

AGRADECIMENTOS

- **PRIMEIRA PROMOTORIA DE MEIO AMBIENTE DO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO**
- **EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUA E ENERGIA S.A., EMAE**
- **INSTITUTO DE ENGENHARIA**

O COMPLEXO TIETÊ/PINHEIROS/BILLINGS/GUARAPIRANGA

**APRESENTAÇÃO DE ALGUNS PROBLEMAS IDENTIFICADOS
NESSES CORPOS HÍDRICOS PELA EQUIPE DO CENTRO DE
APOIO À FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO, (CEAP/FSP/USP), COMO CONTRIBUIÇÃO
PARA SUAS SOLUÇÕES**

O COMPLEXO TIETÊ/PINHEIROS/BILLINGS/GUARAPIRANGA

I- HISTÓRICO

II –BILLINGS -FINALIDADE PREVISTA: IDEALIZADA NA DÉCADA DE 20 PARA GERAR ENERGIA ELÉTRICA NA USINA HENRY BORDEN EM CUBATÃO

USO ATUAL: GERAÇÃO DE ENERGIA, ABASTECIMENTO PÚBLICO (ETA CUBATÃO, ETA ABV VIA TAQUACETUBA, ETA ABC BRAÇO RIO GRANDE), LAZER, NAVEGAÇÃO E PESCA

USINA HENRY BORDEN, 889MW (*) E ETA CUBATÃO 4,0 M³/S(*)



Reversão do
Taquacetuba



Billings

Guarapiranga

Pinheiros

Mananciais do Sistema Guarapiranga

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO TAQUACETUBA



ENTRADA NA GUARAPIRANGA



ETA ABV: 16M³/S



ETA RIO GRANDE: 4,8 M³/S



**III –GUARAPIRANGA –FINALIDADE PREVISTA:
INAUGURADA EM 1908 PARA GERAÇÃO DE
ENERGIA NA USINA HIDRELÉTRICA DE
PARNAÍBA**

**USO ATUAL: ABASTECIMENTO PÚBLICO,
LAZER, NAVEGAÇÃO E PESCA**

O COMPLEXO TIETÊ/ PINHEIROS/ BILLINGS/ GUARAPIRANGA

**IV- QUALIDADE DA ÁGUA AO LONGO DO
TEMPO. CLASSIFICAÇÃO LEGAL DAS ÁGUAS.
ASPECTOS DE SAÚDE PÚBLICA**

**RESOLUÇÃO 357 DO CONAMA (CONSELHO
NACIONAL DE MEIO AMBIENTE) DE 2005.
ESTABELECE AS CLASSES DOS CORPOS
RECEPTORES**

**RESOLUÇÃO 430 DO CONAMA DE 2011 QUE
DISPÕE SOBRE AS CONDIÇÕES DE
LANÇAMENTO E ALTERA A 357**

DECRETO ESTADUAL 8468/1976

- **ESTABELECE AS CLASSES DE USO**

DECRETO ESTADUAL 10.755/1977

- ENQUADRA OS CORPOS RECEPTORES, DE ACORDO COM AS CLASSES ESTABELECIDAS PELO 8468/1976**

ESTADO DE SÃO PAULO

FEDERAL

DECRETO 8468/1976

CONAMA 357/2005

1

ESPECIAL

-

1

2

2

3

3

4

4

**A CLASSE REFLETE A QUALIDADE DO RIO
QUE QUEREMOS. É UMA META (NÃO
NECESSARIAMENTE AS CONDIÇÕES ATUAIS)**

RIO PINHEIROS: CLASSE 4

**BILLINGS JUNTO À BARRAGEM PEDREIRA:
CLASSE 2**

**UM LANÇAMENTO NÃO PODE ALTERAR A
QUALIDADE ESTABELECIDA PARA SUA
CLASSE (357 CONAMA)**

**PORTANTO, ALÉM DISSO DEVEM SER
OBEDECIDOS OS PADRÕES DE LANÇAMENTO
(430 CONAMA)**

**CONCLUSÃO: O EFLUENTE DEVE ATENDER O
PADRÃO DE LANÇAMENTO E O PADRÃO DA
CLASSE**

ENQUADRAMENTO SE DÁ POR CLASSES

- **CLASSE 2 (CONAMA)**
 - **BILLINGS JUNTO PEDREIRA**
- **CLASSE 4 (CONAMA)**
 - **CANAL PINHEIROS**
- **ABAST PÚBL APÓS TRATAMENTO CONVENCIONAL**
- **PROTEÇÃO DE COMUNIDADES AQUATICAS**
- **RECREAÇÃO CONTATO PRIMÁRIO**
- **IRRIGAÇÃO HORTAS PARQUES JARDINS**
- **AQUICULTURA E PESCA**
- **NAVEGAÇÃO**
- **HARMONIA PAISAGÍSTICA**

O COMPLEXO TIETÊ/ PINHEIROS/ BILLINGS/ GUARAPIRANGA

**V- DETERIORAÇÃO DA QUALIDADE,
HISTÓRICO DE ALGUNS PROJETOS E
ALGUMAS
TECNOLOGIAS TESTADAS**

1968-1970: FORTE ESTIAGEM

OBJETIVO: ABASTECIMENTO PÚBLICO

- **COMPANHIA METROPOLITANA DE ÁGUA DE SÃO PAULO, COMASP, DESENVOLVE TESTES DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DO RIO PINHEIROS PARA FINS POTÁVEIS - (OPERAÇÃO ESTIAGEM)**
- **QUALIDADE DA ÁGUA, CARACTERIZADA POR NITROGÊNIO AMONÍACAL EM TORNO DE 12 MG/L, PORTANTO DEMANDA DE CLORO POR VOLTA 120 MG/L.**
- **TECNOLOGIA TESTADA: PRÉ CLORAÇÃO, COAGULAÇÃO COM SULFATO DE ALUMÍNIO, FLOCULAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO NO LEITO DO CANAL DO RIO PINHEIROS.**
- **A SEGUIR, TRATAMENTO NA ETA THEODORO RAMOS E POSTERIORMENTE NA ETA ALTO DA BOA VISTA -ABV**

RESULTADOS

- **RESULTADOS TEÓRICOS: ÁGUA (SAÍDA ABV) ATENDIA AOS PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÉPOCA.**
- **A OPERAÇÃO NÃO FOI IMPLANTADA NA PRÁTICA POIS A ESTIAGEM TERMINOU EM MAIO DE 1970**

OCORRÊNCIAS PASSADAS

- **1981: MANCHA ANAERÓBIA DECORRENTE DO BOMBEAMENTO DO PINHEIROS PARA A BILLINGS, CHEGA À CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA ETA DO RIO GRANDE**
- **SOLUÇÃO: CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM ISOLANDO O BRAÇO RIO GRANDE DO CORPO PRINCIPAL DA BILLINGS**



FLORAÇÃO DE ALGAS AO REDOR DA CAPTAÇÃO



SEPARAÇÃO BILLINGS RIO GRANDE



SIFÃO DE SEGURANÇA



1989: CONSTITUIÇÃO ESTADUAL PROÍBE O LANÇAMENTO DE ESGOTOS NA BILLINGS

1993: CESSA O BOMBEAMENTO REGULAR PARA A BILLINGS, RESSALVADO CASOS DE ENCHENTE EM SÃO PAULO E EM CRISE DE ENERGIA ELÉTRICA





SISTEMA DE TRATAMENTO “*IN SITU*” DAS ÁGUAS DO PINHEIROS POR FLOTAÇÃO

**OBJETIVO: TRATAR ÁGUA DO PINHEIROS,
APROVEITANDO-A NA BILLINGS**

- JUNHO DE 2007: TERMO DE COMPOSIÇÃO ENTRE MP, EMAE E PROCURADORIA DO ESTADO, HOMOLOGADO PELO TRIBUNAL DE JUSTIÇA EM JULHO DE 2007**

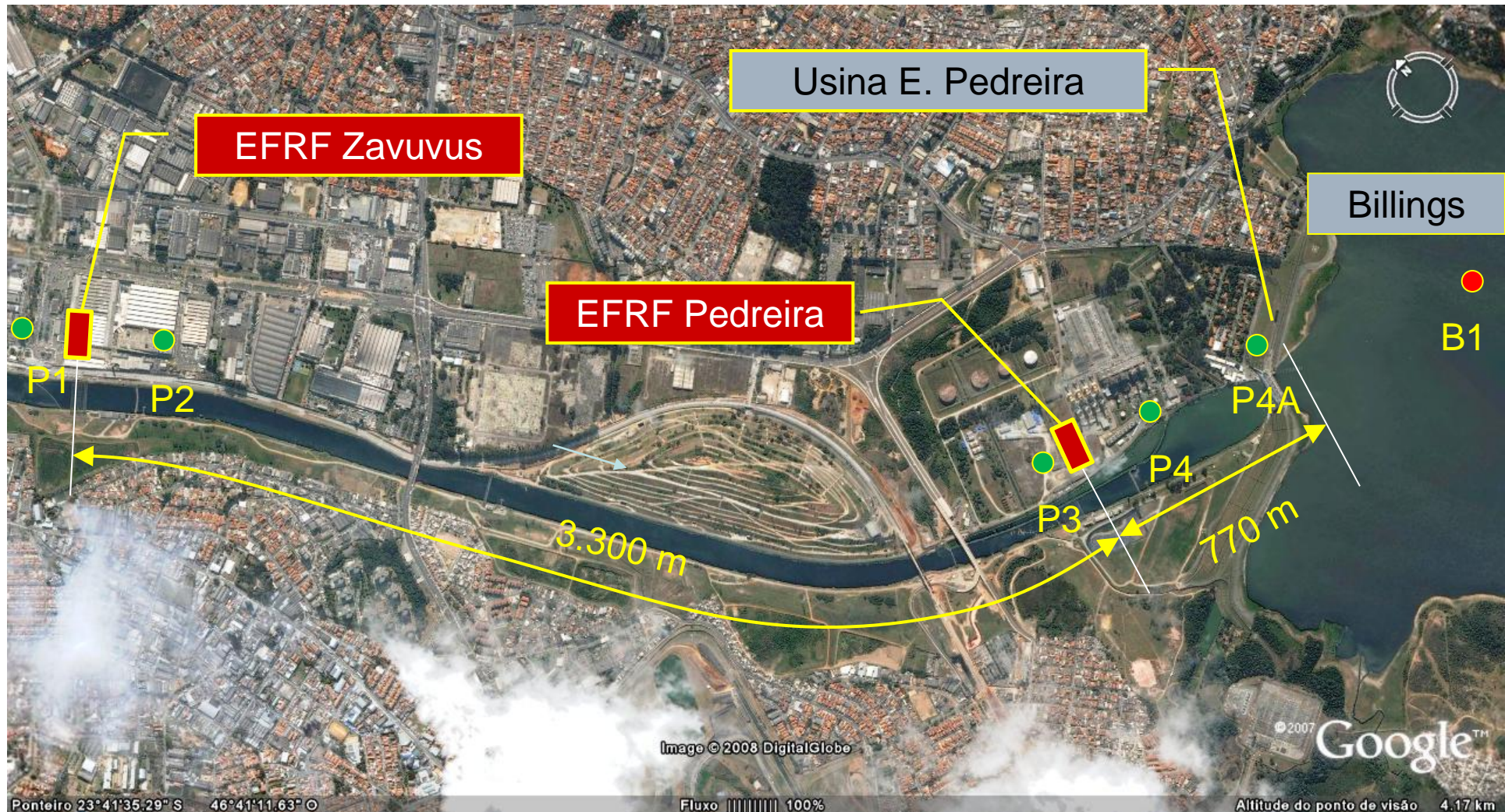
AUTORIZADO TESTE DE DUAS ESTAÇÕES DE FLOTAÇÃO NO CANAL DO RIO PINHEIROS (10M³/S): ZAVUVÚS E PEDREIRA.

**TESTE DE FLOTAÇÃO TEM INÍCIO EM 30 DE
AGOSTO DE 2007**

O PROJETO PILOTO – 10 M³/S



PONTOS DE AMOSTRAGEM NO RIO PINHEIROS



VISTA GERAL DA ESTAÇÃO PEDREIRA



VISTA GERAL DO BOTA-FORA



ACOMPANHAMENTO DO TESTE PILOTO

**PLANO DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA NOS
RIOS TIETÊ E PINHEIROS E NOS
RESERVATÓRIOS BILLINGS E
GUARAPIRANGA**

ACOMPANHAMENTO DOS TESTES

**FORAM MONITORADOS CERCA DE 180 PARÂMETROS,
SENDO REALIZADAS MAIS DE 200.000 ANÁLISES**

**ALÉM DO ACOMPANHAMENTO DE 6 PARÂMETROS EM
ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO CONTÍNUO**

VISTA DE BOIA COM MEDIDORES AUTOMÁTICOS



SISTEMA DE INJEÇÃO DE AR



LIXO ACUMULADO NO FINAL DE UM DIA



CAPTAÇÃO DE ÁGUA NA BILLINGS PARA REVERSÃO AO GUARAPIRANGA



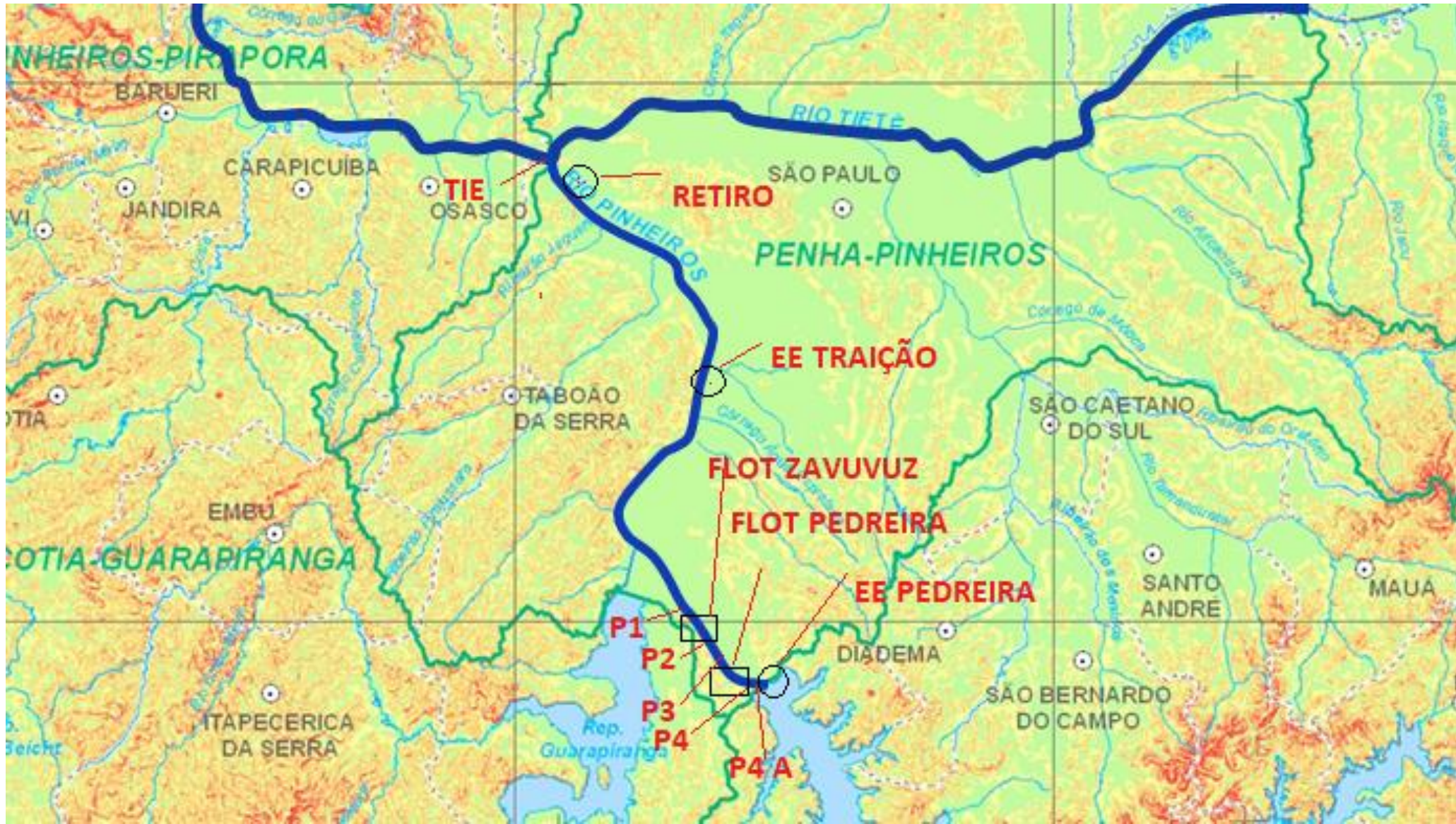
ÁGUA BRUTA E TRATADA



PONTOS DE COLETA

- **TIE: RIO TIETÊ, PROXIMO FOZ PINHEIROS**
 - **P1: MONTANTE⁽¹⁾ ESTAÇÃO ZAVUVÚZ**
 - **P2: JUSANTE ESTAÇÃO ZAVUVÚZ**
 - **P3: MONTANTE ESTAÇÃO PEDREIRA**
 - **P4: JUSANTE ESTAÇÃO PEDREIRA**
 - **P4A: GRADES E.E. PEDREIRA**
-
- **(1) CONSIDERANDO O FLUXO DO TIETE PARA PEDREIRA**

PONTOS DE COLETA



PARÂMETROS ESTUDADOS (180)

- OPERACIONAIS

- COR, pH, FERRO, OXIGÊNIO DISSOLVIDO, TURBIDEZ

- INDICADORES DE POLUIÇÃO

- DBO, DQO, FÓSFORO TOTAL, N-NH₃

FREQÜÊNCIA DE AMOSTRAGEM, COLETA DAS AMOSTRAS E METODOLOGIA ANALÍTICA

- **ESPECIFICADO NO ACORDO JUDICIAL**
- **CONSÓRCIO DOS LABORATÓRIOS AMBIENTAL
E ECOLABOR**
- **STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF
WATER AND WASTEWATER, 21 EDITION**

PERÍODO DE OBSERVAÇÃO E SELEÇÃO DOS DADOS

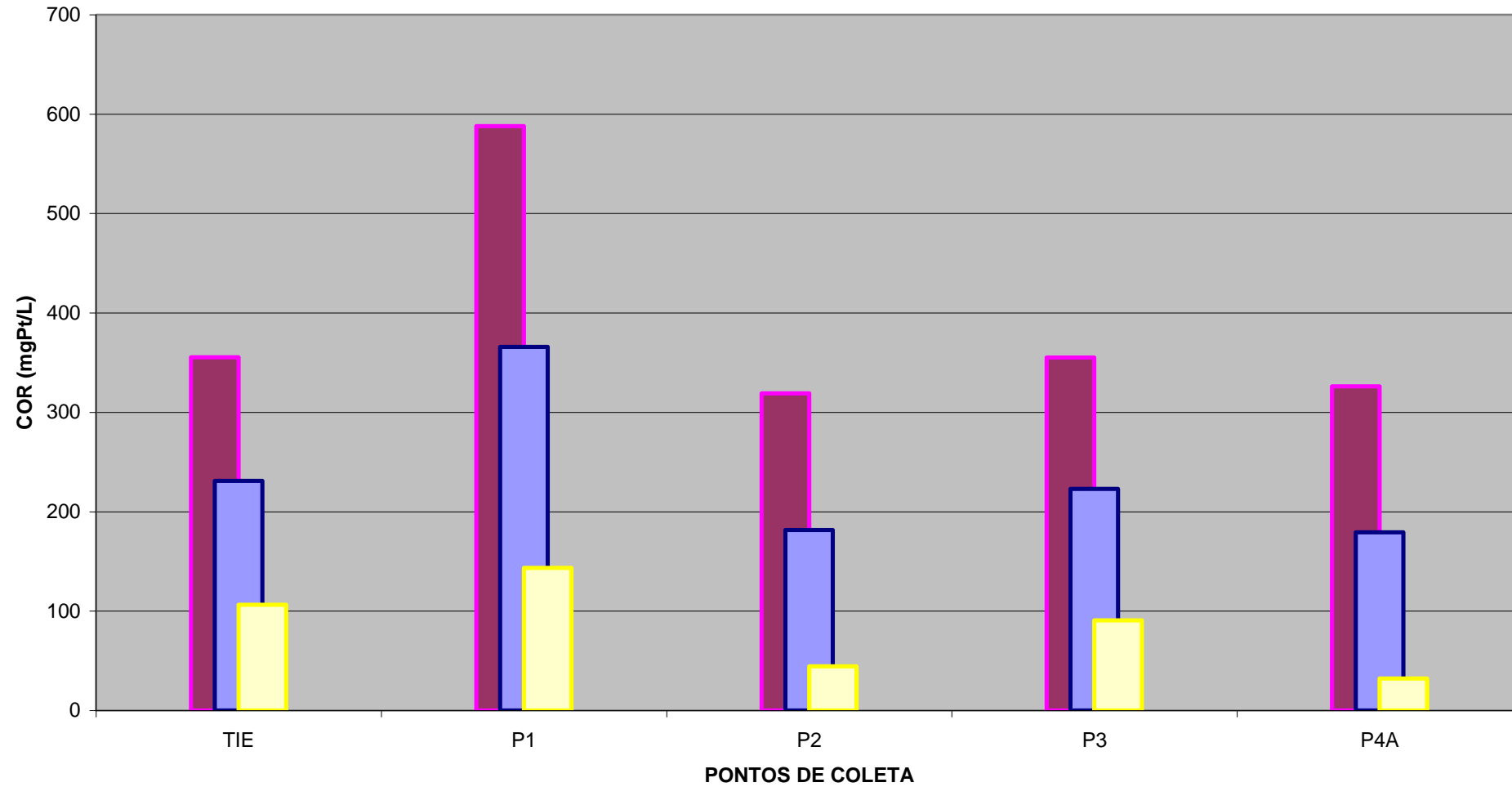
- **22 AGOSTO 2007 A 09 ABRIL 2008**
- **DIAS EM QUE AS ESTAÇÕES OPERARAM
PELO MENOS EM 50% DO TEMPO**

METODOLOGIA ESTATÍSTICA UTILIZADA

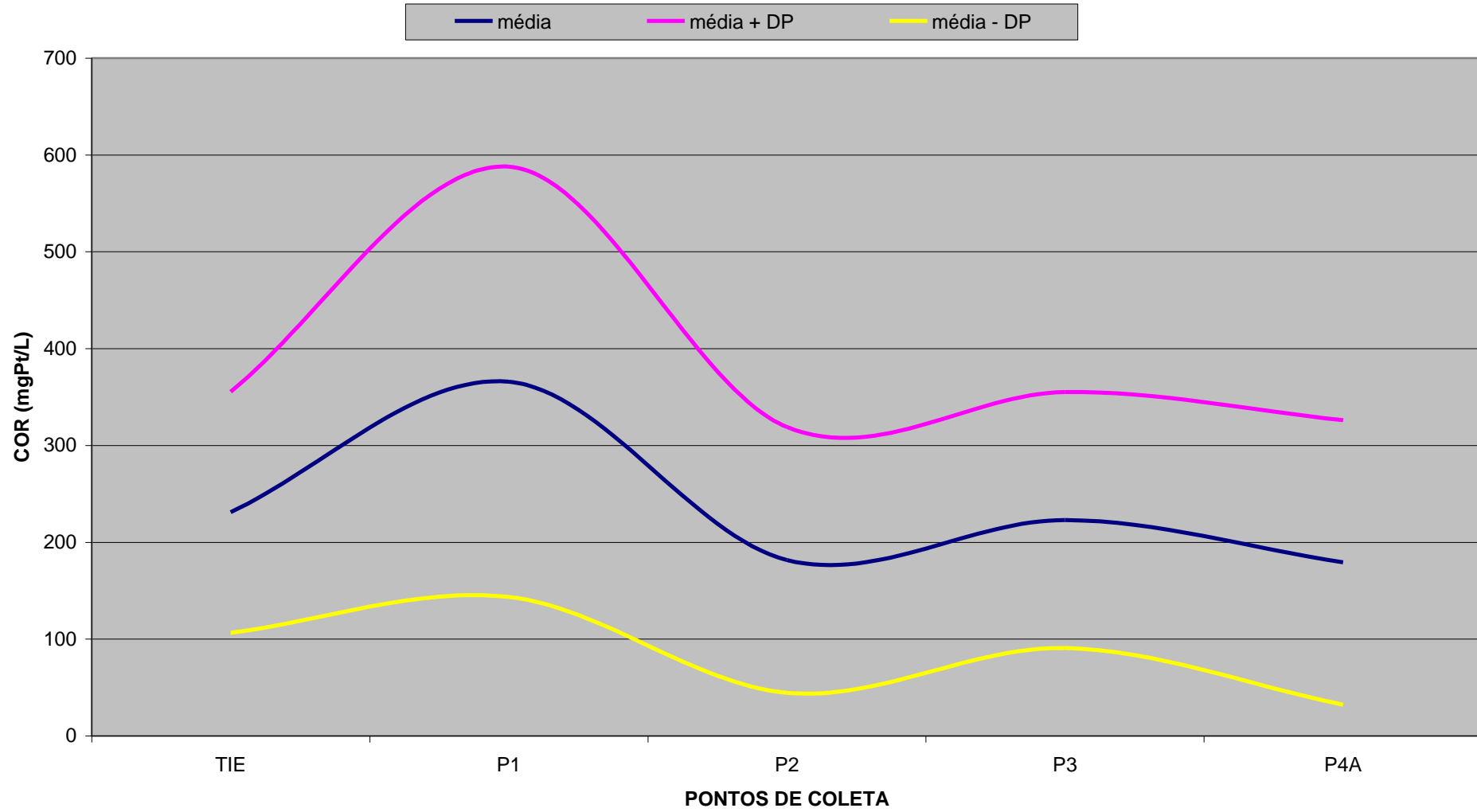
- **APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA**
- **TESTE “t” PARA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS**
- **GRÁFICO COM MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO**

Avaliação de desempenho das Estações de Flotação
Variação da COR (médias)

■ média + DP ■ média ■ média - DP



Avaliação de desempenho das Estações de Flotação
Variação da COR (médias)



	EFICIÊNCIA MÉDIA DE REMOÇÃO (%)				
	P1/P2	P3/P4	P3/P4A⁽¹⁾	P1/P4	P1/P4A
COR	50,35	SD⁽²⁾	19,57	SD	51,01
pH	—⁽³⁾	—	—	—	—
FERRO	-133,92⁽⁴⁾	SD	3,75	SD	-83,03
OD	-48,61	-12,50	NC⁽⁵⁾	-43,75	NC
TURBIDEZ	46,73	29,74	NC	54,80	NC
DBO	38,02	SD	33,76	SD	60,71
DQO	38,14	29,63	NC	56,50	NC
P TOTAL	68,91	SD	79,28	SD	92,70
N-NH3	1,67	-3,70	NC	1,63	NC

QUANTO AOS RESULTADOS LABORATORIAIS

- **REDUÇÃO DO TEOR DE FÓSFORO → (CIANOBACTÉRIAS). VALOR REMANESCENTE SUPERIOR AO MÁXIMO DE REFERÊNCIA (0,02 mg/L)**
- **REMOÇÃO N-H₃ NULA**
- **DESCONTROLE COAGULAÇÃO (ALTOS COEF. DE VARIAÇÃO EM P2 (126%) E P4A (119%))**
- **COR, TURBIDEZ, DBO E DQO: REMOÇÃO EM TORNO DE 50%**

**TESTES REALIZADOS PELA SECRETARIA DE MEIO
AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO 2013 - 2014**



CARACTERÍSTICAS DOS CANAIS

- **COMPRIMENTO: 30M**
- **LARGURA: 1.0 M**
- **PROF: 0,60 M**
- **NÚMERO DE CANAIS: 06**
- **VAZÃO TESTADA: 104 L/H**

TECNOLOGIAS TESTADAS

- **ELETROCOAGULAÇÃO**
- **BIOLÓGICO (BACTÉRIAS E FUNGOS)**
- **BIOLÓGICO (BACTÉRIAS)**
- **FLOTAÇÃO**
- **BIOLÓGICO (ENZIMAS E SURFACTANTES)**
- **OXIDAÇÃO**

RESULTADOS

Tecnologia	Oxigênio Dissolvido na Água <i>Indica condição para vida aquática</i>	Sulfeto <i>Indica potencial de emissão de odores desagradáveis</i>	Surfactante <i>Indica possibilidade de formação de espuma</i>	Sólidos Suspensos <i>Indica possibilidade de assoreamento</i>	Fósforo e Nitrogênio <i>Indica nutrientes que provocam crescimento de algas</i>	Geração de Lodo
Eletrocoagulação	Aumento em 100% das amostras	Redução de 100%	Redução de 72%	Aumento	Redução de 95% de fósforo e 30% de nitrogênio amoniacal	Sim
Biológico (bactéria e fungo)	Aumento em 34% das amostras	Redução de 100%	Redução de 80%	Sem alteração	Redução de 60% de fósforo	Não
Biológico (bactéria)	Aumento em 42% das amostras	Redução de 100%	Redução de 82%	Redução de 51%	Redução de 32% de fósforo e 30% de nitrogênio amoniacal	Não
Flotação	Aumento em 100% das amostras	Redução de 100%	Redução de 90%	Redução de 71,5% na flotação com ar ambiente e redução de 73,6% com a aplicação de O ₂	Redução de 92% de fósforo e 50% de nitrogênio amoniacal	Sim
Biológico (enzimas e surfactantes)	Aumento em 100% das amostras	Redução de 95%	Redução de 69%	Redução de 71%	Redução de 58% de nitrogênio amoniacal	Não
Oxidação	Aumento em 66% das amostras	Redução de 100%	Sem informações	Sem alteração	Redução de 30% de nitrogênio amoniacal	Não

TESTE MAIS RECENTE: ABRIL 2017

APLICAÇÃO DE NANOBOLHAS DE AR

1- ÁGUA: RIO PINHEIROS

**2- PONTO DE CAPTAÇÃO: RIO PINHEIROS,
ENTRE EE TRAIÇÃO E EE PEDREIRA,
IMEDIATAMENTE APÓS EE TRAIÇÃO**

3- REATOR: CANAL DE TESTE DA EMAE

**4- EQUIPAMENTO: GERADOR PILOTO DE
NANOBOLHAS DE AR (10 e-6 mm)**

**5- DATA E DURAÇÃO DO EXPERIMENTO (25/04/17
A 26/04/17)**



quinta, 27 de abril de 2017 08:33:20

São Paulo

Teste EMAE após 72 horas. amostra tratada.



quinta, 27 de abril de 2017 08:32:52

São Paulo

Teste EMAE após 72 horas. amostra sem tratamento

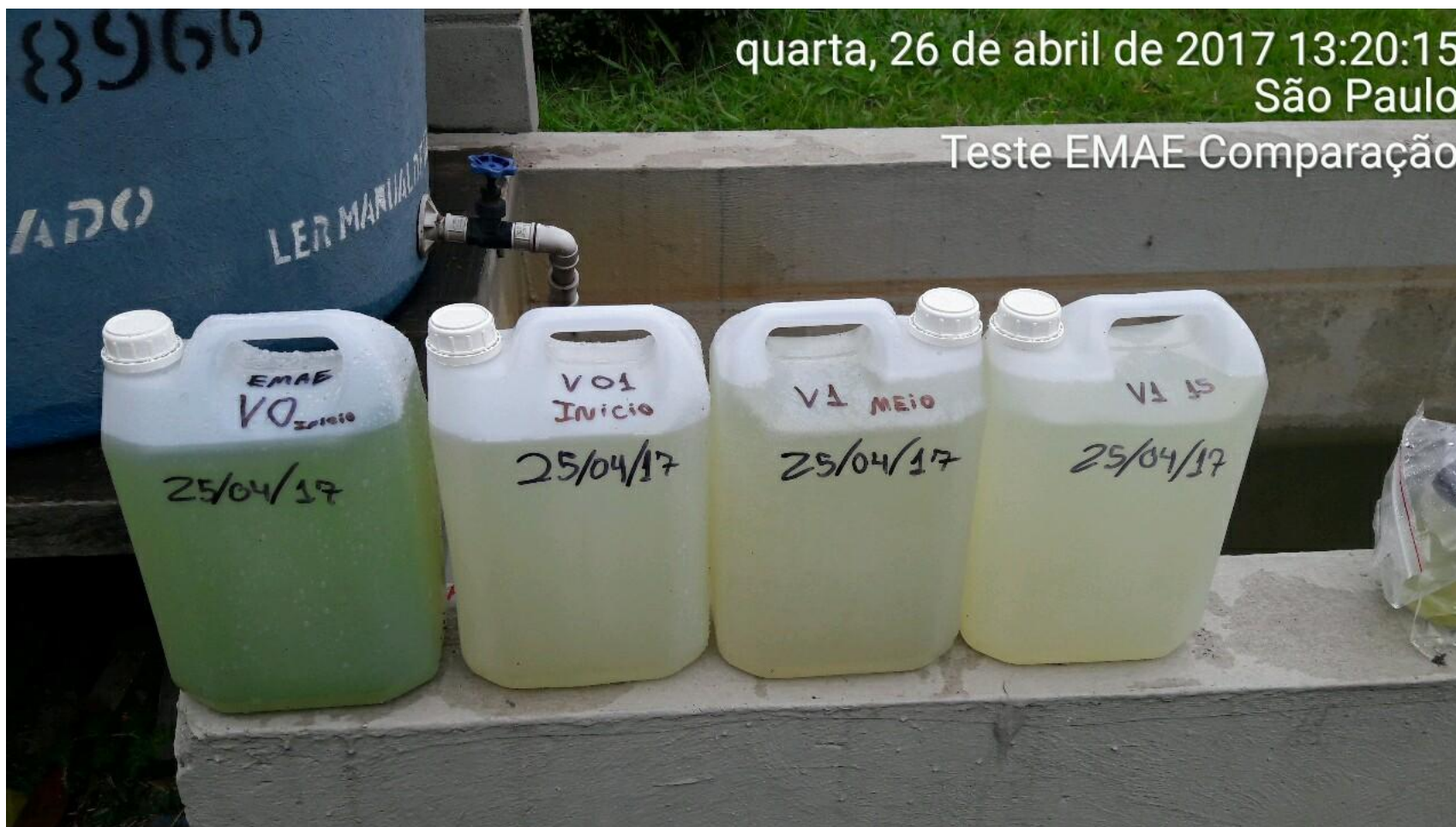
RESULTADOS VISUAIS E ANALÍTICOS



quarta, 26 de abril de 2017 13:20:15

São Paulo

Teste EMAE Comparação



	BRUTA	TRATADA
pH	10,58	13,05
POR mV	-205,8	29,8
OD mg/L	0,05	14,58
SULFETOS mg/L	0,567	0
COT mg/L	18	20
SURFACTANTES mg/L	0,33	0,16
COND EL mS/cm	462	547
ST DISSOLV mg/L	192	194
N AMONIACAL mg/L	2,4	1,5
DBO mg/L	35	0
FÓSFORO mg/L	1,2	1,1

CONCLUSÕES

ANALÍTICAS

- **ATENDIMENTO PARÂMETROS DE LANÇAMENTO: TODOS, EXCESSÃO FEITA AO pH (FACILMENTE AJUSTAVEL)**
- **ATENDIMENTO CLASSE 4: TODOS, EXCESSÃO FEITA A pH E N-AMON**
- **ATENDIMENTO CLASSE 2: TODOS EXCESSÃO FEITA A pH, N-AMON E FÓSFORO**

ORGANOLEPTICAS

- **ELIMINAÇÃO DE ODOR**
- **COR E TURBIDEZ**
- **AUSÊNCIA DE LODO**
- **ENRIQUECIMENTO DO MEIO EM**
O₂

GERAIS

- ESTABILIDADE DA OXIGENAÇÃO NO MEIO
- NÃO UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS
- BAIXO CONSUMO ENERGÉTICO
- SISTEMA MODULÁVEL
- ÁGUA TRATADA CONTINUA REATIVA POR LONGO PERÍODO:
RECUPERAÇÃO DO CORPO RECEPTOR
- PEQUENA INFRAESTRUTURA

CONTINUAÇÃO DO TESTE

- **APLICAÇÃO EM UM CONTRIBUINTE DO RIO PINHEIROS**

O COMPLEXO TIETÊ/ PINHEIROS/ BILLINGS/ GUARAPIRANGA

VI- POTENCIAL DE USO –DESAFIOS A SEREM VENCIDOS

POTENCIAL DE USO: ENERGIA, ABASTECIMENTO PÚBLICO, PESCA, TRANSPORTE, RECREAÇÃO E ESPORTE, PAISAGISMO

DESAFIOS: OCUPAÇÃO IRREGULAR DA BACIA
COLETA E DISPOSIÇÃO FINAL DE ESGOTO
COLETA E DISPOSIÇÃO FINAL DE LIXO (ESCOAMENTO SUPERFICIAL)
VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA DO PROJETO

PROPOSTA PARA O IE: CENTRALIZAR AS PROPOSTAS EMANADAS DA COMUNIDADE TÉCNICA, CIENTÍFICA E ACADÊMICA

À meus filhos

**quando o sol se cansar
quando tudo isso passar
quando a água voltar
quando enfim a ciência
vencer a incompetência,
quero nos olhos de meus filhos olhar
e pedir desculpas pelo que
nossa geração foi capaz de deixar**

Pedro Mancuso

PROF. DR. PEDRO MANCUSO

**FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO**

**CENTRO APOIO À FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA/USP –
CEAP/FSP/USP**

CENTRO DE REFERÊNCIA EM SEGURANÇA DA ÁGUA –CERSA

mancuso@usp.br