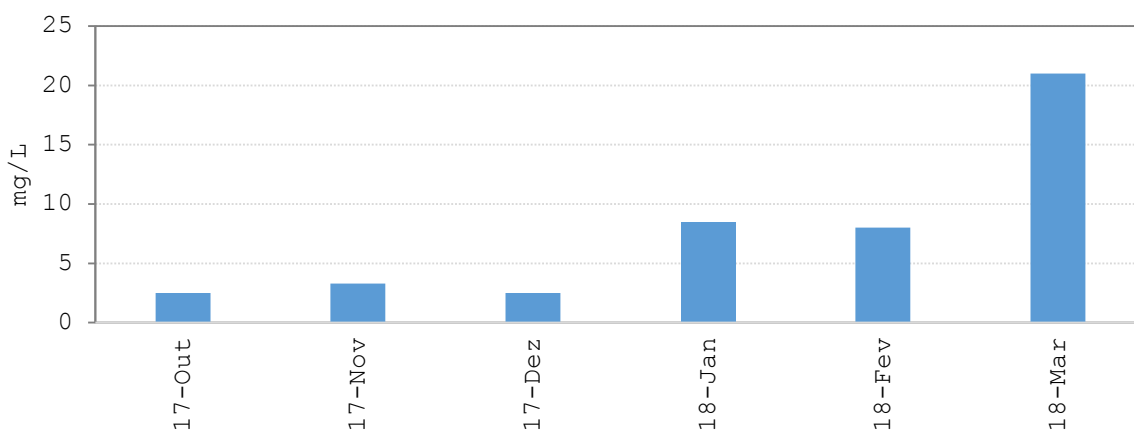


Figura 8. Sólidos em suspensão fixos na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

As concentrações de sólidos em suspensão voláteis foram menores que o limite de detecção do método adotado (< 2,5 mg/L) em outubro de 2017 e janeiro de 2018. A maior

concentração foi registrada em fevereiro de 2018 (21 mg/L), com média geral de 6,9 mg/L (**Figura 9**).

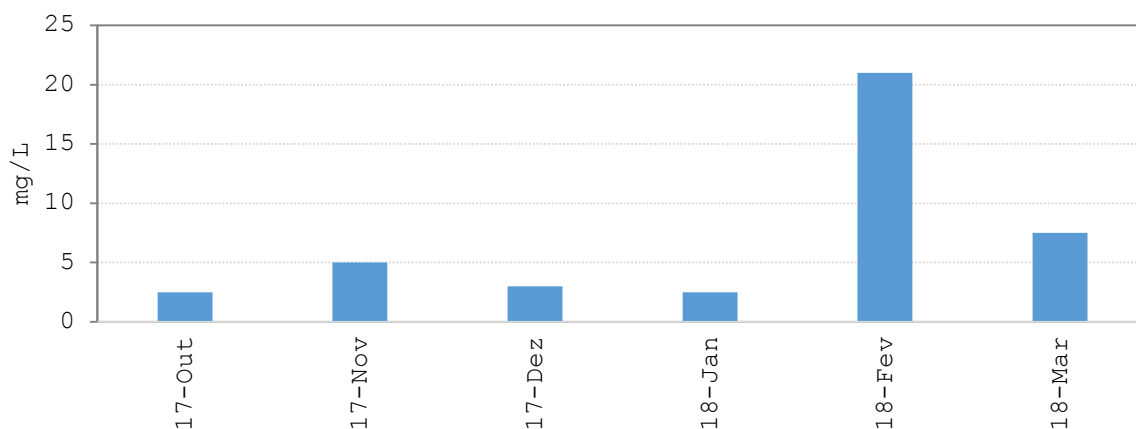


Figura 9. Sólidos em suspensão voláteis na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

As concentrações de óleos e graxas e de fenóis foram inferiores aos limites de detecção dos métodos adotados em todas as campanhas (**Tabela 1**). De fato, a análise visual no momento da coleta não indicou a presença de óleos e graxas na superfície da água à jusante da obra em nenhuma das campanhas.

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, com exceção das últimas campanhas – fevereiro e março de 2018, com 4 e 12 mg/L (**Figura 10**). Em março de 2018 a DBO apresentou valor superior ao limite máximo estabelecido para águas de classe 2 pela Resolução CONAMA n° 357/2005.

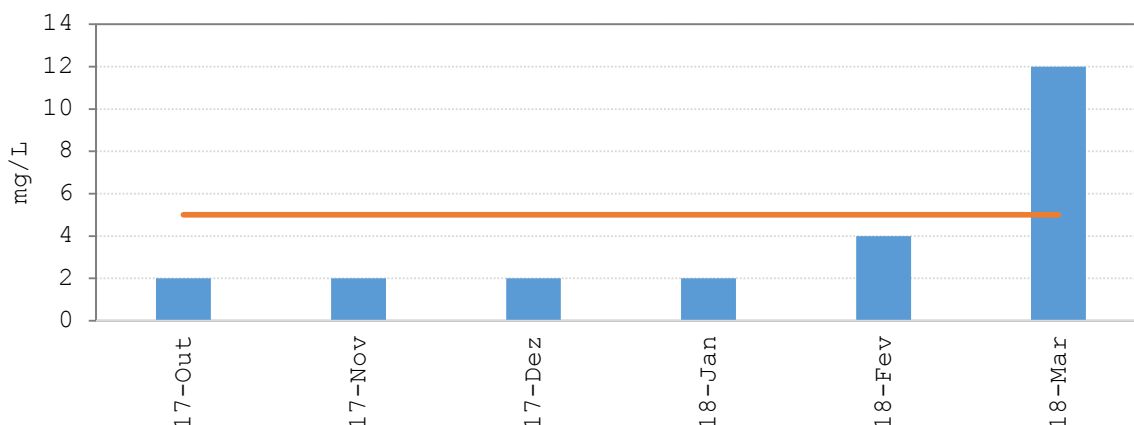


Figura 10. Demanda Bioquímica de Oxigênio na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. A linha vermelha indica o limite mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

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 Nº 357/2005 do CONAMA (1.000 NMP/100ml) em

todas as campanhas. O maior valor, de 461 NMP/100ml, foi registrado em novembro (**Figura 11**). As densidades de coliformes totais seguiu o mesmo padrão de variação entre as campanhas, atingindo valor máximo em novembro (>2000 NMP/100ml) (**Figura 12**). Para coliformes totais, a legislação não estipula valores máximos.

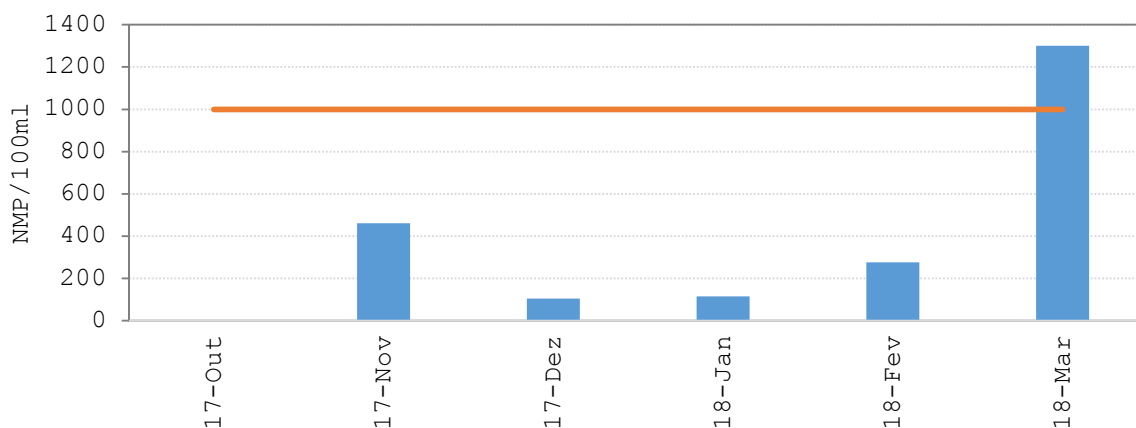


Figura 11. Densidade de coliformes termotolerantes na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

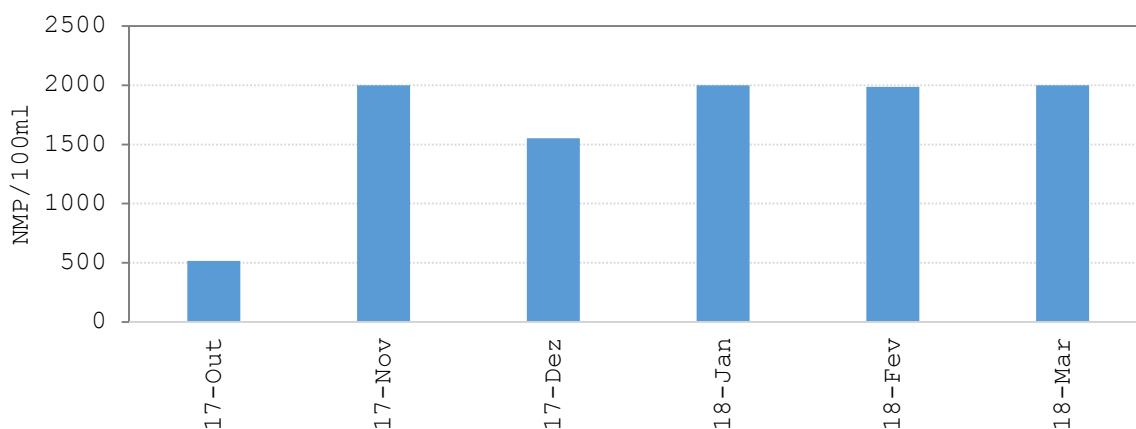


Figura 12. Densidade de coliformes totais na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório mostrou os resultados das análises referentes às seis primeiras campanhas Monitoramento da Qualidade da Água Durante a Construção da Ponte de Acesso à AHE Simplício, realizadas em outubro, novembro e dezembro de 2017 e janeiro, fevereiro

e março de 2018. Apenas na última campanha, de março de 2018, foram registradas situações de não conformidade com a legislação vigente - resolução N°357/2005 do CONAMA, para os parâmetros DBO e coliformes termotolerantes. Ambos os parâmetros indicam contaminação do recurso hídrico por poluentes orgânicos, por exemplo, esgoto.

Nas últimas três campanhas, realizadas em 2018, houve um aumento da turbidez e da concentração de sólidos suspensos na água no ponto a jusante da ponte. Este aumento, no entanto, pode estar relacionado ao aumento das chuvas na bacia de drenagem. Além disso, a maior turbidez registrada foi inferior ao limite estabelecido como máximo para águas de classe 2 segundo a resolução N°357/2005 do CONAMA.

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. 21ª Ed. Washington, DC.
- Cabelli VJ. 1978. Microbial indicators system for assessing water quality. *Antonie van Leeuwenhoek*, n.48, p.613-617.