



**PREFEITURA
BELO HORIZONTE**



**PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA
LAGOA DA PAMPULHA**

RELATÓRIO MARCO ZERO

Programa de Monitoramento

Tiago Finkler Ferreira, MSc. PhD.
Coordenação Técnica



APRESENTAÇÃO

- **Marco Zero – Condição de Referência de Qualidade da Água da Lagoa da Pampulha para avaliação do tratamento**
- **Canteiro de obras e fase atual do atual dos Serviços**
- **Programa de Monitoramento – metodologia para monitoramento e metas para aferição das medições**
- **Plano de Tratamento com as tecnologias**
- **Resultados Preliminares – 1ª amostragem**

• • • • • CONSÓRCIO PAMPULHA VIVA • • • • •



Empresa Líder, Responsável pela Gestão e Monitoramento Ambiental.



Responsável pela Aplicação do remediador PHOSLOCK.



Responsável pela Aplicação do Biorremediador Enzilimp.



• • • • • REMEDIADORES • • • • •

Aplicação combinada dos remediadores:

- **PHOSLOCK®** – Remediador Físico-Químico para reduzir o fósforo (PT) e controlar florações de cianobactérias.
- **ENZILIMP®** – Biorremediador para degradação do excesso de matéria orgânica (DBO) e redução de Coliformes fecais (*E.coli*).



Ambas tecnologias seguras para o meio ambiente, com certificação **IBAMA**.



MARCO ZERO

SÉRIE DE DADOS

SECUNDÁRIOS

- Prefeitura de Belo Horizonte (2013 a 2015)

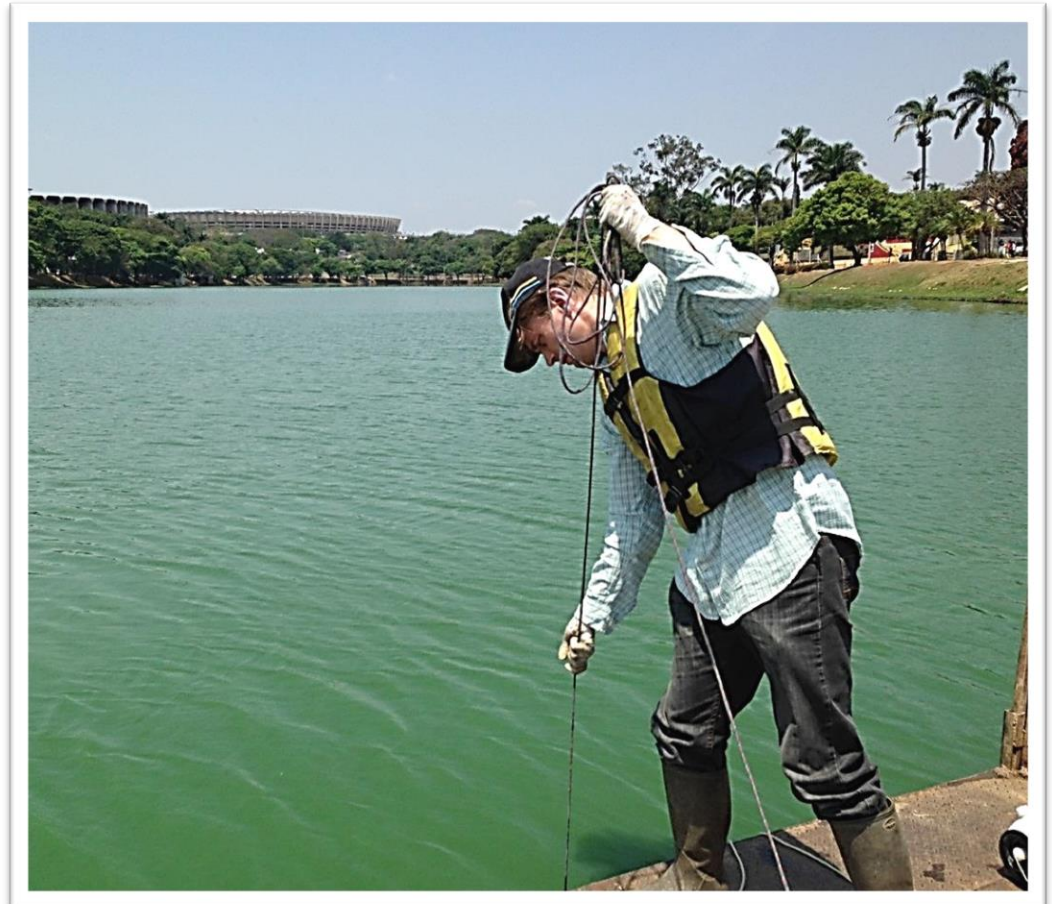
PRIMÁRIOS

- Consórcio Pampulha Viva (Outubro/2015)



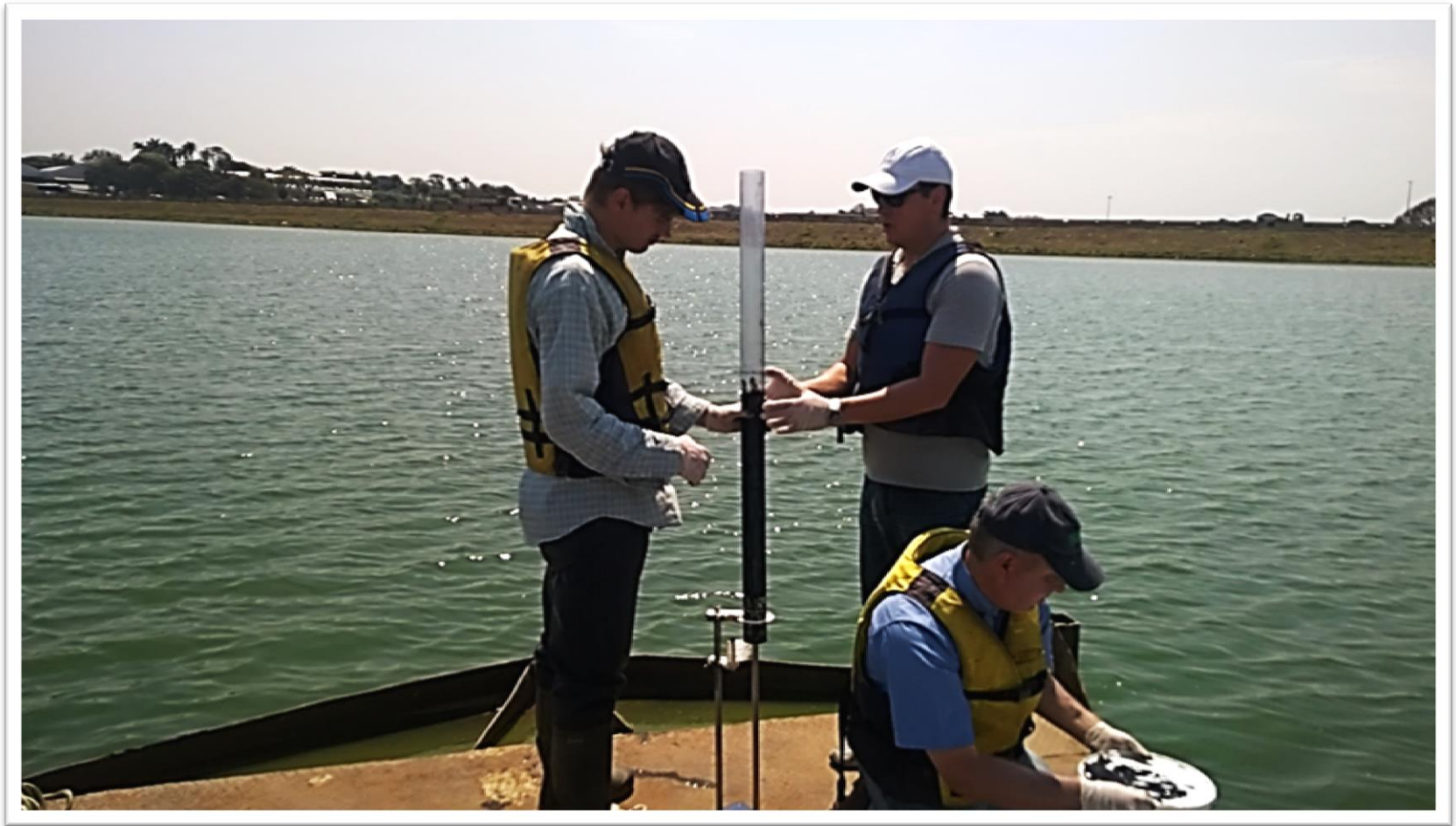
MARCO ZERO

COLETAS



MARCO ZERO

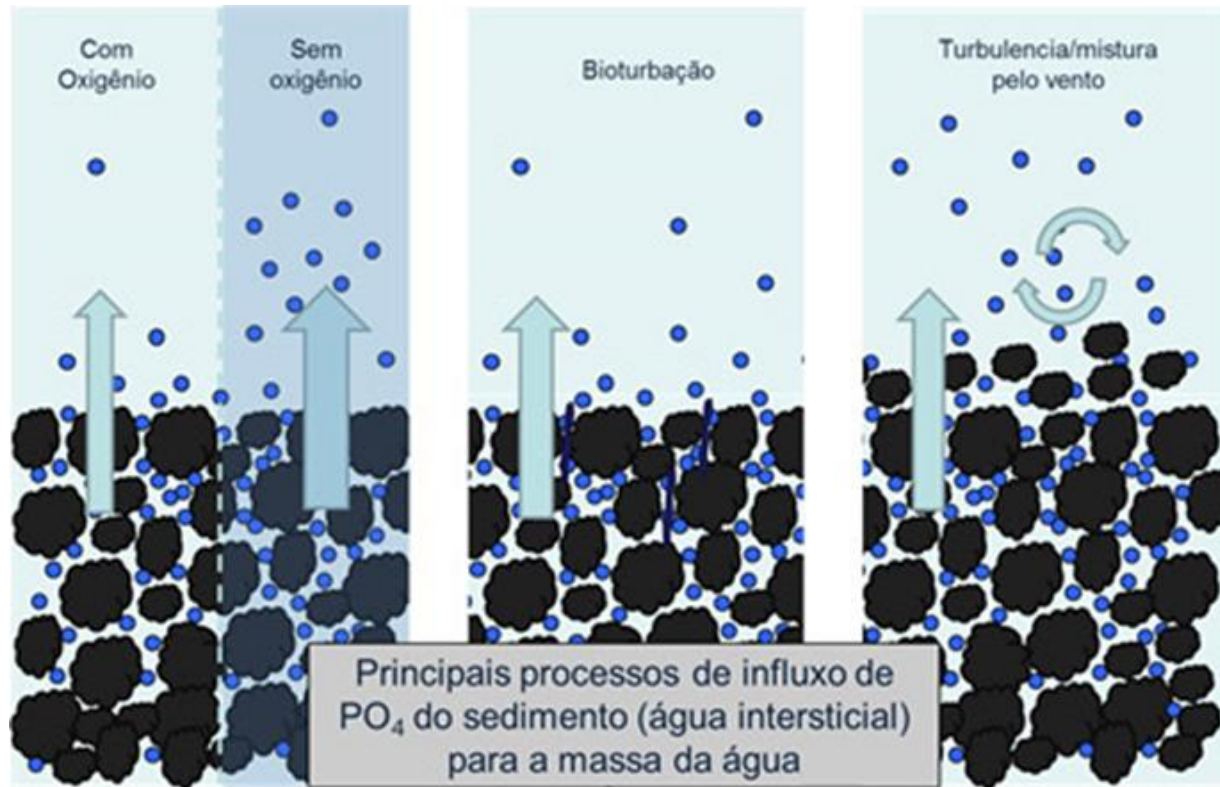
COLETAS



Determinar a fonte interna de eutrofização

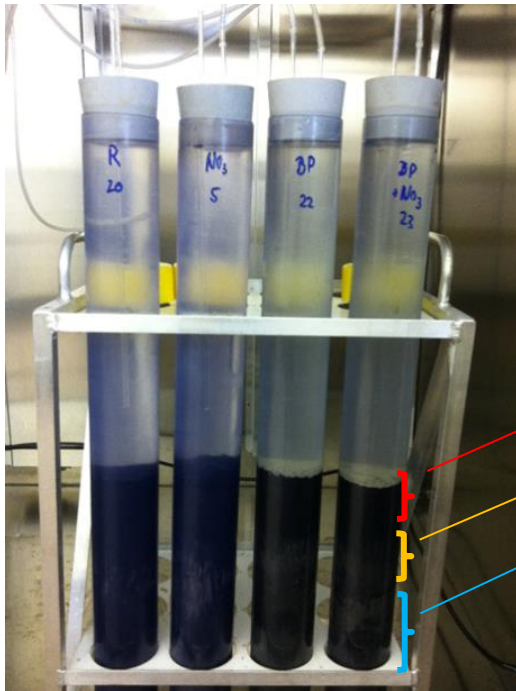
Eutrofização Interna

Sedimento = Passivo Ambiental

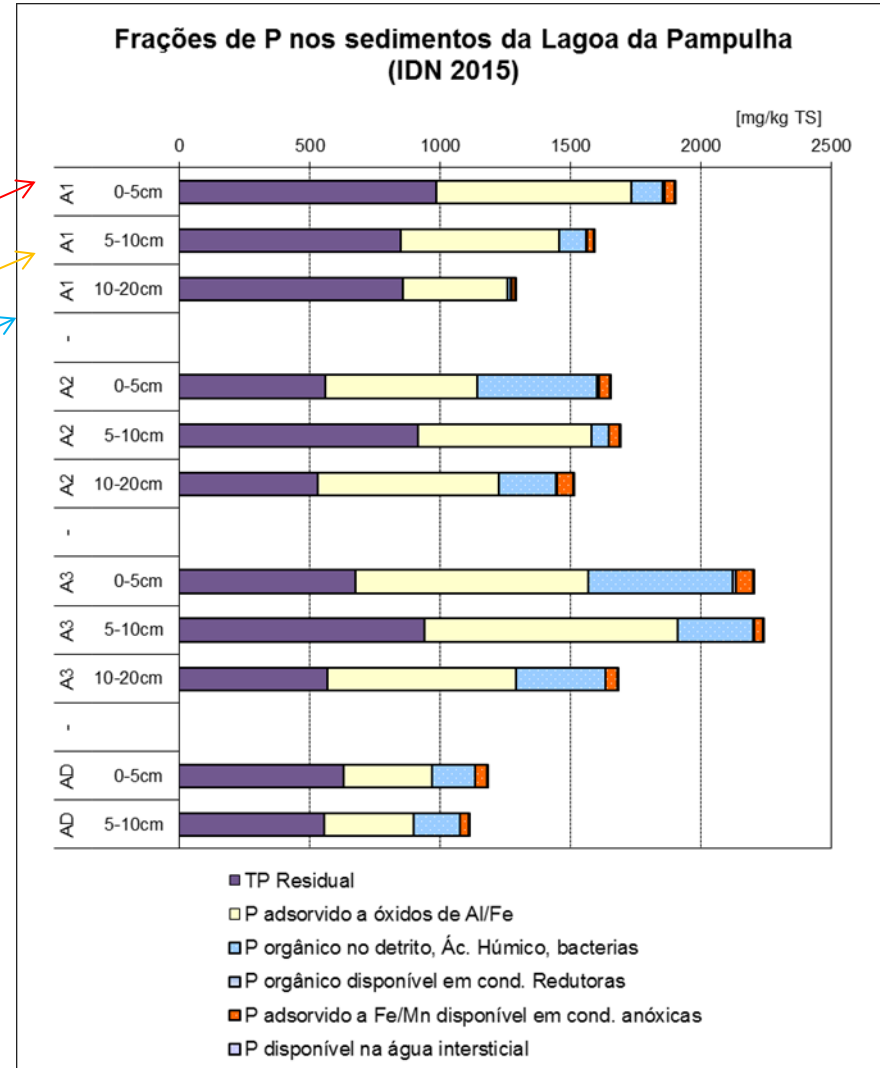


- Sem controlar a fonte interna de fósforo no sedimento, o sistema continuará sofrendo os efeitos da eutrofização por décadas (VAN OOSTERHAUT & LÜRLING, 2011; REIZEL ET AL., 2012, 2013).
- Para a recuperação do sistema, o sedimento precisa ser tratado, mesmo que não haja mais cargas externas!!! (SHAPIRO, 1991; JEPPESEN ET AL., 2005; HEINRICH-PRAST, 2012; SPEARS ET AL., 2014)

Resultados Análise sedimento



Frações de P prontamente disponível
Elevada fonte interna de eutrofiização
P orgânica



MARCO ZERO



- Escumas de cianobactérias
- Excesso de matéria orgânica
- Sedimento rico em nutrientes



OBJETIVOS

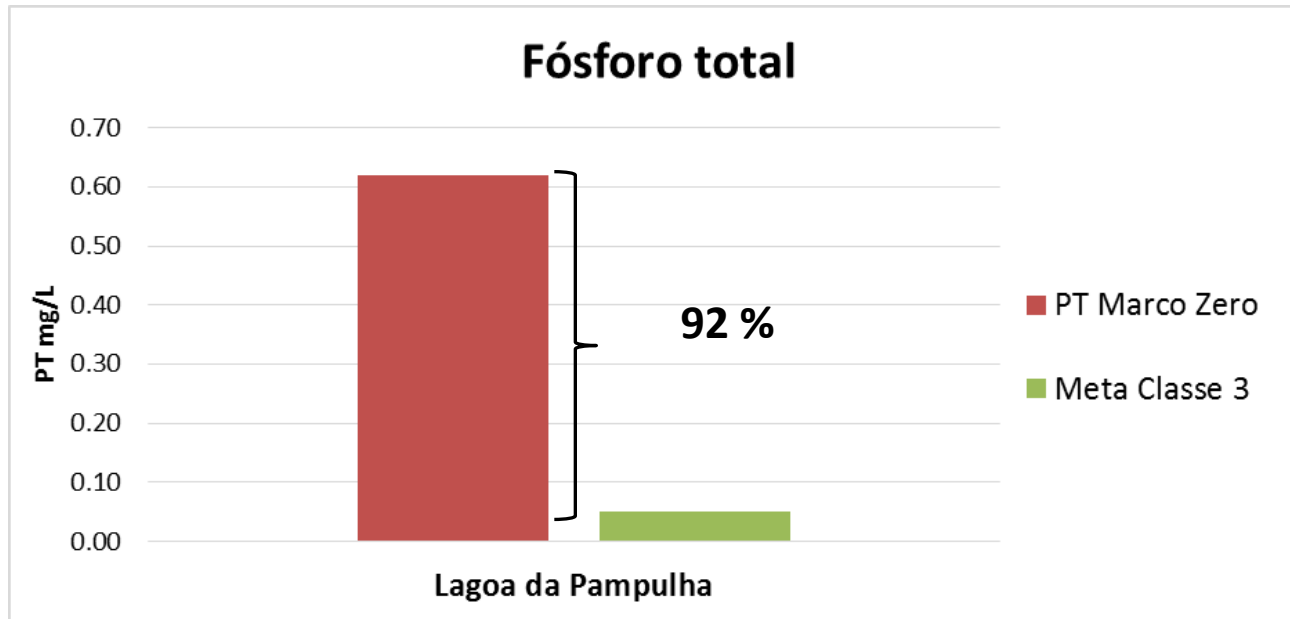
Ação Combinada dos Produtos sobre as Principais Variáveis

REMEDIADORES	INDICADORES DE DESEMPENHO - CLASSE 3
PHOSLOCK	Fósforo Total $\leq 0,05$ mg/L
	Cianobactérias ≤ 100.000 céls/mL
	Clorofila-a ≤ 60 µg/L
ENZILIMP	DBO ≤ 10 mg/L
	Coliformes termotolerantes ≤ 2500 UFC/100 mL



MARCO ZERO

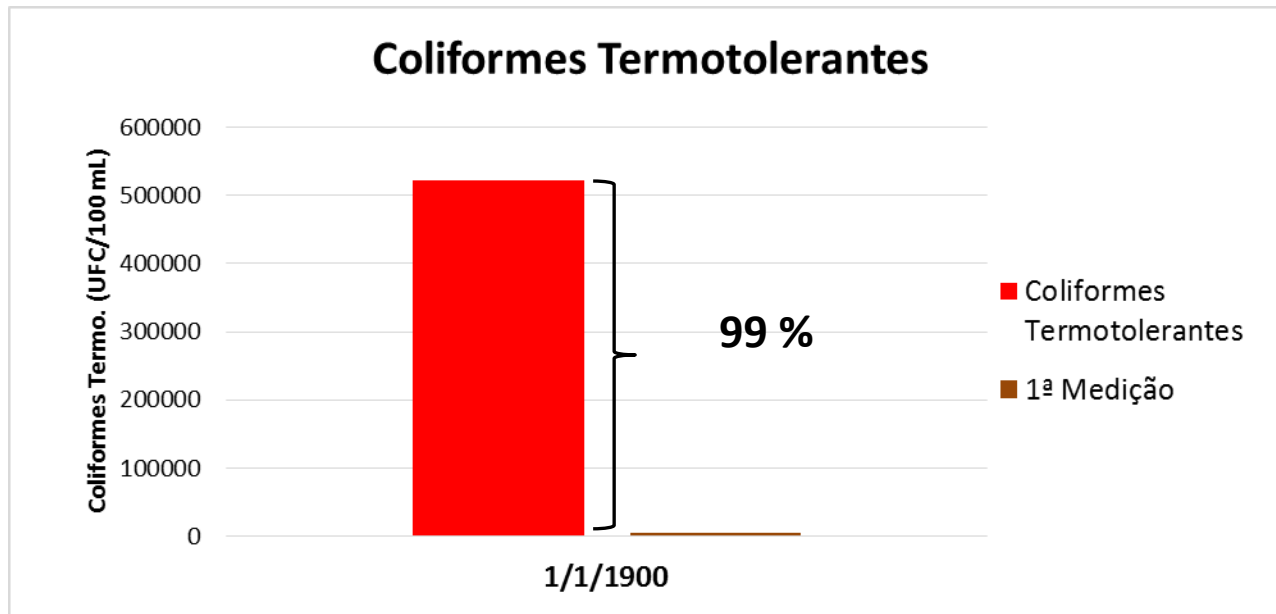
Condição de referência para Fósforo Total 1ª Medição



- **Concentração de Referência: 0,62 mg/L**
- **Limite Classe 3: 0,05 mg/L**

MARCO ZERO

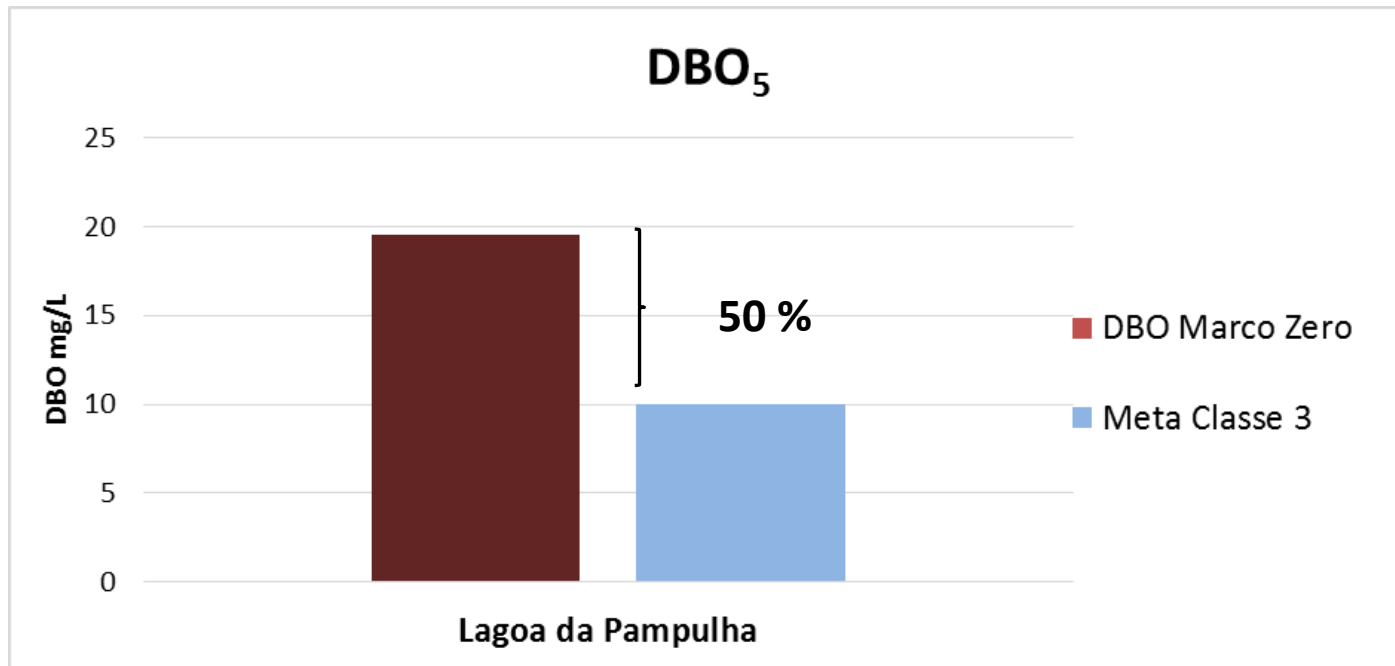
Condição de referência para Coliformes Termotolerantes



- **Concentração de Referência: 521.417 UFC/100 mL**
- **Limite Classe 3: 2500 UFC/100 mL**

MARCO ZERO

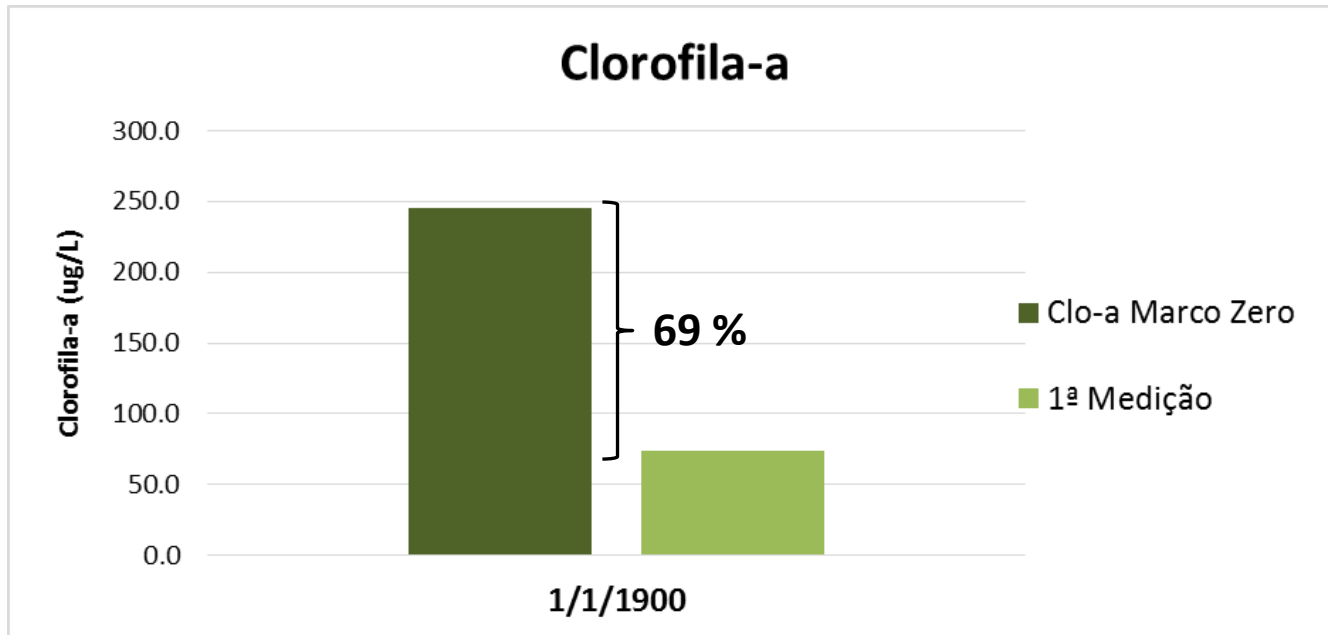
Condição de referência para DBO₅



- **Concentração de Referência: 19,5 mg/L**
- **Limite Classe 3: 10 mg/L**

MARCO ZERO

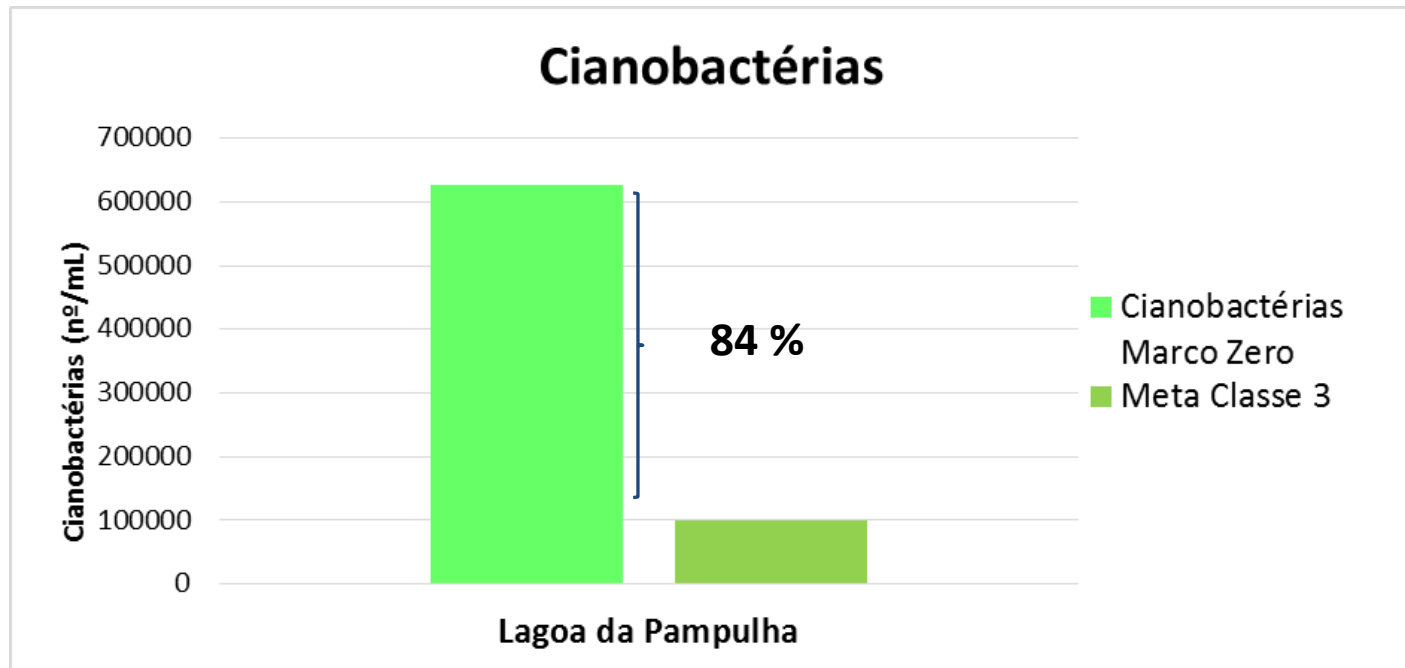
Condição de referência para Clorofila-a



- **Concentração de Referência: 245,2 ug/L**
- **Limite Classe 3: 60 ug/L**

MARCO ZERO

Condição de referência para Cianobactérias



- **Concentração de Referência: 626279 (céls/mL)**
- **Limite Classe 3: 100.000 Céls/mL**

MARCO ZERO

CONCLUSÕES

- As variáveis indicadoras de estado trófico, como fósforo total, clorofila-a e densidade de cianobactérias confirmam a hipertrofia do sistema, típica de Classe 4 segundo a Resolução CONAMA 357/2005.
- O sedimento da lagoa consiste em uma fonte interna de eutrofização, rico em matéria orgânica e fósforo (passivo instalado no fundo do lago).
- Necessidade de intervenção direta na redução do fósforo, principal nutriente do sistema e maior responsável pela degradação da qualidade das águas

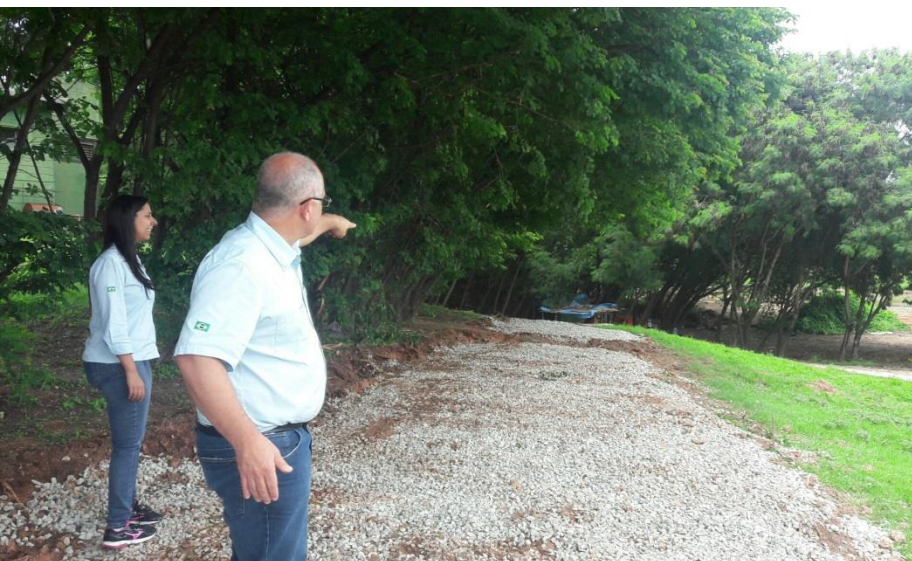
MARCO ZERO

CANTEIRO DE OBRAS



MARCO ZERO

CANTEIRO DE OBRAS



MARCO ZERO

CANTEIRO DE OBRAS

SALA DE REUNIÕES



ALMOXARIFADO

MARCO ZERO

CANTEIRO DE OBRAS

ESCRITÓRIO



ALMOXARIFADO



• • • • • CANTEIRO DE OBRAS • • • • •



VISTA GERAL DOS CONTAINERS

BALSA PARA APLICAÇÃO



Embarcação



Área de manobra e descarregamento



escritórios

Casa verde Sudecap



PLANO DE TRATAMENTO

Plano de Aplicações - Etapa 1 (10 meses)



PLANO DE TRATAMENTO

CICLOS DE TRATAMENTO PARA CADA ÁREA: MÉDIA DE 22 DIAS = 88 DIAS

1ª Etapa: Aplicação do Biorremediador Enzilimp

- ☐ Tempo de aplicação: 5 dias
- ☐ Tempo de ação mínimo: 10 dias
- ☐ Função: Degradação da matéria orgânica, disponibilização do nutriente P na forma solúvel, redução de Coliformes
- ☐ Aplicação em contribuintes para redução de cargas de DBO e Coliformes no 2º ano

2ª Etapa Aplicação do Remediador Phoslock

- ☐ Tempo de aplicação: 5 dias
- ☐ Tempo de ação: 2 a 7 dias
- ☐ Função: redução de fósforo na água e sedimento, redução de clorofila-a e redução de cianobactérias



PLANO DE TRATAMENTO

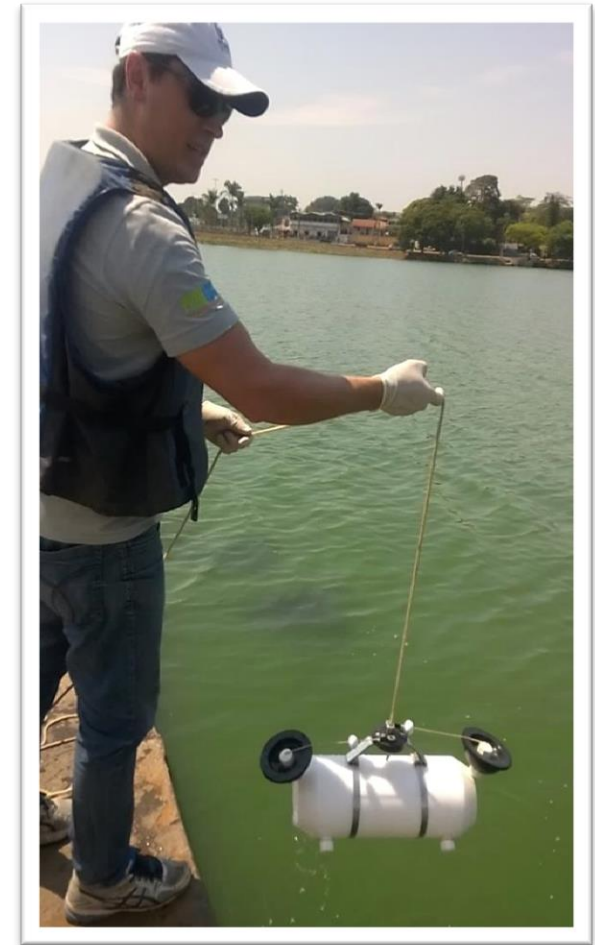
Plano de Aplicações - Etapa 2 (12 meses)



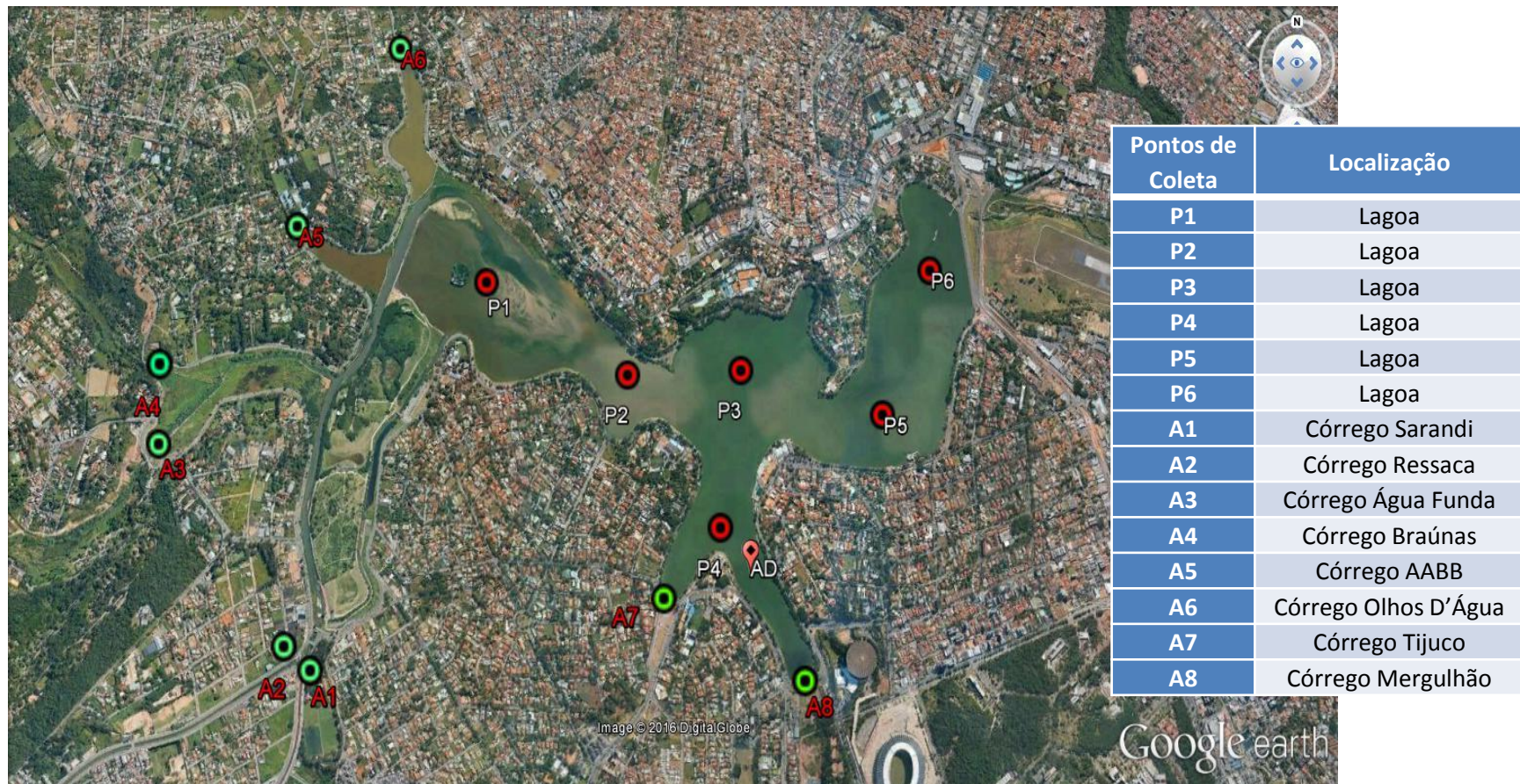
Controle de cargas dos contribuintes!!!

• • • PROGRAMA DE MONITORAMENTO • • •

Aplicação e Monitoramento



PROGRAMA DE MONITORAMENTO



- ✓ Monitoramento mensal na Lagoa e em todos tributários
- ✓ Medição de vazão nos tributários e por evento (chuva) e modelagem
- ✓ Determinação exata de cargas da bacia (média, mínima e máxima)

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

PARÂMETROS DE MONITORAMENTO OBRIGATÓRIOS

Tipo de amostra: Líquida

Periodicidade coleta: mensal

Pontos de Coleta: P1 a P6

- Oxigênio dissolvido (com perfil de profundidade)
- DBO
- DQO
- Fósforo total
- Nitrogênio total
- Turbidez
- Cor
- Odor
- Coliformes termotolerantes
- Comunidade Fitoplânctônica
- Clorofila a
- Densidade de cianobactérias

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

PARÂMETROS DE MONITORAMENTO PERTINENTES

Tipo de amostra: Líquida

Periodicidade coleta: mensal

Pontos de Coleta: P1 a P6

- Temperatura
- Transparência (disco de Secchi)
- pH
- Condutividade
- Sólidos dissolvidos totais
- Nitrato
- Nitrito
- Nitrogênio Amoniacal
- Ortofosfato

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

PARÂMETROS DE MONITORAMENTO PERTINENTES

Tipo de amostra: Líquida - Afluentes

Periodicidade coleta: mensal

Pontos de Coleta: A1 a A8

- Oxigênio dissolvido
- DBO
- DQO
- Nitrogênio amoniacal
- Nitrito
- Nitrato
- Sólidos dissolvidos totais
- Condutividade
- pH
- Fósforo total
- Ortofosfato
- Odor
- Coliformes termotolerantes

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

PARÂMETROS DE MONITORAMENTO PERTINENTES

Tipo de amostra: Sedimento

Periodicidade coleta: trimestral

Pontos de Coleta: P1 a P6

- fração de orto-fosfato prontamente disponível na água.
- fósforo adsorvida a elementos como Fe, Al e Ca e presente na matéria orgânica, a qual será liberada por difusão, em curto e médio prazo, para a massa da água do reservatório.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

ÍNDICE PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO MODIFICADO (IETM)

$$\overline{\text{IET}} = \frac{\text{IET}(\text{DS}) + 2[\text{IET}(\text{PT}) + \text{IET}(\text{PSR}) + \text{IET}(\text{CHL})]}{7}$$

onde: IET (DS) = índice de estado trófico para o disco de Secchi

IET (CHL) = índice de estado trófico para a clorofila *a*

IET (PT) = índice de estado trófico para o fósforo total

IET (PSR) = índice de estado trófico para o fósforo solúvel reativo

Oligotrófico

IET < 44

Mesotrófico

44 < IET > 54

Eutrófico

IET > 54

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

Evolução do Tratamento Medições trimestrais

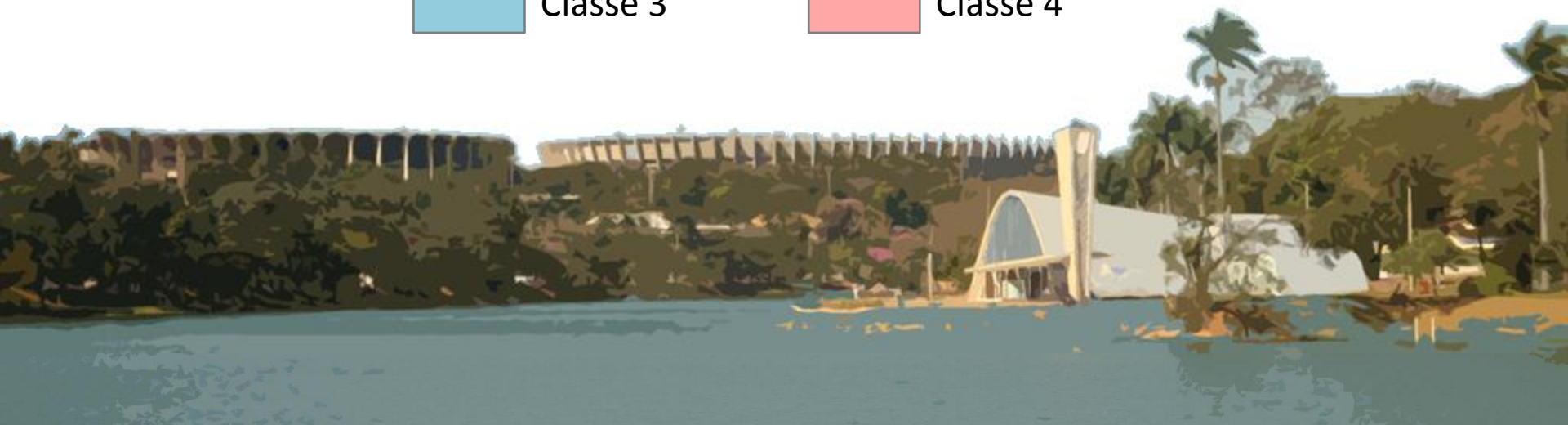
		PLANO DE APLICAÇÕES							
		ETAPA 1				ETAPA 2			
PARÂMETROS	CONDIÇÃO ATUAL	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T
Fósforo Total (mg/L)	> 0,3	0.43	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Clorofila-a (µg/L)	> 100	171.6	98.1	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8
Cianobactérias (céls/mL)	> 300.000	438395	250512	93942	93942	93942	93942	93942	93942
DBO (mg/L)	> 20	15.9	11.9	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Coliformes (UFC/100 mL)	> 10.000	364991.9	208566.8	2346.4	2346.4	2085.7	2085.7	2085.7	2085.7



Classe 3

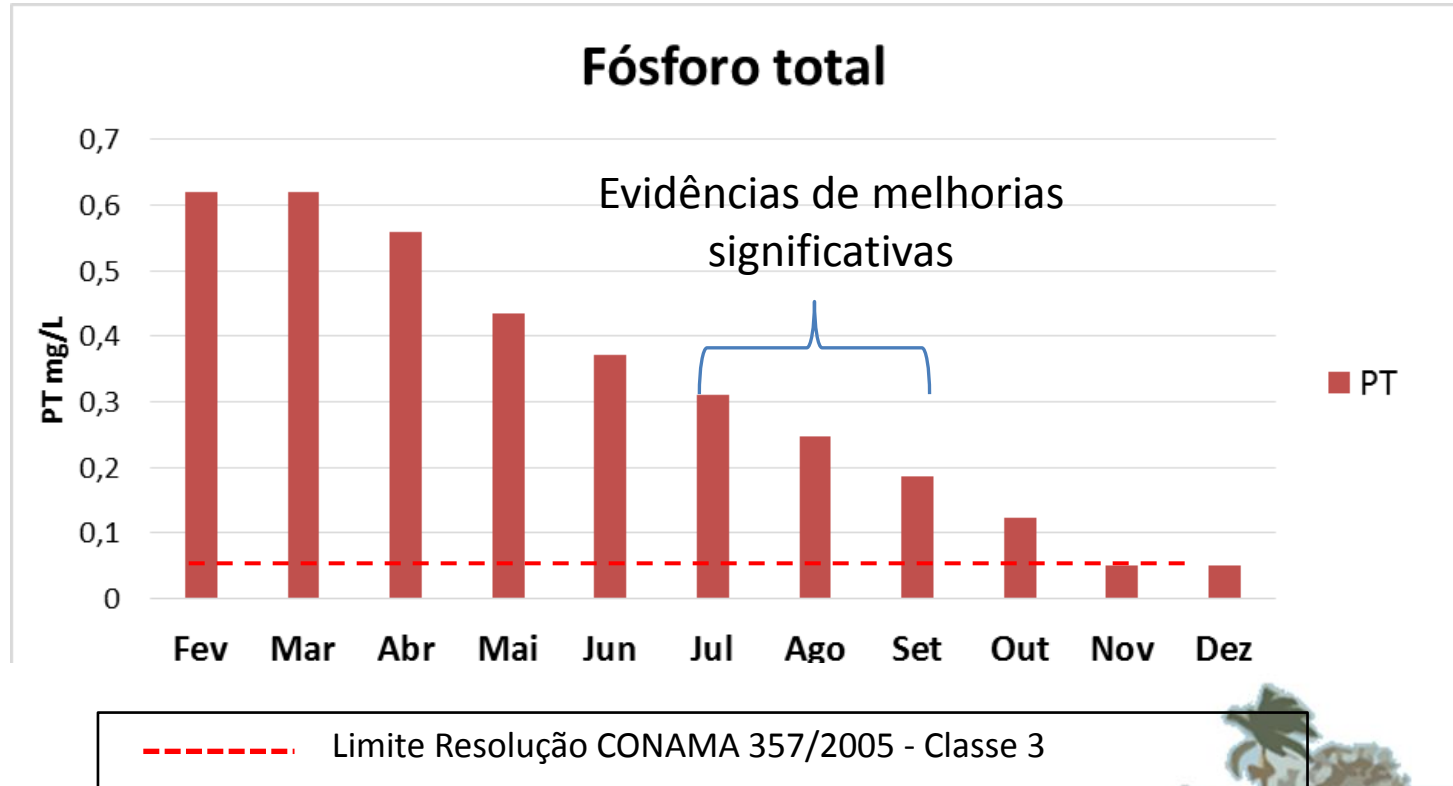


Classe 4



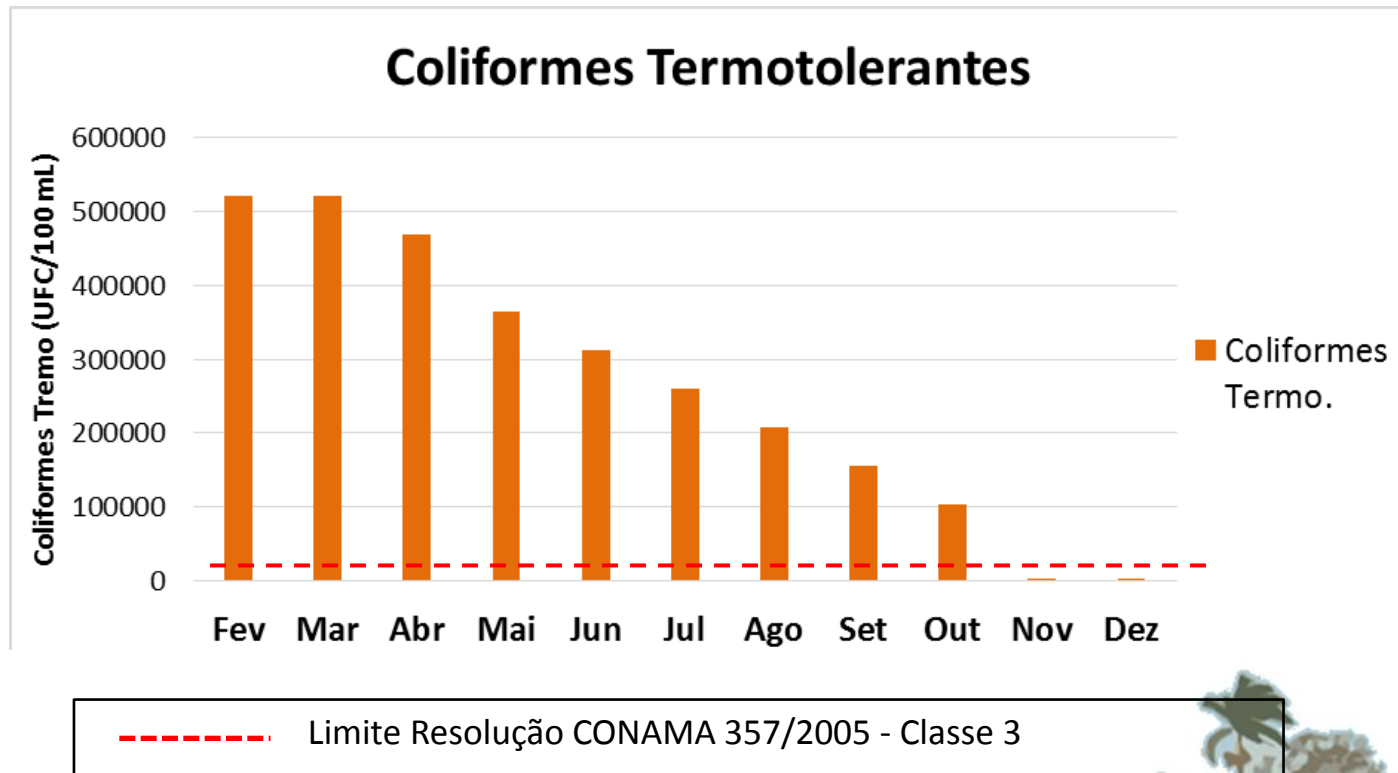
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

METAS MENSAIS DOS INDICADORES TRÓFICOS



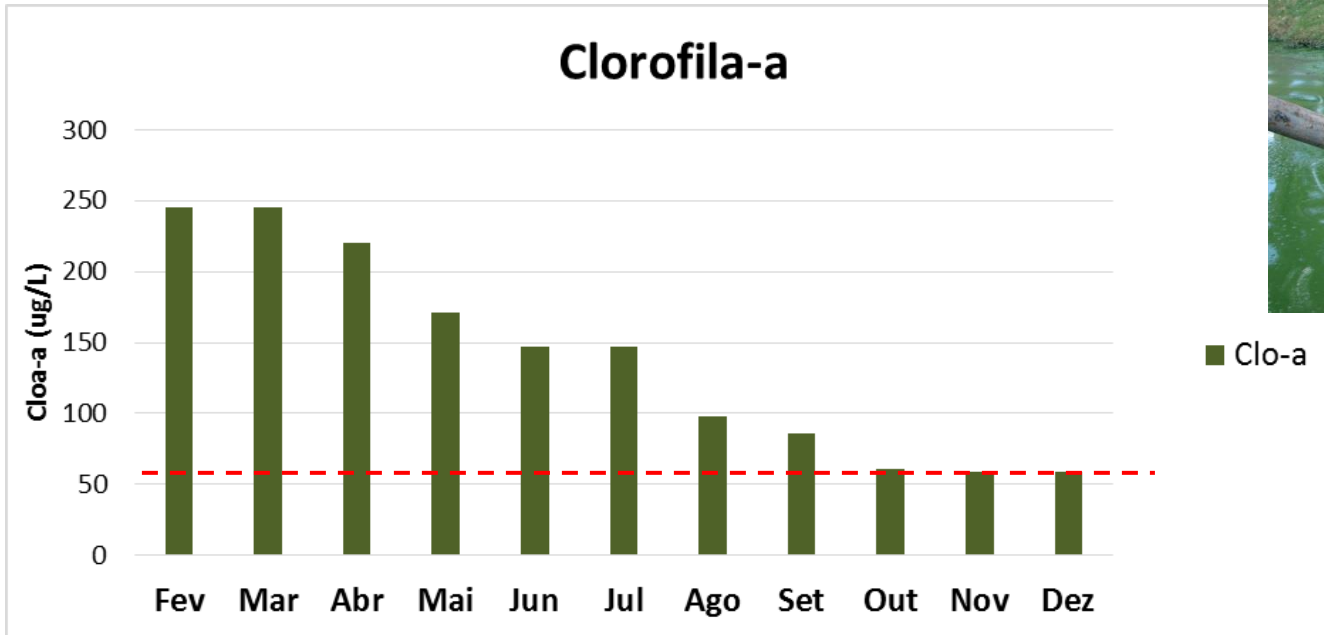
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

METAS MENSAIS DOS INDICADORES TRÓFICOS

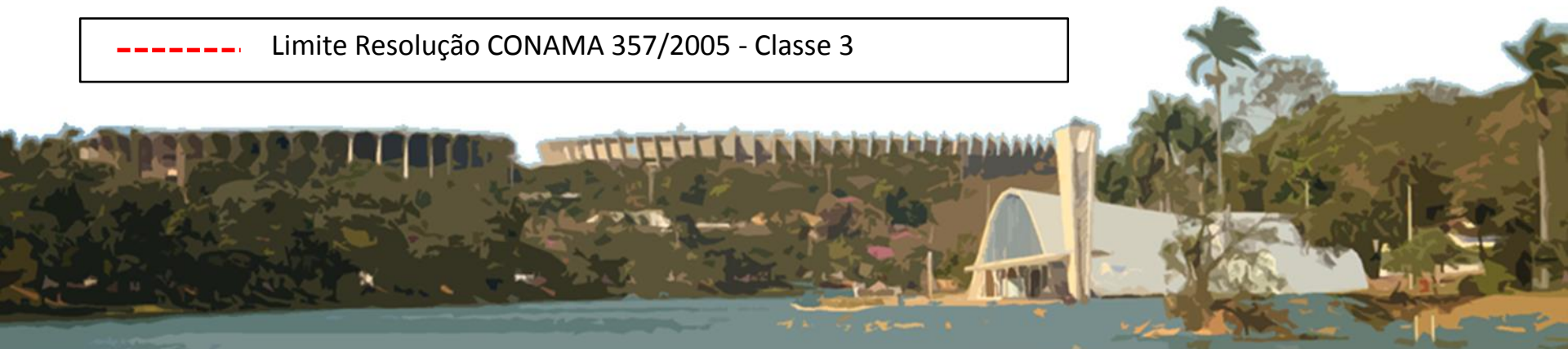


PROGRAMA DE MONITORAMENTO

METAS MENSAIS DOS INDICADORES TRÓFICOS

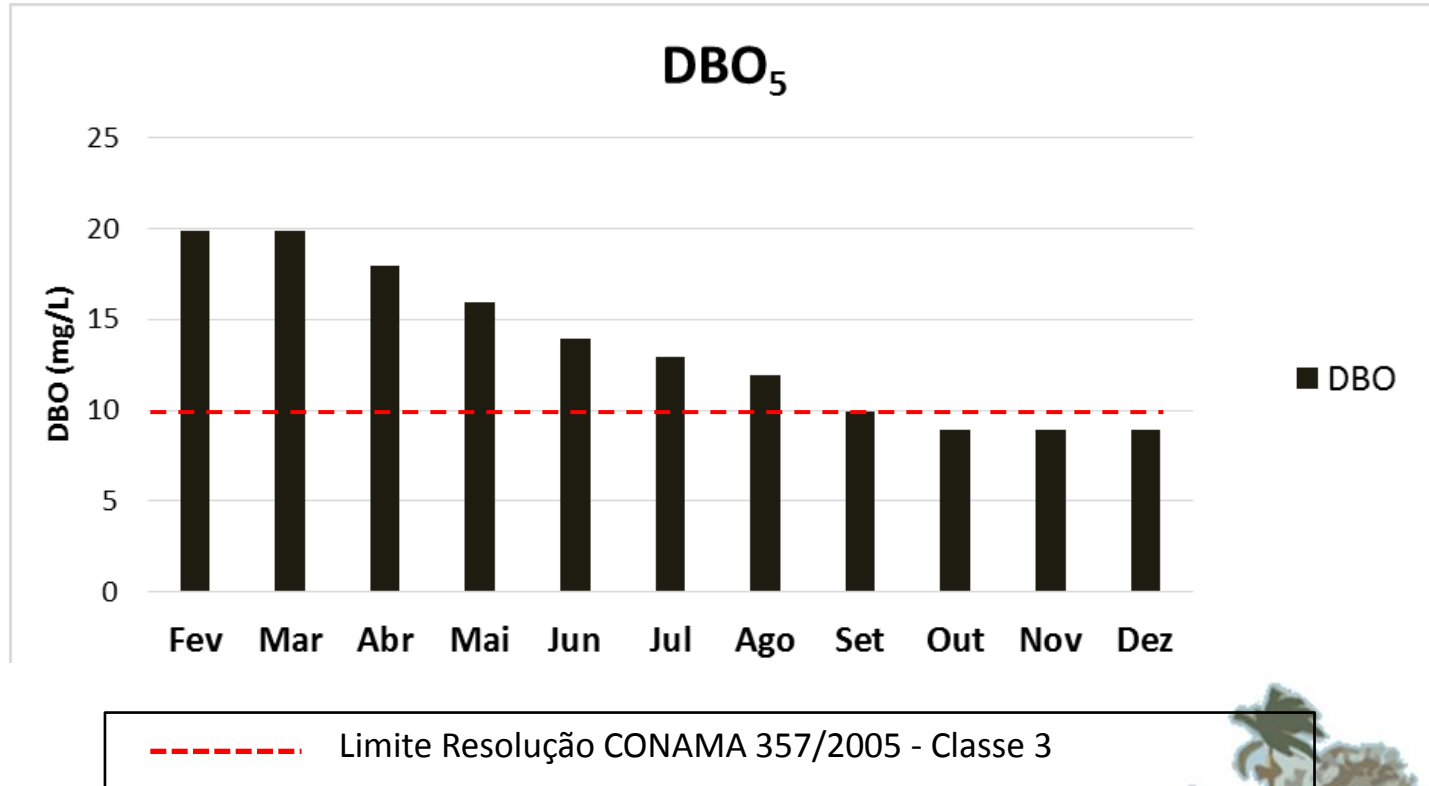


----- Limite Resolução CONAMA 357/2005 - Classe 3



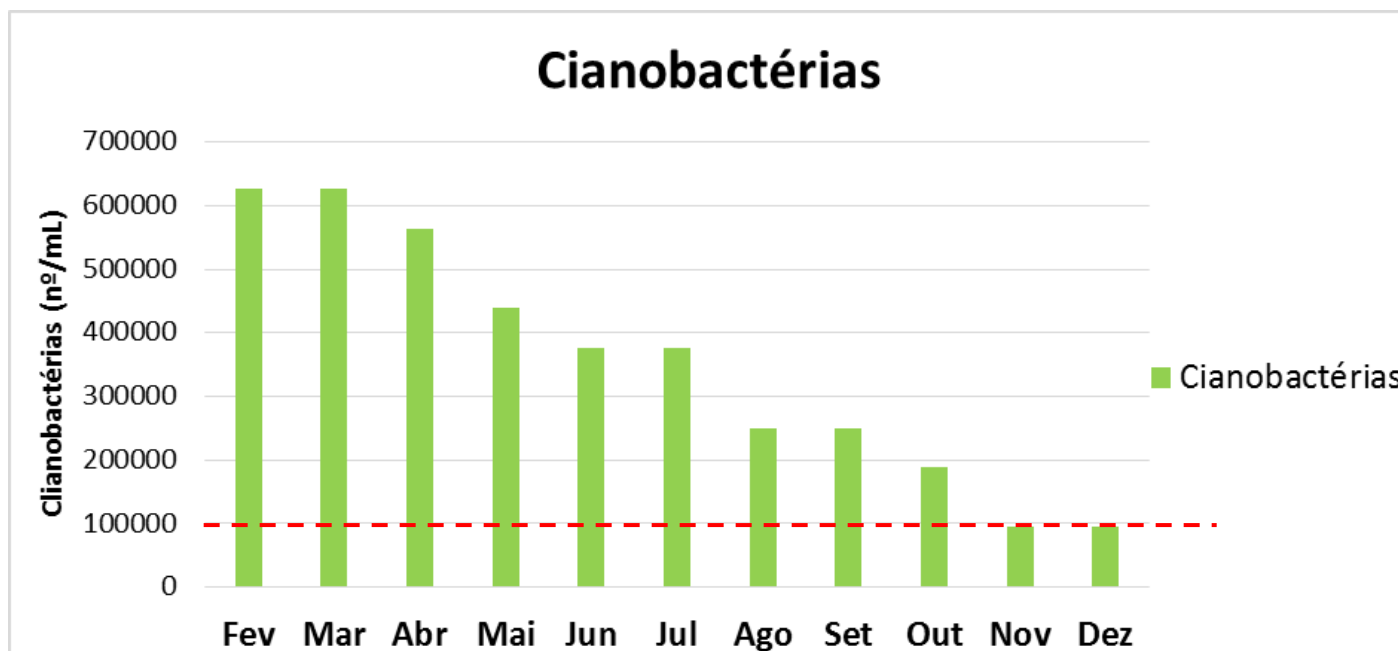
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

METAS MENSAIS DOS INDICADORES TRÓFICOS



PROGRAMA DE MONITORAMENTO

METAS MENSAIS DOS INDICADORES TRÓFICOS



----- Limite Resolução CONAMA 357/2005 - Classe 3

EVOLUÇÃO DO PROCESSO – METAS MENSAIS

VARIÁVEIS	Limite Classe 3 CONAMA 357/2005	Marco Zero	1ª Etapa de Tratamento									
			Concentrações estimadas de cada variável em função do tratamento									
			Meses									
			1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Fósforo Total (mg/L)	<0,05	0,62	0,62	0,558	0,434	0,372	0,31	0,248	0,186	0,124	0,0496	0,0496
Clorofila-a (µg/L)	<60	245	245,2	220,7	171,6	147,1	147,1	98,1	85,8	61,3	58,85	58,85
Cianobactérias (célis/mL)	<100.000	626279	626279	563651	438395	375767	375767	250512	250512	187884	93942	93942
Coliformes (UFC/100 mL)	<2500	521417	521417,0	469275,3	364991,9	312850,2	260708,5	208566,8	156425,1	104283,4	2346,4	2346,4
DBO (mg/L)	<10,0	19,9	19,9	17,9	15,9	13,9	12,9	11,9	10,0	9,0	9,0	9,0
Nitrogênio Total (mg/L)	-	11,0	11,0	10,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	7,0	7,0	7,0
Turbidez (NTU)	<100	97,0	97,0	87,3	77,6	67,9	67,9	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>4,0	6,4	6,4	6,3	6,1	6,1	6,7	6,7	6,7	6,7	7,0	7,0
Odor (ausente/presente)	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Cor (mg PT/L)	75	170,8	170,8	153,7	119,6	102,5	85,4	76,9	68,3	68,3	68,3	51,2

VARIÁVEIS	Limite Classe 3 CONAMA 357/2005	2ª Etapa de Tratamento - Manutenção											
		Concentrações estimadas de cada variável em função do tratamento											
		Meses											
		11º	12º	13º	14º	15º	16º	17º	18º	19º	20º	21º	22º
Fósforo Total (mg/L)	<0,05	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496	0,0496
Clorofila-a (µg/L)	<60	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8
Cianobactérias (célis/mL)	<100.000	93942	93942	93942	93942	93942	93942	93942	93942	93942	93942	93942	93942
Coliformes (UFC/100 mL)	<2500	2346,4	2346,4	2346,4	2085,7	2085,7	2085,7	2085,7	2085,7	2085,7	2085,7	2085,7	2085,7
DBO (mg/L)	<10,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Nitrogênio Total (mg/L)	-	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Turbidez (NTU)	<100	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2	58,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	>4,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
Odor (ausente/presente)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Cor (mg PT/L)	75	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3	68,3



Classe 3



Classe 4

FASE ATUAL DE TRATAMENTO

QUANTITATIVOS DE PRODUTOS APLICADOS – 12/MAIO

PRODUTOS	QUANTIDADE APLICADA
ENZILIMP	2250 KG
PHOSLOCK	10500 KG

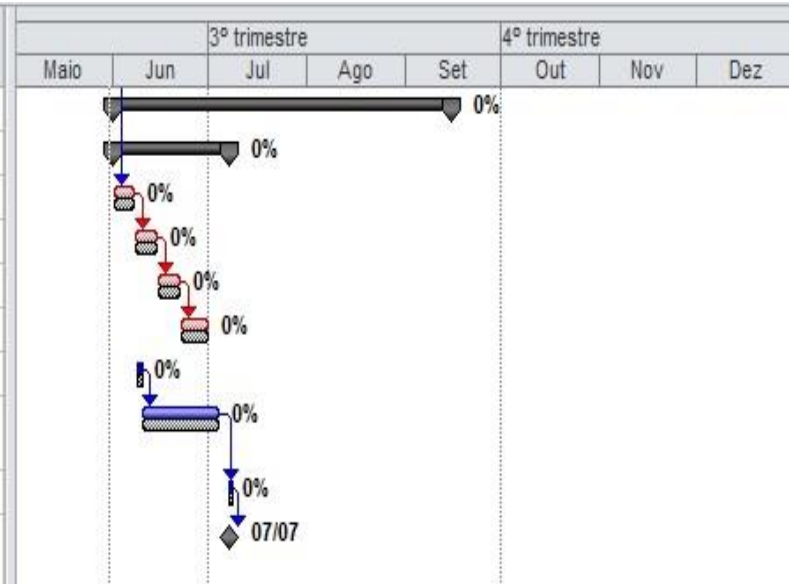






Lookahead

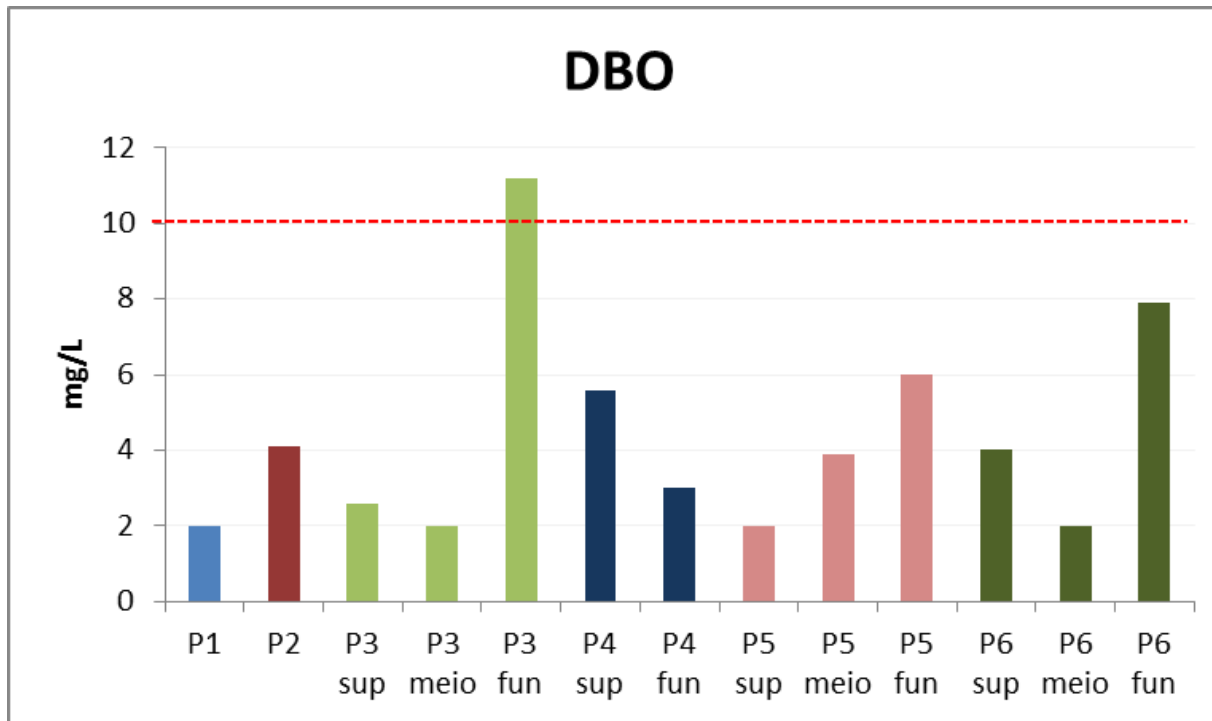
EDT	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Término	3º trimestre					4º trimestre		
						Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1.7.3.2	2o. Trimestre	0%	76,25 dias	Qua 01/06/16	Qui 15/09/16								
1.7.3.2.1	Mês 1 (Junho)	0%	26,92 dias	Qua 01/06/16	Qui 07/07/16								
1.7.3.2.1.1	Semana 1- Enzilimp + Phoslock	0%	5 dias	Qua 01/06/16	Ter 07/06/16								
1.7.3.2.1.2	Semana 2 - Enzilimp + Phoslock	0%	5 dias	Qua 08/06/16	Ter 14/06/16								
1.7.3.2.1.3	Semana 3 - Enzilimp + Phoslock	0%	5 dias	Qua 15/06/16	Ter 21/06/16								
1.7.3.2.1.4	Semana 4- Enzilimp + Phoslock	0%	7 dias	Qua 22/06/16	Qui 30/06/16								
1.7.3.2.1.5	Medição mês	0%	1 dia	Qui 09/06/16	Qui 09/06/16								
1.7.3.2.1.6	Elaboração relatório trimestral	0%	16,67 dias	Sex 10/06/16	Seg 04/07/16								
1.7.3.2.1.7	Entrega relatório trimestral + reunião	0%	2 h	Qui 07/07/16	Qui 07/07/16								
1.7.3.2.1.8	Finalização relatório trimestral	0%	0 dias	Qui 07/07/16	Qui 07/07/16								



- Finalização do 1º trimestre de aplicação dos produtos e início do 2º trimestre: 08.06.16
- 3ª amostragem (1ª medição): 09.06.16
- Apresentação e entrega do Relatório de Monitoramento referente a 3ª amostragem: 16.06.16

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

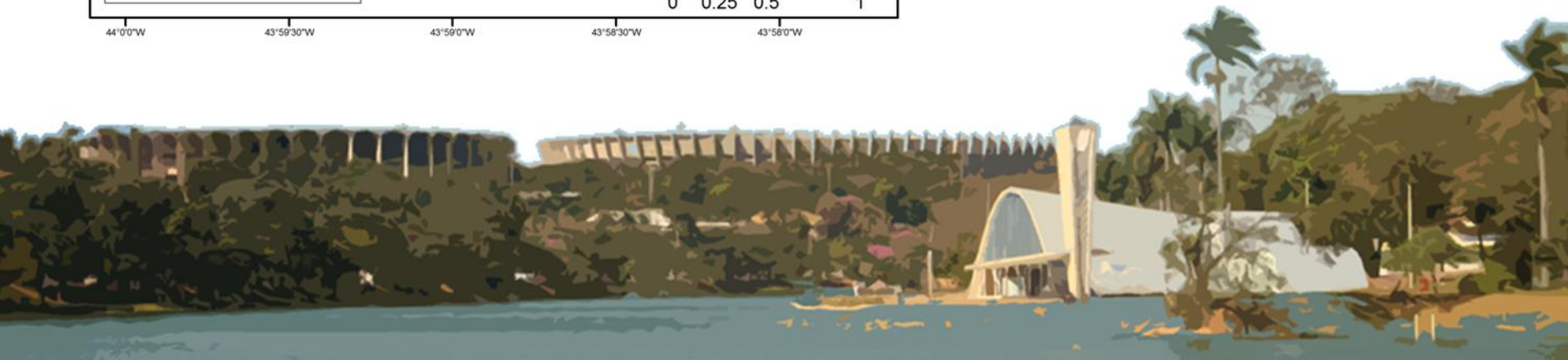
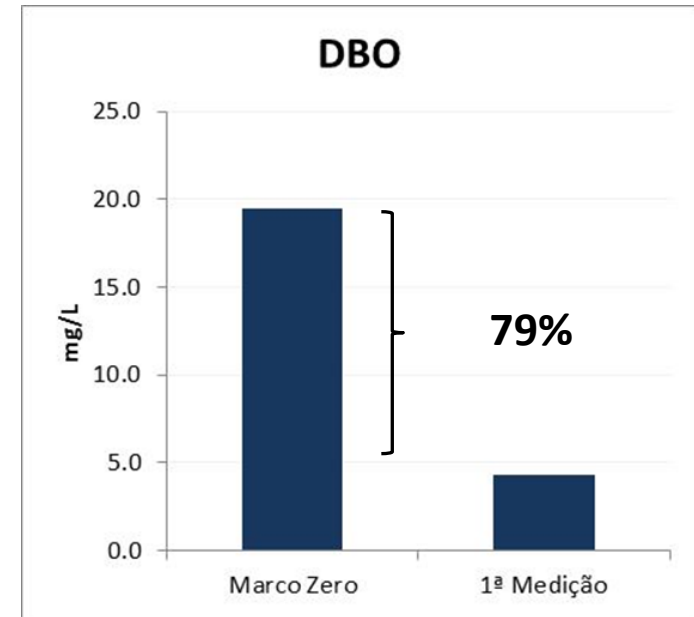
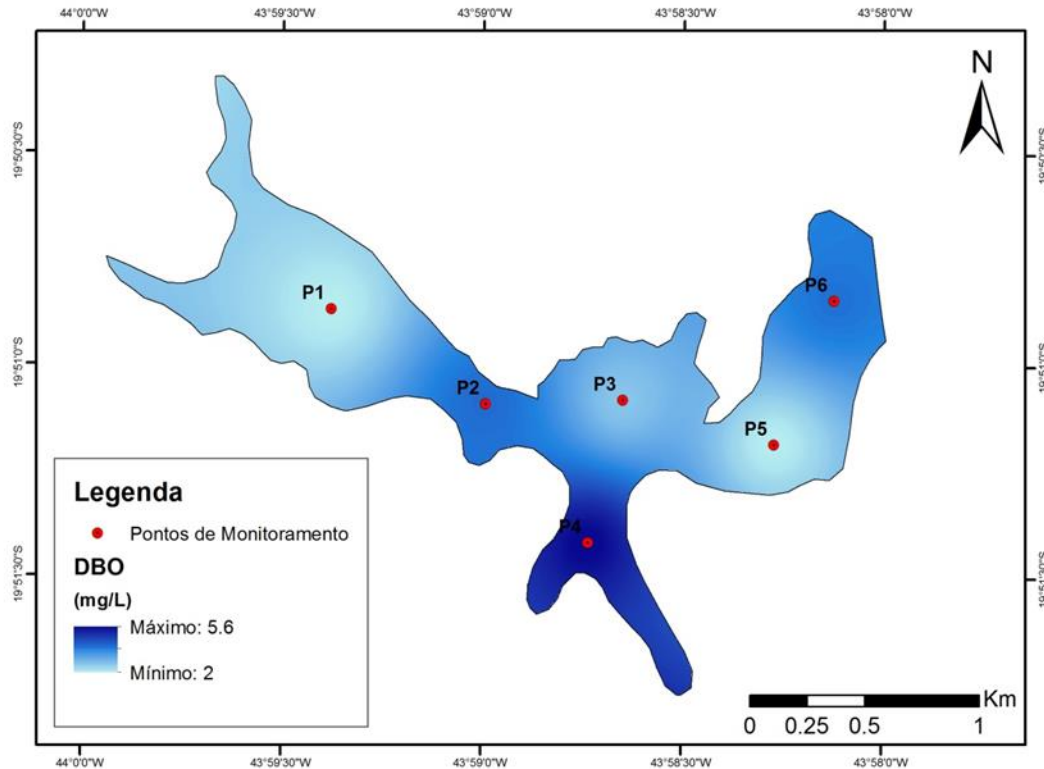
RESULTADOS PERLIMINARES – ABRIL 2016



----- Limite Resolução CONAMA 357/2005 - Classe 3

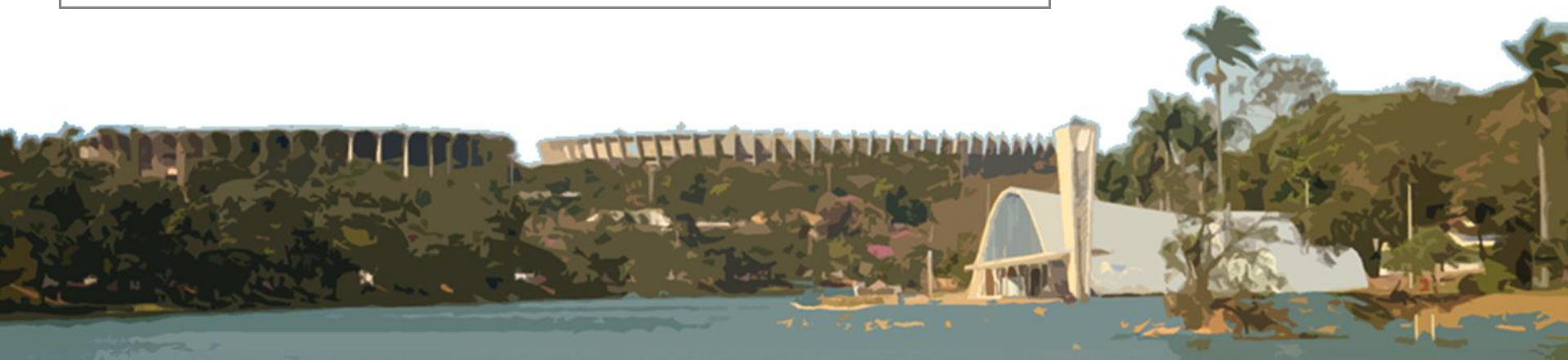
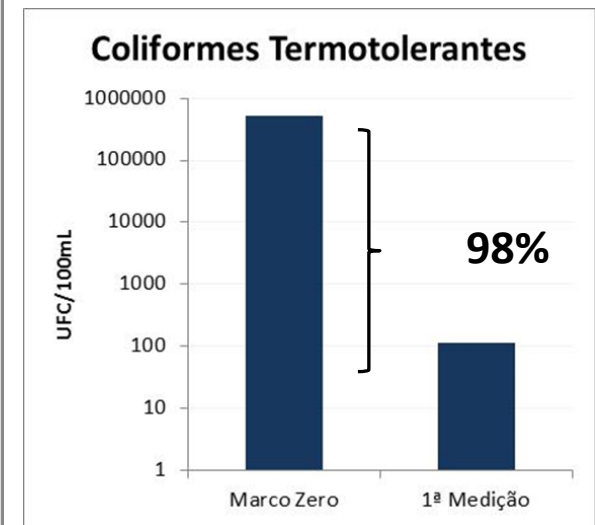
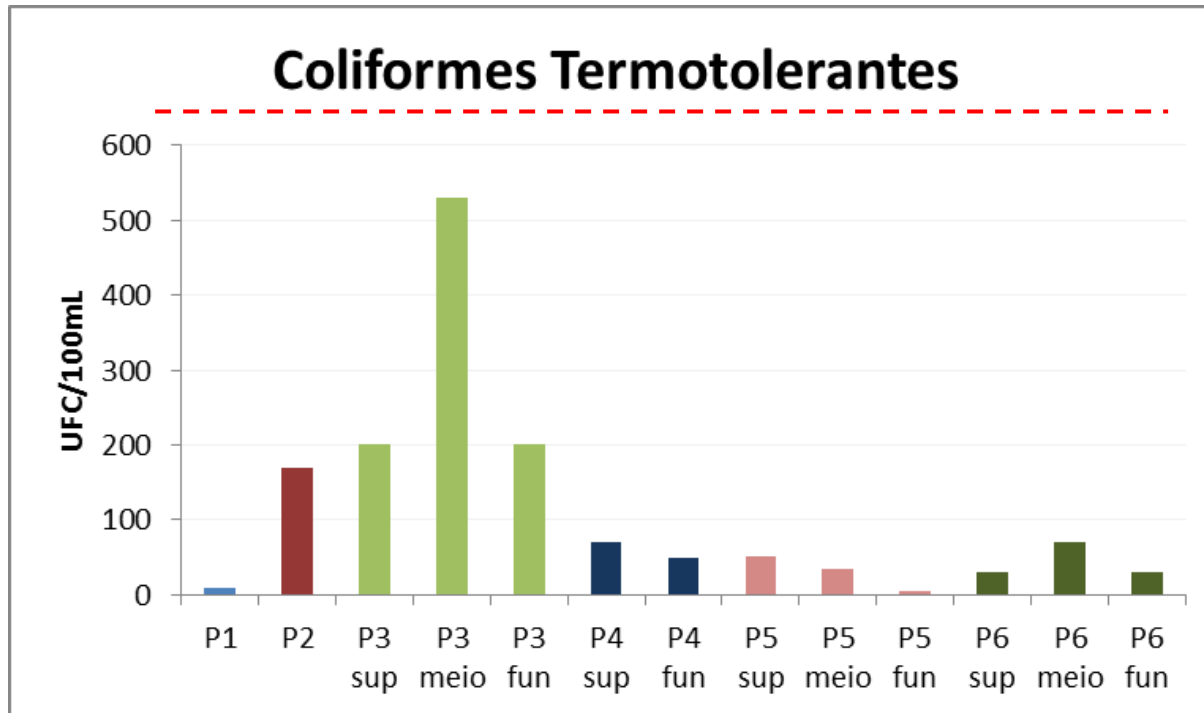
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES



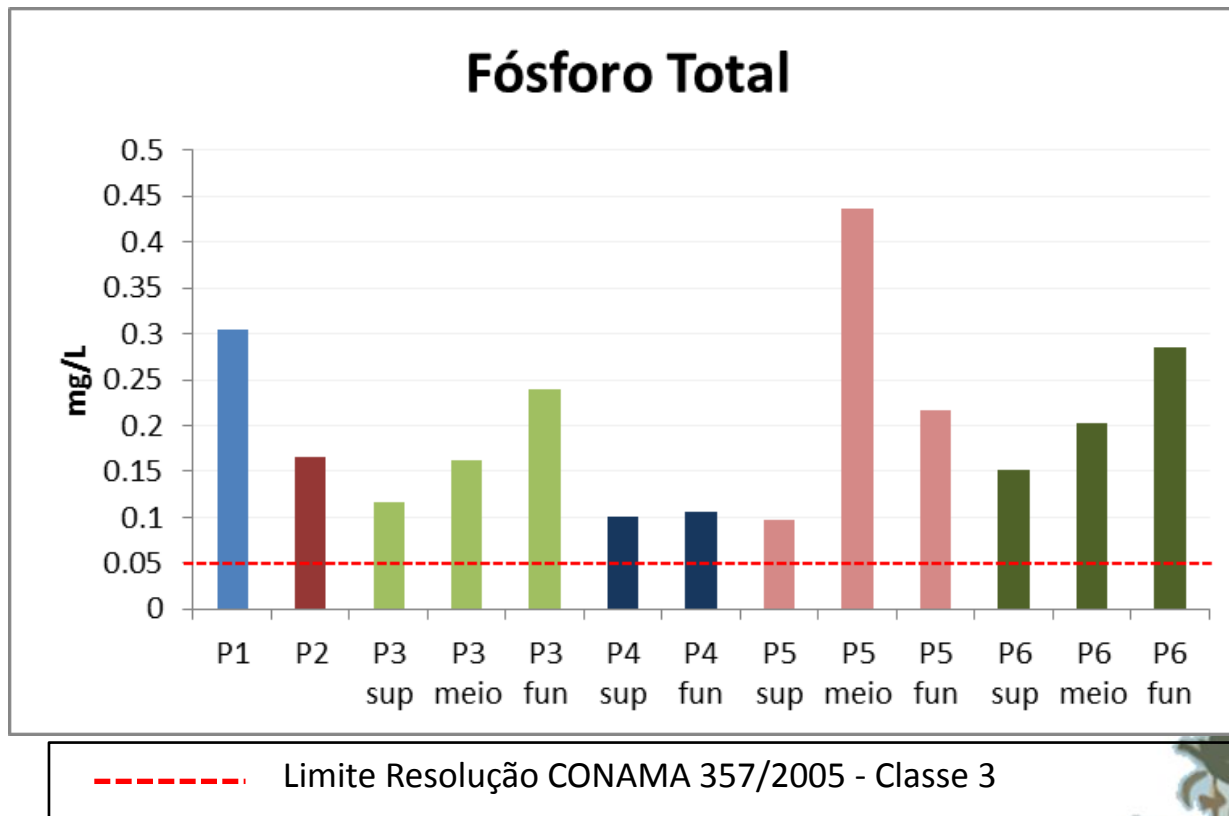
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES



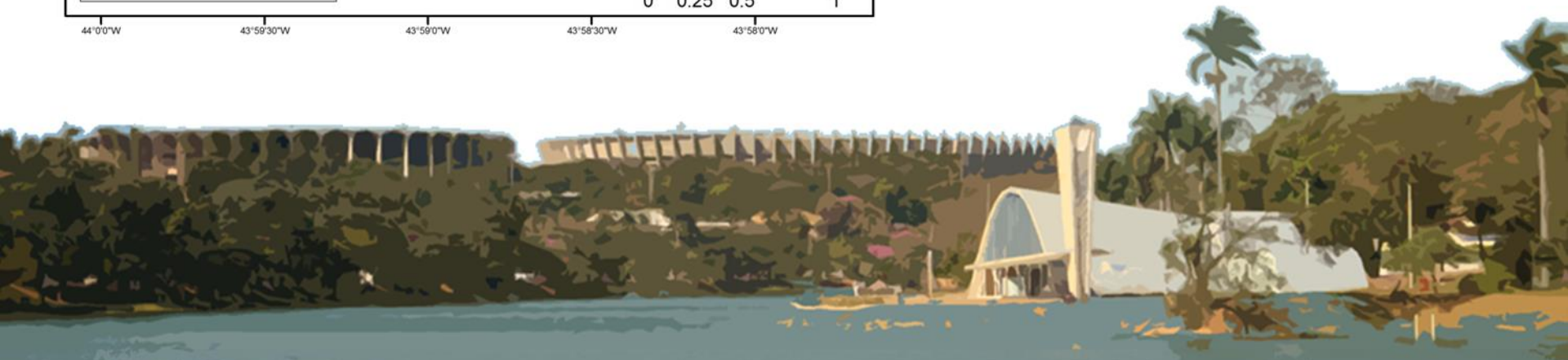
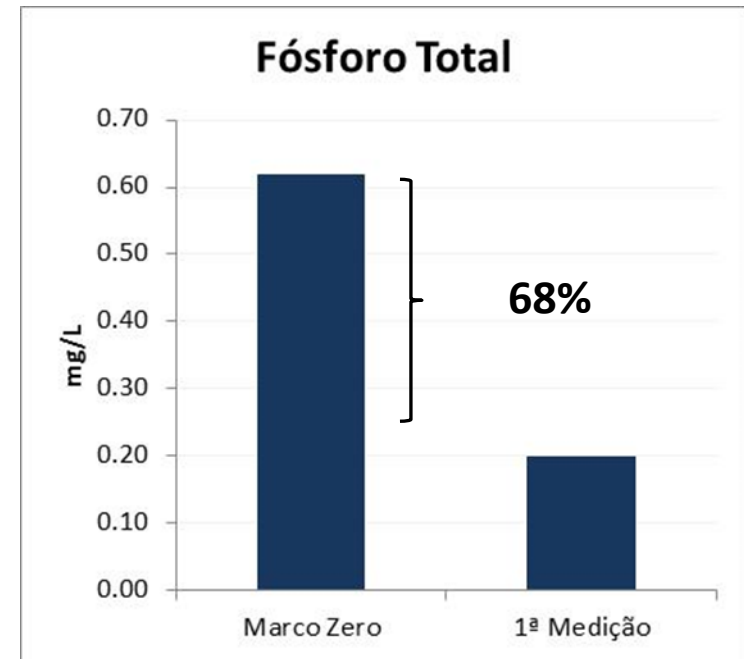
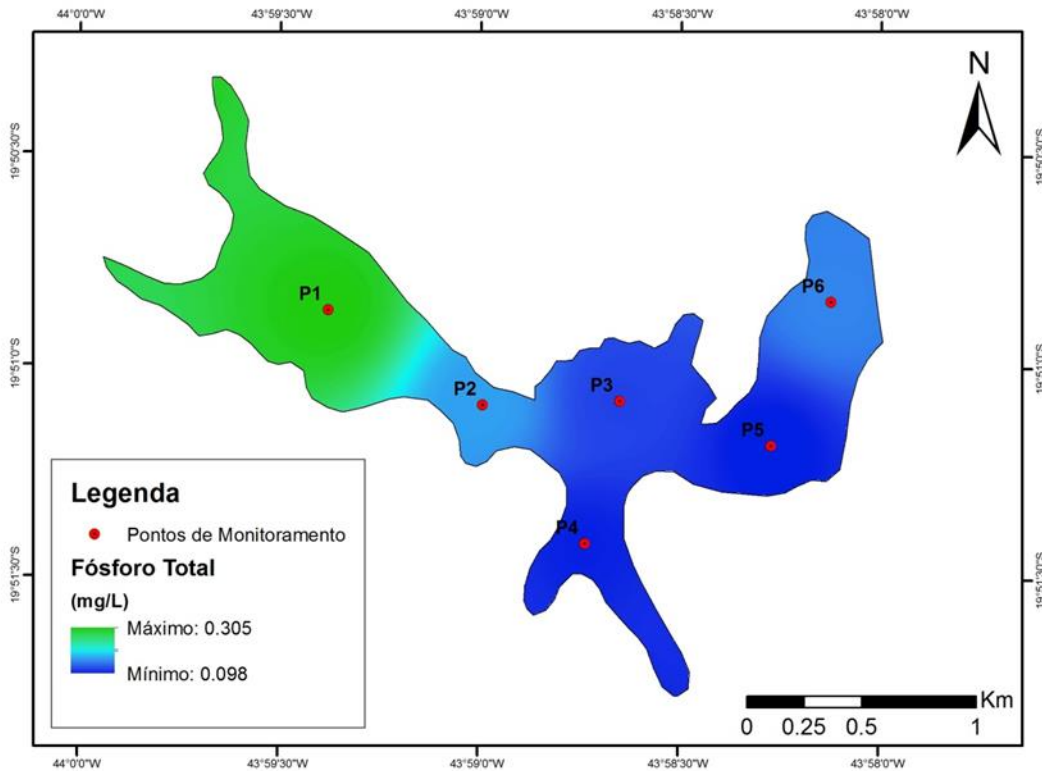
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES



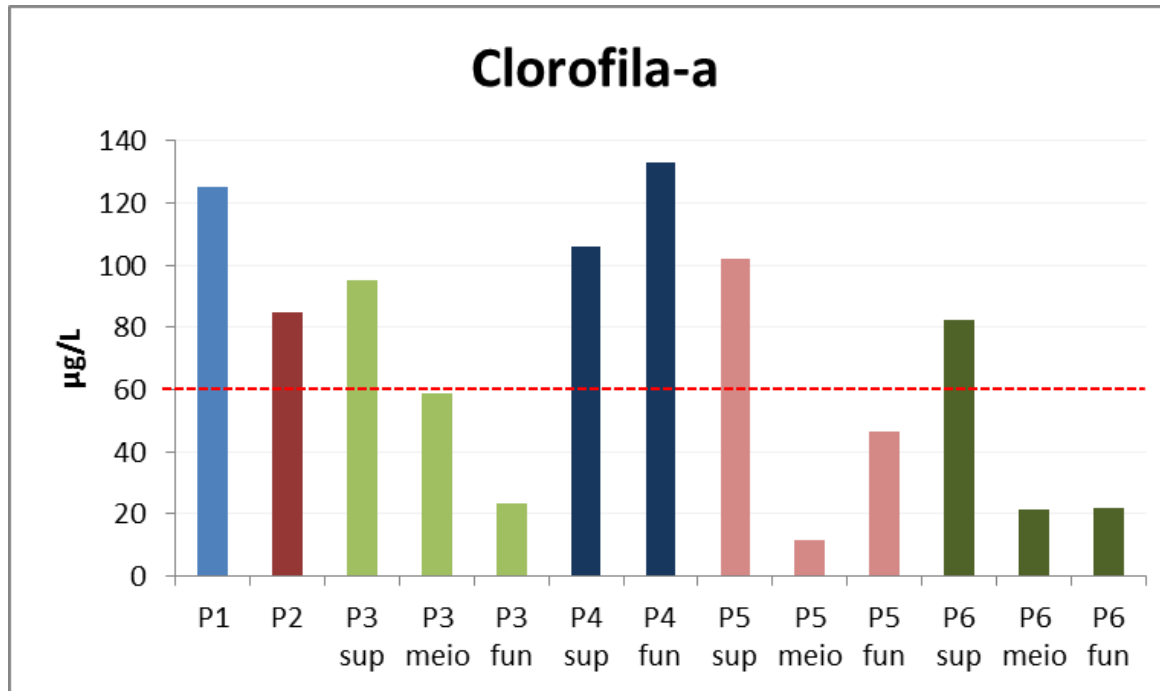
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES



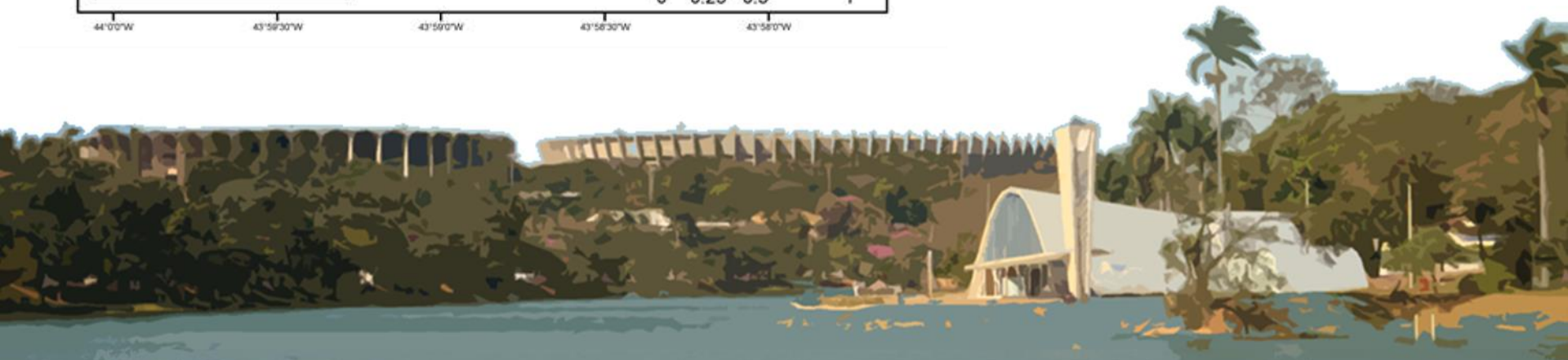
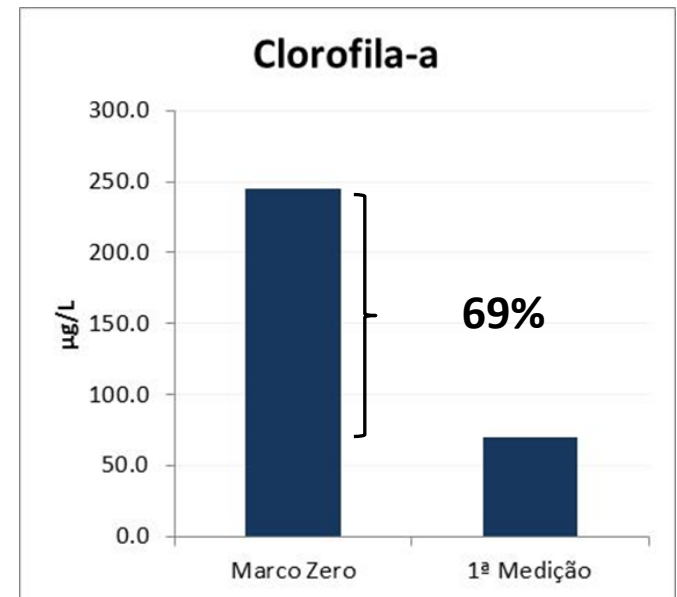
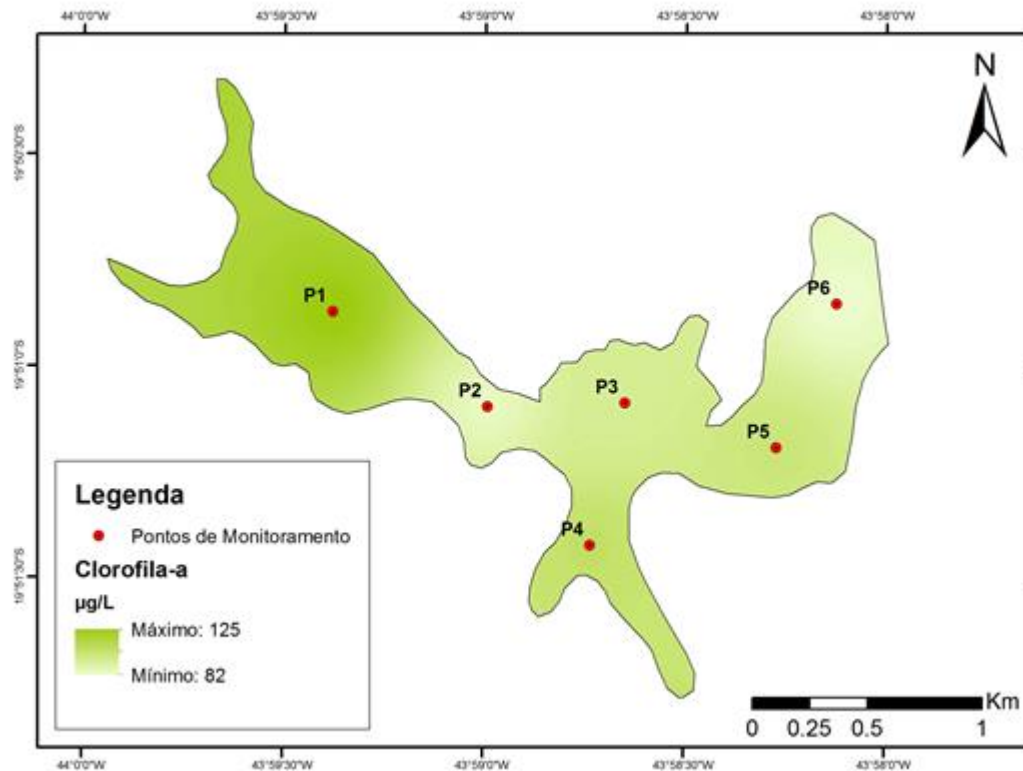
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES



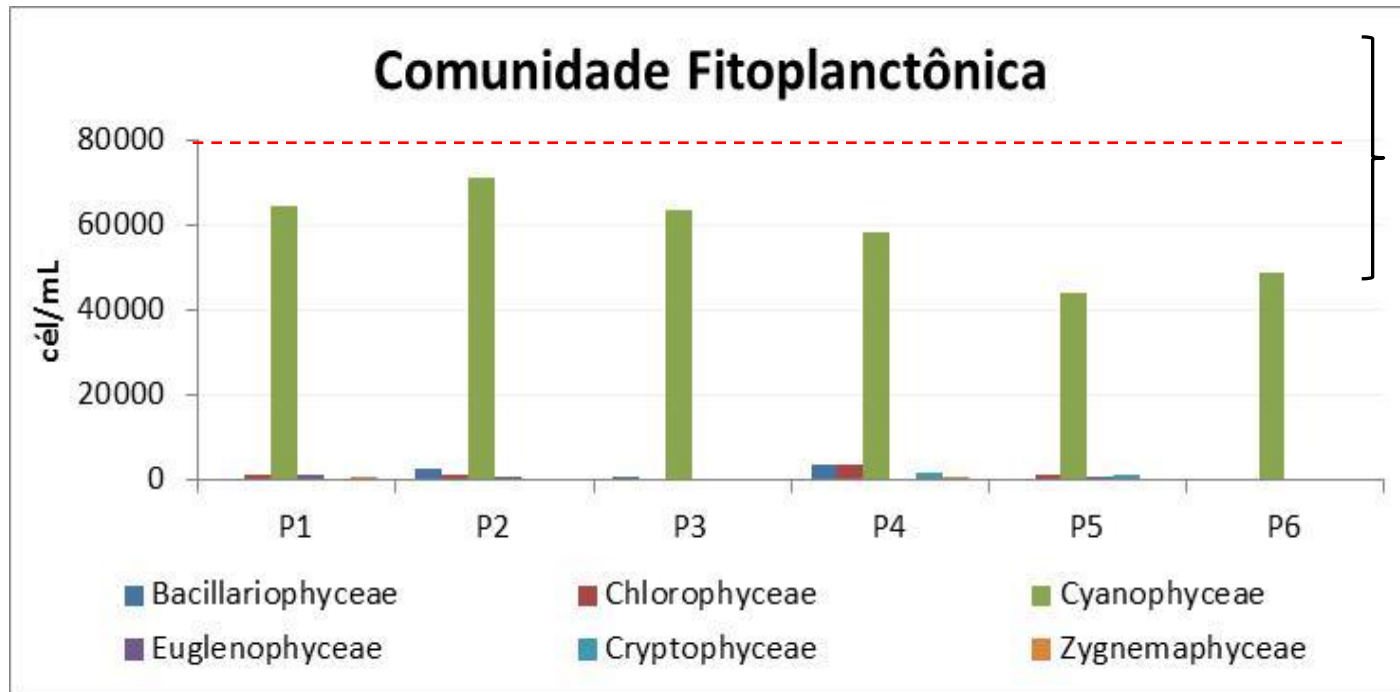
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES



PROGRAMA DE MONITORAMENTO

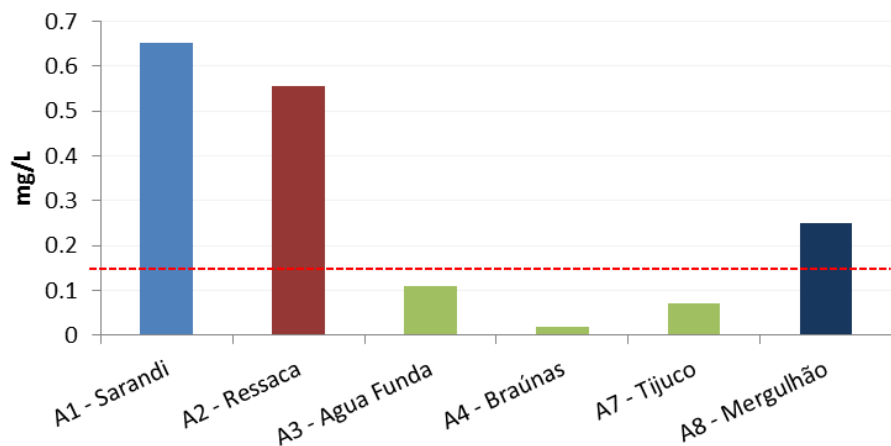
RESULTADOS PERLIMINARES



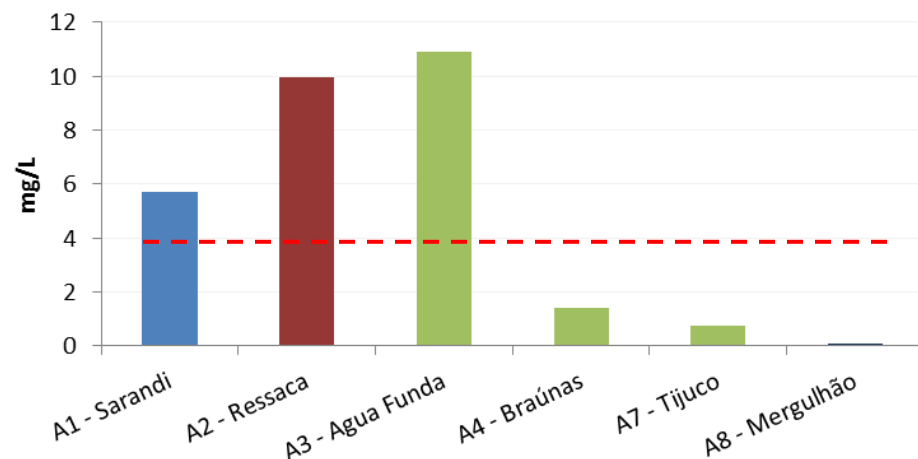
PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES - CONTRIBUINTES

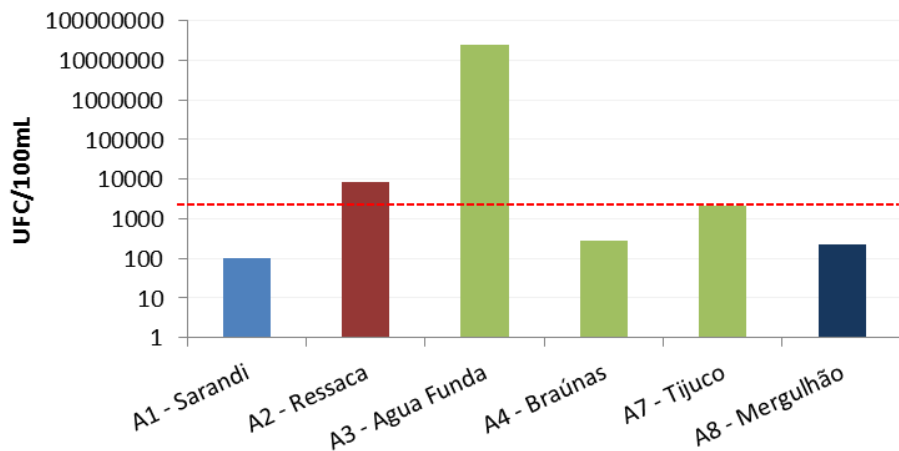
Fosforo Total



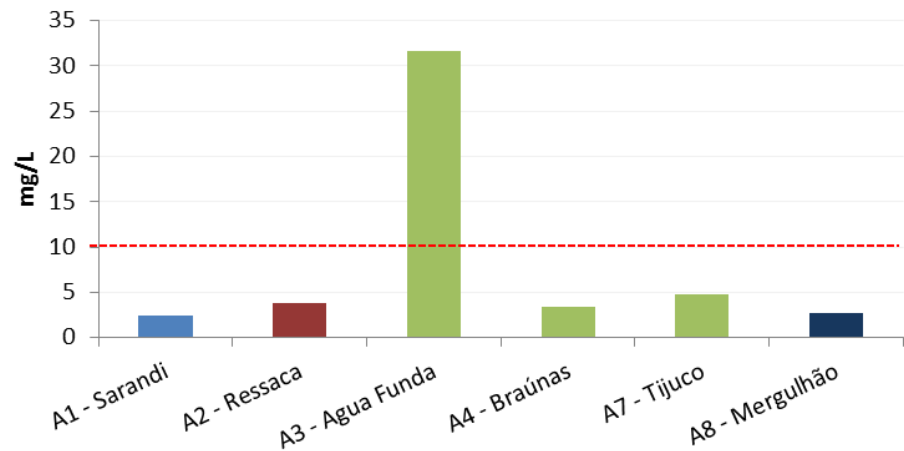
Amônia



Coliformes Termotolerantes



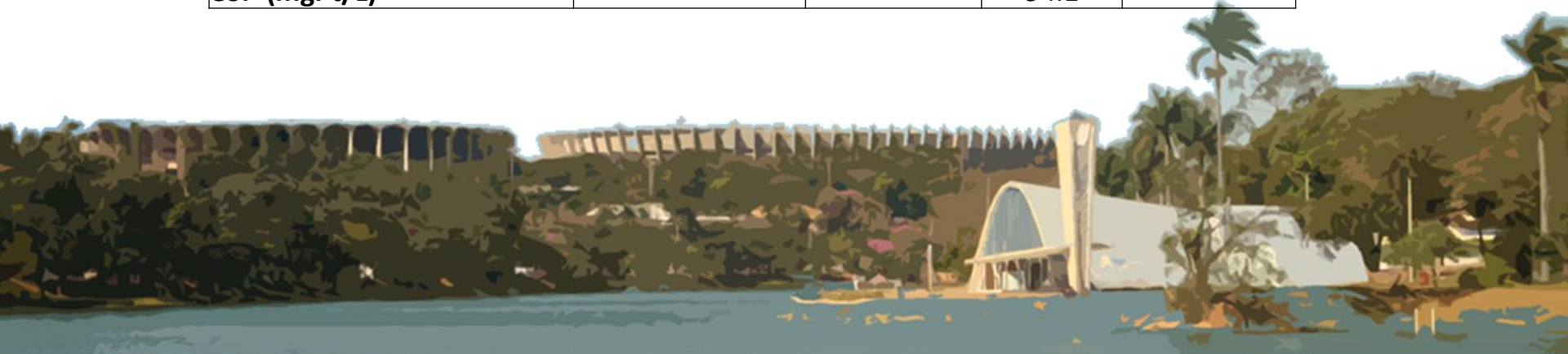
DBO



PROGRAMA DE MONITORAMENTO

RESULTADOS PERLIMINARES

Variáveis Indicadoras de Eutrofização	Condições de Referência Marco Zero	Média 1ª Medição (Abril/2016)	% Redução	Limites Classe 3 CONAMA 357/2005
Coliformes Ter. (UFC/100 mL)	521417	111.8	99.9	<2500
DBO (mg/L)	19.5	4.0	79.3	<10,0
PT (mg/L)	0.62	0.2	68.7	<0,05
Clo-a (µg/L)	245.2	74.1	69.7	<60
Cianobactérias (Céls/mL)	626.279	58.433	90	<100.000
Amônia (mg/L)	13.0	2.22	82.9	<13,7 (pH 7,5)
Ortofosfato (mg/L)	0.30	0.07	76.3	-
Cor (mgPt/L)	170.8	10.0	94.1	75.0



The background image shows a wide lake under a clear blue sky with a faint rainbow. In the distance, a large, modern building with a curved, ribbed roof is visible. In the foreground, a smaller white building with a tall, thin tower and a curved roof stands near the water's edge, surrounded by palm trees and other vegetation.

CONSÓRCIO
PAMPULHA VIVA

PAMPULHA VIVA