

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

Campanhas:

Outubro de 2017 a Maio de 2018

**Relatório
Consolidado**



EQUIPE TÉCNICA – R2N

Dra. Raquel Fernandes Mendonça

Coordenação Técnica, análise de dados e elaboração de relatórios

Msc. Carlos Henrique Eckhardt Duque Estrada

Coleta e análise de amostras

EQUIPE TÉCNICA – FURNAS

Cássio Botelho Pereira Soares

Paulo Roberto Brum

Coordenação Técnica, análises estatísticas, elaboração de relatório.

APRESENTAÇÃO

Em cumprimento à Autorização de Serviços n° 8000009821, a R2N Consultoria Ambiental apresenta o Relatório Consolidado (terceiro produto), referente às oito campanhas do Monitoramento da Qualidade da Água durante a Construção da Ponte de Acesso à UHE Simplício, realizadas mensalmente, entre outubro de 2017 e maio de 2018. 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	17
5	REFERÊNCIAS	17

ANEXO 1. Análise comparativa dos resultados de monitoramento nos pontos de montante e de jusante

ANEXO 2. 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 GA.E.E.TR.021.2017, que são adotadas em todas as coletas de água realizadas no AHE Simplício desde sua implantação, em 2013.

No anexo 1 do presente relatório, é apresentada uma análise comparativa dos resultados de monitoramento nos pontos de montante e de jusante, contemplando as informações coletadas pela R2N, no ponto a montante da futura ponte, e pelo SMLQA de FURNAS, coletadas a jusante da futura ponte.

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.

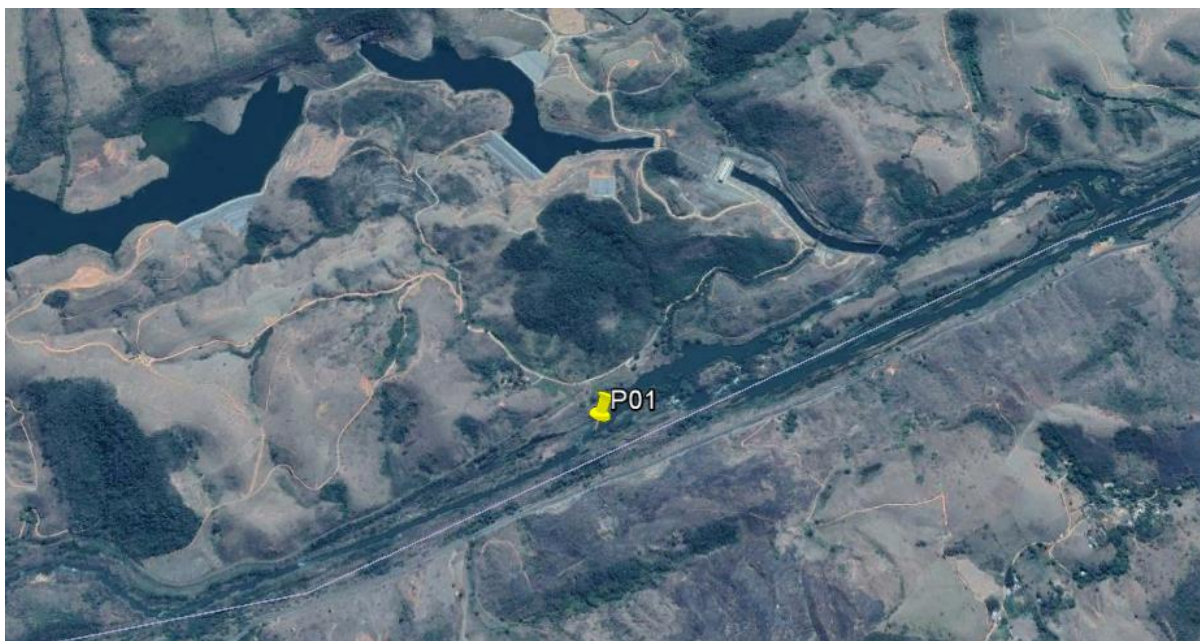


Figura 1. Localização da estação de coleta no rio Paraíba do Sul, a jusante do local de construção da ponte de acesso à AHE Simplício. Fonte: Google Earth

2.2 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	Abril 2018	Maio 2018
Data	20/10/2017	20/11/2017	21/12/2017	16/01/2018	22/02/2018	21/03/2018	18/04/2018	24/05/2018
Hora	11:06	10:27	12:40	10:55	13:51	11:30	11:00	15:20
Temperatura do Ar (°C)	27,00	26,10	28,30	27	29,7	25,9	21,3	25,3
Temperatura da água (°C)	26,82	27,03	28,42	27,52	27,3	25,2	24,63	24,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,81	7,09	9,07	8,73	8,99	7,83	6,85	7,3
pH	8,01	8,05	8,16	8,45	8,01	8,17	8,39	8,21
Condutividade a 25 °C (uS/cm)	101	901	82	76	77	82	74	81
Turbidez (N.T.U)	14,5	13,7	13	30,2	54,1	53	39,1	22,6
Transparência (m)	total	total	total	total	total	total	total	total
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	<2,5	3,3	2,5	8,5	8,0	21	6,5	3,6
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	<2,5	5	3	<2,5	21	7,5	<2,5	<2,5
Óleos e Graxas (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenóis (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
D.B.O. (mg/L)	<2	<2	<2	<2	4	12	30	19
Coliformes Totais (NMP/100ml)	517	>2000	1553	>2000	1986	>2000	727	435
Coliformes Termot. (NMP/100ml)	3	461	105	115	276	1300	58	46

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 abril (21,3 °C) (**Figura 2**). Os valores de temperatura do ar não seguiram o padrão sazonal esperado, provavelmente devido à oscilação diária de temperaturas e os diferentes horários de amostragem.

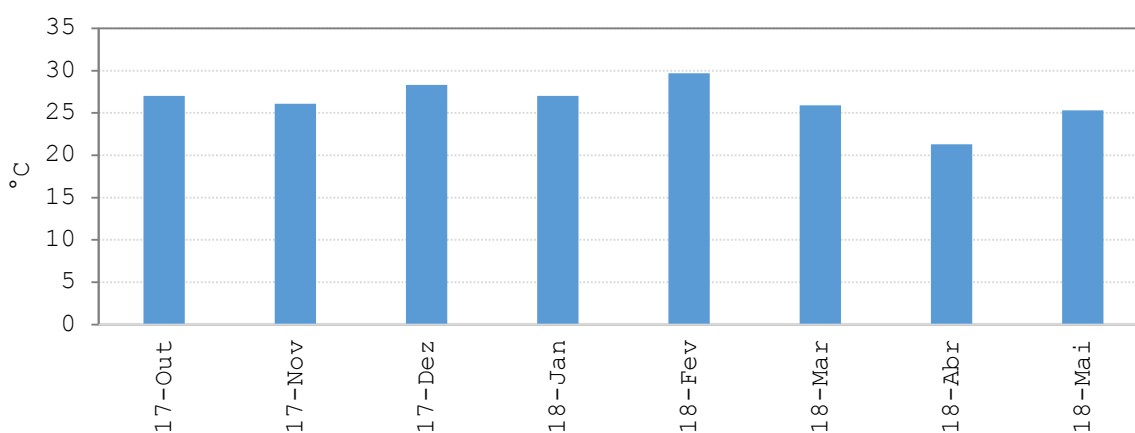


Figura 2. Temperatura do ar medida na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplicio, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

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 maio de 2018 (24,2 °C) (**Figura 3**). Como a temperatura da água é mais estável ao longo do dia, esta representou melhor a variação sazonal esperada, com diminuição das temperaturas nos meses mais próximos ao inverno.

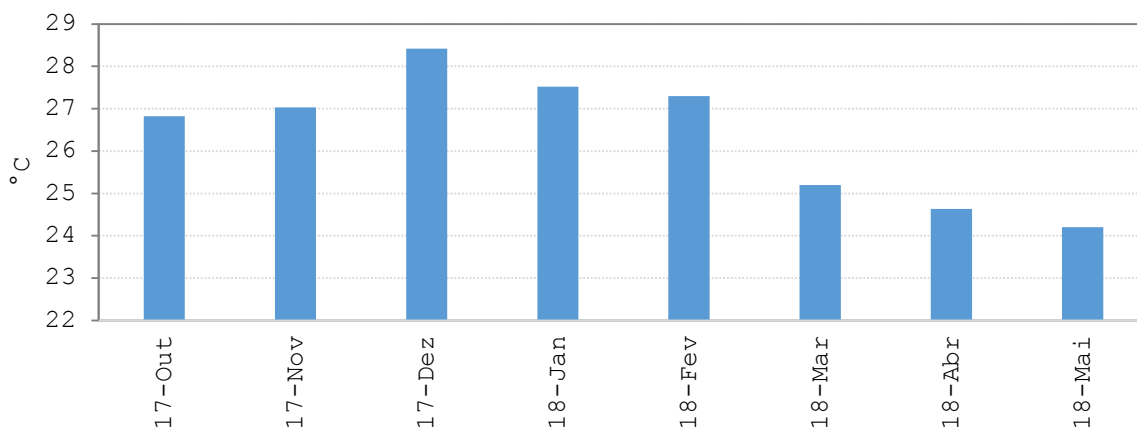


Figura 3. Temperatura da água medida na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

A menor concentração de oxigênio dissolvido foi registrada na campanha de abril (6,8 mg/L) e as maiores em dezembro (9,1 mg/L) e fevereiro (9,0 mg/L), com média de 8,08 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.

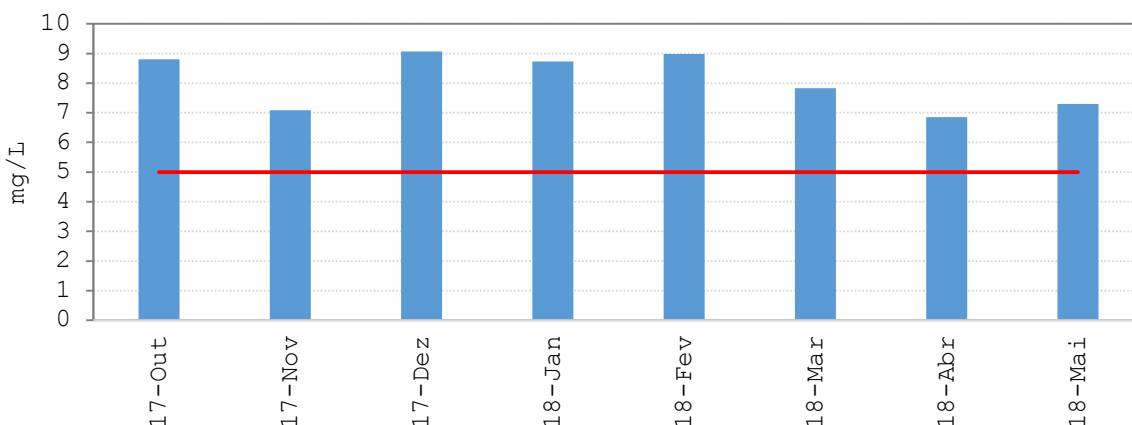


Figura 4. Oxigênio dissolvido na água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. A linha vermelha indica o limite mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005.

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 oito campanhas (**Figura 5**).

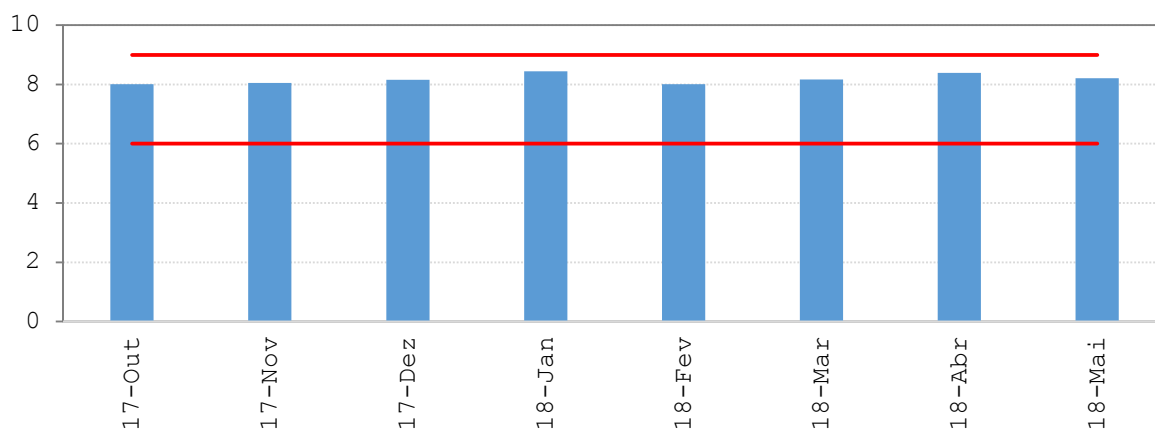


Figura 5. pH da água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. As linhas vermelhas indicam os limites máximo e mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005.

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 81,9 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.

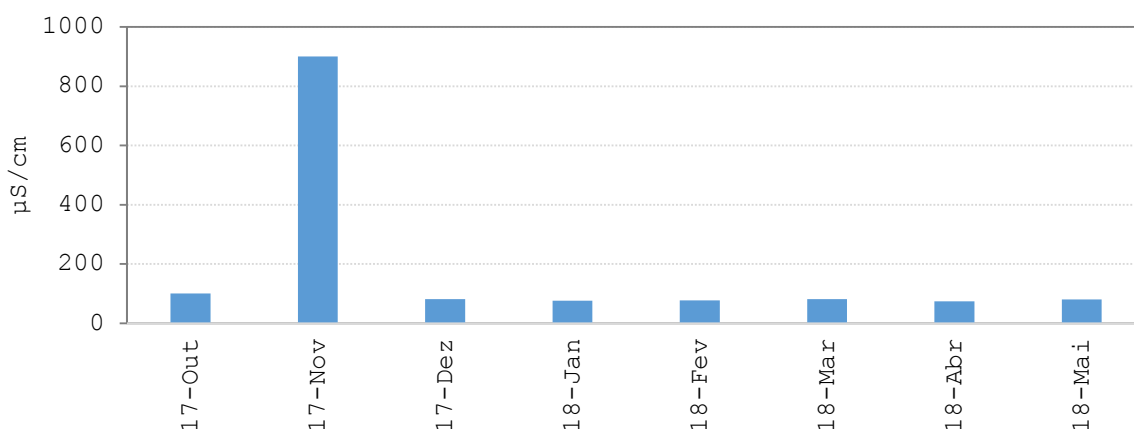


Figura 6. Condutividade elétrica da água na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

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, com redução em abril. Esta redução na precipitação coincide com a redução nos valores de turbidez, indicando que o padrão de variação neste parâmetro é influenciado pelas chuvas. É válido ressaltar, no entanto, que durante o período de amostragem não foi observado retorno da turbidez para valores registrados anteriormente à obra, o que sugere que é possível que a obra tenha afetado a turbidez no trecho. Vale destacar, ainda, 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.

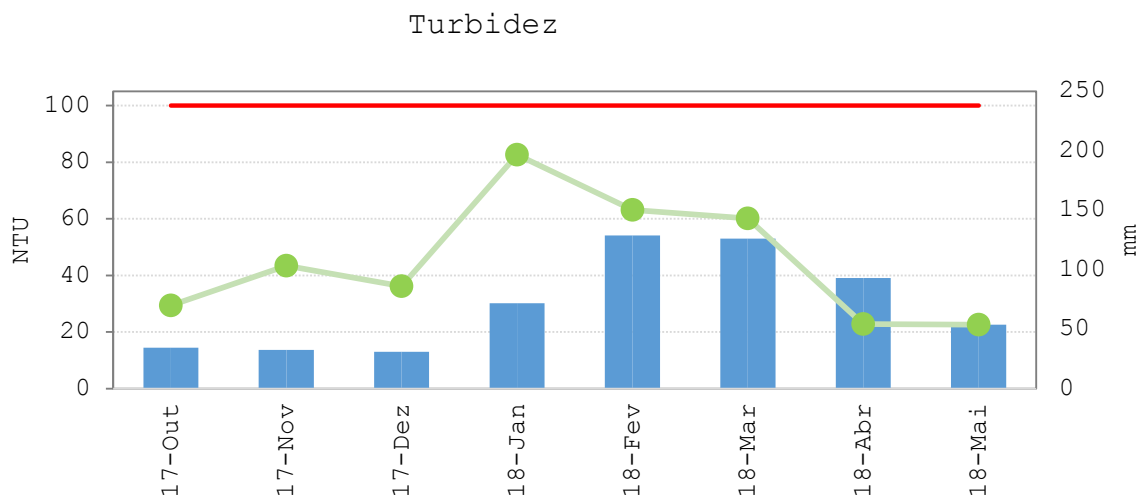


Figura 7. Turbidez da água (NTU) na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. A linha vermelha indica o limite máximo de turbidez para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005. 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, estação 330600805A).

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. A partir da campanha seguinte (abril), no entanto, houve redução destas concentrações (**Figura 8**). Os sólidos suspensos fixos acompanharam a variação temporal da turbidez.

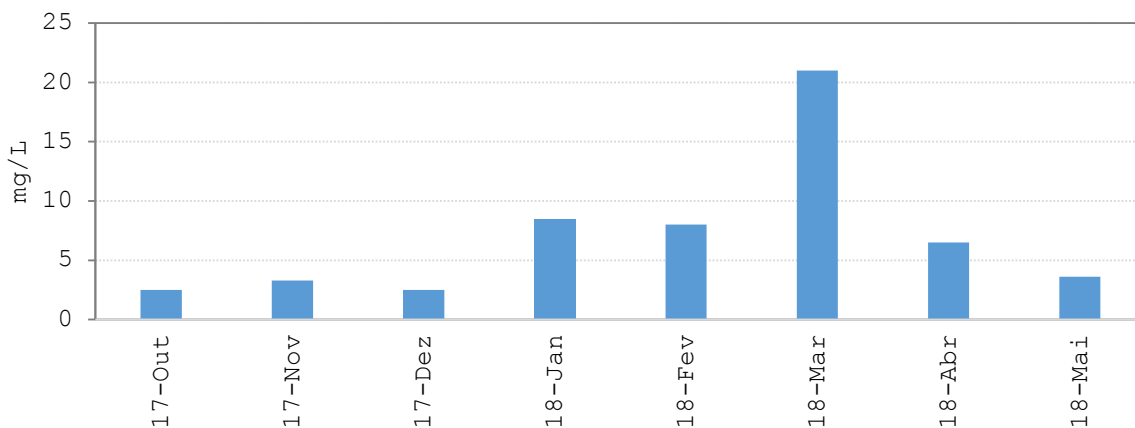


Figura 8. Sólidos em suspensão fixos na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

As concentrações de sólidos em suspensão voláteis foram menores que o limite de detecção do método adotado ($< 2,5$ mg/L) em quatro das oito campanhas de amostragem. A maior concentração foi registrada em fevereiro de 2018 (21 mg/L), com média geral de 5,8 mg/L (**Figura 9**).

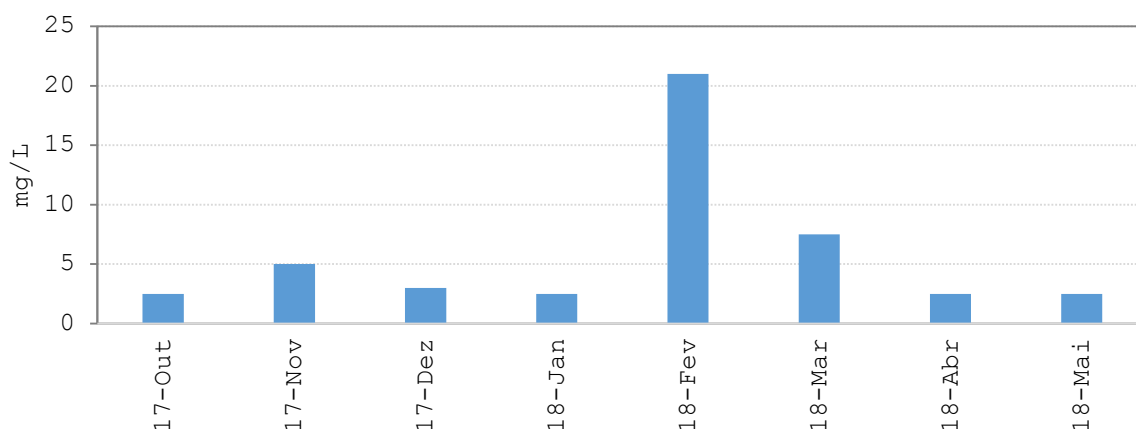


Figura 9. Sólidos em suspensão voláteis na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

As concentrações de óleos e graxas e de fenóis foram inferiores aos limites de detecção dos métodos adotados (< 20 mg/L e $< 0,003$ mg/L, respectivamente) 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 (< 2 mg/L) em quatro das oito campanhas de amostragem (as quatro primeiras campanhas). Nas demais campanhas os valores de DBO variaram entre 4 (em fevereiro) e 30 mg/L (em abril, **Figura 10**). Nas três últimas campanhas a DBO apresentou valores superiores ao limite máximo estabelecido para águas de classe 2 pela Resolução CONAMA n° 357/2005.

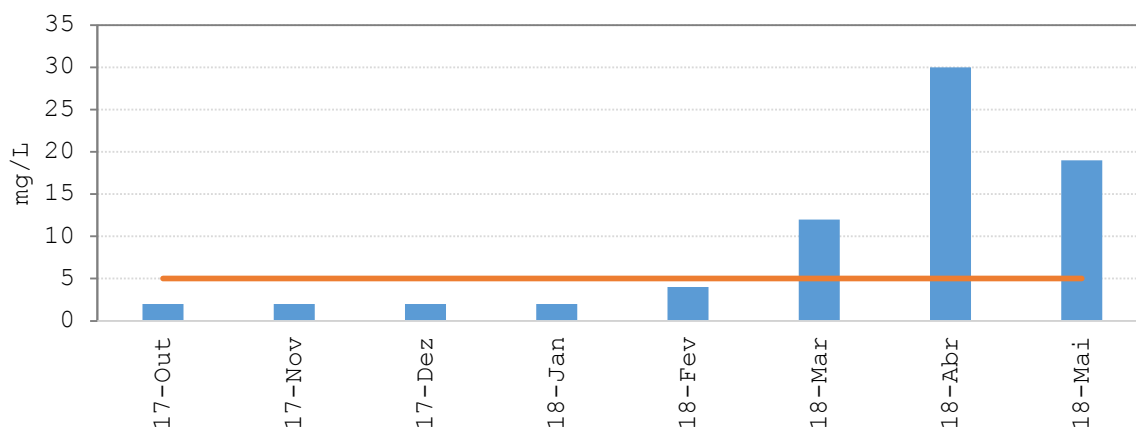


Figura 10. Demanda Bioquímica de Oxigênio na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018. A linha vermelha indica o limite mínimo para corpos de água de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 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 N° 357/2005 do CONAMA (1.000 NMP/100ml) em todas as campanhas, com exceção de março (**Figura 11**). Neste mês, foi registrado o valor de 1.300 NMP/100ml. As densidades de coliformes totais seguiu o mesmo padrão de variação entre as campanhas, atingindo valores superiores ao limite máximo detectável pelo método (>2000 NMP/100ml) nas campanhas de novembro, janeiro e março (**Figura 12**). Para coliformes totais, a legislação não estipula valores máximos.

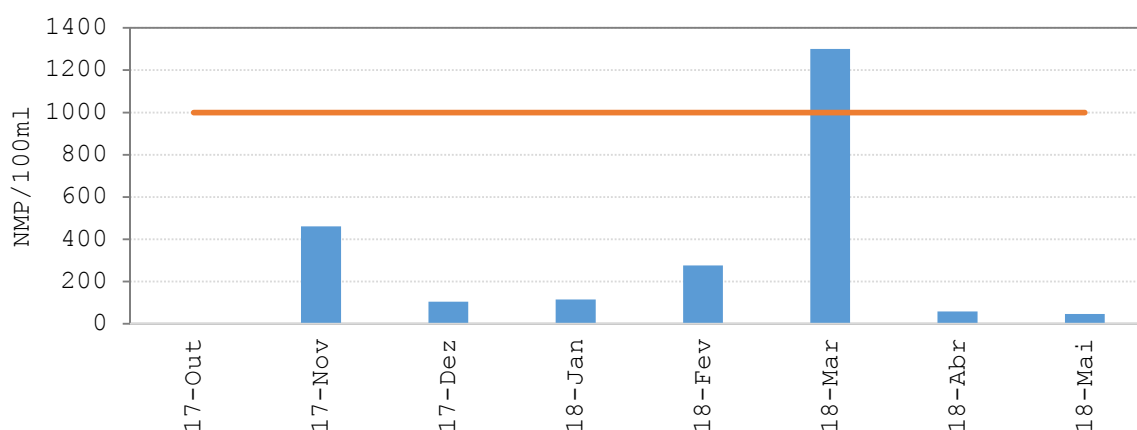


Figura 11. Densidade de coliformes termotolerantes na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

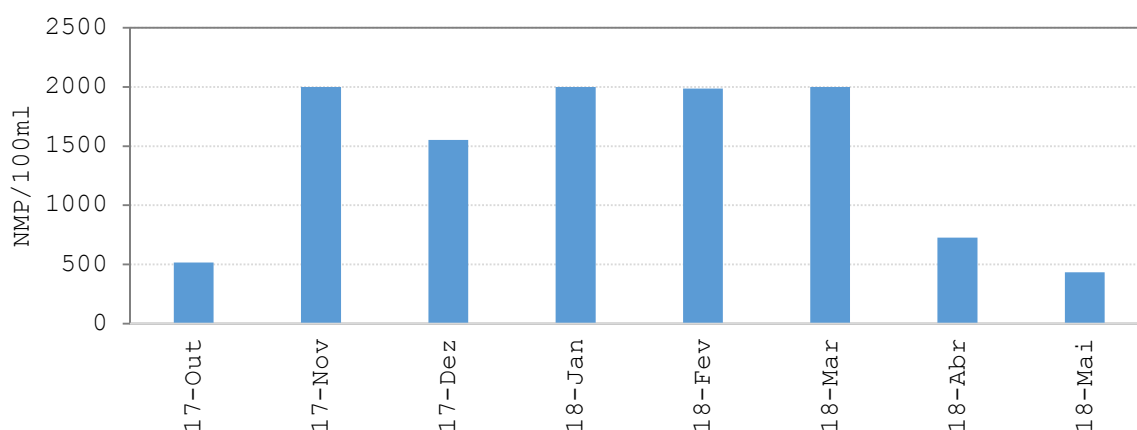


Figura 12. Densidade de coliformes totais na estação de amostragem a jusante do ponto de construção da ponte de acesso à AHE Simplício, durante as campanhas de outubro de 2017 a março de 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresentou os resultados das análises referentes às oito campanhas do Monitoramento da Qualidade da Água Durante a Construção da Ponte de Acesso à AHE Simplício, realizadas mensalmente, entre outubro 2017 e maio de 2018. Apenas nas três últimas campanhas, de março, abril e maio de 2018, foram registradas situações de não conformidade com a legislação vigente - resolução N°357/2005 do CONAMA para DBO. Apenas na campanha de março de 2018 foi registrada situação de não conformidade para coliformes termotolerantes. Ambos os parâmetros indicam contaminação do recurso hídrico por poluentes orgânicos, por exemplo, esgoto.

Houve um aumento na turbidez e nos sólidos suspensos fixos no ponto a jusante da ponte a partir da campanha de janeiro de 2018, atingindo valores mais elevados em março. Este aumento, no entanto, pode estar relacionado ao aumento das chuvas na bacia de drenagem. Além disso, todos os valores de turbidez registrados foram inferiores 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.

ANEXO 1

ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS DE MONITORAMENTO NOS PONTOS DE MONTANTE E DE JUSANTE

1. INTRODUÇÃO

Para a compreensão adequada das transformações no ambiente aquático decorrentes das atividades de implantação da ponte de acesso à UHE Simplício, é necessário analisar as informações coletadas a jusante do estirão da ponte e compará-las com as informações de montante (isto é, fora do alcance direto de qualquer impacto decorrente das obras). Além disso, é importante comparar estas informações com o histórico de resultados obtidos naquele ponto, que é monitorado, em conformidade com o PBA do empreendimento, com periodicidade mensal, desde 2013.

Considerando a natureza limitada (no espaço) e efêmera (no tempo) dos impactos decorrentes das obras de implantação da ponte, a presunção imediata é a de que qualquer alteração significativa da qualidade da água e do ambiente aquático no ponto de jusante poderá ser atribuída àquelas obras.

Os impactos esperados em intervenções humanas desta natureza, em um ambiente lótico (i.e., típico de rio, com correnteza longitudinal pronunciada), são alterações na turbidez e transparência da água (em razão do despejo de sedimentos, diretos e indiretos, decorrentes da obra), e alterações em parâmetros sanitários (decorrentes da presença humana em números maiores do que o registrado no histórico do ponto).

2. METODOLOGIA

A apresentação das informações de montante e jusante será feita de forma sucinta, sem análises estatísticas aprofundadas, pois tratam-se de pares de dados, que não demandam tratamento numérico mais criterioso. Por outro lado, na comparação entre as informações levantadas no período de implantação da ponte com o histórico daquele ponto de amostragem, serão apresentados resultados de estatísticas simples (média, mediana, desvio padrão) do histórico, para uma melhor compreensão de quaisquer desvios decorrentes da obra da ponte.

Importante ressaltar que as coletas de montante não foram realizadas na mesma data que as coletas de jusante, o que pode acarretar em diferenças significativas nos parâmetros mais voláteis, tais como temperatura, sólidos em suspensão, etc. Estas variáveis são muito dependentes das condições climáticas imediatas (dia ensolarado x dia nublado x dia chuvoso). Entretanto, todas as coletas (tanto as de jusante como as de montante) foram realizadas com periodicidade mensal.

Foram selecionadas 12 variáveis físicas e químicas para a comparação e a identificação de eventuais impactos decorrentes das obras da ponte.

A Figura 1, a seguir, apresenta o posicionamento das estações de amostragem. O quadro 1 apresenta as datas de amostragem em cada um dos pontos.



Figura 1. Posicionamento dos pontos de amostragem de montante (ponto P01, amostrado pela R2N) e de jusante (ponto PRB 90, amostrado regularmente pelo SMLQA de FURNAS).

MÊS	MONTANTE	JUSANTE
out/17	20/10/2017	24/10/2017
nov/17	20/11/2017	
dez/17	21/12/2017	28/12/2017
jan/18	16/01/2018	28/01/2018
fev/18	22/02/2018	01/03/2018
mar/18	21/03/2018	29/03/2018
abr/18	18/04/2018	26/04/2018
mai/18	24/05/2018	31/05/2018

Quadro 1. Datas de amostragem nos pontos de montante e jusante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadros e figuras a seguir apresentam a comparação entre montante e jusante, a cada mês de coleta, para as seguintes variáveis: Coliformes totais, coliformes termotolerantes, condutividade elétrica, DBO, Fenóis, oxigênio dissolvido, pH, sólidos fixos em suspensão, sólidos voláteis em suspensão, temperatura da água, temperatura do ar, turbidez. O Quadro 2 apresenta os pares de dados, colocados mês a mês; o Quadro 3 apresenta as estatísticas sumárias do histórico (desde 2013) e do período de amostragem (8 meses de coleta) nos dois pontos, montante e jusante.

As Figuras 2 a 13 apresentam as estatísticas sumárias separadas por parâmetro, em formato gráfico, permitindo a visualização do comportamento de cada variável ao longo do período estudado.

Quadro 2. Apresentação dos resultados de montante e de jusante, mês a mês, para as variáveis selecionadas.

	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)		Coliformes Totais (NMP/100mL)		Condutividade (µS/cm)	
	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE
out/17	3,000	540,000	517,000	24000,000	101,000	96,000
nov/17	461,000		2000,000			
dez/17	105,000	272,300	1553,000	1203,300	82,000	68,100
jan/18	115,000	9,110	2000,000	2500,000	76,000	56,000
fev/18	276,000	13,500	1986,000	376,200	77,000	51,000
mar/18	1300,000	1,000	2000,000	330,000	82,000	50,000
abr/18	58,000	128,700	727,000	2419,600	74,000	71,000
mai/18	46,000	2419,600	435,000	2419,600	81,000	69,000
	D.B.O (mg/L)		Fenóis (mg/L)		OD (mg/L)	
	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE
out/17	2,000	5,800	0,003	0,003	8,810	9,100
nov/17	2,000		0,003		7,090	
dez/17	2,000	0,000	0,003		9,070	8,740
jan/18	2,000	0,000	0,003	0,003	8,730	5,980
fev/18	4,000	1,810	0,003		8,990	4,740
mar/18	12,000	0,000	0,003	0,003	7,830	4,810
abr/18	30,000	1,510	0,003		6,850	6,980
mai/18	19,000	3,600	0,003	0,003	7,300	7,570
	pH		Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)		Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	
	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE
out/17	8,010	7,200	2,500	38,500	2,500	48,000
nov/17	8,050		3,300		5,000	
dez/17	8,160	6,600	2,500		3,000	
jan/18	8,450	7,450	8,500	0,000	2,500	14,000
fev/18	8,010	7,360	8,000		21,000	
mar/18	8,170	7,420	21,000	16,000	7,500	56,000
abr/18	8,390	7,260	6,500		2,500	
mai/18	8,210	7,490	3,600	0,000	2,500	0,000
	Temperatura da água (°C)		Temperatura do ar (°C)		Turbidez (NTU)	
	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE
out/17	26,820	25,500	27,000	22,000	14,500	4,000
nov/17	27,030		26,100		13,700	
dez/17	28,420	28,400	28,300	31,600	13,000	6,490
jan/18	27,520	29,900	27,000	31,100	30,200	24,200
fev/18	27,300	26,600	29,700	28,600	54,100	38,800
mar/18	25,200	26,800	25,900	31,100	53,000	37,900
abr/18	24,630	24,600	21,300	29,000	39,100	10,100
mai/18	24,200	21,900	25,300	24,100	22,600	5,200

Quadro 3. Apresentação das estatísticas sumárias das variáveis selecionadas, no histórico do monitoramento (2008-2018) e nos pontos de coleta ao longo do período estudado (8 meses de coleta)

	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)			Coliformes Totais (NMP/100mL)			Condutividade elétrica (µS/cm)		
	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE
CONTAGEM	78	8	7	78	8	7	79	7	7
MÁXIMO	11000,000	1300,000	2419,600	160000,000	2000,000	24000,000	103,000	101,000	96,000
MÍNIMO	0,000	3,000	1,000	0,000	435,000	330,000	23,000	74,000	50,000
MEDIANA	300,000	105,000	71,100	1405,000	1553,000	1811,450	68,100	79,000	62,050
MÉDIA	891,959	295,500	483,459	8221,086	1402,250	4749,814	68,454	81,857	65,871
DESVIO PADRÃO	1714,107	404,641	810,724	20099,350	671,808	7907,791	14,449	8,340	14,732
	D.B.O (mg/L)			Fenóis (mg/L)			OD (mg/L)		
	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE
CONTAGEM	79	8	7	51	8	4	79	8	7
MÁXIMO	26,000	30,000	5,800	0,945	0,003	0,003	11,360	9,070	9,100
MÍNIMO	0,000	2,000	0,000	0,000	0,003	0,003	4,740	6,850	4,740
MEDIANA	2,800	2,000	0,755	0,001	0,003	0,003	7,600	7,830	6,480
MÉDIA	4,875	9,125	1,817	0,024	0,003	0,003	7,523	8,084	6,846
DESVIO PADRÃO	5,573	9,816	2,037	0,131	0,000	0,000	1,223	0,861	1,627
	pH			Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)			Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)		
	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE
CONTAGEM	79	8	7	50	8	4	50	8	4
MÁXIMO	9,880	8,450	7,490	135,000	21,000	38,500	280,000	21,000	56,000
MÍNIMO	5,730	8,010	6,600	0,000	2,500	0,000	0,000	2,500	0,000
MEDIANA	7,470	8,160	7,310	3,500	3,600	0,000	3,000	2,500	14,000
MÉDIA	7,539	8,181	7,254	12,160	6,988	13,625	16,692	5,813	29,500
DESVIO PADRÃO	0,719	0,155	0,284	24,690	5,758	15,777	41,830	5,979	23,211
	Temperatura da água (°C)			Temperatura do ar (°C)			Turbidez (NTU)		
	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE
CONTAGEM	79	8	7	79	8	7	74	8	7
MÁXIMO	29,900	28,420	29,900	36,100	29,700	31,600	291,000	54,100	38,800
MÍNIMO	18,950	24,200	21,900	17,500	21,300	22,000	1,000	13,000	4,000
MEDIANA	24,710	26,820	26,050	25,000	26,100	28,800	18,200	22,600	8,295
MÉDIA	24,393	26,390	26,243	26,192	26,325	28,214	37,000	30,025	18,099
DESVIO PADRÃO	2,745	1,420	2,408	4,313	2,311	3,473	54,397	15,978	14,252

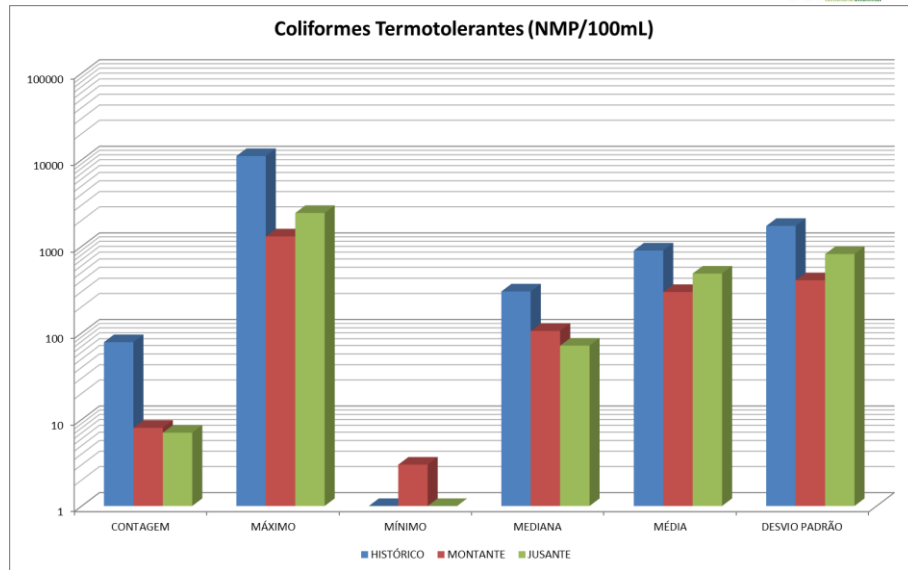


Figura 2. Estatísticas sumárias da variável “Coliformes Termotolerantes”.

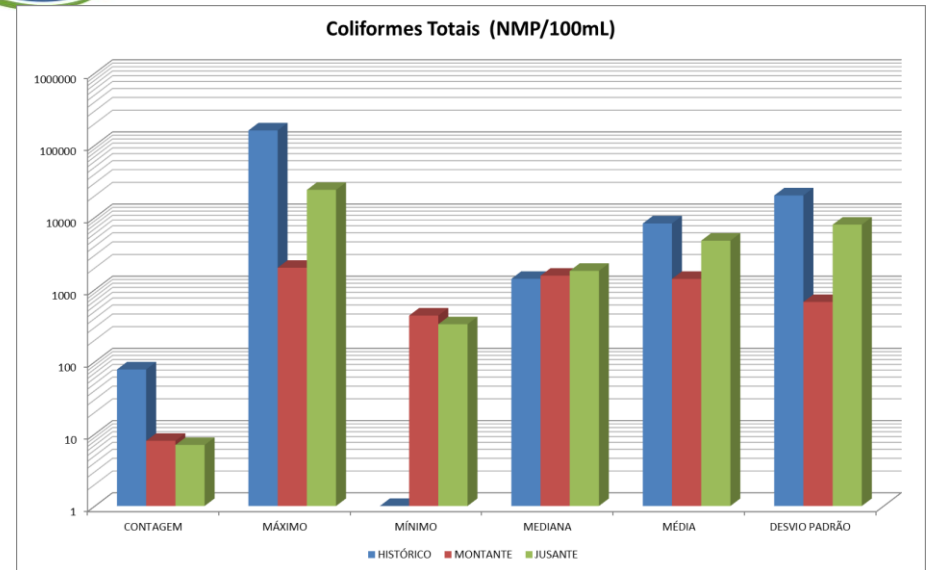


Figura 3. Estatísticas sumárias da variável “Coliformes Totais”.

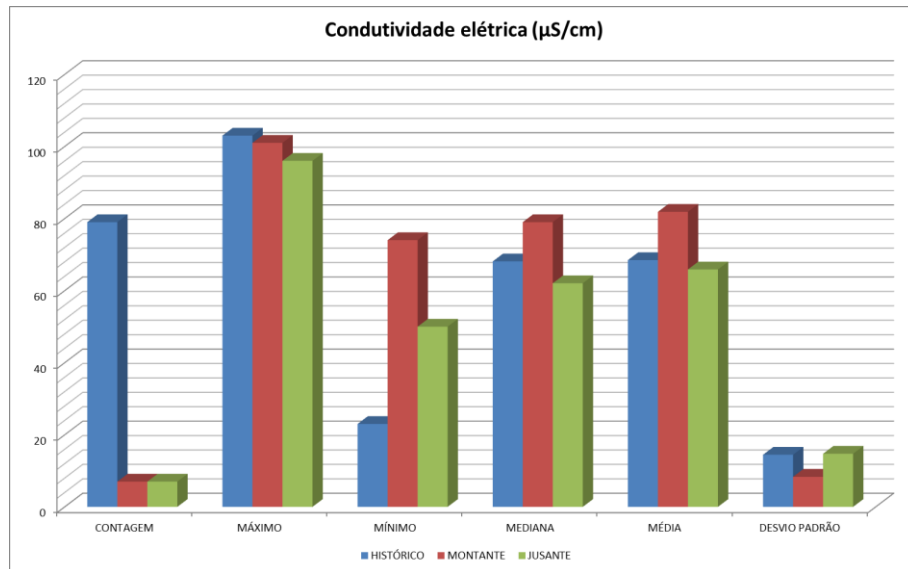


Figura 4. Estatísticas sumárias da variável “Condutividade Elétrica”.

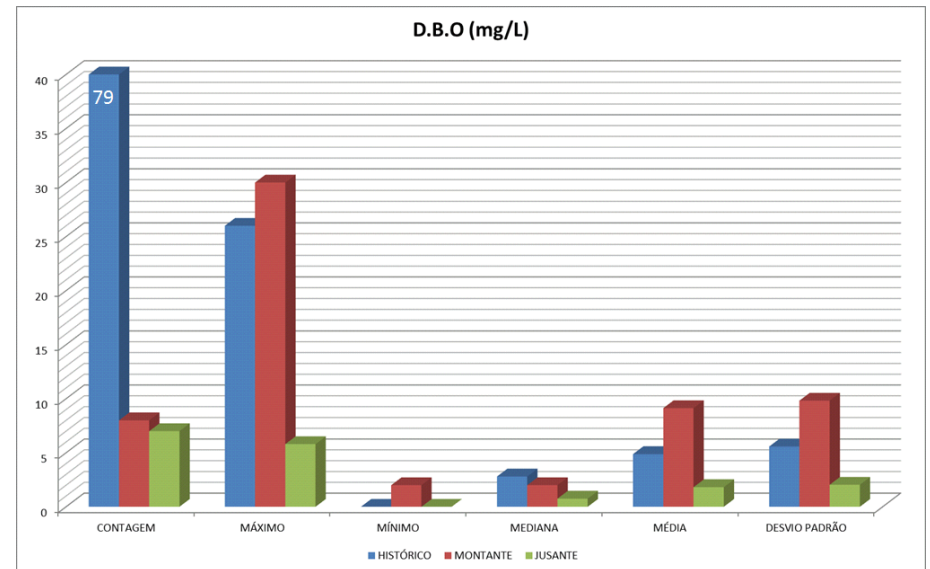


Figura 5. Estatísticas sumárias da variável “D.B.O.”.

Figura 6.

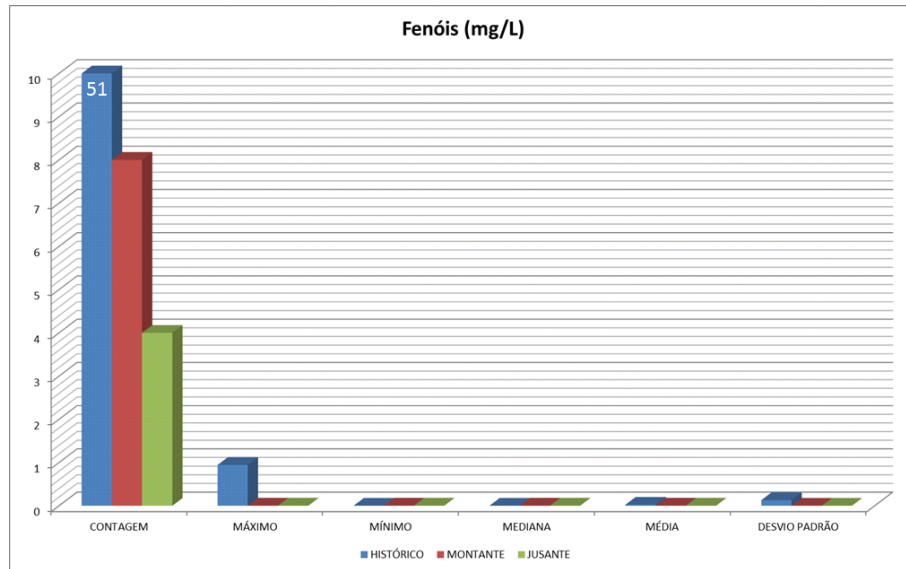


Figura 8. Estatísticas sumárias da variável "Fenóis".

Figura 7.

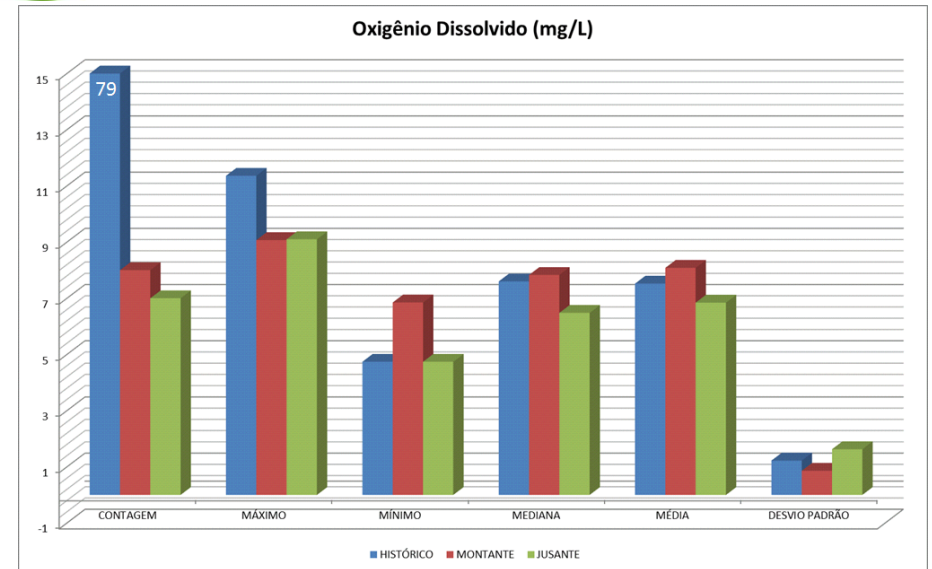


Figura 9. Estatísticas sumárias da variável "Oxigênio Dissolvido".

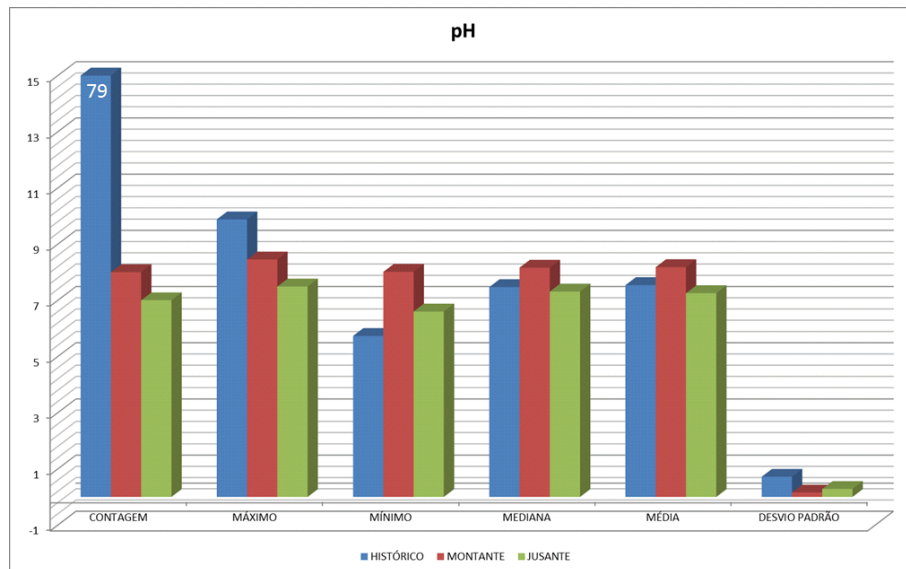


Figura 10. Estatísticas sumárias da variável "pH".

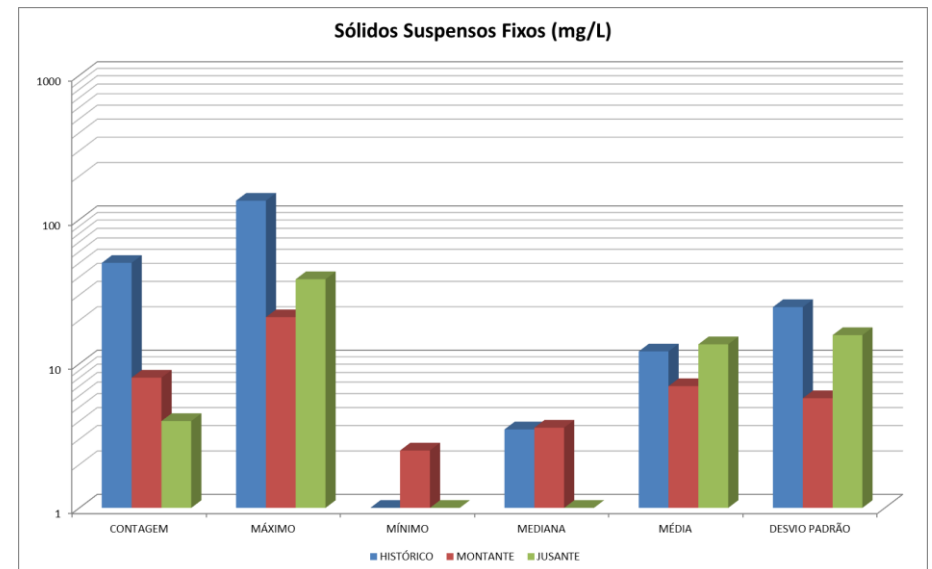


Figura 11. Estatísticas sumárias da variável "Sólidos Suspensos Fixos".

Figura 12.

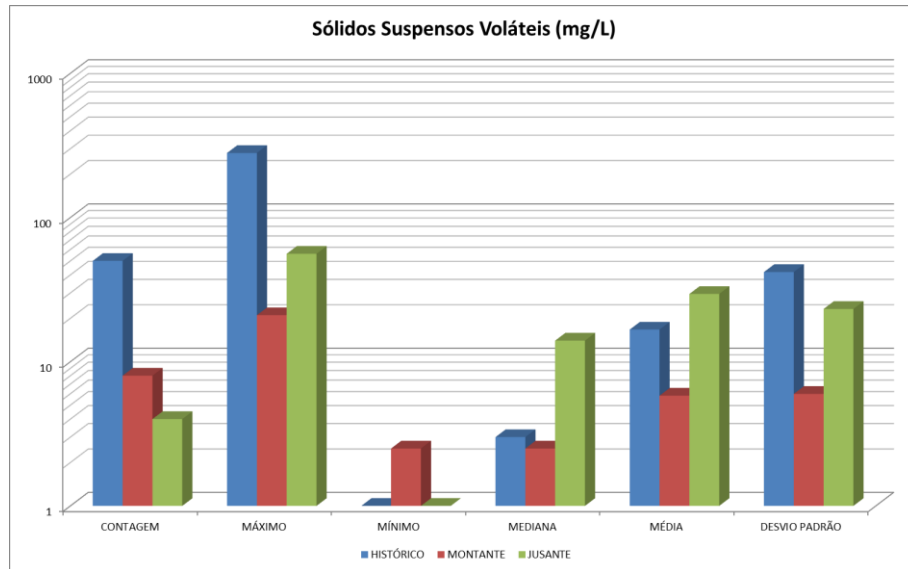


Figura 13.

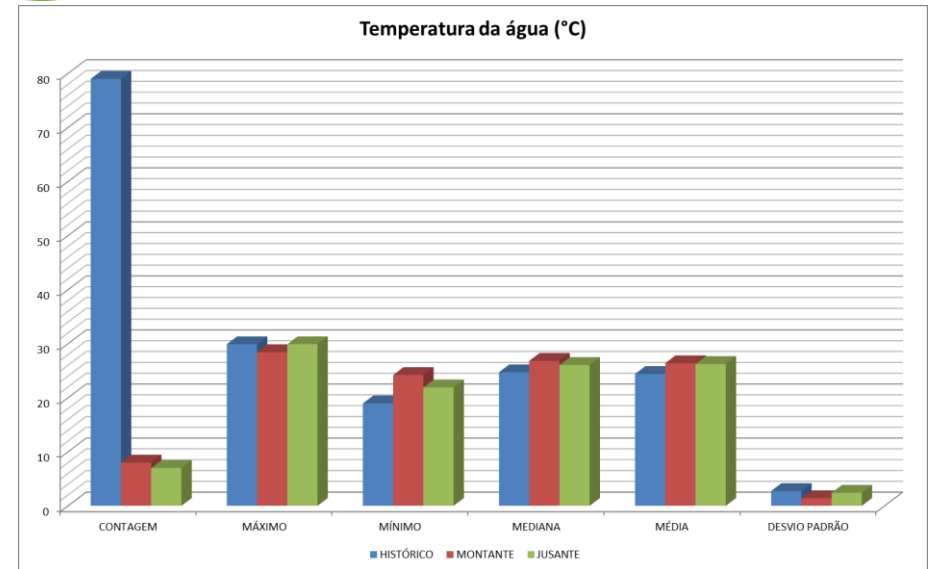


Figura 14. Estatísticas sumárias da variável “Sólidos Suspensos Voláteis”.

Figura 15. Estatísticas sumárias da variável “Temperatura da água”.

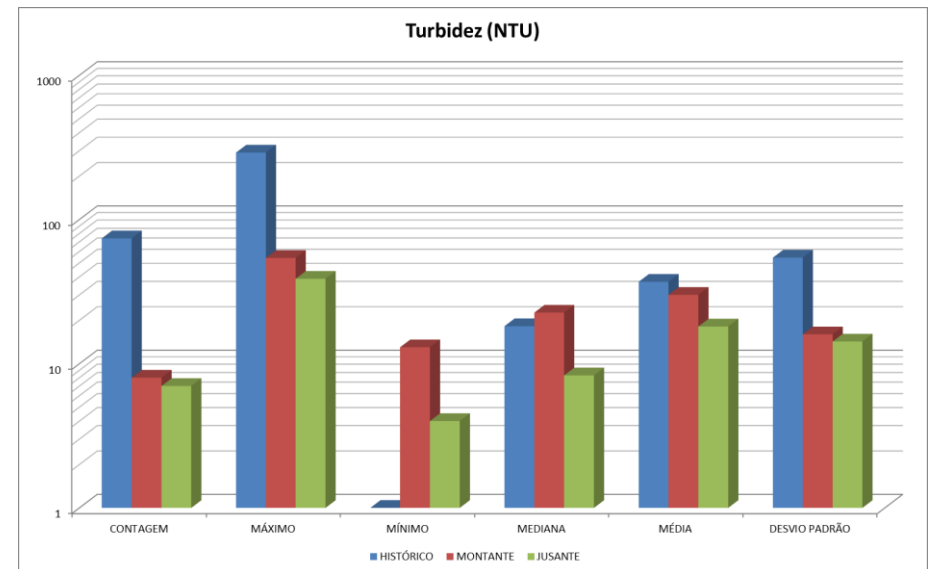
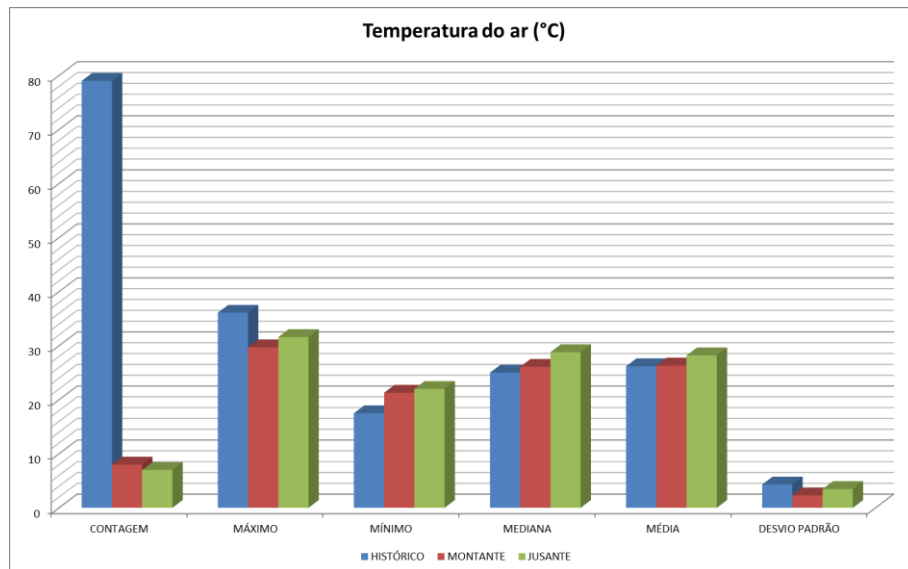


Figura 16. Estatísticas sumárias da variável “Temperatura do ar”.

Figura 17. Estatísticas sumárias da variável “Turbidez”.

O comportamento – média, mediana, e máximo – das variáveis microbiológicas (coliformes totais e termotolerantes) ao longo do período de obras da ponte de acesso não ultrapassou as medições realizadas no histórico de longo prazo daquele ponto, e tampouco ultrapassaram o limite preconizado pela Res. CONAMA 357/2005.

As seguintes variáveis apresentaram valores de montante consistentemente maiores do que os valores de jusante: condutividade elétrica, DBO, Oxigênio dissolvido, pH, e turbidez. Todas estas variáveis são bastante voláteis em seu comportamento ao longo do tempo, dependendo, como já explicado, de condições climáticas imediatas para o seu resultado pontual. A observação de valores maiores a montante (em comparação com jusante) não permite a inferência de que esta alteração está associada com a dimensão espacial (i.e., com a passagem da água entre o ponto de montante e o de jusante), pois tais alterações não ocorreriam entre dois pontos tão próximos se as amostragens tivessem ocorrido simultaneamente. Tomando-se como referência a média ou a mediana histórica, observa-se que a variação observada para estes parâmetros, tanto a montante como a jusante, é assimilada como ruído de fundo, não sendo significativa ou permitindo inferências de causa e efeito associadas com as obras da ponte.

Nas variáveis dos sólidos em suspensão, por sua vez, observa-se um comportamento passível de associação às obras de implantação da ponte, com o ponto de jusante tendo valores significativamente maiores do que o ponto de montante. Estas variáveis, em uma situação com a presença de um canteiro de obras em atividade localizado entre os dois pontos de coleta, efetivamente devem estar refletindo um maior aporte de partículas ao ambiente aquático. Entretanto, é importante destacar que, em comparação com o histórico de longo prazo, os valores máximos registrados no período das obras da ponte jamais se aproximaram dos máximos históricos. A magnitude da variação deve ter sido assimilada sem impactos de longo prazo pelo ambiente aquático.

A análise dos registros de temperatura (da água e do ar), em geral, confirma que as observações das demais variáveis são comparáveis, pois as temperaturas estão apresentando valores próximos na maior parte das datas. Eventuais divergências são facilmente atribuídas a fenômenos climáticos de curta duração, tais como eventos de chuva ou de sol.

3.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO PARA FÓSFORO TOTAL, NITRATO E ÓLEOS E GRAXAS

A Licença de Instalação 1175/2017 estabeleceu que deveriam ser analisados neste relatório, além dos parâmetros citados acima na análise da influência das obras da ponte sobre o estirão do rio Paraíba do Sul, os parâmetros “fósforo total”, “nitrato” e “óleos e graxas”. Estes parâmetros são discutidos a seguir, com base nos dados do monitoramento regular de FURNAS, tanto em seu aspecto histórico (2008-2018) como durante a execução da obra. Os quadros 4 e 5 seguem o modelo já apresentado no item anterior, com a apresentação dos pares montante-jusante e das estatísticas sumárias do histórico de cada variável. As Figuras 18 a 20 apresentam, em forma gráfica, o comportamento destas variáveis.

Quadro 4. Apresentação dos resultados de montante e de jusante, mês a mês, para as variáveis “fósforo total”, “nitrato” e “óleos e graxas”.

	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)
	JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE
out/17	0,440	1,350	0,100
nov/17			
dez/17			
jan/18	0,144	2,050	0,800
fev/18			
mar/18	0,208	0,000	0,000
abr/18			
mai/18	0,053	1,370	0,000

Quadro 5. Apresentação das estatísticas sumárias para as variáveis “fósforo total”, “nitrato” e “óleos e graxas”, no histórico do monitoramento (2008-2018) e nos pontos de coleta ao longo do período estudado (8 meses de coleta)

	Fósforo Total (mg/L)		Nitrato (mg/L)		Óleos e Graxas (mg/L)		
	HISTÓRICO	JUSANTE	HISTÓRICO	JUSANTE	HISTÓRICO	MONTANTE	JUSANTE
CONTAGEM	57	4	47	4	46	8	4
MÁXIMO	0,500	0,440	2,700	2,050	2,000	<10	0,800
MÍNIMO	0,010	0,053	0,000	0,000	0,000	<10	0,000
MEDIANA	0,109	0,144	0,900	1,350	0,100	<10	0,000
MÉDIA	0,140	0,211	1,001	1,193	0,526	<10	0,225
DESVIO PADRÃO	0,118	0,143	0,596	0,744	0,512	0,000	0,334

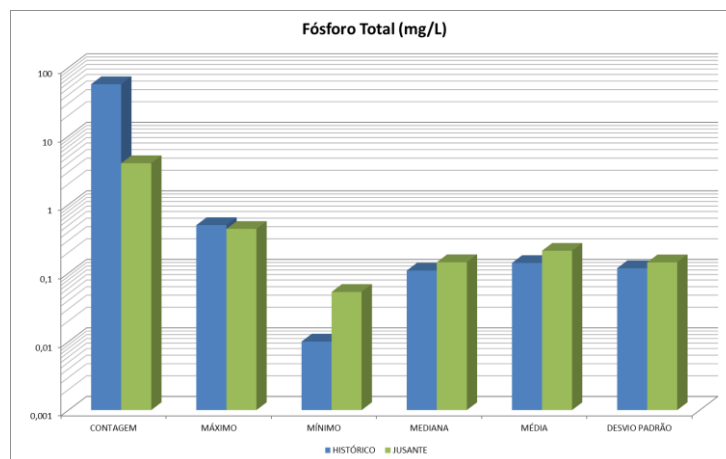


Figura 18. Estatísticas sumárias da variável “Fósforo Total”.

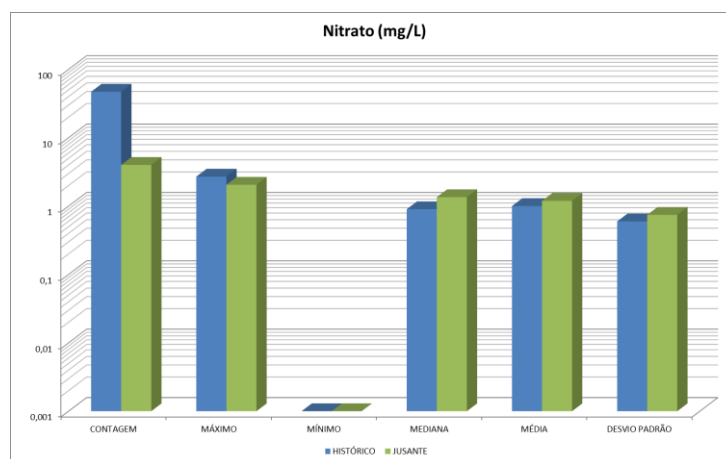


Figura 19. Estatísticas sumárias da variável “Nitrato”.

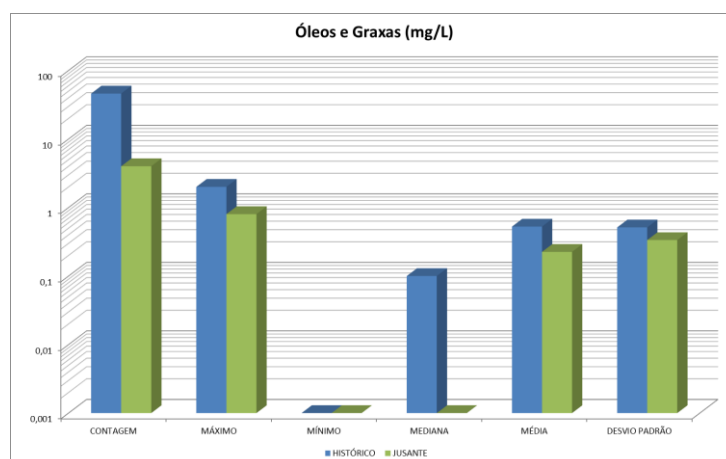


Figura 20. Estatísticas sumárias da variável “Óleos e Graxas”

Os valores médios e medianos de fósforo total apresentaram um leve incremento no período de construção da ponte em comparação com o histórico de longo prazo. Porém, como se pode observar na Figura 18, este incremento decorre de maiores mínimos observados, e não de maiores máximos. Como os valores máximos permaneceram abaixo dos máximos da

série histórica, não é possível identificar influência negativa relevante que seja decorrente das obras.

Os valores de nitrato, tanto na série histórica como no período de interesse, revelaram-se bem abaixo de limites de alarme, podendo ser considerados típicos de ambientes lóticos e impactados como o rio Paraíba do Sul.

Os óleos e graxas corroboram esta observação, pois todas as estatísticas (média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão) foram inferiores durante a obra em comparação com a série histórica, donde se infere que não houve impacto ambiental relevante (no ecossistema aquático) decorrente das obras.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO PARA O PONTO A JUSANTE DA RESTITUIÇÃO DA VAZÃO DEFLUENTE DA UHE SIMPLÍCIO (PRB100)

Ainda por solicitação da Licença de Instalação 1175/2017, apresentamos a seguir considerações sobre os valores dos parâmetros de interesse observados no ponto a jusante do canal de fuga da UHE Simplício, denominado ponto PRB 100 na malha amostral do Programa de Monitoramento dos Ecossistemas Aquáticos.

Caso fosse observada qualquer alteração significativa entre o ponto PRB 100 e os pontos próximos à ponte, apresentados anteriormente, tal alteração não poderia, em nenhuma hipótese, ser atribuída às obras da ponte. A razão disto é que o canal de fuga da UHE Simplício lança águas no estirão estudado com uma vazão significativamente maior (chegando a 340 m³/s – comparar com a vazão típica do TVR, da ordem de 100 m³/s). A grande quantidade de água oriunda do circuito hidráulico do AHE Simplício, i.e., submetida a condições semilênticas (contrastando com as altas velocidades do TVR), diluiria qualquer impacto decorrente das obras da ponte.

Não obstante, na comparação entre os valores registrados no período de interesse e a série histórica, não foram observadas alterações significativas, tendo os valores médios e máximos se mantido dentro da variação da série histórica. A exceção foram os óleos e graxas (onde o valor máximo foi maior do que na série histórica, o que inclusive distorceu a média do conjunto referente ao período de interesse, em razão também de a média ter sido calculada com muito menos pontos do que na série histórica). O aumento dos óleos e graxas no ponto

PRB 100 foi um evento pontual, cuja atribuição não pode ser identificada com clareza à luz das informações disponíveis. A continuidade do monitoramento poderá estabelecer estas questões com mais clareza.

Quadro 6. Apresentação dos resultados no ponto PRB100 ao longo do período estudado (8 meses de coleta)

PRB100	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Condutividade (μ S/cm)	D.B.O (mg/L)
out/17	350,000	4300,000	95,000	6,200
nov/17				
dez/17	260,300	2419,600	65,900	0,000
jan/18	1,000	2419,600	53,000	0,000
fev/18	58,100	376,200	47,000	4,200
mar/18	15,600	344,800	45,000	4,400
abr/18	76,300	467,400	75,000	1,710
mai/18	298,000	2419,600	71,000	1,900
PRB100	Fenóis (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)
out/17	0,001	0,100	1,350	8,800
nov/17				
dez/17				7,410
jan/18	0,000	0,104	2,050	4,940
fev/18				5,810
mar/18	0,000	0,436	0,000	4,880
abr/18				7,010
mai/18	0,000	0,041	4,390	5,340
PRB100	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)
out/17	0,100	7,100	43,000	21,500
nov/17				
dez/17		6,680		
jan/18	4,800	7,200	0,000	6,000
fev/18		7,280		
mar/18	1,000	7,090	16,000	32,000
abr/18		6,680		
mai/18	0,000	7,370	0,000	0,000
PRB100	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	Transparência (m)	Turbidez (NTU)
out/17	25,700	20,200	0,900	6,000
nov/17				
dez/17	28,600	27,800	0,870	10,600
jan/18	29,200	29,900	0,710	22,600
fev/18	26,300	28,100	0,610	49,100
mar/18	26,900	28,600	0,540	30,900
abr/18	24,400	28,100	1,000	6,800
mai/18	22,200	23,200	0,700	5,000

Quadro 7. Apresentação das estatísticas sumárias para as variáveis, no histórico do monitoramento (2008-2018) e no ponto PRB100 ao longo do período estudado (8 meses de coleta)

	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)		Coliformes Totais (NMP/100mL)		Condutividade elétrica (µS/cm)	
	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100
CONTAGEM	57	7	57	7	56	7
MÁXIMO	6800,000	350,000	24196,000	4300,000	98,000	95,000
MÍNIMO	0,000	1,000	0,000	344,800	45,000	45,000
MEDIANA	96,500	67,200	463,700	1443,500	70,000	59,450
MÉDIA	383,126	151,329	3451,009	1821,029	71,888	64,557
DESVIO PADRÃO	934,048	135,330	6284,421	1379,402	11,988	16,490
	D.B.O (mg/L)		Fenóis (mg/L)		Fósforo Total (mg/L)	
	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100
CONTAGEM	56	7	30	4	36	4
MÁXIMO	9,300	6,200	0,243	0,001	2,570	0,436
MÍNIMO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,041
MEDIANA	2,000	1,805	0,001	0,000	0,100	0,100
MÉDIA	2,694	2,630	0,017	0,000	0,184	0,170
DESVIO PADRÃO	1,844	2,189	0,046	0,000	0,415	0,155
	Nitrato (mg/L)		OD (mg/L)		Óleos e Graxas (mg/L)	
	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100
CONTAGEM	26	4	56	7	25	4
MÁXIMO	2,500	1,926	9,380	8,800	4,800	4,800
MÍNIMO	0,000	0,000	4,880	4,880	0,000	0,000
MEDIANA	1,000	1,180	7,210	5,575	0,100	0,100
MÉDIA	1,061	1,162	7,153	6,313	0,288	1,475
DESVIO PADRÃO	0,641	0,721	1,014	1,363	0,940	1,959
	pH		Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)		Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	
	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100
CONTAGEM	56	7	29	4	29	4
MÁXIMO	9,830	7,370	43,000	43,000	32,000	32,000
MÍNIMO	5,600	6,680	0,000	0,000	0,000	0,000
MEDIANA	7,480	7,095	3,000	0,000	2,500	6,000
MÉDIA	7,448	7,057	5,793	14,750	4,603	14,875
DESVIO PADRÃO	0,755	0,255	8,170	17,570	6,493	12,621
	Temperatura da água (°C)		Temperatura do ar (°C)		Turbidez (NTU)	
	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100	HISTÓRICO	PRB100
CONTAGEM	56	7	55	7	56	7
MÁXIMO	29,350	29,200	34,800	29,900	119,000	49,100
MÍNIMO	19,540	22,200	18,000	20,200	1,100	5,000
MEDIANA	25,350	26,000	26,300	27,950	21,600	8,700
MÉDIA	24,757	26,186	26,257	26,557	25,602	18,714
DESVIO PADRÃO	2,802	2,228	4,206	3,237	23,516	15,327

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Não foram identificados impactos relevantes ou persistentes decorrentes das obras de implantação da ponte de acesso à UHE Simplício.
- As alterações nas variáveis selecionadas foram, em sua grande maioria, atribuídas à variações temporais (de curto prazo), e não à influência do canteiro de obras.
- As variáveis que apresentaram alteração correlacionável com o canteiro de obras (sólidos em suspensão fixos e voláteis) não ultrapassaram os valores registrados na série histórica, e tampouco alcançaram valores de alarme, que prejudicassem o funcionamento do ecossistema aquático.

ANEXO 2

LAUDOS ANALÍTICOS – RESULTADOS FÍSICO, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS