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 do Programa de Biomonitoramento Participativo da qualidade do ambiente aquático -Meta 3.1

RELATÓRIO 8

Biomonitoramento Participativo da Qualidade do Ambiente Aquático

7ª Campanha Limnológica

Meta 3.1 – Ações de avaliação nas áreas recuperadas (Setor 1 e Setor 2)

Atividade: 3.1.3 – Avaliação do biomonitoramento participativo da qualidade água

Dr Ricardo Motta Pinto-Coelho

Dr. Luis Alberto Sáenz Isla

Dezembro 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 – 7ª campanha de Biomonitoramento – Outubro 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 7ª 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 3.1 (02-03/10/2023). 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 – Sétima campanha Biomonitoramento da qualidade da água nos córregos em estudo do Projeto Izidora (outubro 2023 – Meta 3.1). O registro IET foi calculado a partir da concentração do fósforo total segundo a 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 – 7ª Campanha de Biomonitoramento – outubro 2023	*40*

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório está centrado na apresentação da análise dos resultados obtidos da amostragem da Sétima 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 o Objetivo Específico 3 – Realizar ações de avaliação nas áreas recuperadas. Meta 3.1 – Ações de avaliação nas áreas recuperadas (Setor 1 e Setor 2). Atividade: 3.1.3 – Biomonitoramento participativo da qualidade água. Essa Sétima Campanha foi realizada os dias 02 e 03 de outubro 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 Sétima 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 Sétima 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 km^2). 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).

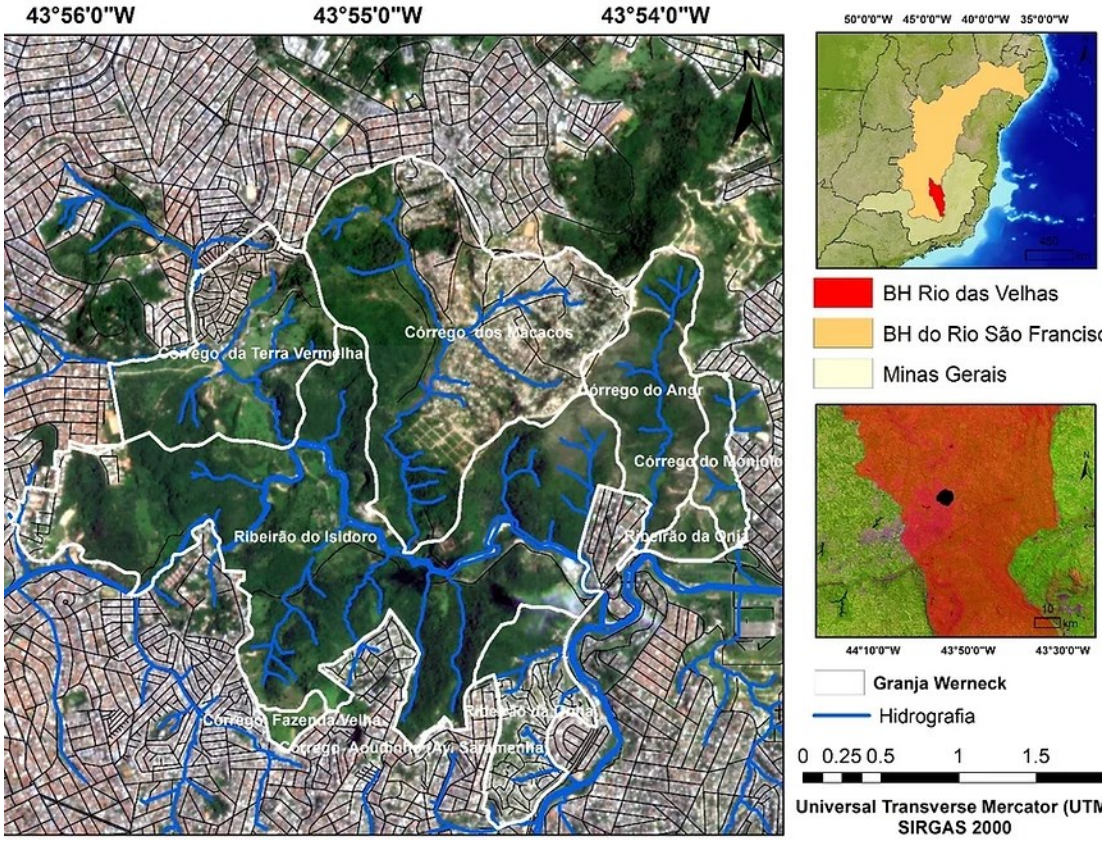


Figura 1.- Mapa de localização do Projeto Izidora, mostrando a posição do Córrego Macacos no Ribeirão Isidoro e sua posição na sub-bacia do Rios das Velhas e na bacia do Rios São Francisco.

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 02 e 03 de outubro 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 última campanha (sétima 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 3.1 (02-03/10/2023). WGS84

Ponto de Coleta	Descrição do Local	Coordenadas		Altitude (mt)	Data	Hora
		Sul	Oeste			
P-01	Nascente Córrego Macacos	-19,7994	43,9146	764,677	02-out-23	11:20
P-02	Córr. Macacos - Campinho	-19,8031	43,9144	756,756	02-out-23	11:35
P-04	Córr. Macacos - Prox. Rua da Fé	-19,8070	43,9125	753,909	02-out-23	12:05
P-13	Poço Azul - Rib. Macacos	-19,8130	-43,9153	735,219	03-out-23	12:40
P-16	Córr. Macacos - Casa Francisco	-19,8174	-43,9143	731,997	02-out-23	8:55
P-21	Córrego Isidoro em frente Casa Francisco	-19,8208	-43,9121	735,451	02-out-23	8:25
P-07-B	Ponto Próx. Nacente 3-A (Rua Jacarandá) N3-B	-19,8055	-43,9052	773,924	03-out-23	9:10
P-07-C	Ponto Próx. Nacente 3-A (Gavião) N3-B	-19,8057	-43,9048	775,548	03-out-23	8:35
P-07-A	Corr. Gavião - Rua Jacarandá N3-B	-19,8051	-43,9052	764,824	03-out-23	9:35
P-07	Nascente Corrego Areal N3-A	-19,8075	-43,9061	776,222	03-out-23	10:40
P-06-C	Corr. 3-A - Rua Jacarandá N3 - A	-19,8060	-43,9075	759,921	03-out-23	10:00
P-06-B	Córr. Macacos - Taboas	-19,8057	-43,9089	757,071	02-out-23	12:30
P-08	Rua Sta. Maria (Nascente 2) Bica N2	-19,8095	-43,9084	770,151	03-out-23	11:30
P-09	Córrego Magno - Rua Jacarandá N2 Jusante	-19,8074	-43,9109	752,801	03-out-23	11:50
P-10	Córrego Baixada - Casa Paulinha	-19,8108	-43,9121	754,158	03-out-23	13:00
P-12	Nascente 01 - Córrego Baixada horta	-19,8117	-43,9110	764,43	03-out-23	12:15
P-17	Rib. Terra Vermelha (Nascente)	-19,8075	-43,9357	767,764	02-out-23	10:20
P-18	Rib. Terra Vermelha (Jusante) prox. Córr. Isidoro	-19,8088	-43,9251	735,219	02-out-23	10:40
P-19	Rib. Tamboril - Nascente	-19,8316	-43,9226	771,461	02-out-23	9:35
P-20	Rib. Tamboril (Jusante) próx. Córr. Isidoro	-19,8232	-43,9302	740,897	02-out-23	9:50

4.3 PARÂMETROS ANALIZADOS

Na execução da Sétima 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 Izidora.

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 sétima 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 cinco (05) pontos de amostragem P-01, P-02, P-04, P-13, P-16; Ribeirão Isidoro com um (01) ponto de amostragem P-21; Córrego N-3-B com três (03) pontos de amostragem P-07-C, P-07-B, P-07-A; Córrego N-3-A com dois (02) pontos de amostragem P-07, P-06-C, Córrego das Taboas (CT) com um (01) ponto de amostragem P-06-B; Córrego N-2 com dois (02) pontos de amostragem P-08, P-09; Córrego N-1 com dois (02) pontos de amostragem P-12 e P-10; Córrego Terra Vermelha (C.T.V) com dois (02) pontos de amostragem P-17, P-18; Córrego Fazenda Velha (C.F.V.) com dois (02) pontos de amostragem P-19, P-20. Destaca-se que o ponto P-01 não tinha água no momento da coleta da amostra e por tanto é considerado “seco”.

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.

Esta foi a última campanha limnológica do Projeto Izidora e iremos fazer as comparações necessárias entre os resultados obtidos, os que serão apresentados no livro do Projeto Izidora e em outros artigos científicos que possam ser realizados com esses resultados.

Tabela 3.- Resultado da análise laboratorial das amostras de água realizado pelo Laboratório SGS-GEOSOL – Sétima Campanha Biomonitoramento da qualidade da água nos córregos em estudo do Projeto Izidora (outubro 2023 – Meta 3.1). O registro IET foi calculado a partir da concentração do fósforo total segundo a 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	°C	NTU	µg/L
C. Macacos	P-01	Nascente Córrego Macacos																								
	P-02	Córr. Macacos - Campinho	330	7,01	36	1400	17200	433	5,7	3	20	122	156	30	60	10	2,5	220	70	0,3	269	211	56	23,6	24,9	62,91
	P-04	Prox. Rua da Fé	440	7,01	31	500	9100	358	5,2	3	20	94,6	122	20	70	10	2,5	230	70	0,3	217	174	44	23	22,3	60,45
	P-13	Poço Azul - Rib. Macacos	70	7,12	18,4	8200	21800	361	5,5	3	20,1	125	148	20	1010	40	2,5	70	20	0,3	282	250	31	24,9	54,8	60,45
	P-16	Córr. Macacos - Casa Francisco	140	6,28	22,7	68000	980000	360	6,7	3	20	120	143	120	710	40	2,5	20	10	0,3	413	323	89	21,1	314	71,31
	P-21	Córrego Isidoro em frente Casa Francisco	4690		11	55000	89000	225	4,9	4,86	20,1	66,7	74,9	400	1390	140	2,5	800	260	0,3	166	128	37	22,5	30,9	78,60
N3B	P-07-B	Ponto Próx. Nacente 3-A (Gavião)	1430	7,11	16,9	66000	5090000	357	5,7	3,32	53,6	113	129	160	4560	60	2,5	80	30	1	1387	1208	178	25,1	1220	73,05
	P-07-C	Ponto Próx. Nacente 3-A (Rua Jacarandá)	2300	6,63	14,9	18700	41000	382	4,4	8,54	43,5	140	156	40	230	30	2,5	70	20	0,3	707	604	104	25,3	440	64,65
	P-07-A	Corr. Gavião - Rua Jacarandá	2060	7,14	27,9	65000	6490000	375	4,1	3,94	193	111	128	160	5390	140	2,5	80	30	0,4	621	423	200		362	73,05
N3A	P-07	Nascente Corrego Areal	250	6,58	5,11	11300	120300	148	6,3	3	75,3	47,8	59,5	120	140	20	2,5	80	30	0,3	1505	1447	57	24,2	1340	71,31
	P-06-C	Corr. 3-A - Rua Jacarandá	1830	7,17	13,8	200000	9800000	567	4,8	4,97	62	218	256	80	580	60	2,5	80	30	0,3	642	581	62	26,9	378	68,85
CT	P-06-B	Córr. Macacos - Taboas	980	7,11	16,7	18200	130000	386	4,6	3	20	126	143	20	20	80	2,5	190	60	0,3	272	210	61	23,8	40,1	60,45
N2	P-08	Rua Sta. Maria (Nascente 2) Bica	1170	7,27	3,99	55000	547000	218	4,8	13,7	68,6	65,8	72,8	80	350	40	2,5	100	30	0,8	442	395	47	29,2	260	68,85
	P-09	Córrego Magno - Rua Jacarandá	700	7,13	3,64	38000	547000	147	5,5	3	21,8	55,8	65,2	70	390	40	2,5	80	20	0,3	264	238	25	29,9	224	68,04
N1	P-10	Nascente 01 - Córrego Baixada horta	1510	7,25	7,54	6000	52400	332	3,9	3	28,5	112	134	20	4620	30	2,5	20	10	0,3	252	221	29	26,3	24	60,45
	P-12	Córrego Baixada - Casa Paulinha	90	7,95	1,98	900	21400	335	2,6	3	20	131	146	20	2530	20	2,5	20	10	0,3	253	219	33	27,9	79,7	60,45
CTV	P-17	Rib. Terra Vermelha (Nascente)	3440	7	23,2	80000	770000	361	5	5,47	20	77	96,2	410	8270	170	2,5	1020	330	0,3	224	161	62	25	2,83	78,75
	P-18	Rib. Terra Vermelha (Jusante) prox. Córr. Isidoro	3120	7,11	18,5	55000	687000	359	4,6	4,13	28,5	107	128	250	2480	260	2,5	410	130	0,3	188	133	54	26	45,4	75,76
CFV	P-19	Rib. Tamboril - Nascente	11900	7,2	37,7	90000	1986000	507	3,2	27,4	75,3	140	162	1550	1100	350	2,5	1990	650	0,3	314	262	50	24,2	47,8	86,81
	P-20	Rib. Tamboril (Jusante) próx. Córr. Isidoro	6250	6,75	25,5	13000	38700	395	5	4,26	20	108	124	450	4010	370	2,5	1070	350	0,3	205	177	29	25,3	2,33	79,32

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. O parâmetro de cloretos alerta da presença de esgoto doméstico originado, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 4 g de cloreto por dia, que representam cerca de 90 a 95% dos excretos humanos (CETESB, 2013).

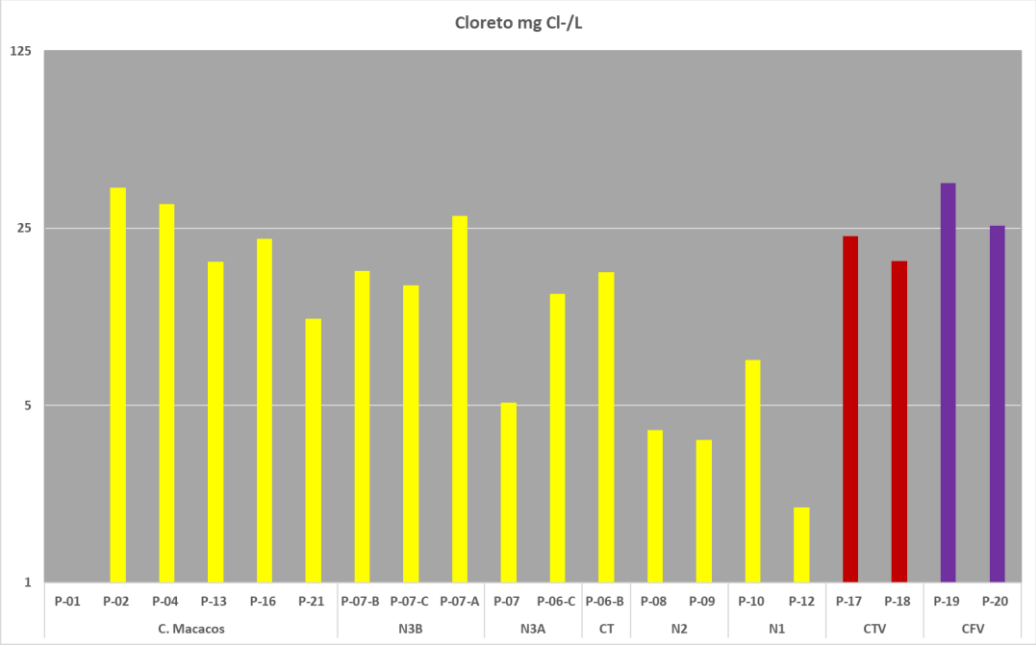


Figura 5.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Cloretos (mg Cl^-/L)

Dos resultados obtidos na presente campanha (Figura 5) foi possível identificar que cinco (05) pontos de amostragem de notado perfil contaminado, apresentaram valores elevados de cloretos, tais como: P19 e P17, um ponto da nascente N-3-B, com muita pouca água (P-07-A) e outros dois pontos de amostragem no Córrego Macacos (P-02 e P-04). Esses dados apresentam valores muito por embaixo da norma do Ministério da Saúde (250 ppm), o que pode representar que esses valores

de cloretos não estariam afetando a qualidade da água nos córregos estudados.

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.

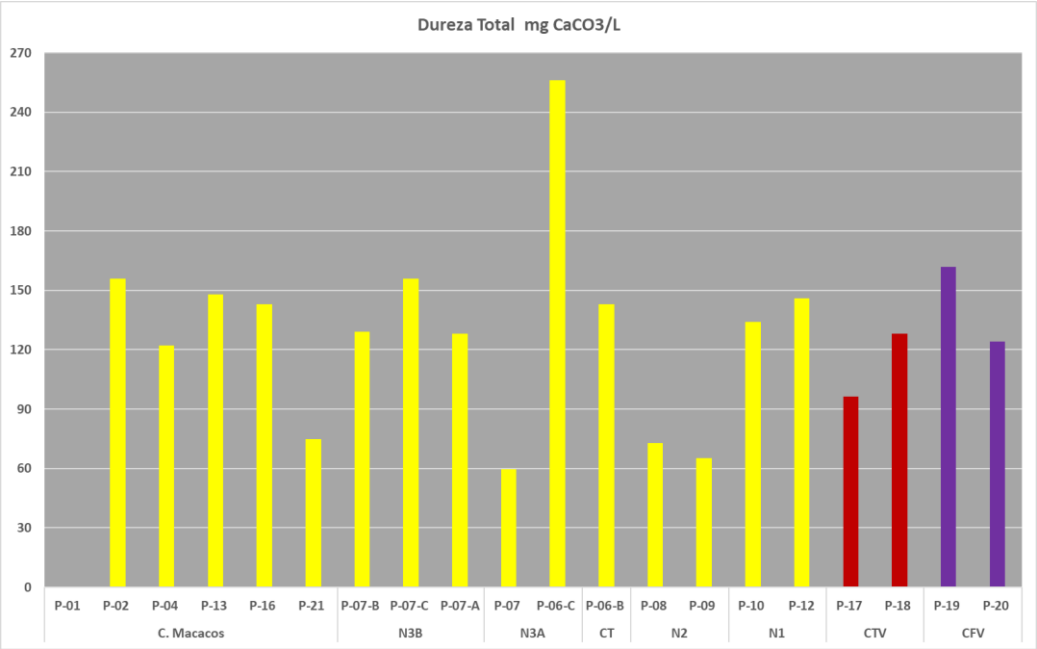


Figura 6.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Dureza Total (mg CaCO3/L)

Nesse sentido, os resultados obtidos mostram (Figura 6), que a maior parte dos pontos de amostragem possuem água com dureza moderada, tais como: córrego Macacos (P04, P-13, P-16), Ribeirão Isidoro (P-21), córrego N-3-B (P-07-B, P-07-A), córrego N-3-A (P-07), córrego das Taboas (P-06-B), córrego N-2 (P-08 e P-09), córrego N-1 (P-10 e P-12), córrego Terra Vermelha (P-17 e P-18) e o córrego Fazenda Velha (P-20).

Águas consideradas Duras foram registradas nos seguintes pontos de amostragem: córrego Macacos (P-02), córrego N-3-B (P-07-C), córrego N-3-A (P-06-C), córrego Fazenda Velha (P-19).

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.

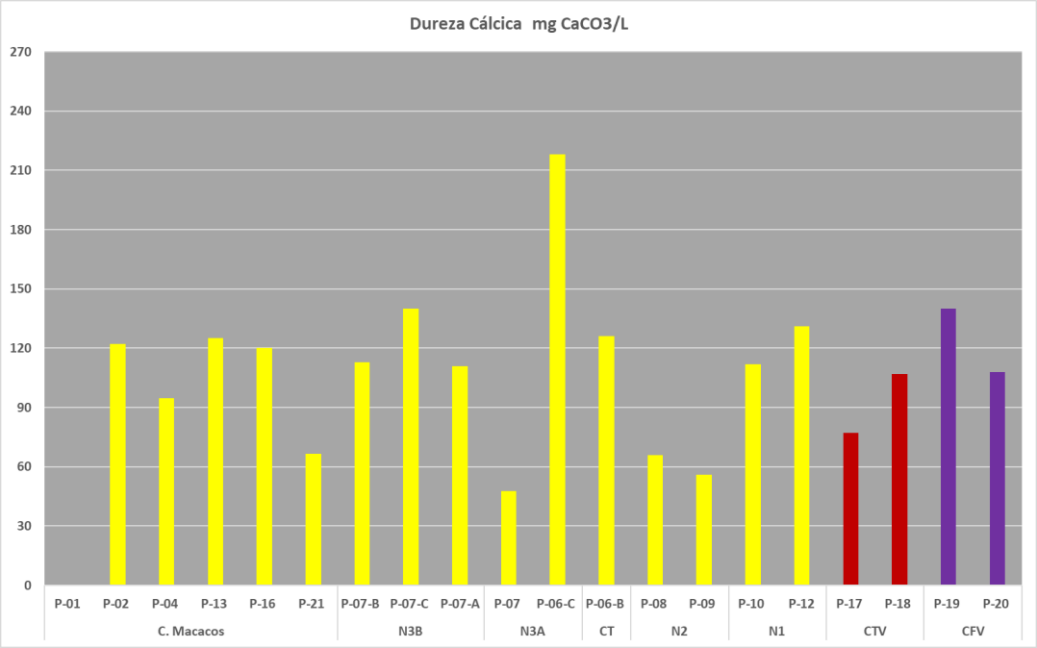


Figura 7.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Dureza Cálcica (mg CaCO3/L)

Nesse sentido, os resultados obtidos mostram (Figura 7), que só um ponto de amostragem no córrego N3-A, na nascente (P-07) pode ser considerada de Mole. Por outro, quase a totalidade dos pontos de amostragem possuem água com dureza moderada, tais como do córrego

Macacos (P-02, P04, P-13, P-16), Ribeirão Isidoro (P-21), córrego N-3-B (P-07-B, P-07-C, P-07-A), córrego das Taboas (P-06-B), córrego N-2 (P-08 e P-09), córrego N-1 (P-10 e P-12), córrego Terra Vermelha (P-17 e P-18) e o córrego Fazenda Velha (P-19 e P-20). Águas consideradas Duras foram registradas no ponto de amostragem P-06-C (córrego N-3-A).

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.

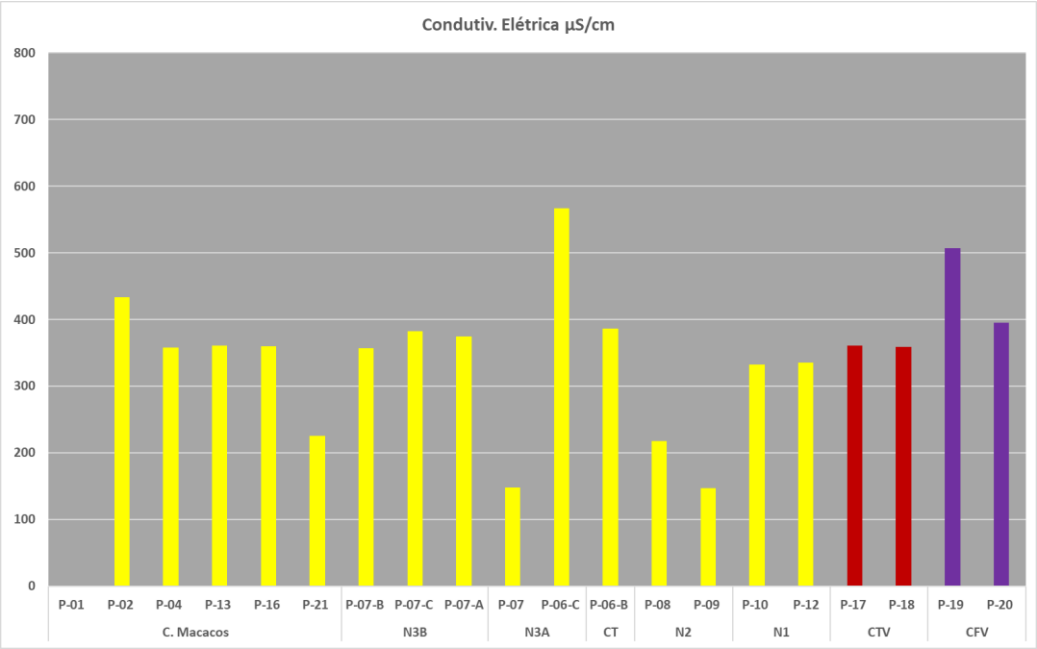


Figura 8.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Condutividade elétrica (µS/cm)

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, valor que nenhum dos pontos avaliados conseguiu atingir. Porém, podemos observar que as águas mais poluídas estariam nos pontos: P-02 (córrego Macacos), P-06-C (córrego N3-A) e P-19 (córrego Fazenda Velha). (Figura 8).

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).

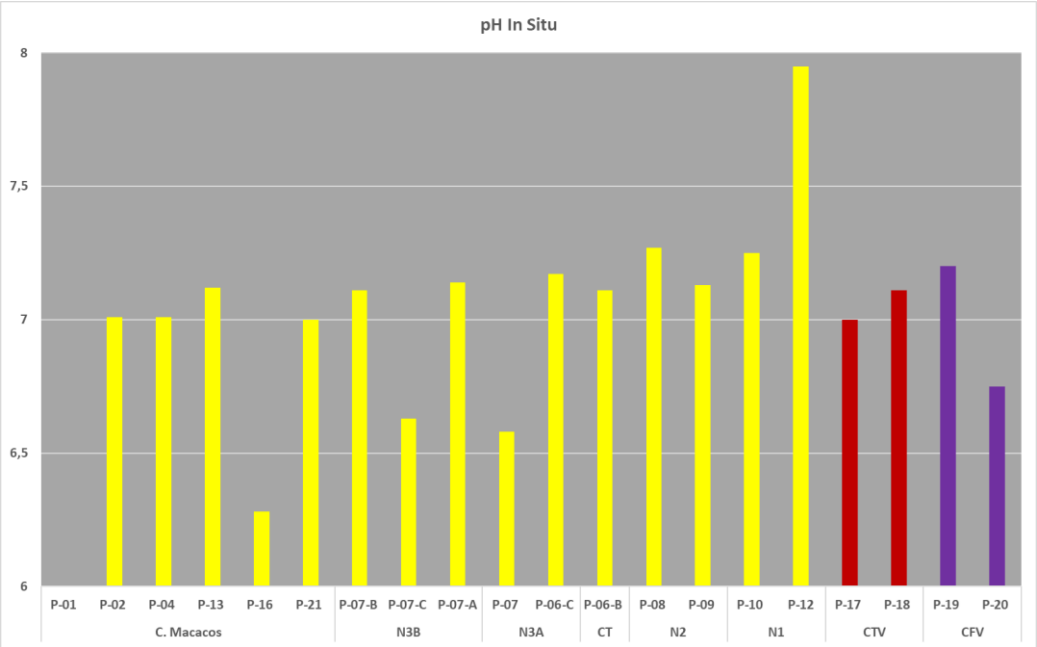


Figura 9.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro pH

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. Foi identificado um único ponto com menor pH (ácido: < 6,5) no córrego Macacos (P-16). Também, foi registrado um único ponto com pH alcalino (7,95) no córrego N-1 (P12).

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).

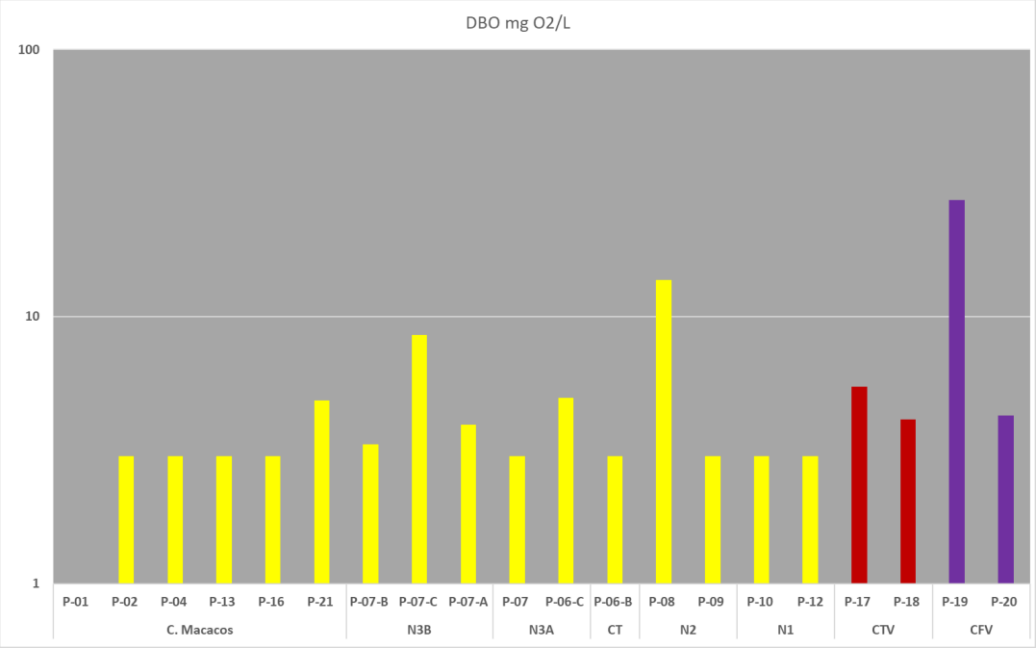


Figura 10.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro DBO (mg/L)

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: córrego N-2 (P-08) e córrego Fazenda Velha (P-19).

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. Assim, segundo a CETESB (2013), os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente. O nível de contaminação é determinado pela medição da quantidade de oxigênio requerida para oxidar a matéria orgânica presente na amostra (Brasil 2006).

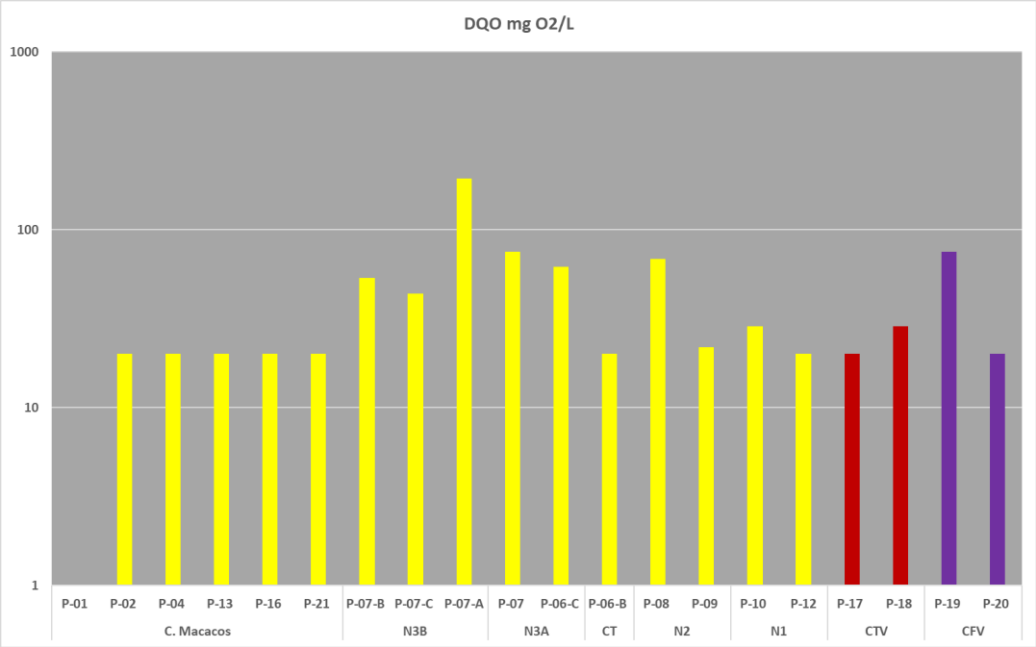


Figura 11.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro DQO (mg/L)

Quase todos os valores de DQO registrados apresentam uma relação DQO/DBO superior a 3:1 o que indicaria dificuldades para aplicar tratamento de esgoto nessas águas por apresentarem maior quantidade de substâncias químicas inorgânicas do que substâncias orgânicas. Os pontos amostrados que apresentaram um DQO com maior grau de biodegradabilidade são: P-21 (ribeirão Isidoro), P-07-C (córrego N-3-B), P-08 (córrego N-2), P-17 (córrego Terra Vermelha), P-19 e P-20 (córrego Fazenda Velha) (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 bactérias (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.

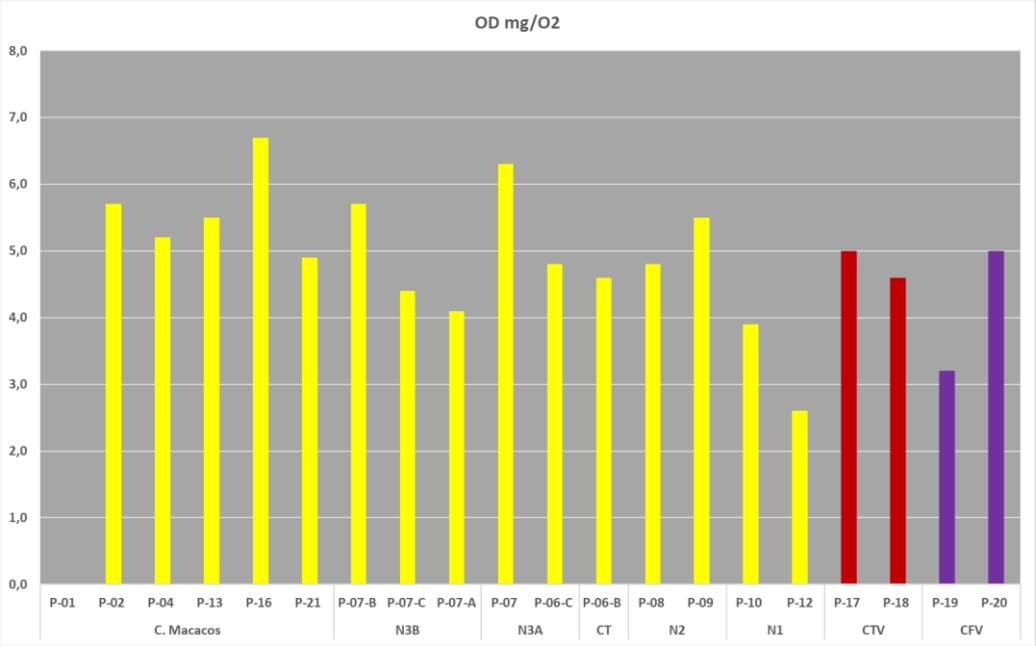


Figura 12.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L)

Dos resultados obtidos na temporada seca (Figura 12) podemos determinar que as amostras dos córregos Fazenda Velha (P-19), córrego N-1 (P-10 e P12) 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).

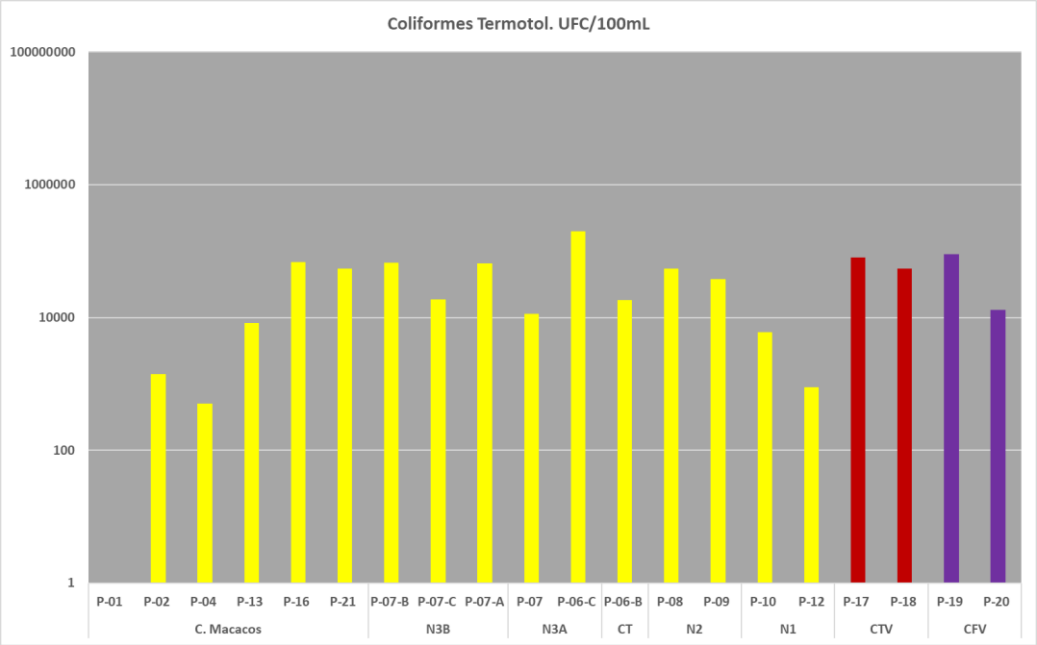


Figura 13.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)

Dos valores registrados nesse monitoramento (Figura 13), quase todos os valores registrados nos córregos em estudo superam a norma CONAMA de 1000 UFC/100mL. Com excepção de dois pontos de amostragem: nos pontos do córrego Macacos (P-04 = 500 UFC/100mL) e do córrego N-1 (P-12 = 900 UFC/100mL).

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).

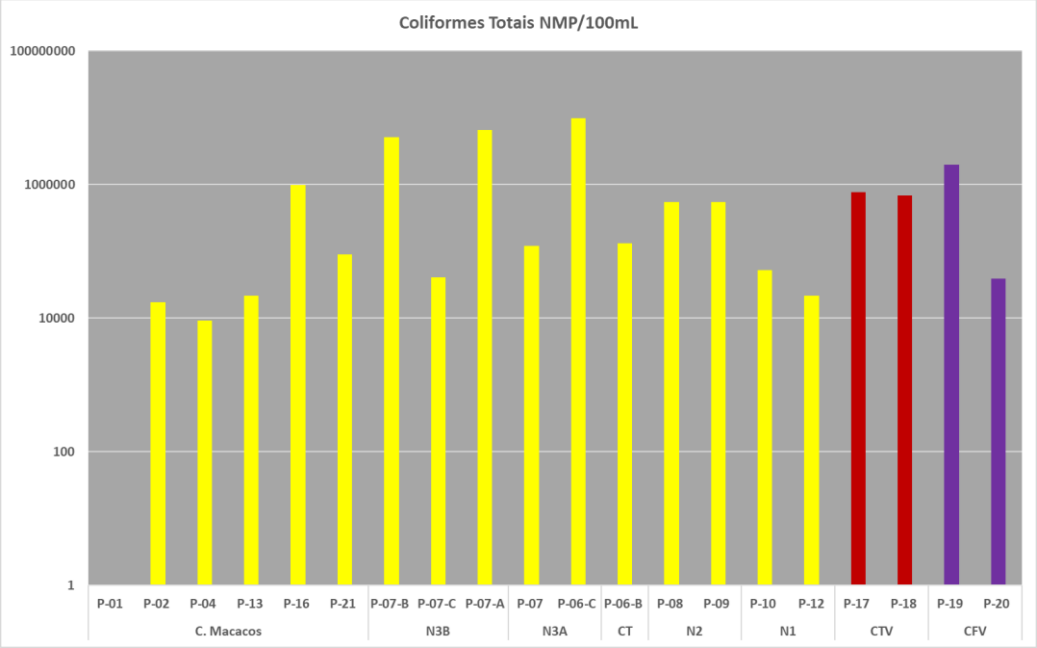


Figura 14.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Coliformes Totais (NMP/100 ml)

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).

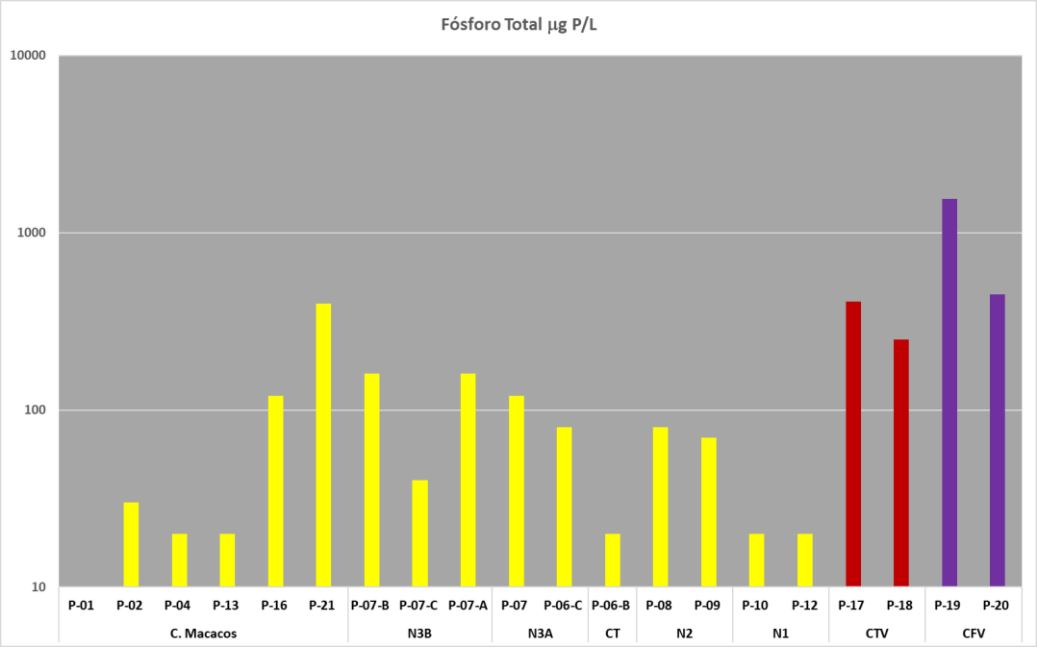


Figura 15.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Fósforo Total (μg P/L)

Os resultados obtidos nessa campanha, a grande maioria de amostras coletadas dos córregos na Comunidade Vitória apresentaram valores inferiores à norma da CONAMA (Figura 15). Com excepção de dois (02) pontos localizados no córrego N-3-B (P-07-B e P-07-A). Os pontos que apresentaram valores superiores à norma brasileira foram localizados nos córregos Fazenda Velha (P-19 e P-20), 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 μg/L em ambientes lóticos e tributários intermediários.

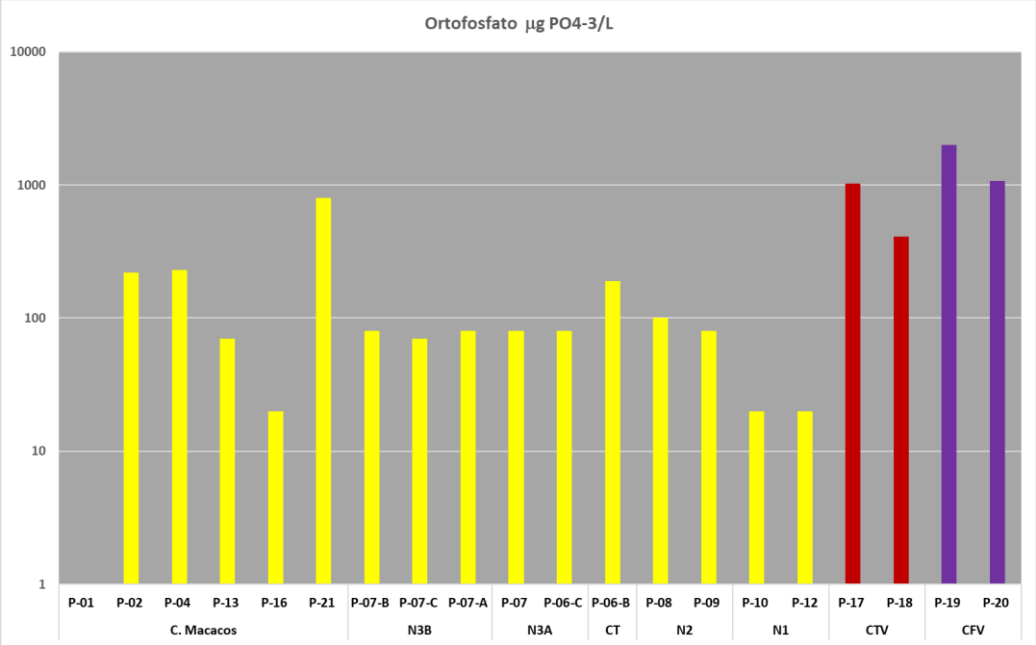


Figura 16.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Ortofosfatos (mg P/L)

A maioria dos resultados obtidos das amostram registraram valores de ortofosfatos inferiores à norma da CONAMA (100 μg/L) (Figura 16). Porém, oito (08) amostras registraram valores bem superiores ao limite da legislação brasileira, no córrego Terra Vermelha (P-17 e P-18), córrego Fazenda Velha (P-19 e P-20), Ribeirão Isidoro (P-21), córrego Macacos (P-02 e P-04), córrego das Taboas (P-06-B).

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.

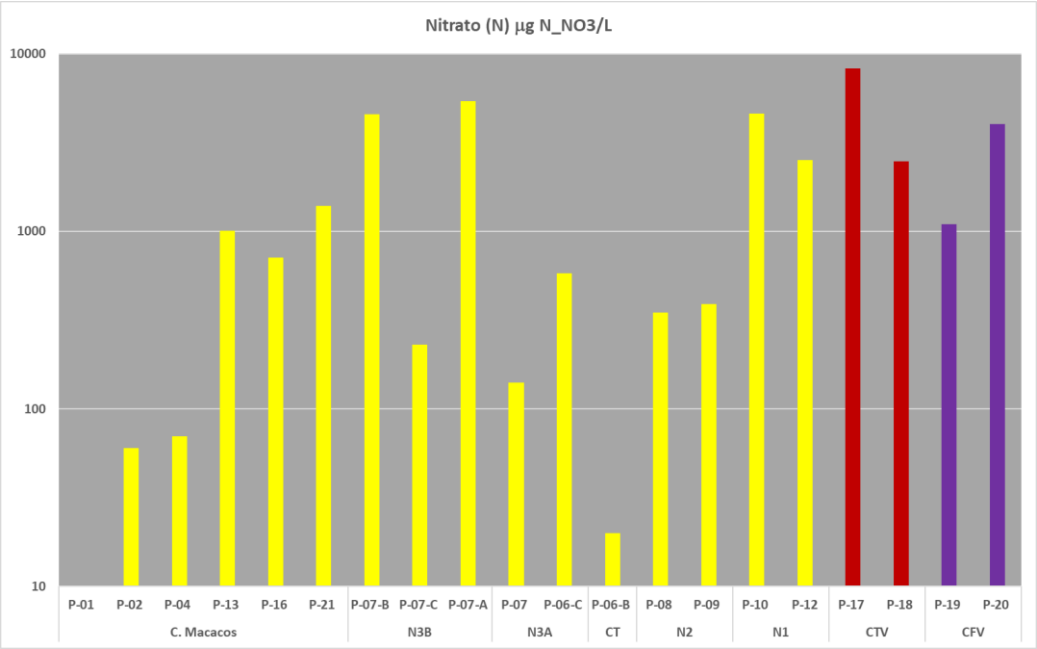


Figura 17.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Nitratos (mg N_NO3/L)

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). Porém, valores considerados normais em águas naturais tem valores que não superam o valor de 100 µg/L. Nesse sentido, os seguintes pontos superaram esse valor mínimo: P-13 (córrego Macacos), P-21 (Ribeirão Isidoro), P-07-B, P-07-A (córrego N-3-B), P-10, P-12 (córrego N-1), P-17, P-18 (córrego Terra Vermelha), P-19, P-20 (córrego Fazenda Velha).

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).

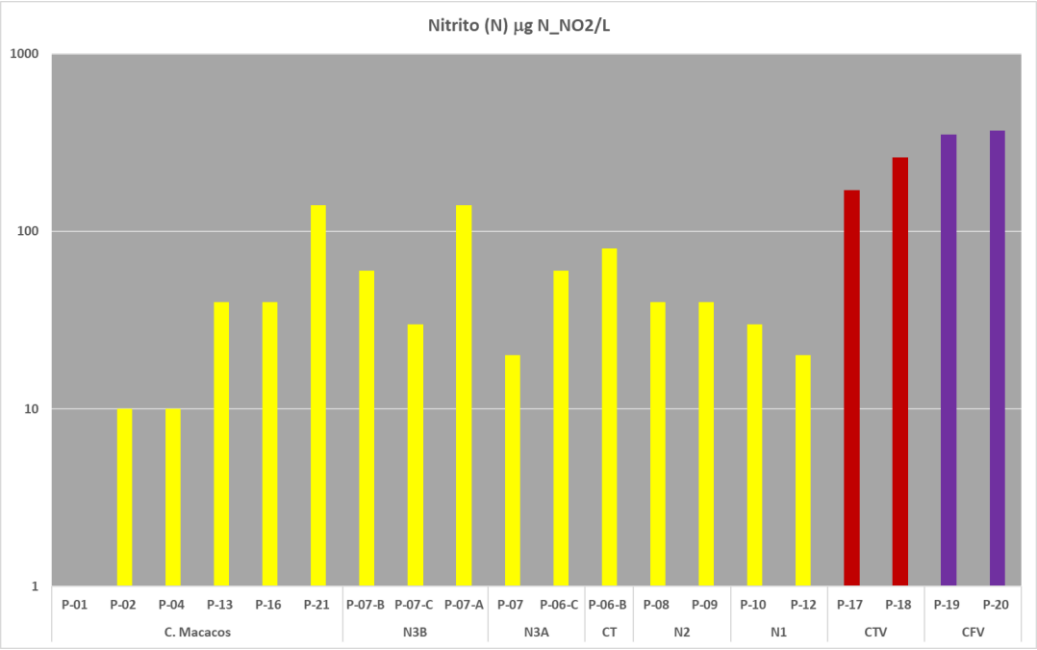


Figura 18.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Nitritos (µg N_NO2/L)

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).

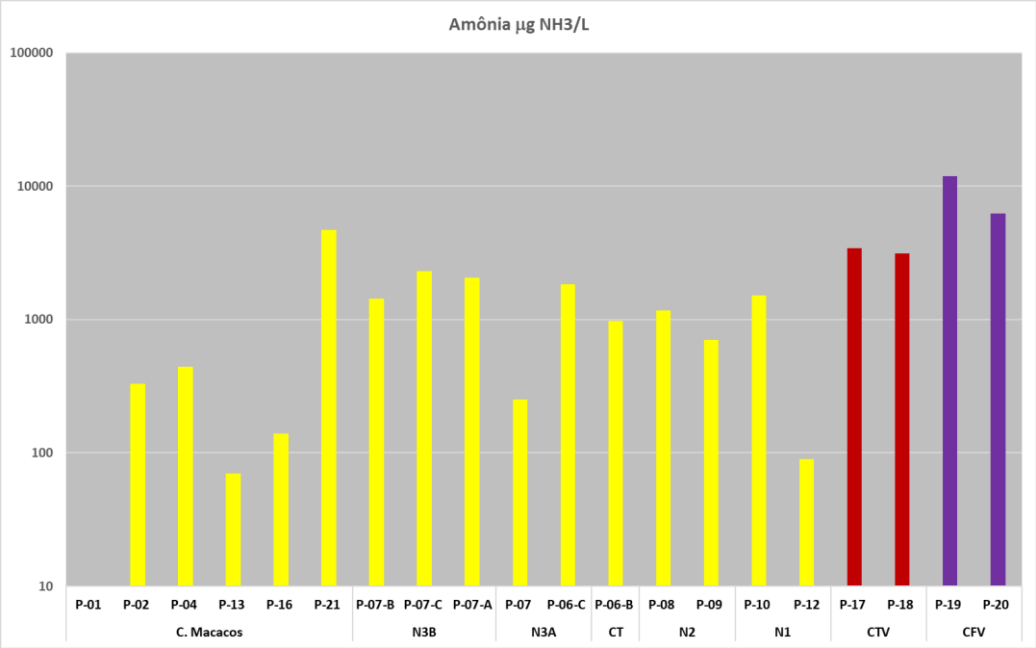


Figura 19.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Amônia (ug/L)

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 7ª campanha (março 2023) durante a temporada seca 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-12 = 7,95).

Por esse motivo, os resultados obtidos do monitoramento (Figura 19) realizado mostram que todos os locais estudados apresentaram valores inferiores ao limite estabelecido pela norma CONAMA.

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). Com excepção do ponto P-07-B no córrego N-3-B, no inicio do córrego das Taboas com um valor de 1 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.

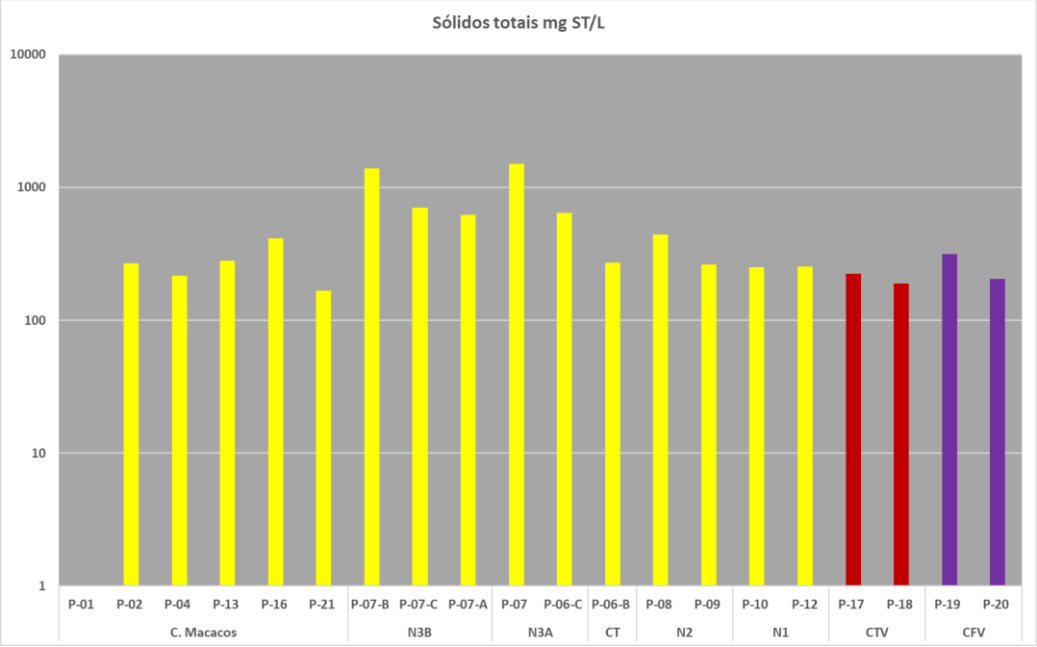


Figura 20.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Sólidos Totais (mg ST/L)

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. Com excepção dos pontos localizados nos córregos: N-03-B (P-07-B, P-07-C, P-07-A) e N-3-A (P-07, P06-C).

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.

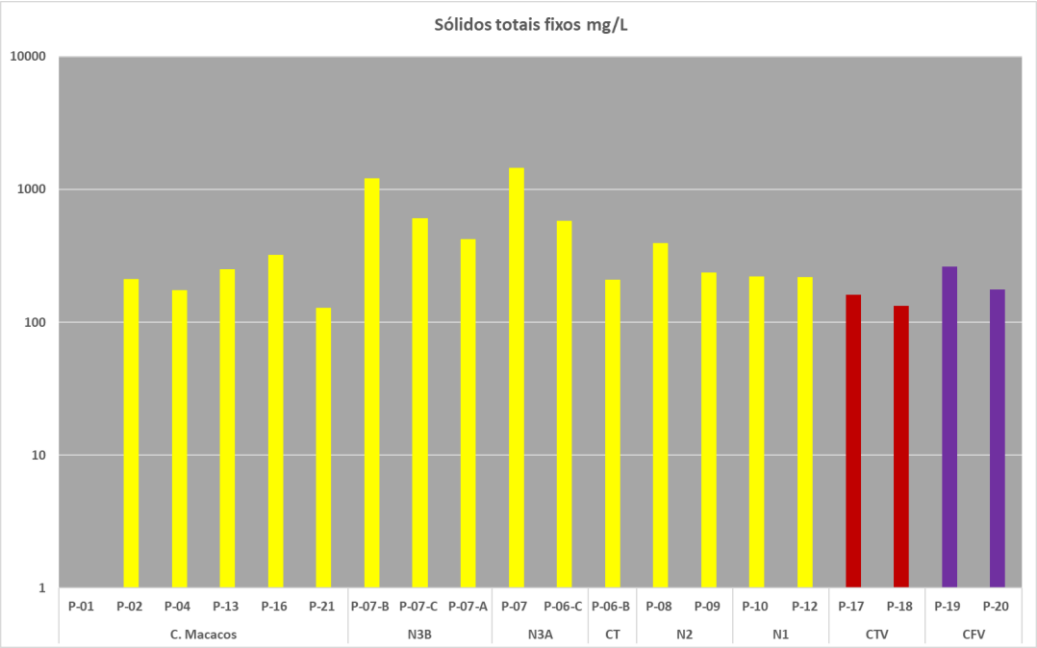


Figura 21.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Sólidos Totais Fixos (mg ST/L)

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

excepção dos pontos localizados nos córregos: N-03-B (P-07-B, P-07-C) e N-3-A (P-07, P06-C).

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.

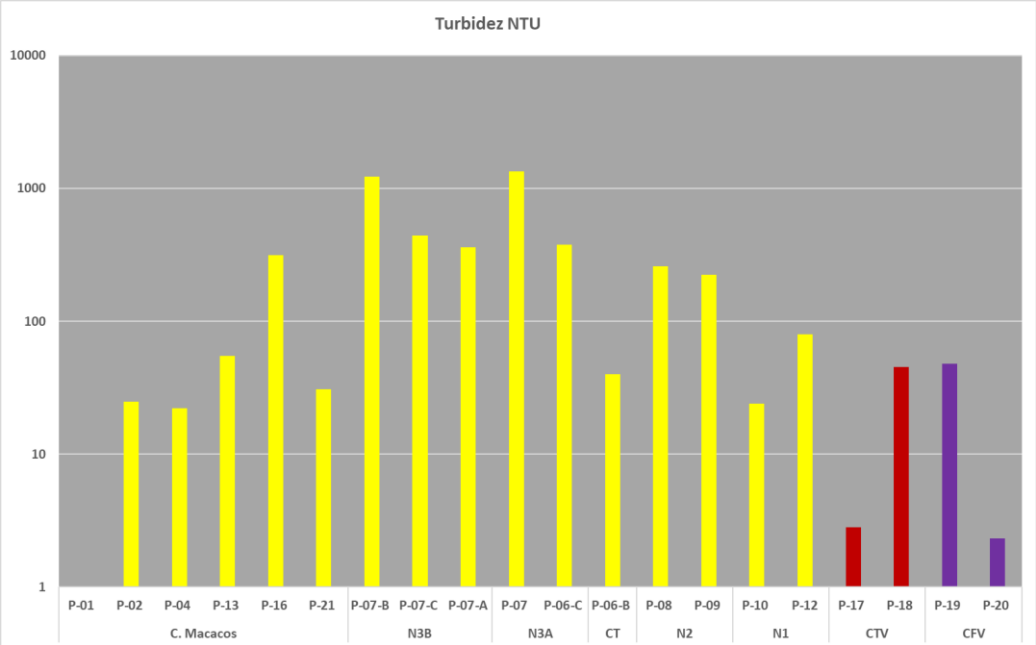


Figura 22.- Resultados do Biomonitoramento para o parâmetro Turbidez (NTU)

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 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 quase a metade das amostras avaliadas, mostraram-se inferiores ao limite recomendado pela CONAMA. Assim, os seguintes pontos de amostragem superaram a norma brasileira: P-16 (córrego Macacos) P-07-B, P-07-C, P-07-A (córrego N-3-B), P-07, P-06-C (córrego N-3-A), P-08, P-09 (córrego N-2).

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 – 7ª campanha de Biomonitoramento – outubro 2023

Córrego	Ponto de Amostragem	Valor IET (μg/L)	Estado Trófico
C. Macacos	P-01		
	P-02	62,91	Eutrófico
	P-04	60,45	Eutrófico
	P-13	60,45	Eutrófico
	P-16	71,31	Hipereutrófico
	P-21	78,60	Hipereutrófico
N. 3-B	P-07-B	73,05	Hipereutrófico
	P-07-C	64,65	Supereutrófico
	P-07-A	73,05	Hipereutrófico
N. 3-A	P-07	71,31	Hipereutrófico
	P-06-C	68,85	Hipereutrófico
C. Taboas.	P-06-B	60,45	Eutrófico
N. 2	P-08	68,85	Hipereutrófico
	P-09	68,04	Hipereutrófico
N. 1	P-12	60,45	Eutrófico
	P-10	60,45	Eutrófico
C. Terra Vermelha	P-17	78,75	Hipereutrófico
	P-18	75,76	Hipereutrófico
C. Fazenda Velha	P-19	86,81	Hipereutrófico
	P-20	79,32	Hipereutrófico

Os valores de IET (Tabela 5) para as amostras obtidas na 7ª campanha de Biomonitoramento da Qualidade água nos córregos do Projeto Izidora, mostram que vários pontos de amostragem dentro da Comunidade Vitória são considerados como ambientes Eutrófico (Tabela 4: 59 μg/L < IET = 63 μg/L): Córrego Macacos (P-02, P-04, P-13), córrego das Taboas (P-06-B) e Córrego N-1 (P-12, P-10). Ainda no interior da Comunidade Vitória um (01) ponto foi considerado Supereutrófico (63 μg/L < IET = 67 μg/L), e esta localizado no córrego N-3-B (P-07-C). No caso dos ambientes considerados como Hipertróficos (> 67 μg/L), também no interior da Comunidade Vitória, dos resultados obtidos na sétima campanha podemos identificar os seguintes pontos: córrego Macacos (P-16), córrego N-3-B (P-07-A, P-07-B, P-07-C), córrego N-3-A (P-07, P-06-C), e córrego N-2 (P-08, P-09).

No exterior da Comunidade Vitória todos os pontos foram determinados como ambientes Hipertróficos (> 67 μg/L) e são: Ribeirão Isidoro (P-21), córregos Fazenda Velha (P19 e P-20) e Córrego Terra Vermelha (P-17 e P-18).

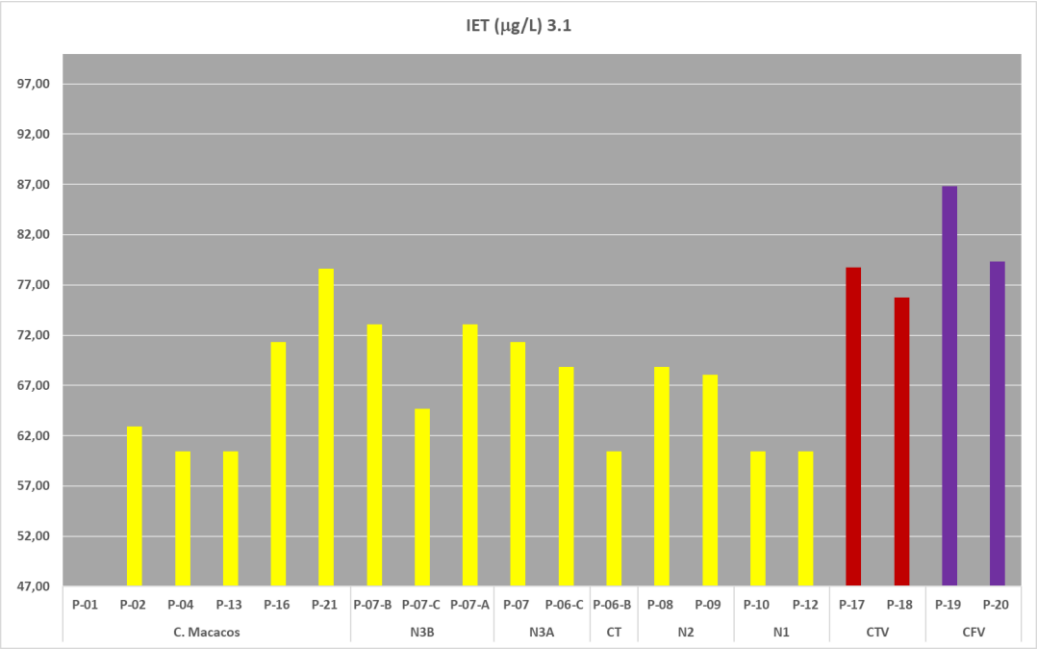


Figura 23.- Índice do Estado Trófico (IET) em mg/L para as amostras de água nos córregos em estudo do Projeto Izidora – 7ª campanha de Biomonitoramento – outubro 2023

6. CONCLUSÕES

Os resultados da 7ª Campanha de Biomonitoramento da qualidade de água dos córregos em estudo foi realizado na temporada da seca 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, coliformes totais e termotolerantes, sólidos totais, sólidos totais fixos, 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 seis (06) pontos de amostragem de 15 avaliados, dentro da Comunidade Vitória, podem ser considerados como ambientes eutróficos. Esses pontos estão localizados fora do alcance direto das casas ou com maior quantidade de água no momento da amostragem, dentro da comunidade e apresentam mata ciliar nos pontos de coleta.

Os resultados registrados nos pontos considerados de hipereutróficos dentro da comunidade, estariam relacionados à pouca vazão de água encontrada, embora não tinha sido registrada, foi visivelmente menor do que as vazões observadas durante a temporada de chuvas. Essa condição temporal estaria permitindo que o fósforo dissolvido apareça em maior concentração pela falta de água. Essa condição poderia ser verificada quando seja realizada a comparação estatística dos dados em todas as campanhas e sob as condições de seca e chuva.

Como observado nas campanhas anteriores os níveis de IET 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, registraram-se elevados (Nível Hipereutrófico). 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 quase todos os pontos de amostragem apresentaram níveis de oxigênio dissolvido ideais para sustentar a vida aquática (> 4 ppm) e pH (neutro levemente ácido) como parâmetros significativos e que estariam influenciando na resposta dos outros parâmetros limnológicos analisados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

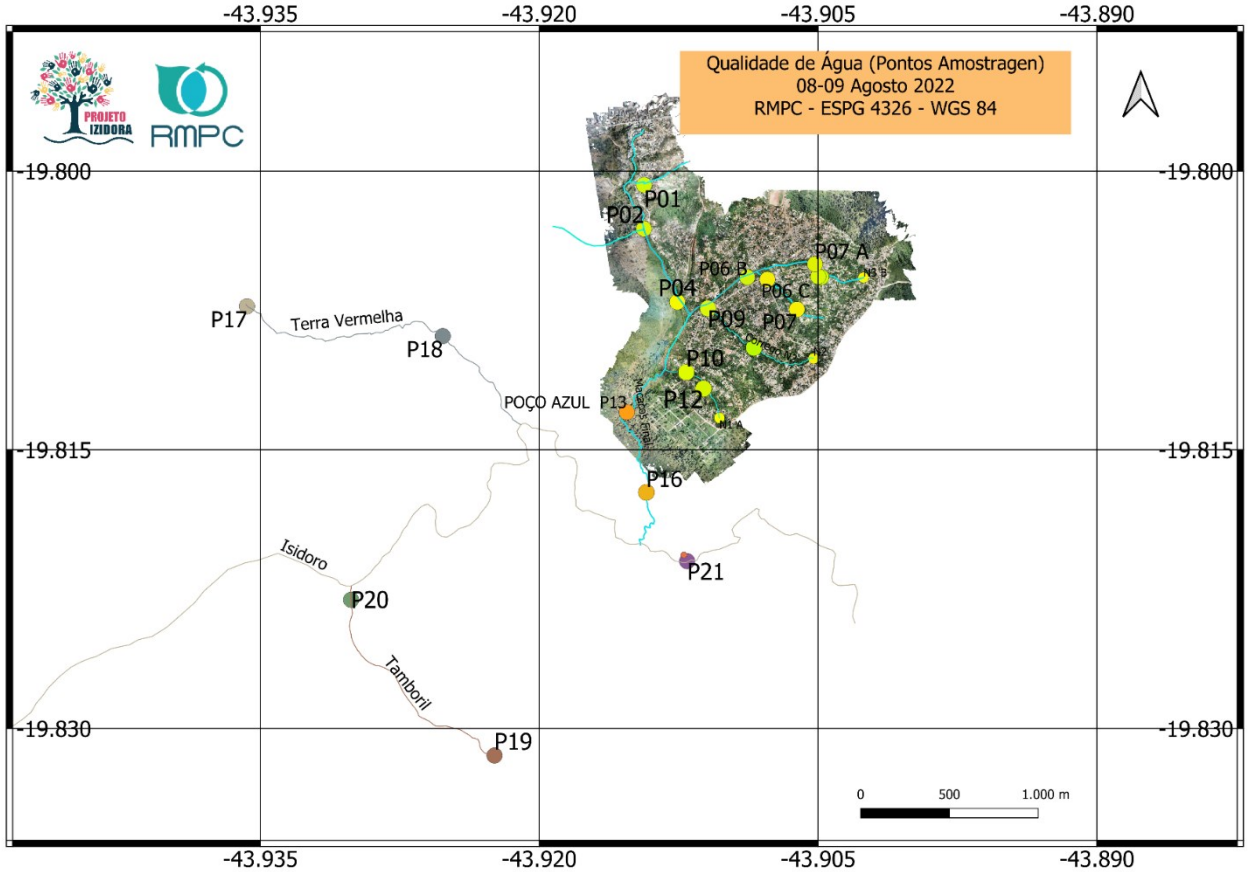
- Von Sperling, M. 2007. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.
- Brasil. 2006. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância 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.

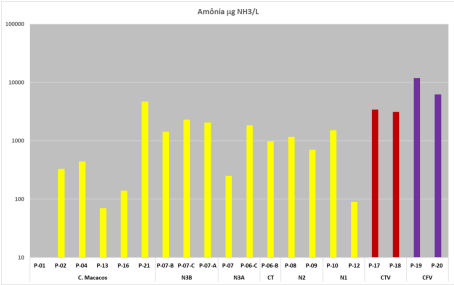
- Avila, M.; Devos, V.; Beltrão, T. 2011. O Ciclo do Nitrogênio. Artigos de aquarismo. 2011. Disponível em: http://www.aquahobby.com/articles/b_ciclo.php Acesso em: Março de 2017
- CETESB. 2019. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019. Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário 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
- CETESB. 2013. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013. Apêndice D Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. CETESB, 2014. (434p): il. color., PDF; 40 MB (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)
- 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).

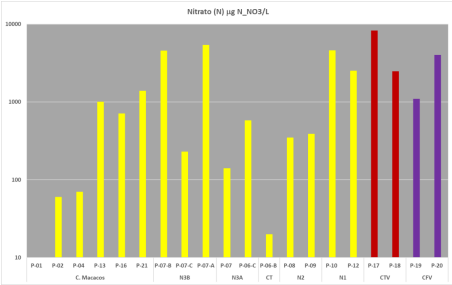
8. Anexos

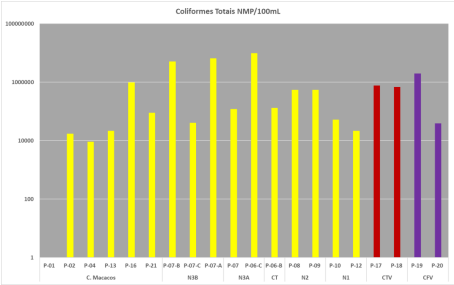
Anexo 1.- Mapa dos pontos de amostragem no Programa de biomonitoramento participativo da qualidade da água na área de estudo

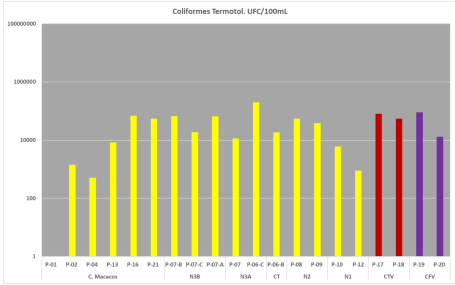


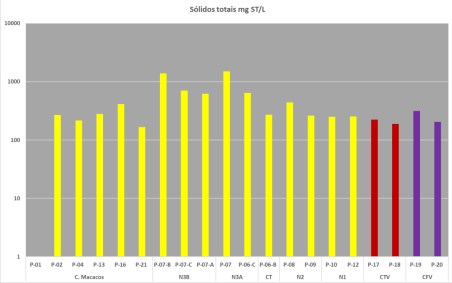
Anexo 2.- Gráficos dos principais resultados da Sétima campanha de Biomonitoramento (outubro 2023) destacando os parâmetros amônia, nitratos, coliformes totais e termotolerantes, sólidos totais, sólidos totais fixos, turbidez e fósforo total, índice calculado IET.

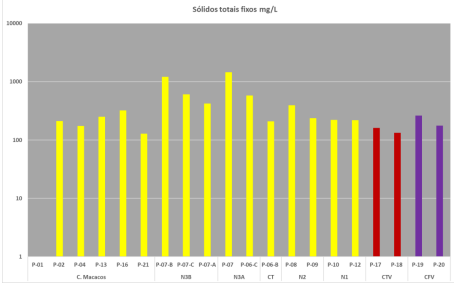


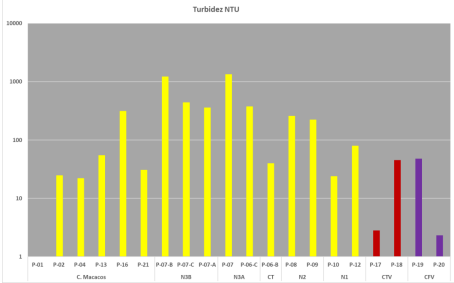


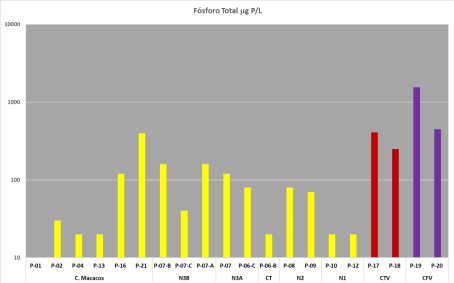


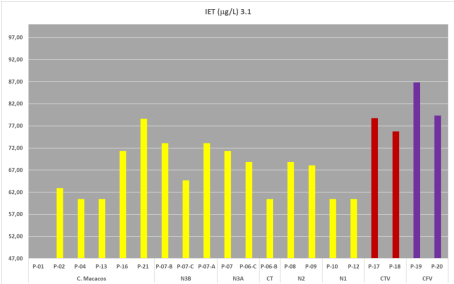












Projeto: Recuperação de áreas degradadas da microbacia do Isidoro (Ocupação Vitória)

Autores do Relatório e Participantes da Campanha Limnológica

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

Belo Horizonte, 23 de dezembro de 2023

gov.br Documento assinado digitalmente LUIS ALBERTO SAENZ ISLA Data: 23/12/2023 16:13:16-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br Luis Alberto Sáenz-Isla CPF: 008.847.349-00	Ricardo Motta Pinto Coelho CPF: 276.531.966-91