Projeto: Recuperação de áreas degradadas da microbacia do Isidoro Sub-bacia Rio das Velhas

Ocupação Vitória

Finanaciado pelo Fundo Socioambiental Caixa (FSA/CEF ACF 209/2021)

RELATÓRIO 6

Biomonitoramento Participativo da Qualidade do Ambiente Aquático

5ª Campanha Limnológica

Meta 2.4 – Ações de recuperação nas áreas reflorestadas na Ocupação Vitória. Instalação de 18 fossas ecológicas.

Atividade: 2.4.4 – Biomonitoramento Participativo da qualidade água

Dr Ricardo Motta Pinto-Coelho

Dr. Luis Alberto Sáenz Isla

Maio de 2023

APRESENTAÇÃO

Quase no final do segundo semestre de 2021, a empresa RMPC – Meio Ambiente Sustentável assinou o Acordo de Cooperação Financeira (ACF 209/2021) com a Caixa Econômica Federal. Esse convênio visa o financiamento, via o Fundo Socioambiental CAIXA, do Projeto "Recuperação de áreas degradadas da microbacia do Isidoro Sub-bacia Rio das Velha – Ocupação Vitória".

O mencionado ACF tem como objeto: **"Recuperar a qualidade da água e as nascentes e matas ciliares degradadas na microbacia do Ribeirão Isidoro, localizada na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, Sub-bacia do rio das Velhas no município de Belo Horizonte - Minas Gerias"**, especificamente nas nascentes e córregos da microbacia do Ribeirão Isidoro, córrego Macacos para benefício das ocupações Vitória, Córrego Fazenda Velha e Córrego Terra Vermelha.

Em relação ao projeto podemos definir que ele atende a três grandes problemas que a microbacia Isidoro, na cidade de Belo Horizonte, vem sofrendo há várias décadas, e que são uma constante na maioria de municípios periféricos das cidades brasileiras. Assim podemos destacar a falta de uma rede de esgoto e a presença desse esgoto nos corpos hídricos, erosão e falta de mata ciliar nas margens e nascentes dos córregos e rios, e a falta de diálogo entre a comunidade e os poderes públicos (governança). Estes problemas teriam uma origem comum, a falta de políticas públicas claras para essas comunidades periféricas que promoveram o crescimento urbanístico desordenado e insustentável da cidade de Belo Horizonte. Este projeto pretende resolver esses problemas executando um projeto piloto de recuperação de áreas degradadas, usando os principais córregos e nascentes desta microbacia congregando as ações complementares e simultâneas em três linhas de ação prioritárias.

A primeira ação está relacionada à recuperação da água, (vazão, qualidade, assoreamento e lixo) nos córregos dessa microbacia como consequência da contaminação aquática oriunda do lançamento direto de esgotos domésticos

sem tratamento. Reduzindo a carga contaminantes doméstica com a instalação estratégica de Tanques de Evapotranspiração (TeVap).

A segunda ação se refere à recuperação da terra (estabilidade, drenagem e fertilidade do solo) das margens dos córregos e nascentes desprovidas de matas ciliares e em processo erosivo acentuado. A recuperação das matas ciliares assegura o aporte de água em quantidade e qualidade para as drenagens naturais.

A terceira ação está relacionada a uma melhor integração entre as comunidades inseridas nesta microbacia com a governança das águas e da biodiversidade. Esta ação irá contar com um programa de especial e educação ambiental que valora e integra o capital ambiental e o social, fornecendo às comunidades as ferramentas necessárias para que as comunidades possam elas mesmas intensificar ou monitorar as ações de saneamento e conservação das suas áreas verdes após o encerramento do projeto.

Pretendemos demonstrar que, cuidando das águas, do solo e da vegetação, toda comunidade pode melhorar e muito a qualidade de vida de seus moradores.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	OBJETIVO	9
2.1	Objetivo Geral	9
2.2	Objetivos Específicos	9
3.	ÁREA DE ESTUDO	10
4.	METODOLOGIA	11
4.1	AMOSTRAGEM	11
4.2	PONTOS AMOSTRAGEM	14
4.3	PARÂMETROS	15
5.	RESULTADOS	17
5.1	CONCENTRAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	19
5.1.1	Cloretos	19
5.1.2	Dureza Total	20
5.1.3	Dureza Cálcica	21
5.1.4	Condutividade Elétrica	21
5.1.5	pH	23
5.1.6	Demanda Bioquímica de Oxigênio	23
5.1.7	Demanda Química de Oxigênio	24
5.1.8	Oxigênio Dissolvido	25
5.1.9	Coliformes Termotolerantes	25
5.1.10	Coliformes Totais	26
5.1.11	Fósforo Total	29
5.1.12	Ortofosfato	30
5.1.13	Nitratos	31
5.1.14	Nitritos	32
5.1.15	Amônia Ionizável	33
5.1.16	Óleos e Graxas	34
5.1.17	Sólidos Sedimentáveis	35
5.1.18	Sólidos Totais	35
5.1.19	Sólidos Totais Fixos	36
5.1.20	Turbidez	37
5.2	Índice de Estado Trófico (IET)	38
6.	CONCLUSÕES	44
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
8.	ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

Descrição	Pag
Figura 1 – Mapa de localização do Projeto Izidora, mostrando a posição do Córrego Macacos no Ribeirão Isidoro e sua posição na sub-bacia do Rios das Velhas e na bacia do Rios São Francisco	*10*
Figura 2 – Coleta da amostra com um balde e subdivisão em alíquotas em frascos apropriados para cada tipo de análise da água.	*12*
Figura 3.– Sonda limnológica adquirida com recursos do FSA (ACF/209) que está sendo usada no programa de monitoramento da qualidade de água	*13*
Figura 4. – Aparato desenvolvido pela RMPC que permite a coleta de amostras de água em microhabitats rasos, onde é impossível a coleta com balde. A novidade evita distúrbios na coleta que podem modificar a qualidade de água e causar erros nos resultados	*14*
Figura 5.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Cloretos (mg Cl-/L)	*19*
Figura 6.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Dureza Total (mg CaCO3/L)	*20*
Figura 7.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Dureza Cálcica (mg CaCO3/L)	*21*
Figura 8.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Condutividade elétrica (µS/cm)	*22*
Figura 9.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro pH	*23*
Figura 10.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro DBO (mg/L)	*24*
Figura 11.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro DQO (mg/L)	*25*
Figura 12.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L)	*26*
Figura 13.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	*27*
Figura 14.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Coliformes Totais (NMP/100 ml)	*28*
Figura 15.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Fósforo Total (mg P/L)	*29*
Figura 16.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Ortofosfatos (mg P/L)	*30*
Figura 18.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Nitratos (mg N_NO2/L)	*31*
Figura 19.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Amônia (mg/L)	*32*
Figura 20.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Sólidos Totais (mg ST/L)	*33*
Figura 21.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Sólidos Totais Fixos (mg ST/L)	*34*
Figura 22.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Turbidez (NTU)	*35*
Figura 23.- Índice do Estado Trófico (IET) em mg/L para as amostras de água nos córregos em estudo do Projeto Izidora – 5ª campanha de Biomonitoramento – Março 2023	*42*
Anexo 1.- Mapa dos pontos de amostragem no Programa de biomonitoramento participativo da qualidade da água na área de estudo	*48*
Anexo 2.- Gráficos dos principais resultados da 5ª campanha de Biomonitoramento destacando os parâmetros Coliformes totais e termotolerantes, Condutividade elétrica, Fósforo Total e DBO.	*49*

LISTA DE TABELAS

Descrição	Pag
Tabela 1.- Coordenadas geográficas dos Pontos de Coleta do Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ambiente Aquático nos córregos e nascentes incluídas no Projeto Izidora - Meta 2.4 (23-24/03/2023). WGS84	*15*
Tabela 2.- Lista de parâmetros de qualidade da água para serem registrados nos pontos de amostragem dos córregos e nascentes no Projeto Isidoro	*16*
Tabela 3.- Resultado da análise laboratorial das amostras de água realizado pelo Laboratório SGS-GEOSOL – Quinta campanha Biomonitoramento da qualidade da água nos córregos em estudo do Projeto Izidora (março 2023 – Meta 2.4). O registro IET foi calculado a partir da concentração do fósforo total segunda fórmula da CETESB	*18*
Tabela 4.- Valores do Índice do Estado Trófico para classificar corpos de água por grau de trofia. Fonte CETESB 2007	*39*
Tabela 5.- Valores do Índice do Estado Trófico (IET) em mg/L para as amostras de água nos córregos em estudo do Projeto Izidora – 5ª Campanha de Biomonitoramento – março 2023	*40*

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório está centrado na apresentação da análise dos resultados obtidos da amostragem da Quinta Campanha de Biomonitoramento da qualidade da água dos corpos de água dos córregos e nascentes em estudo no Projeto Izidora e que estão programadas para a Meta 2.4 – Ações de recuperação nas áreas reflorestadas na Ocupação Vitória. Instalação de 18 fossas ecológicas. Atividade: 2.4.4 – Biomonitoramento Participativo da qualidade água. Essa Quinta campanha foi realizada os dias 23 e 24 de março de 2023. Os resultados foram entregues pelo laboratório contratado para essa finalidade (SGS-GEOSOL).

Nesse sentido, serão abordados aspectos técnicos e logísticos da amostragem realizada, a análise limnológica dos parâmetros registrados classificando estes por córregos e a opinião técnica correspondente dos resultados da qualidade da água obtidos do laboratório contratado.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico ambiental das áreas aquáticas na microbacia do Ribeirão Isidoro, localizada na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, Sub-bacia do rio das Velhas no município de Belo Horizonte – Minas Gerais, especificamente nas nascentes e córregos da microbacia do Ribeirão Isidoro (córregos Macacos, Fazenda Velha e Terra Vermelha).

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Realizar a Quinta Campanha do Programa de biomonitoramento participativo ambiental da qualidade das águas superficiais na área de estudo.
- Executar e coordenar a amostragem (trimestral) dos parâmetros de qualidade da água nos córregos e nascentes na área de estudo
- Realizar a análise limnológica da Quinta campanha do Biomonitoramento da qualidade da água dos córregos e nascentes na área de estudo.
- Opinar tecnicamente sobre os resultados da qualidade da água obtidos do laboratório contratado.

3. ÁREA DE ESTUDO

A Região do Isidoro localiza-se no extremo norte do município de Belo Horizonte, na divisa com o município de Santa Luzia, na Região Administrativa Norte, abrangendo uma área total de 9,55 Km^2 (maior que a área interna à Avenida do Contorno que possui 8,9 km²). A região é atravessada pelo Ribeirão Isidoro, integrante da Bacia do Rio das Velhas, e tem alta relevância ambiental, com a presença dos biomas de mata atlântica e cerrado e conta com grande potencial hídrico, com mais de 200 nascentes e córregos (Figura 1).

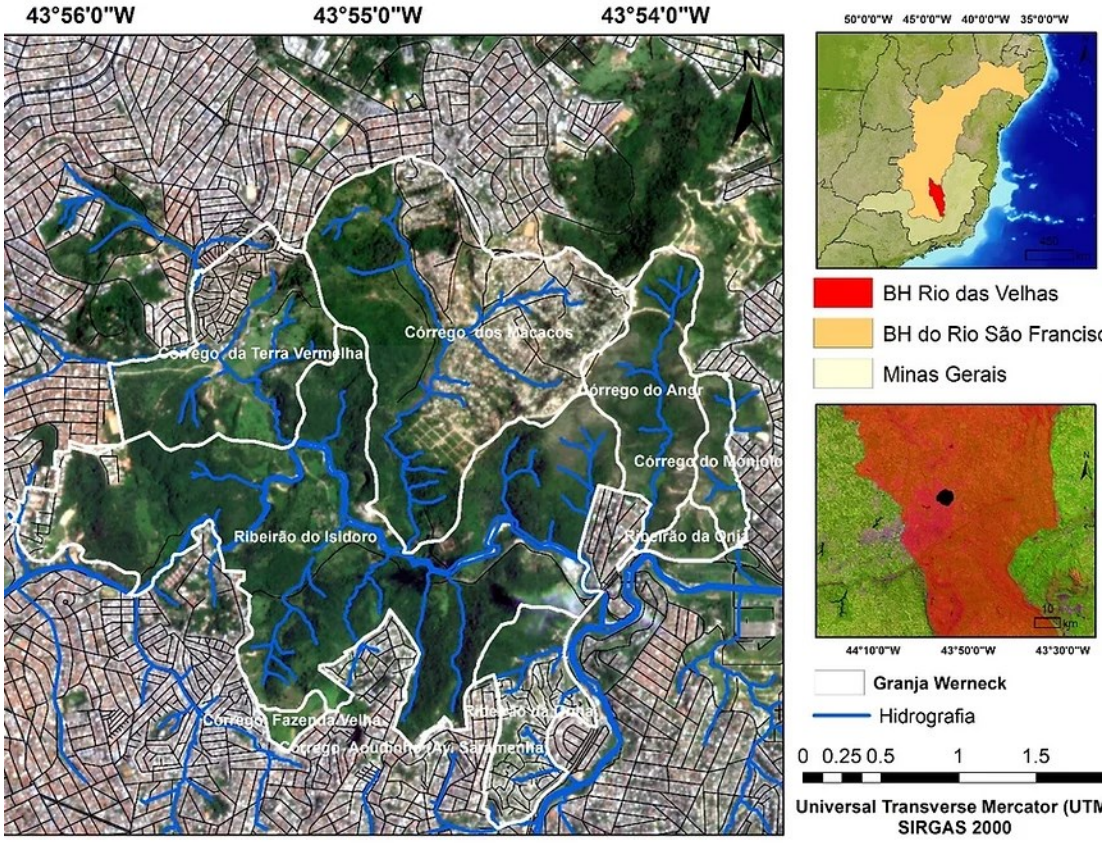


Figura 1.- Mapa de localização do Projeto Izidora, mostrando a posição do Córrego Macacos no Ribeirão Isidoro e sua posição na sub-bacia do Rios das Velhas e na bacia do Rios São Francisco.

A região apresenta 3 córregos principais que são objeto desse projeto: os córregos Macacos, Fazenda Velha e Terra Vermelha. O primeiro deles contem a Ocupação Vitória e a Granja Werneck (Atual Casa de Francisco). O segundo córrego a ser estudado é o denominado Fazenda Velha (Tamboril) localiza-se no bairro Jardim Felicidade até seu ingresso no Ribeirão Isidoro, no bairro Juliana à montante da desembocadura do córrego Terra Vermelha. O terceiro é o córrego Terra Vermelha nasce no bairro Frei Leopoldo e percorre o limite norte do bairro Etelvina Carneiro e

o limite sul do bairro Zilah Sposito, passando próximo da Ocupação Rosa Leão até seu ingresso no Ribeirão Isidoro à montante da Granja Werneck.

4. METODOLOGIA

4.1 AMOSTRAGEM

Conforme o planejamento inicial, foram feitas coletas de amostras de água em 20 pontos nos córregos em estudo (ver Mapa 1 no Anexo 1) nos dias 23 e 24 de março de 2023. As atividades de amostragem começaram sempre às 08:30 hs (aproximadamente) e concluindo-as antes das 15 horas.

Estimou-se realizar 10 pontos de coleta por dia e calculou-se o tempo necessário, de uma hora de percurso, para entregar as amostras no laboratório SGS GEOSOL (Vespasiano/MG) antes das 17 horas.

A cadeia de custódia, as instruções de acondicionamento das amostras, os frascos para armazenar as amostras de água e os reagentes e as caixas térmicas, foram fornecidos previamente pelo Laboratório SGS em sua sede em Vespasiano e foram pegos um dia antes das coletas pelo coordenador do projeto.

A presente campanha de amostragem corresponde a quinta campanha de coleta de amostras de uma série de 7 campanhas/períodos de amostragem a serem executadas durante os dois anos do projeto.

A metodologia de amostragem consistiu em coletar as amostras diretamente do ribeirão com baldes previamente ambientados com a água do local a ser amostrado. A partir do balde, eram tomadas alíquotas em diferentes frascos para as diferentes análises (amônia, cloretos, coliformes, fósforo total, coliformes, DBO, DQO, óleos e graxas, sólidos, compostos nitrogenados, dureza, etc.) (Figura 2).

Figura 2.- Coleta da amostra com um balde e subdivisão em alíquotas em frascos apropriados para cada tipo de análise da água.

As análises de oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e temperatura da água foram feitas “in situ”, com o auxílio da sonda limnológica ajustada e previamente calibrada em laboratório com soluções padrão com validade recente (Figura 3).

Figura 3.– Sonda limnológica adquirida com recursos do FSA (ACF/209) que está sendo usada no programa de monitoramento da qualidade de água.

Em muitas situações, a coleta de água não pode ser feita com o balde porque não havia profundidade suficiente. Isso é o caso quando há apenas um fluxo laminar superficial ou quando se trata-se trata de um microhabitat que pode ser uma nascente (olhos de água). Sabendo desse desafio, a RMPC desenvolveu um aparato dotado de uma microbomba ligada a bateria de 12V que permitiu a coleta de água nesses ambientes sem distúrbios que poderiam afetar, por exemplo, o oxigênio dissolvido ou a turbidez da água (Figura 4).

Figura 4.– Aparato desenvolvido pela RMPC que permite a coleta de amostras de água em microhabitats rasos, onde é impossível a coleta com balde. A novidade evita distúrbios na coleta que podem modificar a qualidade de água e causar erros nos resultados.

4.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM

Nos córregos em estudo foi executado o Programa de biomonitoramento participativo ambiental da qualidade das águas superficiais, totalizando 20 pontos de amostragem (ver mapa no Anexo 1). Na Ocupação Vitória foram monitorados 16 pontos de amostragem (01, 02, 04, 06-B, 06-C, 07, 07-A, 07-B, 07-C, 08, 09, 10, 12, 13, 16, 21). No córrego Fazenda Velha foram monitorados 02 pontos de amostragem (19, 20) e no córrego Terra Vermelha foram monitorados 02 pontos de amostragem (17, 18).

Tabela 1.- Coordenadas geográficas dos Pontos de Coleta do Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ambiente Aquático nos córregos e nascentes incluídas no Projeto Izidora - Meta 2.4 (23-24/03/2023). WGS84

Num.	Ponto de Coleta	Coordenadas		Altitude (mt)	Data	Hora
		Sul	Oeste			
1	**P-01**	19,800669	43,914495	774,329	23-mar-23	12:31
2	**P-02**	19,80312	43,91439	756,756	23-mar-23	13:00
3	**P-04**	19,80704	43,91254	753,909	23-mar-23	13:25
4	**P-06-B**	19,80565	43,90885	757,071	23-mar-23	13:40
5	**P-06-C**	19,80601	43,90751	759,921	24-mar-23	10:43
6	**P-07**	19,80746	43,90613	776,222	24-mar-23	11:20
7	**P-07-A**	19,805	43,9052	764,824	24-mar-23	10:10
8	**P-07-B**	19,80552	43,90521	773,924	24-mar-23	9:45
9	**P-07-C**	19,80571	43,90483	775,548	24-mar-23	9:15
10	**P-08**	19,80946	43,9084	770,151	24-mar-23	12:15
11	**P-09**	19,80739	43,91092	752,801	24-mar-23	11:45
12	**P-10**	19,81079	43,91206	754,158	24-mar-23	13:55
13	**P-12**	19,81167	43,91097	764,43	24-mar-23	13:25
14	**P-13**	19,81298	43,91532	735,219	24-mar-23	14:25
15	**P-16**	19,81735	43,91432	731,997	23-mar-23	9:30
16	**P-17**	19,80745	43,9357	767,764	23-mar-23	10:55
17	**P-18**	19,80884	43,92514	735,219	23-mar-23	11:15
18	**P-19**	19,83155	43,92257	771,461	23-mar-23	10:05
19	**P-20**	19,82316	43,93018	740,897	23-mar-23	10:30
20	**P-21**	19,82082	43,91214	735,451	23-mar-23	8:35

4.3 PARÂMETROS ANALIZADOS

Na execução da Quinta Campanha do Programa de biomonitoramento participativo da qualidade da água nos corpos de água em estudo foi necessário contratar o laboratório internacional GEOSOL-SGS.

Os parâmetros ambientais que foram analisados por esse laboratório são apresentados na tabela 2.

Tabela 2.- Lista de parâmetros de qualidade da água para serem registrados nos pontos de amostragem dos córregos e nascentes no Projeto Isidoro.

Número	Parâmetro	Limite Quantificação	Unidades	Método	Pacote
1	Condutividade Elétrica	0	(µS/cm)	Cliente	Dados de Amostragem/Realizada pelo Cliente
2	pH In Situ	0,0 (-)			
3	Temperatura Amostra	0,0 (ºC)	(ºC)		
4	Temperatura do Ar	0,0 (ºC)	(ºC)		
5	Amônia Ionizável (NH4+)	1,0E-4 (%)	%	AMB.082	Amônia Não Ionizável
6	Fósforo Total	0,02 (mg P/L)	mg/L	4500 P, B, E	Fósforo Total
7	Cloreto	1,0 (mg Cl-/L)	mg/L	4110 B	Cromatografia Iônica
8	Ortofosfato	0,02 (mg PO4-3/L)	mg/L		
9	Ortofosfato (P)	0,01 (mg P/L)	mg/L		
10	Nitrato (N)	0,02 (mg N_NO3/L)	mg/L		
11	Nitrito (N)	0,01 (mg N_NO2/L)	mg/L		
12	Turbidez	0,3 (NTU)	NTU	2130 B	Turbidez
13	Demanda Bioquimica de Oxigênio	3,0 (mg O2/L)	mg/L	5210 B	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
14	Demanda Quimica de Oxigênio	26,0 (mg O2/L)	mg/L	5220 D	Demanda Química de Oxigênio - Colorimetria
15	Dureza Cálcica	0,4 (mg CaCO3/L)	mg/L	2340 B	Dureza Total, Cálcica, Carbonatos, não Carbonato e Magnésio
16	Dureza Total	3,0 (mg CaCO3/L)	mg/L		
17	Óleos Graxas Total	2,5 (mg/L)	mg/L	5520 B, F	Óleos e Graxas (Minerais, Vegetais e Totais)
18	Sólidos Totais	11,0 (mg ST/L)	mg/L	2540 B	Sólidos Totais
19	Sólidos Sedimentáveis	0,3 (ml/L)	mg/L	2540 F	Sólidos Sedimentáveis
20	Sólidos Totais Fixos	11,0 (mg/L)	mg/L	2540 E	Sólidos Fixos e Voláteis
21	Sólidos Totais Voláteis	11,0 (mg/L)	mg/L		
22	Coliformes Totais	1,0 (NMP/100mL)	NMP/100mL	9223 B	Coliformes Totais e Escherichia Coli
23	Coliformes Termotolerantes	1,0 (UFC/100mL)	UFC/100mL	9222 D	Coliformes Termotolerantes

5. RESULTADOS

Os resultados da quinta campanha desse biomonitoramento serão separados por parâmetros e por córregos para facilitar seu entendimento e progresso. Os corpos de água avaliados nesse Programa são: Córrego Macacos (C. Macacos) com os pontos de amostragem P-01, P-02, P-04, P-13, P-16, P-21; Córrego N-3-B com os pontos de amostragem P-07-C, P-07-B, P-07-A; Córrego N-3-A com os pontos de amostragem P-07, P-06-C, Córrego das Taboas (CT) com o ponto de amostragem P-06-B; Córrego N-2 com os pontos de amostragem P-08, P-09; Córrego N-1 com os pontos de amostragem P-12 e P-10; Córrego Terra Vermelha (C.T.V) com os pontos de amostragem P-17, P-18; Córrego Fazenda Velha (C.F.V.) com os pontos de amostragem P-19, P-20. Detalhes (descrição e fotos) sobre os pontos de amostragem da 5ª Campanha de Biomonitoramento podem ser observados no Relatório de Campo - Monitoramento da Qualidade de Água (Meta 2.4) (Ver relatório no site do projeto).

Na tabela 3 mostra-se os resultados analíticos dos 20 parâmetros obtidos nos 20 pontos de amostragem. Posteriormente, foram realizados o cálculo do índice de estado trófico (IET) dos parâmetros registrados comparando os pontos de amostragem e os córregos.

Futuras campanhas irão sendo comparadas com esses resultados obtidos em cada campanha para ir montando uma análise holística dos corpos de água em estudo. Assim, no decorrer do projeto ir observando as mudanças esperadas na qualidade da água, após os trabalhos de recuperação física e biológica, que o presente projeto tem planejado.

Tabela 3.- Resultado da análise laboratorial das amostras de água realizado pelo Laboratório SGS-GEOSOL – Quinta Campanha Biomonitoramento da qualidade da água nos córregos em estudo do Projeto Izidora (Março 2023 – Meta 2.4). O registro IET foi calculado a partir da concentração do fósforo total segunda fórmula da CETESB.

PARAMETRO		Descrição do Ponto de Amostragem	Amônia	pH In Situ	Cloreto	Coliformes Termotol.	Coliformes Totais	Condutiv. Elétrica	OD	DBO	DQO	Dureza Cálcica	Dureza Total	Fósforo Total	Nitrato (N)	Nitrito (N)	Óleos e Graxas	Ortofosfato	Ortofosfato (P)	Sólidos Sediment.	Sólidos Totais	Sólidos Totais Fixos	Sólidos Totais Voláteis	Temp. Amostra	Turbidez	IET
UNIDADE			µg NH3/L	-	mg Cl-/L	UFC/100mL	NMP/100mL	µS/cm	mg/O2	mg O2/L	mg O2/L	mg CaCO3/L	mg CaCO3/L	µg P/L	µg N_NO3/L	µg N_NO2/L	mg/L	µg PO4-3/L	µg P/L	ml/L	mg ST/L	mg/L	mg/L	ºC	NTU	µg/L
C. Macacos	P-01	Nascente Córrego Macacos	1390	6,36	34,2	80000	980000	635	2,1	14,7	52	199	229	60	40	10	2,5	20	10	0,3	365	290	76	30,3	53,8	67,11
	P-02	Córr. Macacos - Campinho	220	6,95	15,3	1300	72700	355	5,2	3	72	109	137	20	100	10	2,5	20	10	0,3	223	151	70	24,4	12,5	60,45
	P-04	Prox. Rua da Fé	170	6,95	8,91	400	13500	280	4,8	3	26	82,5	104	20	80	10	2,5	20	10	0,3	168	133	34		6,22	60,45
	P-13	Poço Azul - Rib. Macacos	70	6,97	9,01	1000	198600	284	6,7	3	26	96,9	115	70	420	30	2,5	20	10	0,3	266	208	59	25,2	83,9	68,04
	P-16	Córr. Macacos - Casa Francisco	210	7,33	8,24	58000	1299000	282	6,5	3	26	92,4	109	20	420	10	2,5	20	10	0,3	166	115	50	22,6	9,17	60,45
	P-21	Córrego Isidoro em frente Casa Francisco	17600	6,92	37,3	96000	1986000	454		25,1	72	75,8	91	1710	20	10	2,5	1420	460	0,3	269	168	100	24,6	23,1	87,41
N3B	P-07-B	Ponto Próx. Nacente 3-A (Gavião)	460	7,64	8,49	2100	198600	114,1	5,5	3	26	20	23,1	20	2510	30	2,5	20	10	0,3	135	107	29	23,1	10,1	60,45
	P-07-C	Ponto Próx. Nacente 3-A (Rua Jacarandá)	290	6,67	9,6	6400	1986000	145	5,6	3	26	33,1	39,6	90	4100	40	2,5	20	10	0,3	135	98	38	24,9	20,2	69,57
	P-07-A	Corr. Gavião - Rua Jacarandá	960	6,6	14,3	500	770000	226	5,1	7,73	60	45,8	55	130	2760	200	2,5	20	10	0,3	186	132	53	26,7	6,26	71,79
N3A	P-07	Nascente Corrego Areal	150	6,96	4,66	2500	816000	325	5,8	3	26	108	131	60	240	40	2,5	20	10	0,3	223	185	39	26,6	5,9	67,11
	P-06-C	Corr. 3-A - Rua Jacarandá	810	6,65	7,49	10000	198600	327	5,7	3	30	111	130	30	220	30	2,5	550	180	0,3	217	175	41	26,1	21	62,91
CT	P-06-B	Córr. Macacos - Taboas	260	6,95	12,3	5400	155300	320	4,3	3	26	100	114	30	1570	120	2,5	20	10	0,3	217	172	44	24,4	19,3	62,91
N2	P-08	Rua Sta. Maria (Nascente 2) Bica	310	6,81	2,36	3900	111900	93,9	6,1	3	26	21,2	24,6	20	1500	20	2,5	20	10	0,3	118	63	54	27,2	19,5	60,45
	P-09	Córrego Magno - Rua Jacarandá	450	6,74	2,6	2100	241900	114,8	5,6	3	26	31	38	60	1030	40	2,5	550	180	0,4	163	126	36	27,7	85,3	67,11
N1	P-10	Nascente 01 - Córrego Baixada horta	490	6,7	3,67	400	129900	118,5	5,2	3	28	38,2	46,7	30	200	30	2,5	550	180	0,3	126	102	25	31,6	30,8	62,91
	P-12	Córrego Baixada - Casa Paulinha	420	6,77	4,48	3100	770000	151,3	5,2	3	26	55,3	65,9	40	380	50	2,5	20	10	0,3	188	143	44	30,3	51,3	64,65
CTV	P-17	Rib. Terra Vermelha (Nascente)	680	6,67	22,5	61000	980000	326	5	4	26	66	84	220	10200	680	2,5	20	10	0,3	202	147	54	26	3,85	74,98
	P-18	Rib. Terra Vermelha (Jusante) prox. Córr. Isidoro	7630	6,84	19,7	5000	1733000	369	5,9	5,48	26	91,9	113	300	3490	600	2,5	20	10	0,3	214	154	59	28,2	8,72	76,86
CFV	P-19	Rib. Tamboril - Nascente	20700	6,4	36,2	96000	1733000	519	2,2	8,45	107	92,9	112	2080	20	10	2,5	2580	840	0,3	281	190	90	26,2	25,3	88,59
	P-20	Rib. Tamboril (Jusante) próx. Córr. Isidoro	13600	6,83	32	18000	1046000	459	6,2	16,3	258	99	117	1080	1560	380	2,5	1290	420	0,3	216	179	36	26,4	5,2	84,62

5.1 Concentração dos parâmetros físico-químicos

5.1.1 Cloretos

Os resultados dos cloretos na água dos córregos mostram que esses valores estão por debaixo do limite permissível. O valor máximo para cloretos tanto na Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2012) estabelece o valor máximo de 250 mg/L de cloreto na água potável como padrão de aceitação de consumo.

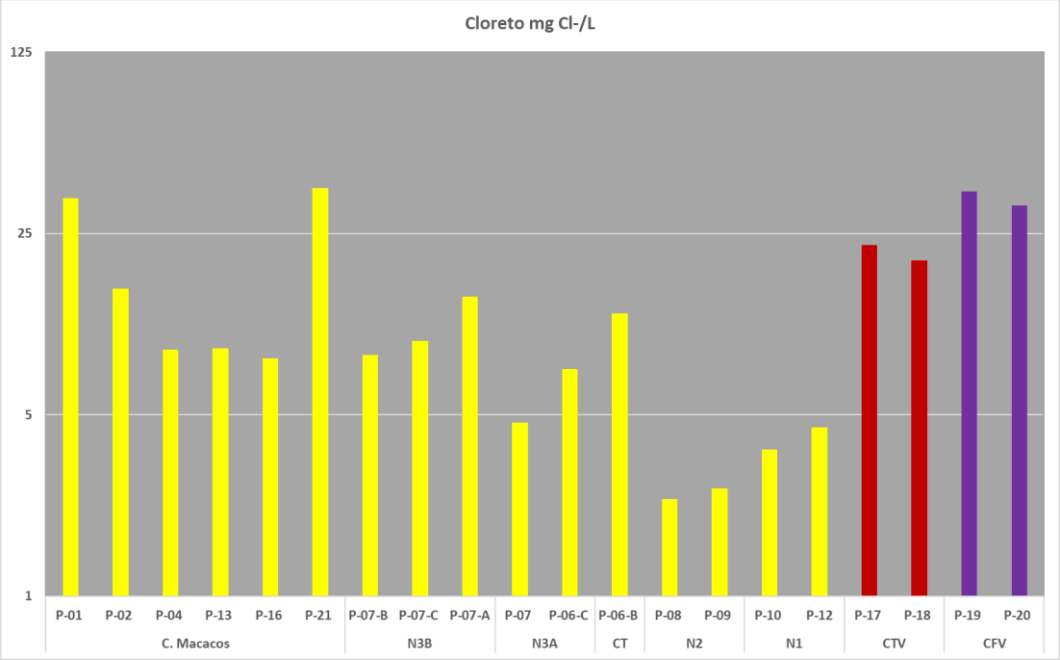


Figura 5.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Cloretos (mg Cl-/L)

Embora esses dados apresentam valores muito por embaixo da norma do Ministério da Saúde (250 ppm), podemos observar que quatro pontos de amostragem exibem valores elevados (Figura 5). O ponto P-19 e P-20 (córrego Fazenda Velha), os pontos 17 e 18 (Córrego Terra Vermelha), o Ponto 1 (nascente do Córrego Macacos) e o ponto P-21 (Ribeirão Isidoro).

5.1.2 Dureza Total

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e pode ser classificada em: mole ou branda (< 50 mg/L de $CaCO_3$); dureza moderada (50 mg/L - 150 mg/L de $CaCO_3$); dura (150 mg/L - 300 mg/L de

$CaCO_3$); e muito dura (> 300 mg/L de $CaCO_3$) (Brasil, 2006). A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2012), estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de $CaCO_3$ como o valor máximo permitido para água potável. Assim todos os resultados obtidos são menores do limite máximo permitido.

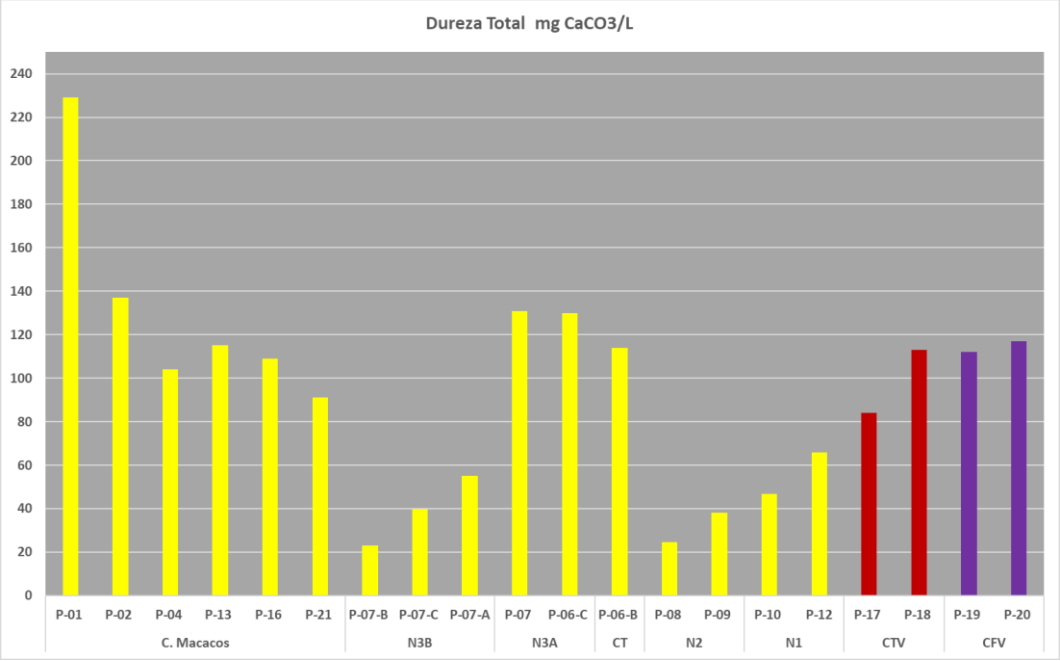


Figura 6.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Dureza Total (mg CaCO3/L)

Nesse sentido, os resultados obtidos mostram (Figura 6), que alguns córregos são considerados de água ou mole (P-07-B, P07-C, P-08, P-09, P-10), a maior parte dos pontos de amostragem possuem água com dureza moderada, tais como as amostras da nascente do córrego Macacos (P-02, P04, P-13, P-16), Ribeirão Isidoro (P-21), córrego N-3-B (P-07-A), córrego N-3-A (P-07 e P-06-C), córrego das Taboas (P-06-B), córrego N-1 (P-12), córrego Terra Vermelha (P-17 e P-18) e o córrego Fazenda Velha (P-19 e P-20).

As amostras da nascente do córrego Macacos (P-01) é considerada de uma água do tipo dura.

5.1.3 Dureza Cálcica

A dureza cálcica está referida unicamente à concentração de íons cálcio na água, expressos como carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e pode ser classificada em: mole ou branda (< 50 mg/L de $CaCO_3$); dureza moderada (50 mg/L - 150 mg/L de $CaCO_3$); dura (150 mg/L - 300 mg/L de $CaCO_3$); e muito dura (> 300 mg/L de $CaCO_3$) (Brasil, 2006).

A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2012), estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de $CaCO_3$ como o valor máximo permitido para água potável. Assim todos os resultados obtidos são menores do limite máximo permitido.

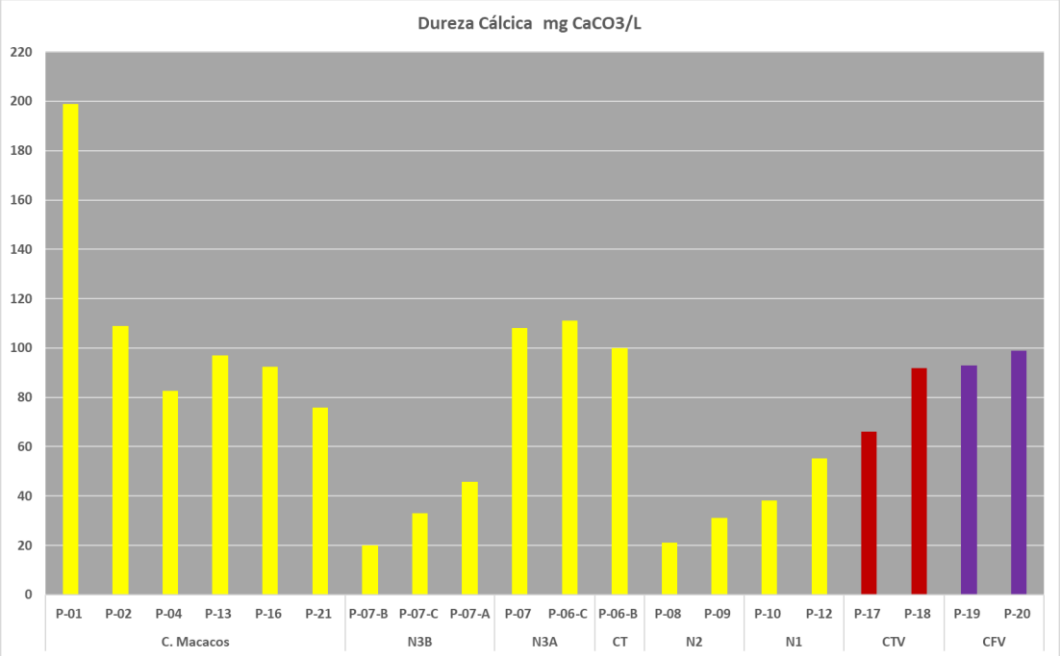


Figura 7.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Dureza Cálcica (mg CaCO3/L)

Os resultados obtidos mostram que um perfil muito parecido com o encontrado para a Dureza Total. Destacando-se o valor da nascente do córrego Macacos que apresenta uma água dura.

5.1.4 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions (Brasil, 2006). Não existe um padrão de

condutividade na legislação brasileira, porém, de acordo com Von Sperling (2007) as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS/cm, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 µS/cm. De acordo com a Cetesb (2009), os níveis superiores a 100 µs/cm indicam ambientes impactados negativamente.

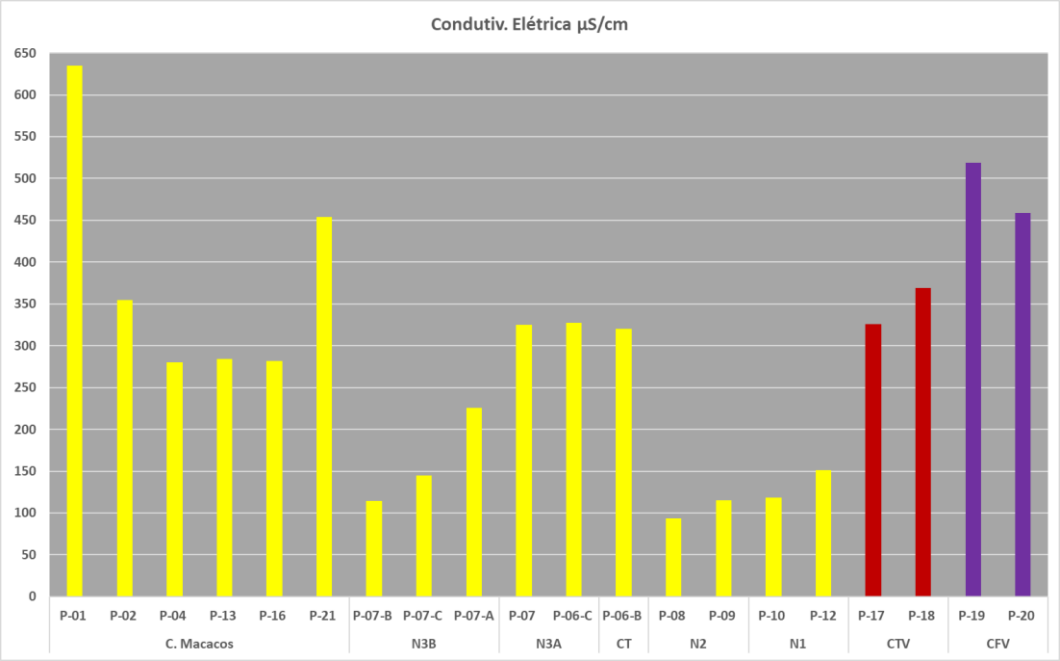


Figura 8.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Condutividade elétrica (µS/cm)

Nesse sentido, os resultados obtidos mostram que todos os corpos de água avaliados possuem água que superam o limite proposto pela CETESB (> 100 µS/cm). Segundo Tundisi, as águas poluídas podem atingir até 1000 µS/cm, podemos observar que as águas mais poluídas estariam nos pontos P-19 e P-20 (córrego Fazenda Velha), P17 e P-18 (Córrego Terra Vermelha), P-21 (ribeirão Isidoro) e P-01 na nascente do córrego Macacos. (Figura 8). O único ponto com valor de condutividade elétrica registrado nessa campanha inferior ao limite da CETESB seria o ponto de amostragem P-08 (93,9 µS/cm) próximo da nascente do córrego N-2.

5.1.5 pH

O potencial de hidrogênio (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H+). Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se geralmente na faixa de 6 a 9 (Brasil, 2006).

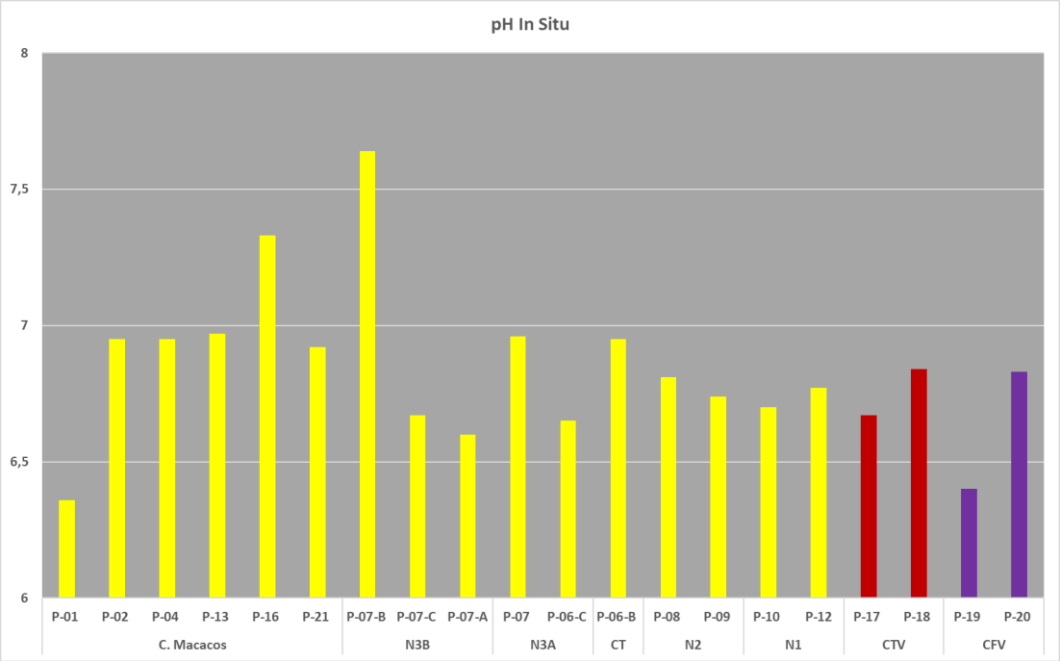


Figura 9.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro pH

Os resultados obtidos encontram-se dentro da faixa recomendada para a adequada manutenção da vida aquática (Figura 9). Destaca-se que a maioria dos pontos de amostragem possuem águas com tendência neutras. Os pontos com menor pH (ácido: < 6,5) estiveram nas nascentes dos córregos Macacos (P-01) e Fazenda Velha (P-19).

5.1.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio

O parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é utilizado para indicar a presença de matéria orgânica na água. Sabe-se que a matéria orgânica é responsável pelo principal problema de poluição das águas, que é a redução na concentração de oxigênio dissolvido. Isso ocorre como consequência da atividade respiratória das bactérias para a estabilização da matéria orgânica. Portanto, a avaliação da presença de matéria

orgânica na água pode ser feita pela medição do consumo de oxigênio pelas bactérias (Brasil, 2006).

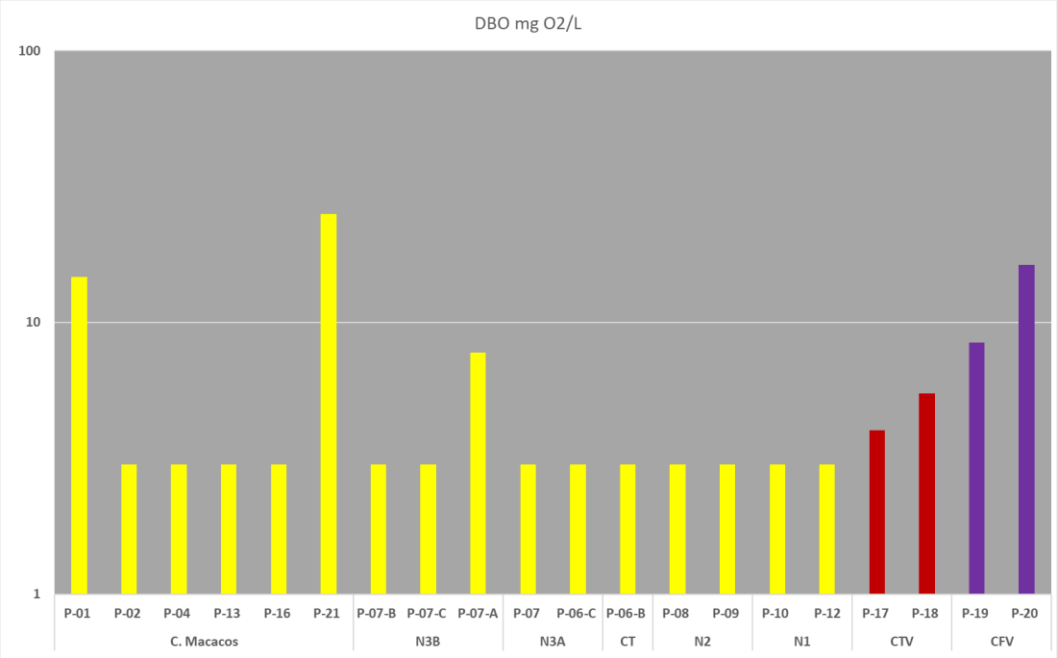


Figura 10.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro DBO (mg/L)

Os valores de DBO, na maioria de pontos avaliados estiveram por debaixo do valor máximo permissível (10 mg/L) para águas doces de classe 3 (Resolução CONAMA 357/2005). Os pontos de amostragem que superaram à norma brasileira (Figura 10) foram: os pontos no córrego Macacos (P-01), Fazenda Velha (P-20) e no Ribeirão Isidoro (P-21).

5.1.7 Demanda Química de Oxigênio

A diferença entre DBO e DQO está no tipo de matéria orgânica estabilizada: enquanto a DBO se refere exclusivamente à matéria orgânica mineralizada por atividade dos microorganismos, a DQO engloba também a estabilização da matéria orgânica ocorrida por processos químicos. Por tanto, o valor do DQO será superior ao registrado para DBO. O nível de contaminação é determinado pela medição da quantidade de oxigênio requerida para oxidar a matéria orgânica presente na amostra (Brasil 2006).

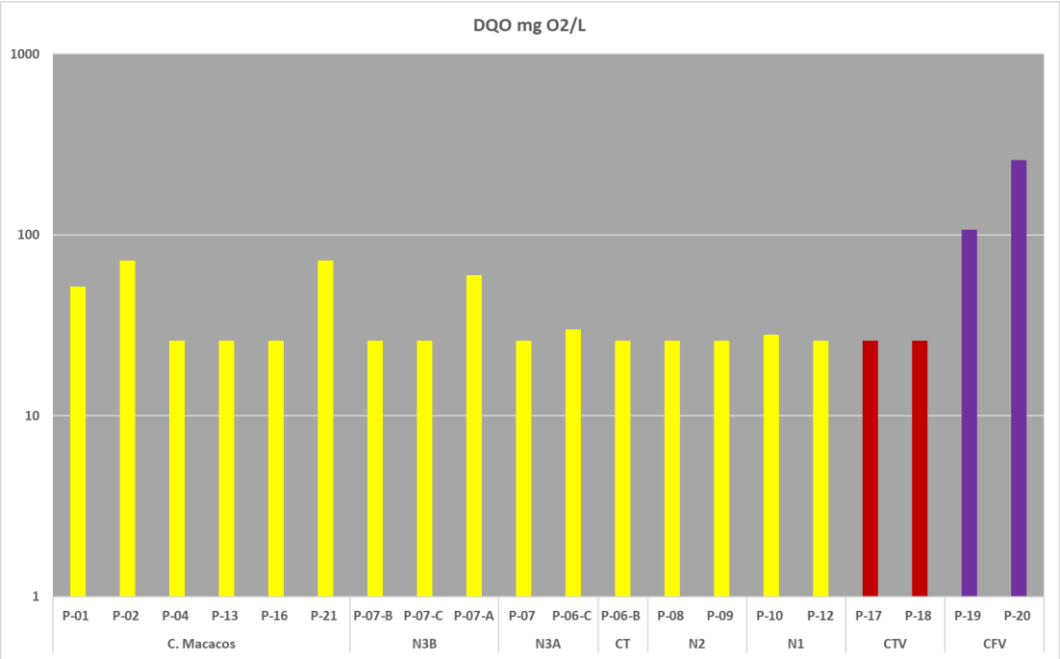


Figura 11.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro DQO (mg/L)

Os valores de DQO registrados são semelhantes aos registrados para DBO, destacando que os pontos P-19 e P-20 mostram possuir o maior consumo de oxigênio da água por parte de agentes químicos (Figura 11).

5.1.8 Oxigênio Dissolvido

Trata-se do valor mais importante para garantir a vida aquática. Sua concentração e dissolução na água depende de vários fatores, como temperatura, pH, salinidade, presença de oxidantes ou bacterias (Brasil, 2006). Para a manutenção da vida aquática aeróbia são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg/L a 5 mg/L, de acordo com o grau de exigência de cada organismo. A legislação brasileira para águas doces de classe 3 (Res. CONAMA 357/2005) estabelece que esse valor não pode ser inferior de 4 mg/L.

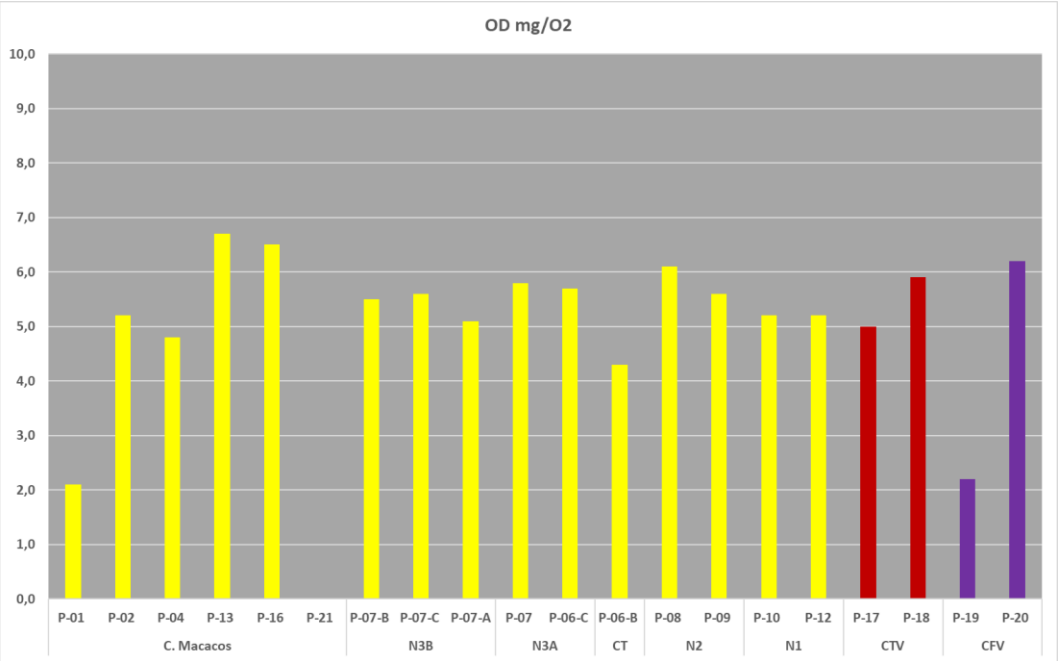


Figura 12.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L)

Dos resultados obtidos na temporada de chuvas (Figura 12) podemos determinar que as amostras dos córregos Fazenda Velha (P-19) e do Macacos (P-01) não poderiam suportar vida aquática por terem uma concentração de oxigênio dissolvido menor do que 4 mg/L. Se destaca que os pontos de amostragem, nos córregos na comunidade Vitória: no córrego Macacos, N-3-B, N-3-A e N-2 apresentaram teores superiores a 5 mg/L.

5.1.9 Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o intestino de homens e de animais, portanto, podem servir como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes. Os coliformes termotolerantes estão relacionados à presença da bacteria *Escherichia coli*. As que podem ser usadas como indicadoras dessa contaminação (Brasil, 2013). O limite estabelecido para águas doces da classe 3 (Res. CONAMA 357/2005: 1000 UFC/100mL).

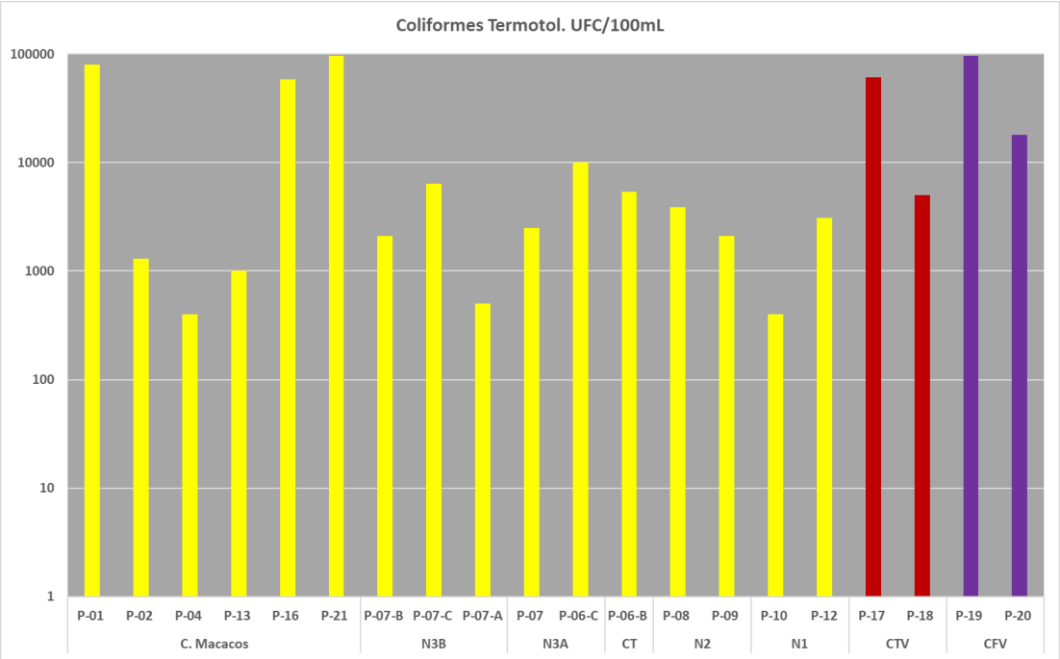


Figura 13.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)

Dos valores registrados nesse monitoramento (Figura 13), os valores que superam a norma CONAMA são: nos pontos dos córregos Fazenda Velha (P-19 e P-20) Terra Vermelha (P-17 e 18), ponto P-21 (R. Isidoro), córrego N-3-B (P-07-C e P-07-B), córrego N-3-A (P-07 e P-06-C), Córrego Macacos (ponto P-01, P-02 e P-16), o ponto P-06-B (córrego das Taboas), córrego N2 (ponto P-08 e P-09) e no córrego N1 (P-12). Os pontos P-04, P-13, P-07-A, P-10 apresentaram valores por debaixo da norma CONAMA.

5.1.10 Coliformes Totais

Os coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos, oxidase-negativos, que fermentam lactose com produção de gás a 35,0 ± 0,5ºC em 24-48 horas. Estes coliformes fazem parte da microbiota residente do trato gastrointestinal do homem e de alguns animais (Brasil 2013).

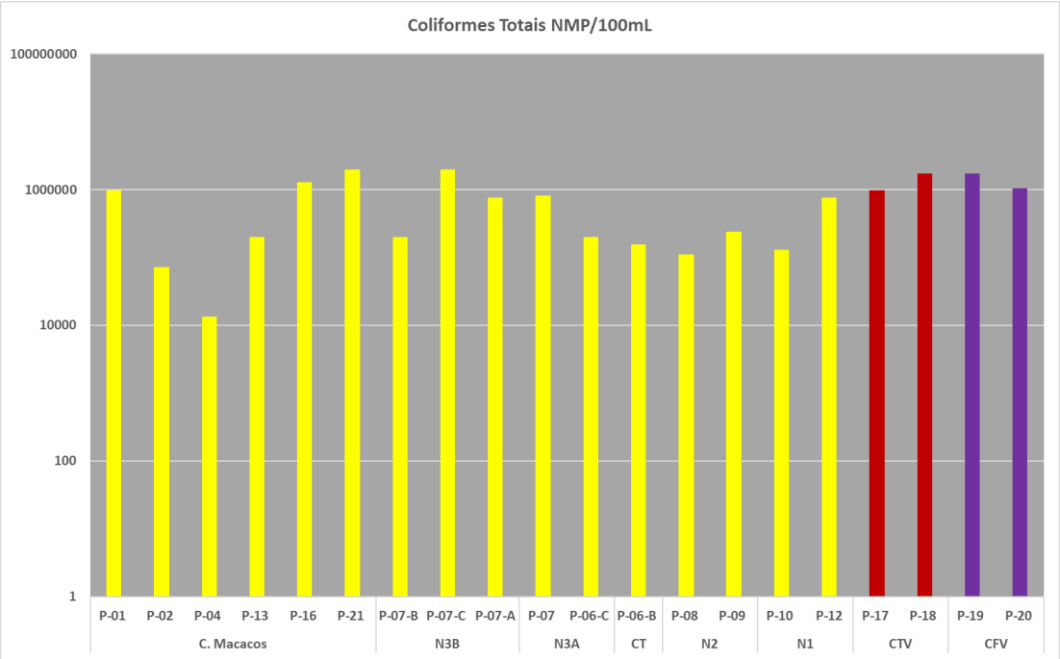


Figura 14.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Coliformes Totais (NMP/100 ml)

Os resultados obtidos a totalidade das amostram registraram valores de coliformes totais superiores ao 1.000 NMP/100 mL (Figura 14). Todos os pontos de amostragem registrados nessa campanha superam em muito o limite estabelecido pela CONAMA para águas de classe 3.

5.1.11 Fósforo Total

O fósforo é, em razão da sua baixa disponibilidade em regiões de clima tropical, o nutriente mais importante para o crescimento de plantas aquáticas e algas. Quando esse crescimento ocorre em excesso, prejudicando os usos da água, caracteriza-se o fenômeno conhecido como eutrofização. No ambiente aquático, o fósforo pode ser encontrado sob várias formas: orgânico: solúvel (matéria orgânica dissolvida) ou particulado (biomassa de microorganismos). A fração mais significativa no estudo do fósforo é a inorgânica solúvel. A presença de fósforo na água está relacionada a processos naturais ou antropogênicos (lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes, pesticidas). Em águas naturais não poluídas, as concentrações de fósforo situam-se na faixa de 150 μg/L para águas de Classe 3 (CONAMA 2005).

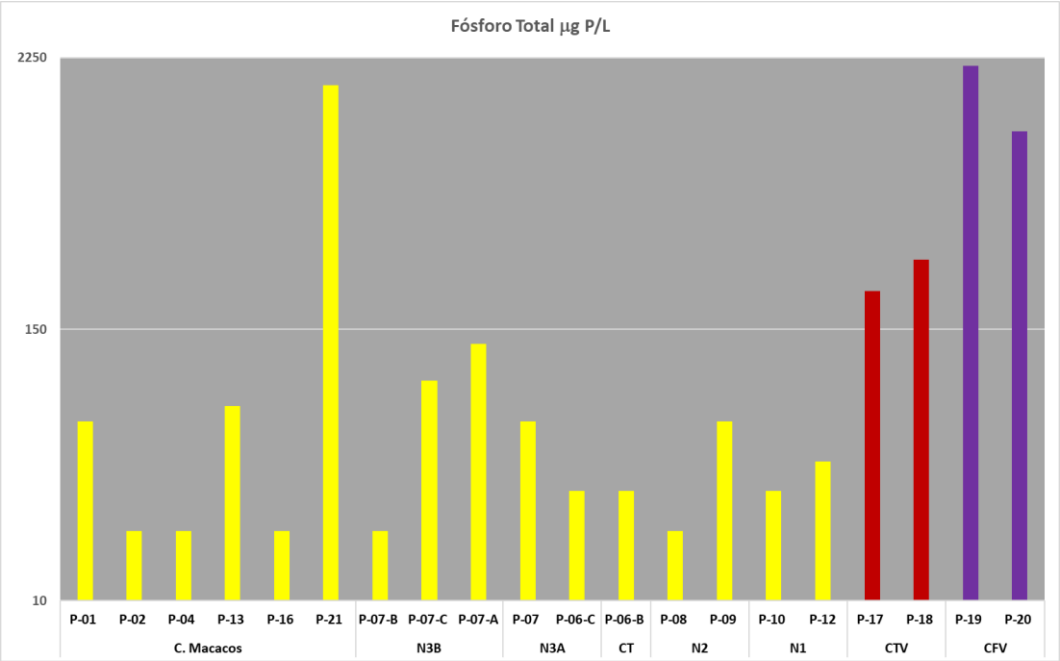


Figura 15.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Fósforo Total (µg P/L)

Os resultados obtidos na temporada de chuvas, a grande maioria de amostras coletadas dos córregos na Comunidade Vitória apresentaram valores inferiores à norma da CONAMA (Figura 15). Os pontos que apresentaram valores superiores foram os localizados nos córregos Fazenda Velha (P-19 e P-20) e Terra Vermelha (P-17 e P-18) e no Ribeirão Isidoro (P-21).

5.1.12 Ortofosfatos

Os ortofosfatos podem estar presentes nas espécies (H_3PO_4, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} e PO_4^{3-}), cuja quantidade depende do valor de pH da água. As fontes artificiais de ortofosfato mais comuns são os esgotos domésticos, ricos em matéria orgânica biodegradável, microorganismos como bactérias e vírus, entre outros, nutrientes tais como, óleos, graxas e detergentes (Souza, 2005).

O limite máximo de fósforo dissolvido (ortofosfato é uma forma inorgânica de fósforo) de acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA é de 0,1 mg/L ou 100 mg/L em ambientes lóticos e tributários intermediários.

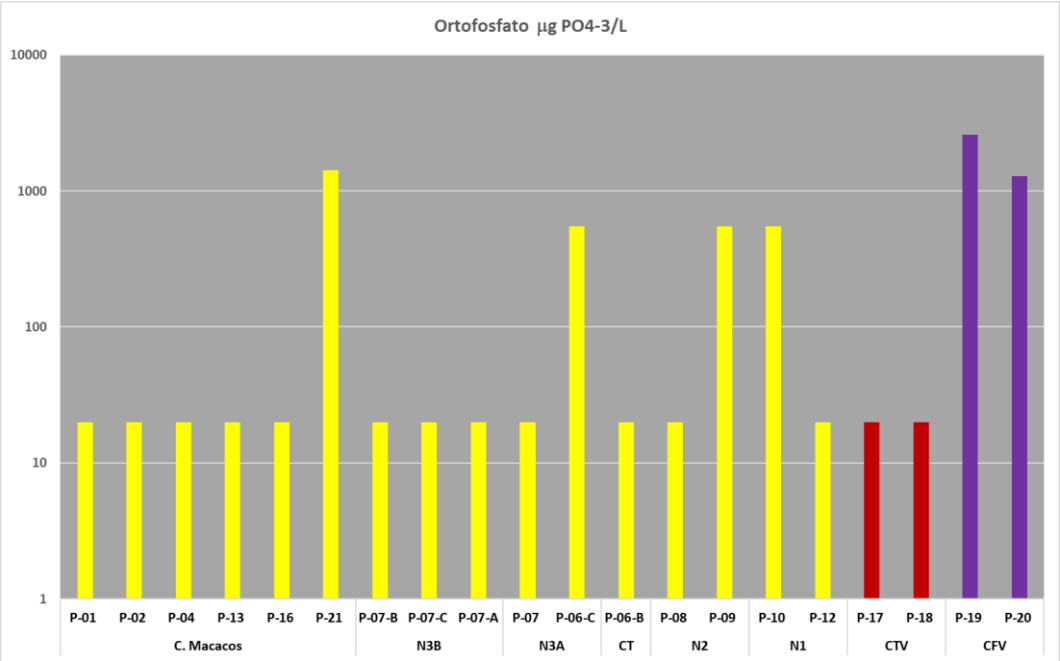


Figura 16.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Ortofosfatos (mg P/L)

A maioria dos resultados obtidos das amostram registraram valores de ortofosfatos inferiores ao limite de deteção do equipamento utilizado pelo laboratório SGS e ao limite da CONAMA (Figura 16). Porém, seis amostras registraram valores bem superiores ao limite da legislação brasileira, no córrego Fazenda Velha (P-19 e P-20), Ribeirão Isidoro (P-21), Córrego N-3-A (P-06-C), córrego N-2 (P-09) e o córrego N-1 (P-10).

5.1.13 Nitratos

Os nitratos, normalmente encontrados na água são oriundos de fontes naturais que incluem as rochas ígneas, drenagem da terra e decomposição de plantas e tecidos animais. Os nitratos provenientes do solo chegam mais rapidamente aos corpos de água do que o fósforo ou outros nutrientes. Apesar de serem nutrientes essenciais para as plantas, podem, em excesso, causar problemas significativos na água, isto é, juntamente com o fósforo, podem acelerar a eutrofização dos corpos de água. A quantidade natural de nitrato e amônia em águas superficiais é baixa (< 1mg/L). Concentrações acima de 5mg/L NO_3^- normalmente

indicam poluição por fertilizantes usados na agricultura, ou dejetos humanos e animais.

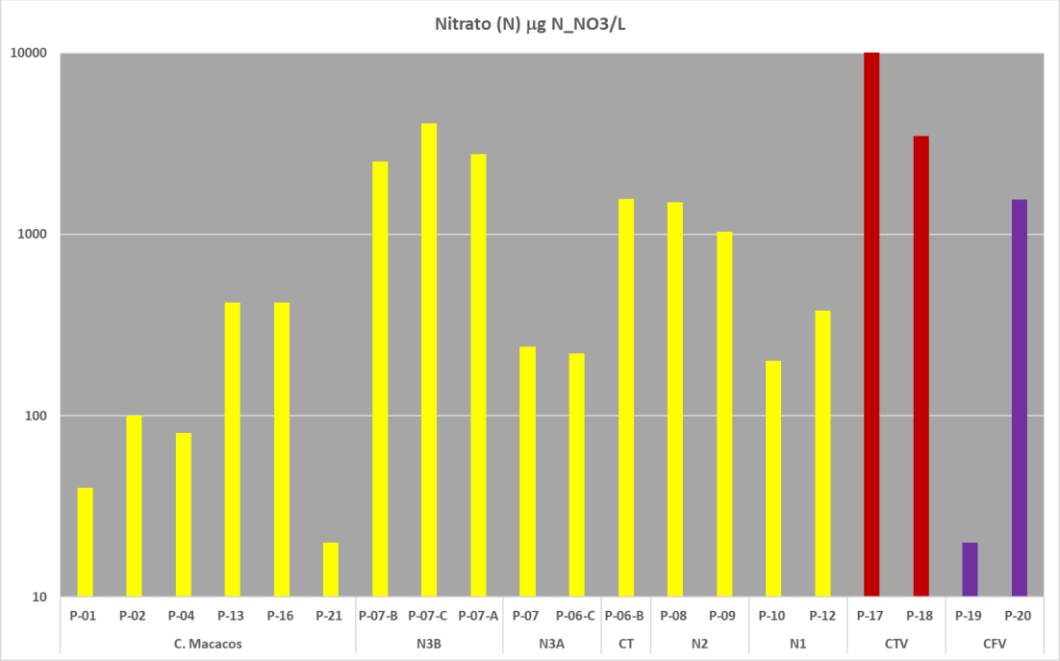


Figura 17.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Nitratos (mg N_NO3/L)

A resolução CONAMA 357/2005 determina que para águas de Clase III, o nível de nitratos na água superficial não pode superar os 10 mg/L ou 10.000 µg/L. A maior parte das águas coletadas nos pontos de amostragem na Comunidade Vitória encontravam-se por embaixo do valor da norma CONAMA (Figura 17). O único ponto com maior teor de nitratos na água coletada encontra-se na nascente do Córrego Terra Vermelha (P-19 = 10.200 µg/L).

5.1.14 Nitritos

O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrado em pequenas quantidades nas águas superficiais e subterrâneas, pois o nitrito é instável na presença de oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediaria. A presença do íon nitrito indica a ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica. (Bastos, Bezerra, & Bevilacqua, 2007).

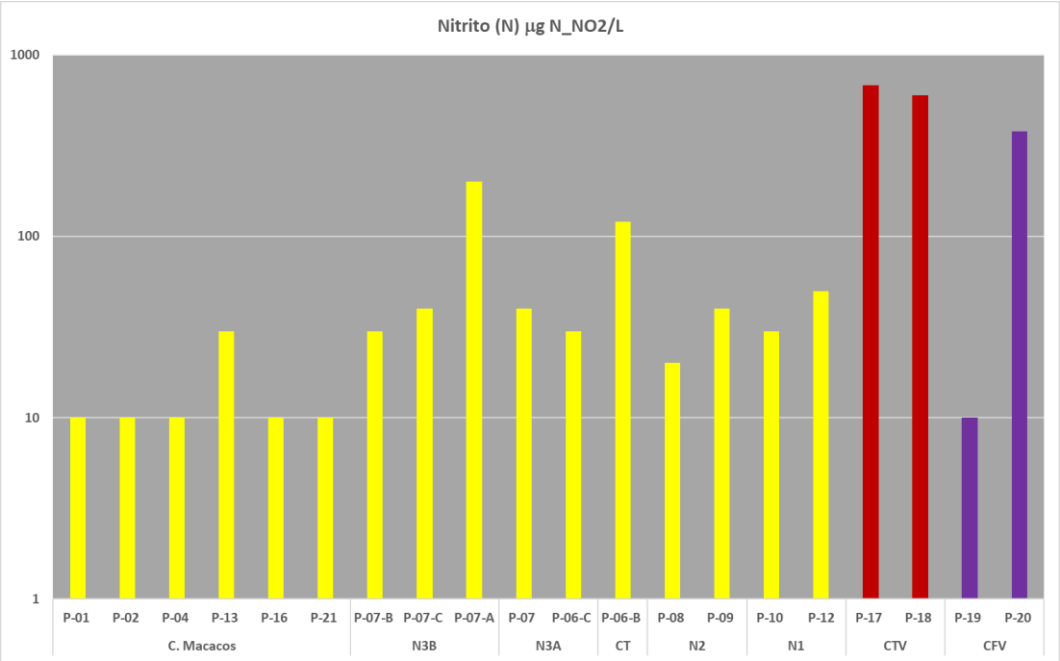


Figura 18.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Nitritos (µg N_NO2/L)

A resolução CONAMA 357/2005 determina que para águas de Classe III, o nível de nitritos na água superficial não pode superar os 1,0 mg/L ou 1.000 ug/L. Nesse sentido as amostras coletadas durante nosso monitoramento no projeto Izidora apresentaram todos os pontos com valores menores ao limite permitido pela CONAMA (Figura 18).

5.1.15 Amônia

A amônia quando dissolvida na água encontra-se em equilíbrio entre a forma ionizada ($NH4^+$), denominada íon amônio, ou simplesmente amônio, já a não ionizada, ou livre (NH_3), conhecida como amônia. O equilíbrio deste é influenciado pelo pH, temperatura e salinidade (Silva, 2012).

A amônia, em ambiente aquoso forma o Hidróxido de Amônio (NH_4OH), substância altamente tóxica que em grandes concentrações tem o efeito de uma base corrosiva. Podendo ser nociva para o homem, quando ingerido, inalado e absorvido pela e ao meio ambiente, por meio da contaminação dos corpos de água. Quanto mais ácido for o pH, mais NH_4OH é neutralizado reduzindo a toxicidade da amônia. Ao contrário,

quanto mais alcalino for o pH do meio, maior a capacidade de contaminação da Amônia (Ávila et al., 2011).

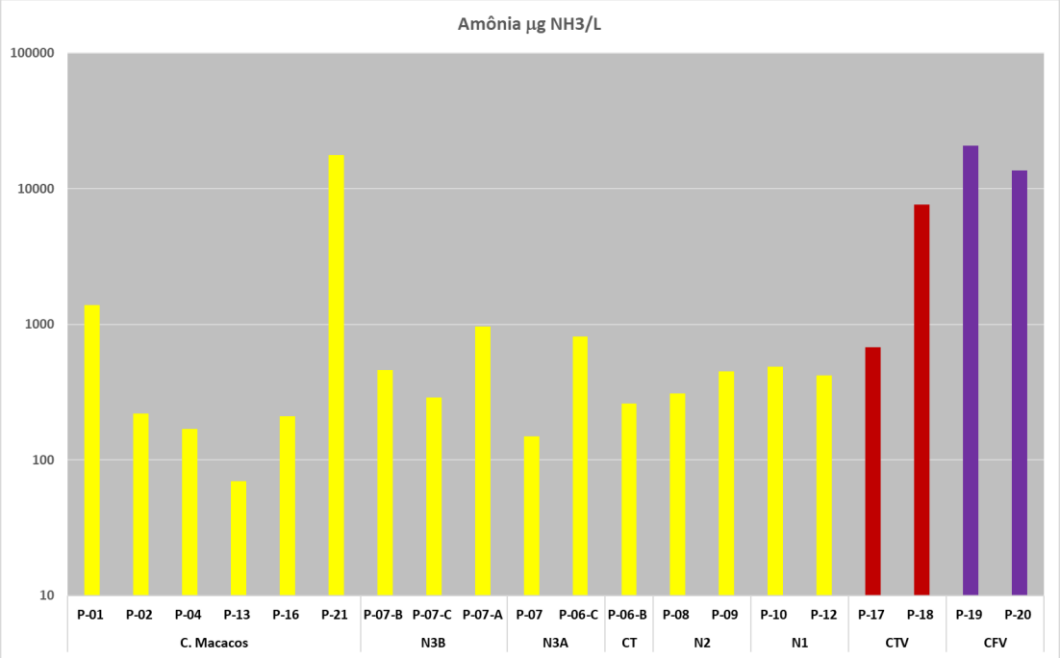


Figura 19.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Amônia (ug/L)

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005 o valor limite, águas Classe 3, para nitrogênio amoniacal vai variar em função do valor do pH da amostra de água. Nesse sentido, para as amostras registrada nessa 5ª campanha (março 2023) durante a temporada de chuvas na cidade de Belo Horizonte (MG), vamos utilizar dois valores: 5.600 µg/L (pH > 7,5 - < 8,0) e de 13.300 µg/L (pH < 7,5). A totalidade dos pontos de amostragem registrados nessa campanha tiveram um pH inferior de 7,5, com exceção do ponto no Ribeirão Isidoro (P-21 = 7,64).

Por esse motivo, os resultados obtidos do monitoramento (Figura 19) realizado mostram que os pontos de amostragem que superam o limite estabelecido pela norma CONAMA são: P-21 (Ribeirão Isidoro) e os pontos no Córrego Fazenda Velha (P-19 e P-20). Outro ponto resultou também elevado (P-18 - Córrego Terra Vermelha), porém sem atingir o valor máximo permitido por lei. Esse ponto encontra-se próximo da

desembocadura do no Ribeirão Isidoro, logo após duas granjas de porcos e vacas e da Comunidade Rosa Leão.

5.1.16 Óleos e Graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2019)

A presença de material graxo nos corpos hídricos, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

A Resolução CONAMA 357/2005 determina que para águas Classe 3 se recomenda a ausência desse parâmetro na amostra de água avaliada.

Os valores de óleos e graxas nas amostras não foram registrados pela análise laboratorial mostrando-se por debaixo do nível de leitura do método analítico realizado.

5.1.17 Sólidos Sedimentáveis

Os Sólidos Sedimentáveis são os materiais em uma amostra que pode sedimentar e permanecer em suspensão durante determinado período. Podem ser incluídos nesta classificação material floculado, dependendo da técnica utilizada. Assim, a Norma Técnica NTS 013 da SABESP (1999) determina que os sólidos sedimentáveis são todas as substâncias existentes em 1 (um) litro de amostra que sedimentem pôr ação da gravidade, em Cone Imhoff.

Os Sólidos Sedimentáveis em águas superficiais e salinas, e em resíduos domésticos e industriais, podem ser determinados e reportados com base em volume (mL/L).

Segundo Metcalf e Eddy (1995) os sólidos sedimentáveis representam a maior proporção dos diferentes tipos de sólidos, seu tamanho e peso são suficientes para sedimentar dentro de um periodo de tempo determinado.

Os valores de Sólidos Sedimentáveis mostraram-se inferiores ao limite de deteção do método analítico utilizado (< 0,3 mg/L).

5.1.18 Sólidos Totais

Os Sólidos Totais ST (mg/L) indicam a concentração total dos minerais na água. De acordo com Amorim et al. (2016), os ST estão relacionados a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante determinado tempo e aquecimento. A presença deles na água aumenta a turbidez e pode interferir na fotossíntese das plantas aquáticas.

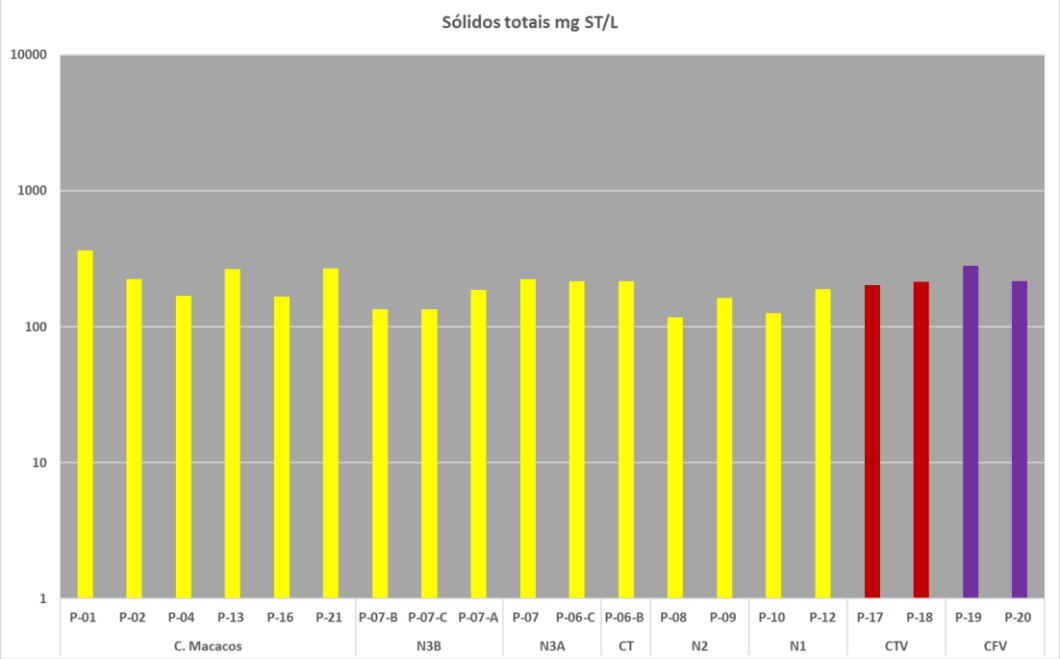


Figura 20.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Sólidos Totais (mg ST/L)

A Resolução CONAMA 357/2005 determina que para águas Classe 3 o limite permitido para Sólidos Totais é de 500 mg/L.

Os valores de ST, para quase todas as amostras avaliadas (Figura 20), mostraram-se inferiores ao limite recomendado pela CONAMA.

5.1.19 Sólidos Totais fixos

Sólidos Fixos (SF): É a porção dos sólidos (totais, suspensos ou dissolvidos) que resta após a ignição ou calcinação a 550-600°C após uma hora (para sólidos totais ou dissolvidos fixos) ou 15 minutos (para sólidos em suspensão fixos) em fornomufla. Também denominado resíduo fixo.

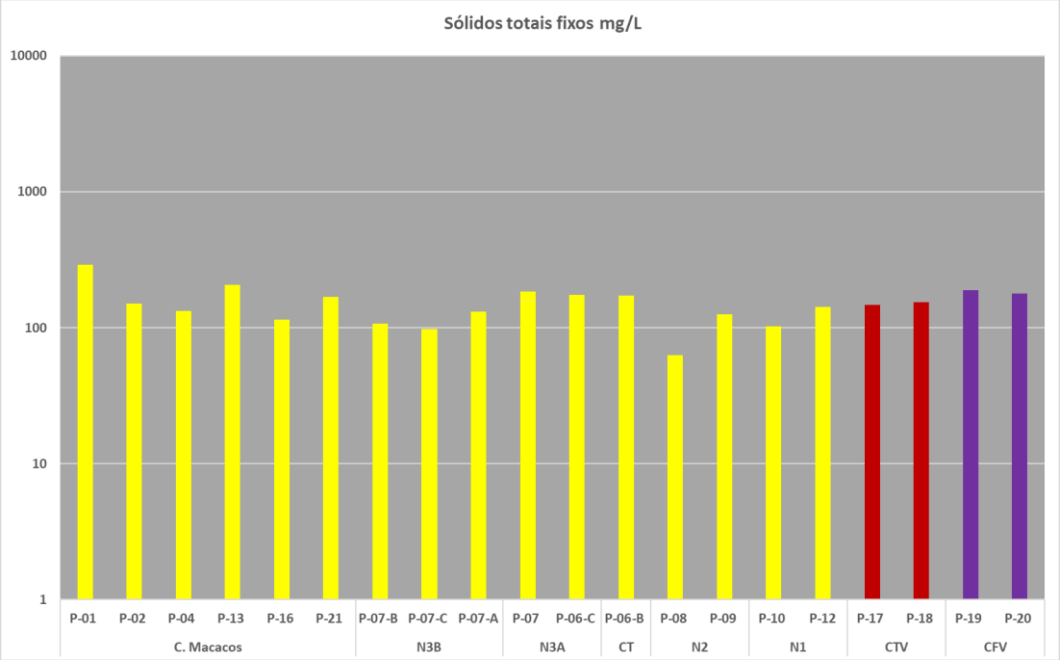


Figura 21.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Sólidos Totais Fixos (mg ST/L)

5.1.20 Turbidez

A turbidez é a condição da água com quantidade excessiva de partículas em suspensão. A presença dessas partículas afeta a propagação da luz pela água e, dessa forma, provoca a falta de transparência no recurso que é essencial aos organismos vivos.

As causas da turbidez são várias, por exemplo o excesso de chuvas, crises hídricas, problemas de erosão no solo, atividade mineradora, práticas agrícolas, excesso de algas e falhas no sistema de tratamento de água de distribuição pública. O resultado desses fatores é a presença de

vários tipos de resíduos sólidos em suspensão na água, partículas orgânicas e inorgânicas como argila, sílica, coloides, algas, lodo, restos de folha, microorganismos e outros elementos não solúveis.

O nível de turbidez da água é mensurado por aparelhos chamados de turbidímetros ou nefelômetros. Esses dispositivos utilizam a unidade de turbidez NTU (Nephelometric Turbidity Unit) para medir o nível de turvação. A medida da turbidez é determinada a partir da quantidade de luz refratada nas partículas em suspensão. Quanto maior a dispersão dos feixes de luz, maior é a turbidez da água.

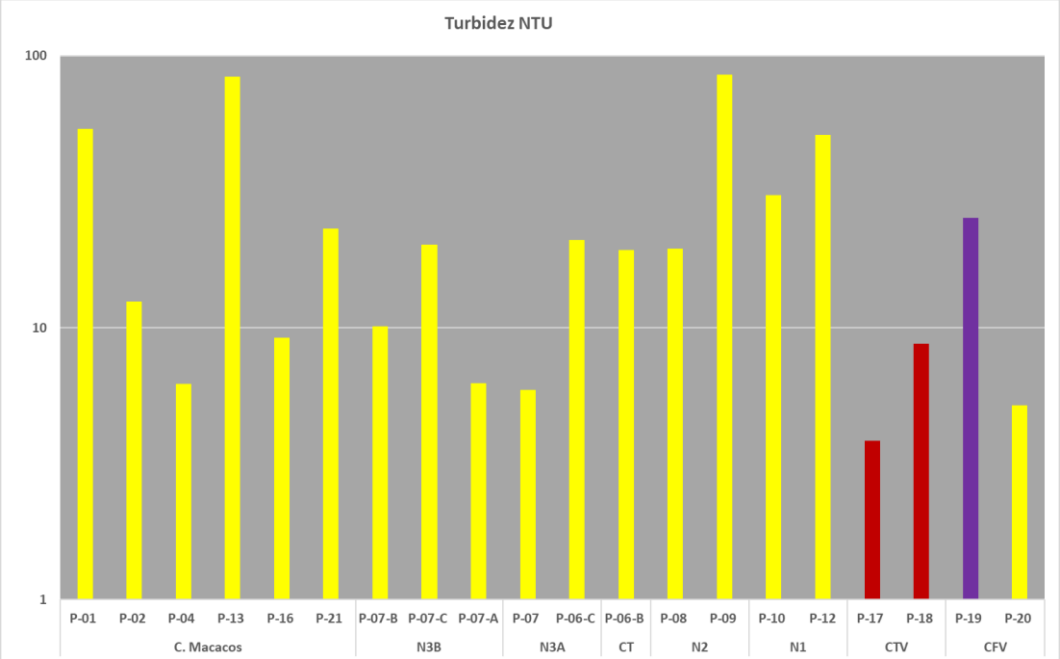


Figura 22.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Turbidez (NTU)

A Resolução CONAMA 357/2005 determina que para águas Classe 3 o limite estabelecido para Turbidez não deve superar os 100 NTU.

Os valores de Turbidez (Figura 22), para todas as amostras avaliadas, mostraram-se inferiores ao limite recomendado pela CONAMA.

5.2 Índice de Estado Trófico (IET)

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao

enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Nesse índice, os resultados do índice calculados a partir dos valores de fósforo, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. Em rios, o cálculo do IET, a partir dos valores de fósforo total, é feito pela fórmula, esse parâmetro é expresso em µg/L, segundo LAMPARELLI (2004):

$$IET = 10.(6-((0,42-0,36.(\ln.PT)/\ln 2))$$

Tabela 4.- Valores do Índice do Estado Trófico para classificar corpos de água por grau de trofia. Fonte CETESB 2007

Valor do IET	**Estado Trófico**
= 47	Ultraoligotrófico
47 < IET = 52	Oligotrófico
52 < IET = 59	Mesotrófico
59 < IET = 63	Eutrófico
63 < IET = 67	Supereutrófico
> 67	Hipereutrófico

Tabela 5.- Valores do Índice do Estado Trófico (IET) em μg/L para as amostras de água nos córregos em estudo do Projeto Izidora – 5ª campanha de Biomonitoramento – março 2023

Córrego	Ponto de Amostragem	Valor IET (μg/L)	Estado Trófico
C. Macacos	P-01	67,11	Hipereutrófico
	P-02	60,45	Eutrófico
	P-04	60,45	Eutrófico
	P-13	68,04	Hipereutrófico
	P-16	60,45	Eutrófico
	P-21	87,41	Hipereutrófico
N. 3-B	P-07-B	60,45	Eutrófico
	P-07-C	69,57	Hipereutrófico
	P-07-A	71,79	Hipereutrófico
N. 3-A	P-07	67,11	Hipereutrófico
	P-06-C	62,91	Eutrófico
C. Taboas.	P-06-B	62,91	Eutrófico
N. 2	P-08	60,45	Eutrófico
	P-09	67,11	Hipereutrófico
N. 1	P-12	62,91	Eutrófico
	P-10	64,65	Supereutrófico
C. Terra Vermelha	P-17	74,98	Hipereutrófico
	P-18	76,86	Hipereutrófico
C. Fazenda Velha	P-19	88,59	Hipereutrófico
	P-20	84,62	Hipereutrófico

Os valores de IET (Tabela 5) para as amostras obtidas na 5ª campanha de Biomonitoramento da Qualidade água nos córregos do Projeto Izidora, mostram que a maioria dos pontos de amostragem são considerados como ambientes Eutrófico (Tabela 4: 59 μg/L < IET = 63 μg/L): Córrego Macacos (P-02, P-04, P-16), **Córrego N-3-B (P-07-B)**, **Córrego N-3-A (P-06-C)**, **Córrego N-2 (P-08) e o Córrego N-1 (P-12)**. Todos esses córregos encontram-se no interior da Comunidade Vitória.

No exterior da comunidade, nos córregos Fazenda Velha (P19 e P-20), Córrego Terra Vermelha (P-17 e P-18) e no Ribeirão Isidoro (P-21) o índice calculado IET for consideravelmente elevado para considerar esse ambiente como Hipereutrófico. Esse tipo de corpos de água tem maior nível de produtividade pela presença de nutrientes como o fósforo que podem afetar a transparência do corpo de água e a qualidade da mesma.

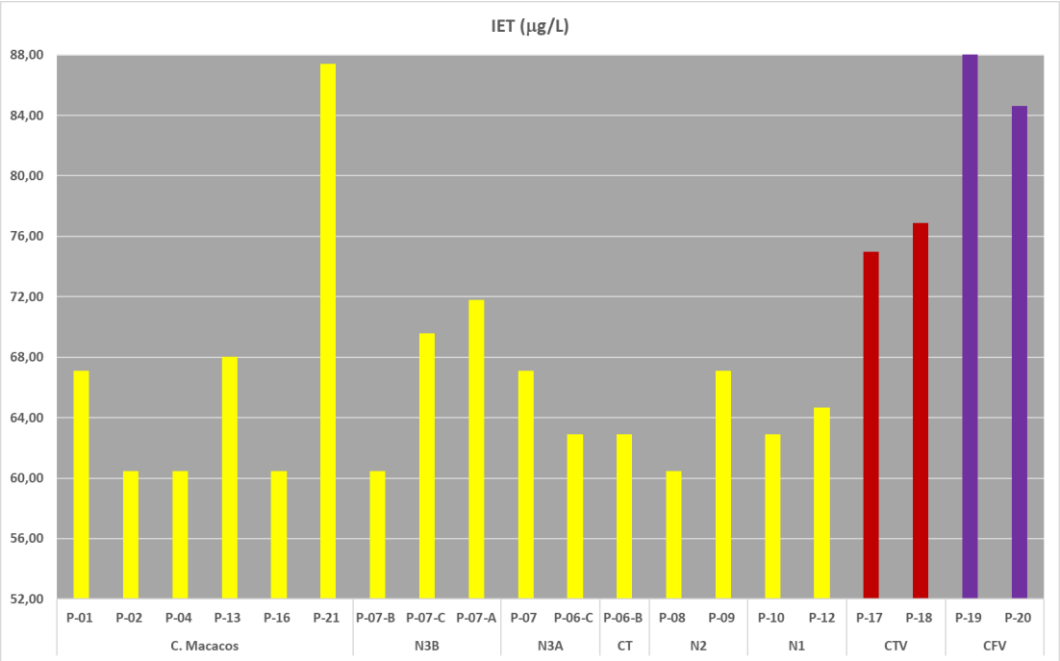


Figura 23.- Índice do Estado Trófico (IET) em mg/L para as amostras de água nos córregos em estudo do Projeto Izidora – 5ª campanha de Biomonitoramento – março 2023

6. CONCLUSÕES

Os resultados da 5ª Campanha de Biomonitoramento da qualidade de água dos córregos em estudo foi realizado no final da temporada de chuvas na cidade de Belo Horizonte no ano de 2023. Foram encontrados todos os pontos de amostragem com água.

Dos resultados obtidos do laboratório e da amostragem in situ podemos observar que o efeito do impacto do esgoto doméstico das casas nesses corpos de água é visível em oito (08) parâmetros principais: amônia, nitratos, nitritos, coliformes totais e termotolerantes, DBO, condutividade elétrica, turbidez e fósforo total (Ver figura no Anexo-2).

Assim analisando os resultados obtidos pelo Índice de Estado Trófico (IET) para águas lóticas do CETESB, podemos concluir que 08 pontos de amostragem de 20 avaliados, tanto dentro como fora da Comunidade Vitória, podem ser considerados como ambientes eutróficos. Foram encontrados níveis elevados de IET (Nível Hipereutrófico) nos córregos avaliados em áreas urbanizadas e com boa parte dos privilégios de serviços públicos (Córrego Terra Vermelha e Fazenda Velha), que a prefeitura de Belo Horizonte oferece para seus moradores. Esse estado trófico indica que essas águas apresentam níveis altos de fósforo total, prejudicando a vida aquática nesses córregos, especialmente em aqueles que não apresentam mata ciliar nativa. Embora esses córregos se encontrem em bairros urbanizados e que contam com rede de saneamento da COPASA, podemos evidenciar a presença de inumeráveis tubos de esgoto saindo das casas e despejando rejeitos domésticos sem tratamento nesses córregos.

No interior da Ocupação Izidora nos pontos de amostragem na jusante de cada córrego que recebeu as intervenções físicas (drenos), experimentaram redução do índice de estado trófico por redução da concentração de fósforo total diluído na água. Aspecto esse que continuará sendo avaliado. Alguns pontos registraram aumento no IET nessa campanha, por aumento da concentração de fósforo. No caso do P-13 (frigideira), que uma área de lazer da comunidade usada para o banho recreativo, o IET aumentou. No momento de fazer a coleta da água encontramos um grupo de 15 pessoas tomando banho e fazendo festa

nesse local. Provavelmente, por esse motivo aumentou o nível de IET nessa campanha.

O resto de pontos de amostragem apresentam maior incidência do oxigênio dissolvido (> 4 ppm) e pH (neutro levemente ácido) como parâmetros significativos e que estariam influenciando na resposta dos outros parâmetros limnológicos analisados.

Outro fator importante que estaria influenciando nos valores dos parâmetros limnológicos encontrados nessa 5ª campanha seria o aumento na quantidade de água existentes em cada córrego devido ao início da temporada de chuvas. Essa água foi encaminhada positivamente pelos drenos instalados evitando o alagamento das ruas e das áreas brejosas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

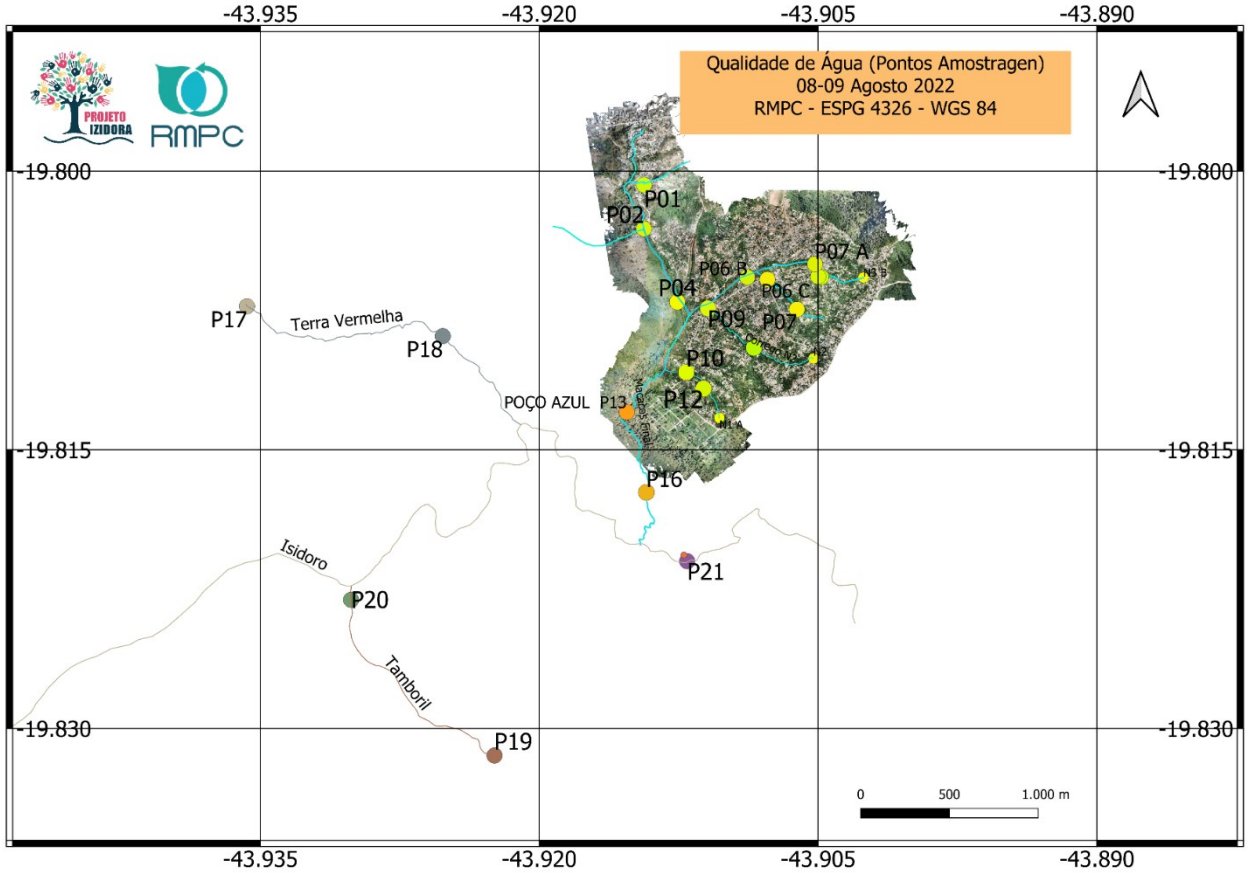
- Von Sperling, M. 2007. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.
- Brasil. 2006. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) ISBN 85-334-1240-1 1. Controle da qualidade da água. 2. Vigilância sanitária de ambientes. I. Título. II. Série.
- CONAMA. 2005. RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, 17 DE MARÇO DE 2005. https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf.
- Brasil. 2013. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013. 150 p. ISBN 1. Análise da água. 2. Controle da qualidade da água. 3. Consumo de água (Saúde ambiental). I. Título. II. Série.
- Souza, R. A. S. 2005. Avaliação das frações de fosfato como indicadores de eutrofização de águas superficiais, Lavras – Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Instituto de Ciências Agronômicas, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.
- Bastos, R. K., Bezerra, N. R., & Bevilacqua, P. D. 2007. Planos de Segurança da Água: Novos Paradigmas em Controle de Qualidade da Água para Consumo Humano em Nítida Consonância com a Legislação Brasileira. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, (p. 391). Belo Horizonte.
- Batalha, B. L., & Parlatore, A. C. 1993. Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. 198.
- Silva, A. S. 2012. Avaliação da Toxicidade dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Campina Grande – PB. 2012.139 f. Dissertação (Mestre em

Engenharia Civil e Ambiental) Universidade Federal de Campina Grande – PB.

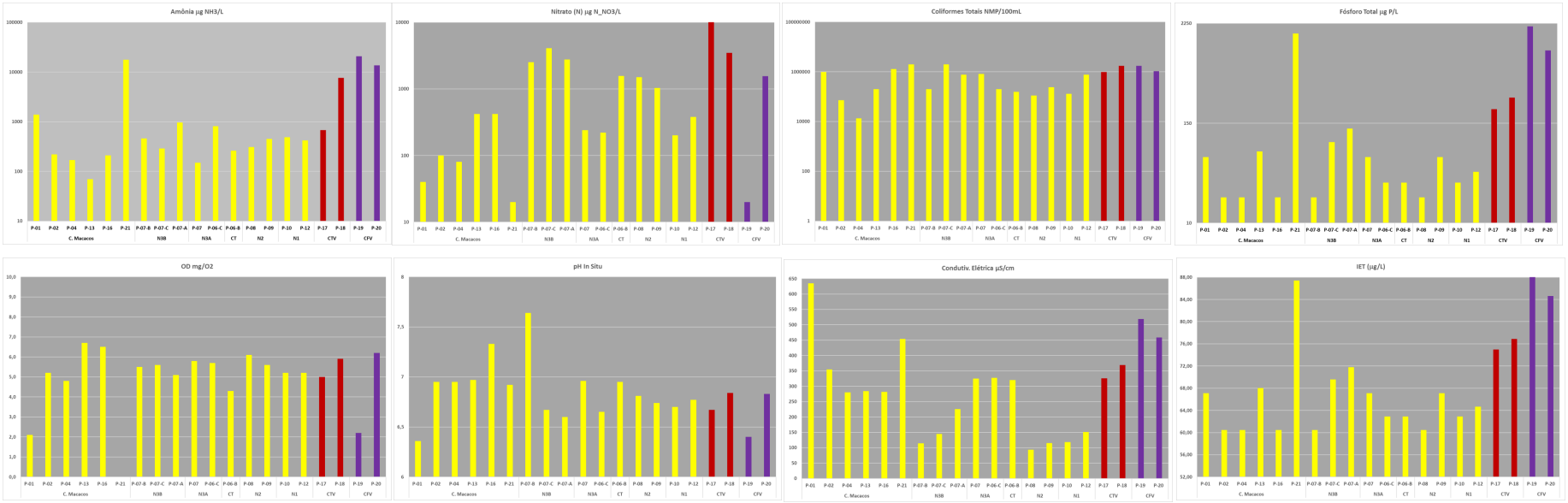
- Avila, M.; Devos, V.; Beltrão, T. 2011. O Ciclo do Nitrogênio. Artigos de aquarismo. 2011. Disponível em: http://www.aquahobby.com/articles/b_ciclo.php Acesso em: Março de 2017
- CETESB. 2019. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019. Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf
- Metcalf, L & Eddy, H. 2003. Wastewater engineering: treatment and reuse, McGraw-Hill.
- Sabesp. 1999. Sólidos - Norma Técnica Interna SABESP NTS 013. https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts013.pdf
- Amorim, D. G., Cavalcante, P. R. S., Soares, L. S., & Amorin, P. E. C. 2016. Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA).Engenharia Sanitaria e Ambiental, 22, 251-259.
- Brasil. 2012. Portaria MS nº 2.914/2011 : procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília. 2012. 52 p.(Serie E. Legislação de Saúde).

8. Anexos

Anexo 1.- Mapa dos pontos de amostragem no Programa de biomonitoramento participativo da qualidade da água na área de estudo



Anexo 2.- Gráficos dos principais resultados da Quinta campanha de Biomonitoramento (março 2023) destacando os parâmetros amônia, nitratos, coliformes totais, OD, pH, condutividade elétrica, fósforo total e o índice calculado IET.



Projeto: Recuperação de áreas degradadas da microbacia do Isidoro (Ocupação Vitória)

Autores do Relatório e Participantes da Campanha Limnológica

1) Prof. Ricardo Motta Pinto-Coelho - QP
2) Luis Alberto Sáenz Isla - QP

Belo Horizonte, 03 de maio de 2023

 Luis Alberto Sáenz-Isla CPF: 008.847.349-00	gov.br Documento assinado digitalmente RICARDO MOTTA PINTO COELHO Data: 30/05/2023 11:34:17-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br Ricardo Motta Pinto Coelho