



**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**PUBLICADA NO DOE DE 18-03-2014 SEÇÃO I PÁG 39-42**

**RESOLUÇÃO SMA Nº 21, DE 17 DE MARÇO DE 2014**

*Divulga o Relatório elaborado pelo Grupo de Trabalho, constituído pela Resolução SMA nº 04, de 17 de janeiro de 2013.*

O SECRETÁRIO DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, no uso de suas atribuições legais, e

Considerando a Resolução SMA nº 04, de 17 de janeiro de 2013,

**RESOLVE:**

**Artigo 1º** - Divulgar, na forma do Anexo a esta Resolução, o Relatório elaborado pelo Grupo de Trabalho, constituído pela Resolução SMA nº 04, de 17 de janeiro de 2013, para selecionar propostas e implementar, por meio de teste em escala piloto, projetos de despoluição do Rio Pinheiros.

**Parágrafo único** - O Relatório a que alude o “caput” deste artigo deve ser encaminhado à Coordenação do Comitê Executivo, instituído pelo Decreto nº 59.093, de 15 de abril de 2013.

**Artigo 2º** - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

(Processo SMA nº 548/2013)

**BRUNO COVAS**  
Secretário de Estado do Meio Ambiente



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

### ANEXO

#### I - INTRODUÇÃO

O Canal Pinheiros apresenta circunstâncias específicas de escala, vazão e regime de drenagem que justificam que, paralelamente a todos os investimentos e ações do Governo do Estado de São Paulo ao longo dos últimos anos para que se reduza o aporte de poluentes urbanos e industriais, se faça amplo cotejo de alternativas tecnológicas para o enfrentamento da poluição difusa e remanescente visando à contínua recuperação da qualidade de suas águas.

Com base nessas premissas, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente avaliou a necessidade de aprofundar estudos para identificação de tecnologias que fossem capazes de efetuar o tratamento das águas no próprio Canal Pinheiros e que fossem passíveis de serem testadas em escala piloto. A edição da Resolução SMA nº 04, de 17 de janeiro de 2013, consolida essa preocupação e institui o Grupo de Trabalho (GT) para seleção de propostas dessas tecnologias.

O Grupo de Trabalho, coordenado pelo Secretário Adjunto do Meio Ambiente, é formado por profissionais da Assessoria Técnica de Gabinete da SMA, onde está o Secretário Executivo do GT, da CPLA/SMA, das Diretorias de Avaliação de Impacto Ambiental (I), de Controle e Licenciamento Ambiental (C) e de Engenharia e Qualidade Ambiental (E) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, da Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A - EMAE, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, do Centro de Apoio à Faculdade de Saúde Pública - CEAP/FSPUSP, e da Associação Águas Claras do Rio Pinheiros. Os profissionais indicados por suas respectivas instituições para compor o Grupo de Trabalho foram os seguintes:

Rubens Naman Rizek Junior - SMA - Coordenador.  
Marcos Antonio Veiga de Campos - SMA - Secretário Executivo.  
Zuleica Maria Lisboa Perez - SMA/CPLA - Membro Titular.  
Maria Silvia Romitelli - CETESB/DIRETORIA I - Membro Titular.  
José Eduardo Bevilacqua - CETESB/DIRETORIA I - Membro Suplente  
Nelson Menegon Junior - CETESB/DIRETORIA E - Membro Titular.  
Maria Inês Zanolli Sato - CETESB/DIRETORIA E - Membro Suplente.  
Eduardo Mazzolenis de Oliveira - CETESB/DIRETORIA C - Membro Titular.  
Cristiano Kenji Iwai - CETESB/DIRETORIA C - Membro Suplente.  
Genivaldo Maximiliano de Aguiar - EMAE - Membro Titular.  
Carlos Eduardo Epaminondas França - EMAE - Membro Titular.  
Paulo Cesar Accioli Nobre - SABESP - Membro Titular.  
Antonio Cesar da Costa e Silva - SABESP - Membro Titular.  
Pedro Caetano Sanches Mancuso - FSP/CEAP - Membro Titular.  
Stela Goldenstein - ASSOCIAÇÃO ÁGUAS CLARAS DO RIO PINHEIROS - Membro Titular.  
Wolney Castilho Alves - IPT - Membro Convidado.

Após duas reuniões técnicas o GT elaborou o Comunicado SMA, de 18 de março de 2013, publicado no Diário Oficial do Estado, de 19 de março de 2013, que estabeleceu



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

as diretrizes e condicionantes que empresas deveriam atender para apresentarem suas propostas de tecnologias para serem testadas, em escalas pilotos, em um canal existente, de propriedade da Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A - EMAE que, em escala reduzida, simula o Canal Pinheiros Superior. Tal canal experimental estava localizado na margem esquerda do Canal Pinheiros, junto da Usina Elevatória de Traição. Seguindo a proporcionalidade do Canal Pinheiros Superior, este possuía 50 m de extensão por 1 m de profundidade.

Considerando que 21 empresas credenciaram-se a realizar os testes, o GT concluiu que o período de execução seria muito longo, implicando em uma duração do projeto não esperada, nem desejável. Iniciou-se, no âmbito do GT, um debate relativo ao aumento do número de canais experimentais. Um estudo realizado pelo IPT, integrante do GT, demonstrou que na redução do comprimento do canal para 30 m, mantidas largura e profundidade, seria mantida a simulação com o Canal Pinheiros Superior. Assim é que o grupo concluiu pela implantação de seis canais com 30 m de comprimento cada um. O canal existente de 50 m foi seccionado, formando um canal de 30 m. O restante foi alongado até atingir 30 metros. Mais um canal de 30 m, nesse mesmo alinhamento, foi construído. Paralelos a esses três, e no sentido da Marginal do Pinheiros, foram construído mais três canais, totalizando os seis canais preconizados. A Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A - EMAE ficou encarregada da execução da obra.

A obra foi executada em uma área já consolidada, antropizada, com existência, em alguns pequenos trechos, de grama rasteira plantada e mantida pela Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A - EMAE.

A documentação fotográfica a seguir melhor esclarece a situação:



**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 1**

Vista do canal existente, seccionado nos primeiros 30m. Constata-se a antropização da área, existência de grama rasteira e de uma rua de serviços não pavimentada. Ao fundo a Estação Elevatória da Traição.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 2**

À esquerda da imagem: prolongamento do segundo trecho do canal existente e construção de um novo canal. À direita da imagem: construção de dois novos canais. Ao fundo subestação e um galpão de serviços. No canto superior direito, trecho da rua de serviços não pavimentada.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 3**

Poço de visita, ligado à rede pública coletora de esgotos, por onde serão lançados os efluentes tratados dos canais. Ao fundo, galpão de serviços e a Elevatória da Traição.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 4**

Escavação para implantação de novo canal. Verifica-se a área antropizada e, inclusive, esse novo canal avançando sobre um trecho da rua de serviços não pavimentada.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 5**

Imagem das duas fileiras de canais sendo construídas. Ao centro canal de drenagem existente.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 6**

Imagem das duas fileiras de canais em construção. Ao centro canal de drenagem existente.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 7**

Prolongamento do canal existente. Ao lado, à direita, onde será implantado um dos canais da fileira paralela ao canal existente.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 8**

Vista aérea dos canais experimentais concluídos.





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 9**

Canais experimentais concluídos





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 10**

Canais experimentais concluídos. No detalhe o vertedouro de saída





**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

**FOTO 11**

Instalação da proteção da bomba de captação de água bruta





## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

As intervenções para modificação e ampliação dos canais para testes de tecnologias para tratamento das águas do Canal Pinheiros não implicaram em novos impactos para a área que já se apresenta completamente modificada, desde a Década de 40, época de construção da Elevatória da Traição, por diversas ações humanas e desprovida de qualquer atributo natural.

Há que se considerar ainda que os canais serão utilizados para pesquisas tecnológicas de interesse de toda a sociedade, onde serão testadas alternativas <sup>1</sup>eficazes e economicamente viáveis para recuperação de um curso de águas de extrema importância para a vida da cidade de São Paulo.

### **II - EMPRESAS QUE ATENDERAM O COMUNICADO SMA, DE 18 DE MARÇO DE 2013.**

Conforme já destacado anteriormente, o GT elaborou o Comunicado SMA por meio do qual foi aberto prazo e estabelecidas as condicionantes para que empresas interessadas apresentassem suas propostas de tecnologias para tratamento das águas do Canal Pinheiros, com vistas a atender os padrões de qualidade da Classe 4, da Resolução CONAMA 357/2005 <sup>1</sup>. Cumpre destacar, entre várias condicionantes, a de que os resultados dos testes não representarão qualquer compromisso presente ou futuro de contratação de proponente pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ou pelo Governo do Estado de São Paulo, e ainda que as participações no projeto serão de natureza absolutamente voluntária, pelas quais não haverá qualquer forma de remuneração.

O prazo estabelecido, em tal Comunicado, para que as propostas fossem entregues no Protocolo da SMA foi de até às 17h00 do dia 19 de abril de 2013. Foram recebidos 24 (vinte e quatro) envelopes fechados que, quando abertos, identificaram as seguintes empresas:

1. AMBIENTAL PETROCLEAN LTDA. Belo Horizonte/MG
2. BACSOL INDÚSTRIA DE INSUMOS AGROPECUÁRIOS LTDA. – Barueri/SP
3. BAUER AMBIENTAL SERVIÇOS E TECNOLOGIAS. – Curitiba/PR
4. BERACA SABARÁ QUÍMICOS E INGREDIENTES S.A. – São Paulo/SP
5. BIO-AMBIENTAL SISTEMAS DE SANEAMENTO LTDA. – Goiânia/ GO

<sup>1</sup> Resolução CONAMA 357/2005 – ART. 17 – As águas doce de Classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

- I. materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II. odor e aspecto: não objetáveis;
- III. óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV. substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V. fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C6H5OH;
- VI. OD, superior a 2,0 mg/L O2 em qualquer amostra; e,
- VII. pH: 6,0 a 9,0



**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**  
**GABINETE DO SECRETÁRIO**

6. BRASWORLD ENG. COM. LTDA. – Barueri/SP
7. BUENO NETTO. – São Paulo/SP
8. CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A. – Rio de Janeiro/ RJ
9. CONSLADEL CONSTRUTORA, LAÇOS DETEDORES E ELETRÔNICA LTDA. E SUPERBAC PROTEÇÃO AMBIENTAL S.A.
10. DT ENGENHARIA DE EMPREENDIMENTOS LTDA. – Barueri/SP
11. ECCOWATER CONTAMINATION CONTROL SYSTEMS. – São Paulo/SP
12. ECOBASE SERVIÇOS AMBIENTAIS. – São Paulo/SP
13. ENGEFORM CONTRUÇÕES E COMÉRCIO LTDA. – São Paulo/SP
14. EVONIK DEGUSSA BRASIL LTDA E TANAC S.A. – São Paulo/SP
15. FLUMIXIM INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS PARA SANEAMENTO LTDA. – Rio Grande/RS
16. GEASANEVITA ENGENHARIA LTDA E SOLVI ENGENHARIA DE TECNOLOGIA. – São Paulo/SP
17. LEVOR AMBIENTAL LTDA. – Ubatuba/ SP
18. LOGITRADE SERVIÇOS E COMÉRCIO EXTERIOR LTDA. – Rio de Janeiro/RJ
19. MILLENNIUN TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA. – Porto Alegre/ RS
20. NOVA AMBI GRUPO AMBIENTAL. – São Paulo/ SP
21. PHYTORESTORE BRASIL JARDINS FILTRANTES. – Campinas/SP
22. RINEN INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PRODUTOS QUÍMICOS. – Saltinho/SP
23. USPEROXIDE/TROJAN. – Jundiaí/SP
24. VWS BRASIL LTDA. – São Paulo/SP

De pronto o GT decidiu pela desclassificação das empresas Bacsol Indústria de Insumos Agropecuários Ltda., Bueno Netto e Concremart Engenharia e Tecnologia SA. A primeira por entregar a proposta fora do prazo estabelecido, a segunda por ter manifestado não interesse em participar dos testes e a terceira por não atender os requisitos dos testes.

As 21 (vinte e uma) empresas restantes foram comunicadas de que foram pré-selecionadas e orientadas no sentido de encaminharem seus cronogramas completos



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

de todos os testes e seus planos de monitoramento, consoante com o estabelecido no Comunicado SMA.

### III - AMPLIAÇÃO DA QUANTIDADE DE CANAIS PARA TESTES

Em face do levado número de empresas, o GT decidiu aumentar a oferta de canais para testes de sorte a acelerar o andamento do projeto, consoante já destacado anteriormente. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT estudou o assunto e elaborou um relatório técnico onde aponta que um canal de 30 (trinta) metros de comprimento, com largura livre de 1,0 (um) metro, profundidade total de 0,6 metros e vazão projetada de 104,0 L/hora, guarda relação com um canal de 50 (cinquenta) metros e as demais dimensões e vazão idênticas e mantém a proporcionalidade com o Canal Pinheiros Superior.

Em razão dessas alterações estruturais houve necessidade das seguintes modificações no Anexo II - Plano de Monitoramento, constante do Comunicado SMA:

1. Pontos a serem monitorados - reduziu-se de 11 (onze) pontos para 7 (sete) pontos de cinco em cinco metros ao longo do canal, incluindo a entrada.
2. Frequência - alterou-se de coletas quatro vezes ao dia para três vezes ao dia às 06h00, 14h00 e 22h00, durante o período mínimo de 15 (quinze) dias.
3. Parâmetros básicos - sem alteração
4. Parâmetros complementares – alterou-se o ponto de coleta mediano para 15 metros e nos horários de 06h00 e 22h00.
5. Nível de assoreamento – sem alteração.

Todos os proponentes foram cientificados dessas alterações e com elas concordaram.

As obras relativas aos 6 (seis) canais foram executadas pela EMAE.

### IV - EMPRESAS QUE PERMANECERAM NO PROJETO.

Após diversos contatos e reuniões de esclarecimentos, apenas 6 (seis) empresas permaneceram no projeto. Os argumentos que levaram às desistências das demais foram vários, destacando-se: custos operacionais elevados, não registro de material biotecnológico no IBAMA, indisponibilidade nas datas previstas.

As empresas que efetivamente participaram dos testes foram as seguintes:

1. BAUER AMBIENTAL SERVIÇOS & TECNOLOGIAS. – Curitiba/PR
2. BERACA SABARÁ QUÍMICOS E INGREDIENTES S.A. – São Paulo/SP
3. CONSLADEL CONSTRUTORA, LAÇOS DETEDORES E ELETRÔNICA LTDA. E SUPERBAC PROTEÇÃO AMBIENTAL S.A.
4. DT ENGENHARIA DE EMPREENDIMENTOS LTDA. – Barueri/SP



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

5. ENGEFORM CONTRUÇÕES E COMÉRCIO LTDA. – São Paulo/SP
6. EVONIK DEGUSSA BRASIL LTDA – São Paulo/SP

Alguns problemas de comunicação com a empresa Bauer Ambiental Serviços e Tecnologias indicaram possibilidades de desistência dessa empresa, fato que gerou a decisão de início dos testes simultaneamente para as demais empresas. Os problemas de comunicação com a Bauer foram solucionados posteriormente e a empresa participou dos testes em uma segunda etapa, conforme será mostrado ao longo deste relatório.

### **V - INÍCIO DOS TESTES**

Os testes tiveram inícios simultâneos, pelas cinco empresas dessa primeira fase, em 21 de outubro de 2013. A vazão projetada para o teste, para todos os canais, foi de 104,0 L/h e a alimentação foi realizada com captação, por meio de bomba submersa operada pela EMAE, da água bruta do Canal Pinheiros. Na entrada de cada canal foi instalada uma caixa de fibra de vidro com capacidade de 0,320 m<sup>3</sup> para recepção, equalização e controle de vazão. Cada canal possui 30 metros de comprimento, 1 metro de largura e 0,60 metro de altura total. Um dos canais foi operado pela CETESB exclusivamente para registro da qualidade da água bruta.

O Plano de Amostragem exigia a coleta e a análise em sete pontos, de cinco em cinco metros ao longo do canal piloto, incluindo a entrada. As coletas deveriam ser realizadas três vezes ao dia – 06h00, 14h00 e 22h00 – para determinação dos seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura, Condutividade e Turbidez. Adicionalmente eram exigidas também a coleta e análise, em três pontos do canal – entrada, 15 metros e saída - duas vezes ao dia – 06h00 e 22h00 – e determinações dos seguintes parâmetros: Fósforo, Carbono Orgânico Total, Serie Nitrogenada, *E.coli*, Série de Resíduos, Sólidos Sedimentáveis, Surfactantes, Sulfeto e Toxicidade (Microtox®). O período de amostragem não poderia ser inferior a 15 dias.

A seguir serão comentadas, individualmente, a campanha de amostragens realizada pela CETESB em um dos canais experimentais e as tecnologias propostas e testadas por cada empresa. Os resultados e avaliações serão apresentados de forma sintética. Os boletins analíticos, relativo às determinações por laboratórios acreditados serão mantidos em arquivo e disponibilizados para consultas.

### **VI - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB**

Um dos canais de testes foi utilizado foi pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB como referência e avaliação da água bruta do Canal Pinheiros, uma vez que não houve aplicação de tecnologia alguma de tratamento, mas apenas amostragens automáticas e manuais.

O monitoramento automático foi iniciado em 21 de outubro de 2013 e encerrado em 21 de novembro de 2013. Foram realizadas medidas na entrada e na saída do canal experimental com o emprego de Sondas Multiparamétricas YSI, modelos 6920 e 6600, respectivamente. As medidas foram realizadas a cada 1 hora e as variáveis analisadas foram: pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade, potencial redox, temperatura (ar e



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

água) e turbidez (somente na saída). A metodologia empregada foi aquela descrita no POP SQ PR/LB/174, Versão 07.

O monitoramento manual teve início em 25 de outubro de 2013 e término em 21 de novembro de 2013. As amostragens foram semanais na entrada, meio e saída do canal experimental e as variáveis analisadas foram: condutividade, oxigênio dissolvido (OD), pH, temperatura (ar e água), fósforo total, série de nitrogênio (nitrito, nitro, amoniacal total e Kjeldahl total), série de sólidos (dissolvidos totais, fixos totais, sedimentáveis, voláteis totais), turbidez, sulfeto total, surfactantes, carbono orgânico total e testes de toxicidade aguda – *Vibrio fischeri* e *E.coli*. As metodologias empregadas constam dos respectivos boletins analíticos.

No tocante ao monitoramento automático, os resultados de condutividade não mostraram diferença importante entre a entrada e a saída do canal estando, na maior parte do tempo, em torno de 430  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Nos períodos de precipitação houve um decréscimo acentuado da condutividade, com valores próximos a 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , devido à diluição causada pela chuva. Ainda em períodos chuvosos foi observado aumento da turbidez, de 20 NTU para 80 NTU, indicando a contribuição de partículas.

Para os valores de OD e pH foi observada variação diária a partir de 26 de outubro de 2013, associada à proliferação de algas no canal experimental. O crescimento elevado de cianobactérias provocou o aparecimento de organismos associados, como o micro crustáceo *Moina micrura* – Cladocera, bem como a elevação do OD e pH no período diurno, em razão do processo fotossintético, e redução no período noturno, em razão da respiração, com valores de OD próximo de zero e pH menos alcalino. Em função da alteração dos perfis dessas variáveis, entre os dias 5 e 12 de novembro de 2013, a vazão do canal foi elevada cerca de 10 vezes, para valores próximos de 1000 L/h, o que ocasionou a interrupção da proliferação de algas e volta aos perfis originais de OD e pH. A partir de 16 de novembro de 2013, com o retorno para a vazão original, as algas voltaram a proliferar e os valores de OD voltaram a subir até o final do experimento.

Com relação ao monitoramento manual, os valores a condutividade, turbidez, OD e pH acompanharam as variações observadas no monitoramento automático.

Na série de sólidos, os sedimentáveis estiveram abaixo de 0,1 ml/L durante todo o experimento, os sólidos dissolvidos totais na faixa de 185 mg/L, os fixos totais na faixa de 155 mg/L e os voláteis totais na faixa de 115 mg/L.

Na série nitrogenada, as concentrações de nitrito estiveram abaixo de 0,20 mg/L e as de nitro praticamente todas abaixo de 0,10 mg/L. O nitrogênio amoniacal manteve-se em média torno de 9,0 mg/L, com concentração máxima de 18,5 mg/L determinada no dia 12 de novembro de 2013. A concentração média do nitrogênio Kjeldahl Total foi de aproximadamente 12,50 mg/L, com valor máximo 22,3 mg/L também obtido no dia 12 de novembro.

A presença de sulfeto não foi quantificada na maioria das amostras, apresentando concentrações inferiores a 1,0 mg/L.

A concentração média de surfactantes ficou em torno 1,40 mg/L, com valor máximo de 6,94 mg/L medido em 12 de novembro.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

O carbono orgânico total apresentou concentração média em torno de 25,00 mg/L, com valor máximo 39,5 mg/L obtido em 12 de novembro.

Foi identificada toxicidade aguda e contaminação microbiológica na maior parte das amostras.

Na comparação das concentrações médias de todos os parâmetros, avaliados no monitoramento manual, não foi observada variação significativa entre os dados de entrada, meio e saída nas diferentes campanhas de amostragem, embora tenha havido variação temporal em razão das alterações das condições pluviométricas.

### VII - EVONIK DEGUSSA BRASIL LTDA (E TANAC S.A.\*)

#### VII.1 - Descrição da Tecnologia Proposta

Processo físico-químico composto por três etapas na extensão do canal do sistema piloto, sendo:

- Etapa 1 - adição de coagulantes (cloreto férrico, coagulante vegetal) e floculante para remoção de materiais e ou substâncias poluentes, utilizando-se o processo de flotação por ar dissolvido e remoção do lodo flotado na superfície da água;
- Etapa2 - adição de peróxido de hidrogênio para aumento do oxigênio dissolvido e remoção de maus odores devido a sulfetos; e
- Etapa 3 - adição de coagulante (cloreto férrico e/ou coagulante vegetal) e floculante para remoção de materiais e ou substâncias poluentes, utilizando-se também o processo de flotação por ar dissolvido e remoção do lodo flotado na superfície da água.

Eventualmente, quando necessário, também seria adicionado um antiespumante na Etapa 1.

#### VII.2 - Realização do Teste

No período que antecedeu o teste, a empresa Tanac S/A\* declinou de sua participação e a empresa Evonik Degussa Brasil Ltda. manteve sua participação isolada. Tal situação e também, supostamente, por problemas com a empresa DT Engenharia de Empreendimentos Ltda., envolvendo registros de patentes de tecnologias, apenas a Etapa 2 da tecnologia proposta, qual seja aplicação de peróxido de hidrogênio, foi adotada.

Os testes para adequação da dosagem HYPROX® – peróxido de hidrogênio – marca EVONIK iniciaram-se dia 21/10/13 às 10h00. A coleta de amostras de água análises iniciou-se dia 28/10/13 às 06h00 e terminou no dia 11/11/13 às 22h00.

As medições para avaliação do nível de assoreamento foram realizadas nos dia 17/10, 28/10 e 11/11.

Iniciou-se a dosagem de peróxido de hidrogênio a 3,75 m da entrada do canal e ao final dos testes o ponto ótimo encontrado para dosagem do produto foi a 20 m da



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

entrada do canal, devido provavelmente à existência de movimentação da água do final para o início do canal.

Para monitoramento e análise dos dados durante o período de testes, a Evonik utilizou:

- medidor de oxigênio dissolvido DM-4P da Digimed;
- kit para análise de sulfetos (total solúvel) K-9510 (0-1 & 1-10 ppm) da CHEMets;
- varilhas analíticas Reflectoquant Peroxido (0,2 - 20 mg/L) com leitura no reflectômetro Rqflex Plus da Merck para análise de residual de peróxido de hidrogênio;
- densímetro digital portátil DMA 35 da Anton Paar para análise da concentração da solução de peróxido de hidrogênio.

Para dosagem de peróxido de hidrogênio, foi utilizada bomba dosadora modelo 120U/DV da Watson Marlow (Foto 14), vazão de dosagem de 0,002 a 170 ml/min, precisão de  $\pm 1\%$ .

As dosagens de peróxido de hidrogênio variaram muito ao longo do período testado. Nos primeiros dias dos ensaios a variação esteve na faixa de 27mg/L a 42 mg/L de peróxido de hidrogênio. Posteriormente essa variação passou para 51 mg/L a 75 mg/L de peróxido. Houve dias em que a variação atingiu concentrações entre 100 mg/L e 115 mg/L de peróxido, sendo esses os valores máximos dosados.

### VII.3 - Resultados e Comentários.

Os resultados analíticos foram apresentados em papel e em meio eletrônico (CD). Foram contratados os serviços da Bioagri Ambiental Ltda. , acreditado pelo INMETRO para as análises químicas, físicas e bacteriológicas em águas, relativas aos parâmetros exigidos e constantes do Comunicado SMA. Todavia, conforme informado pela Evonik e pela Bioagri, a acreditação do INMETRO para análises de toxicidade MICROTOX, embora requerida pela Bioagri Ambiental, ainda não foi finalizada, fato que contraria condicionante estabelecida no Comunicado SMA e, portanto, os resultados analíticos para tal parâmetro não serão considerados na avaliação dos resultados apresentados.

Causou estranheza o título colocado no relatório - Controle de Odores no Rio Pinheiros com HYPROX® - uma vez que o objetivo do teste era o enquadramento do corpo d'água na Classe 4 da Resolução CONAMA 357/05.

Da análise dos resultados apresentados, com vistas ao atendimento da Classe 4, verificou-se que as concentrações de saída de oxigênio dissolvido (OD) nem sempre estiveram acima de 2,0 mg/L, provavelmente em razão da inexistência de processo para redução de sólidos, levando à diminuição da eficiência do poder oxidante do peróxido de hidrogênio. A concentração do OD na entrada do canal manteve-se, de maneira geral,  $< 0,1$  mg/L. Na saída foi obtida a concentração mínima de 0,24 mg/L e a máxima de 17,20 mg/L. Esse valor máximo anômalo pode ser explicado pela intensa proliferação de algas que ocorreu no canal experimental durante certo período. Cumpre destacar que o proponente, a revelia da equipe técnica da SMA e EMAE que supervisionava os testes, aumentou a vazão do canal experimental para 1,0 m<sup>3</sup>/hora. Quando esse procedimento foi identificado, imediatamente foi instado a retornar a vazão original. Assim, o canal foi operado com vazão de 1,0 m<sup>3</sup>/h das 17h20 do dia 06/11/2013 até as 08h25 do dia 07/11/2013.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

No tocante aos demais parâmetros básicos, pH (a 25°C), Temperatura, Condutividade e Turbidez, a aplicação do peróxido não promoveu alterações nos valores de entrada e saída do canal experimental.

Em relação aos ensaios complementares, excetuando-se apenas as reduções das concentrações de sulfetos, surfactantes e *E.Coli* e de aproximadamente 30% nas concentrações de nitrogênio amoniacal, verificou-se que as concentrações dos demais parâmetros, a saber: Fósforo Total, Carbono Orgânico Total (COT), Série de Nitrogênio (Nitrato, Nitrito, Orgânico, Total Kjeldahl e Total), Série de Sólidos (Totais, Totais Fixos e Totais Voláteis) e Sólidos Sedimentáveis, não foram alteradas pela aplicação do peróxido de hidrogênio.

No que tange ao nível de assoreamento, os resultados apresentados apontaram para o não acúmulo significativo de sedimento durante o período dos testes.

#### **VII.4 - Conclusão.**

A tecnologia testada, ou seja, apenas aplicação controlada de peróxido de hidrogênio, nas condições em que os testes foram realizados, embora tenha promovido melhorias na qualidade das águas do Canal Pinheiros, não atendeu 100% do tempo, os padrões de qualidade para o parâmetro OD estabelecidos para a Classe 4 na Resolução CONAMA 357/2005. Das 45 determinações de OD no ponto de saída do canal de testes realizadas pela Bioagri Ambiental, 30 apresentaram concentrações superiores a 2,0 mg/L e em 15 amostras esses valores foram inferiores a 2,0 mg/L, representando 33,34% de não conformidade. Das 15 amostras com valores inferiores a 2,0 mg/L em 9 as concentrações de OD estiveram abaixo de 1,0 mg/L, na faixa de 0,24 mg/L a 0,77 mg/L, e em 6 acima de 1,0 mg/L, na faixa de 1,03 mg/L a 1,55 mg/L.

### **VIII - ENGEFORM CONSTRUÇÕES E COMÉRCIO LTDA.**

#### **VIII.1 - Descrição da Tecnologia Proposta.**

Processo biológico consistente da aplicação do produto biotecnológico denominado Accell 3, produto líquido, sem a presença de microrganismos viáveis, formulado a partir de uma combinação de proteínas de baixo peso molecular extraídas da levedura *Saccharomyces Cerevisiae* com adições de surfactantes e adjuvantes.

#### **VIII.2 - Realização do Teste**

Foi dosado continuamente no canal experimental 5,2 mL/min de uma solução de Accell 3, diluída em 1:1000, para que fosse atingida a concentração de 3,0 mg/L do produto ao longo do canal. Em dois pontos do canal – 3 metros e 13 metros – foi realizada aeração por meio de dois difusores tubulares de bolha fina de 60 mm de diâmetro e 600 mm de comprimento, com vazão máxima de 0,110 m<sup>3</sup>/min. Após 10 dias de aplicação do produto iniciou-se a campanha de monitoramento, consoante às diretrizes estabelecidas no Comunicado SMA. Assim, a fase de testes iniciou-se em 21/10/2013 e as amostragens em 31/10/2013. Ao final de 30 dias foi realizada a avaliação do nível de assoreamento do canal.

#### **VIII.3 - Resultados e Comentários**



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

Os resultados analíticos foram apresentados em meio eletrônico e comentados em relatório, este em papel e em meio eletrônico. Posteriormente foi enviada, por e-mail, uma planilha que sumariza todos os resultados analíticos. Para as análises físico, químicas e bacteriológicas foram contratados os serviços da Nova Ambi Serviços Analíticos Ltda. e para os ensaios de toxicidade a Acqua Consulting, ambas acreditadas pelo INMETRO para os ensaios citados.

Com relação aos parâmetros determinantes da Classe 4, os resultados analíticos indicam que a resposta do meio líquido à adição do Accell 3 é rápida, pois já no primeiro ponto de amostragem, localizada a 5,0 metros da entrada da água bruta, já era significativo o aumento das concentrações de OD. O aumento nas concentrações de OD foi considerável, pois para uma concentração média de entrada de 0,5 mg/L, obteve-se concentração média de saída da ordem de 4,3 mg/L. O menor valor de OD de saída foi registrado na amostra das 06h00 do dia 04/11/2013 e foi de 1,9 mg/L, sendo esse o único valor abaixo de 2,0 mg/L (CONAMA 357/05) durante o período de testes. A maior concentração de OD de saída foi de 7,8 mg/L, registrada na amostra do dia 18/11/2013 às 14h00.

Já quanto ao pH, o teste apresentou um resultado curioso e que não está comentado no relatório da empresa. Os resultados analíticos dos dias 31/10/2013, 04/11 a 08/11/2013, 11/11 e 12/11/2013 não apontam variação de pH ao longo do canal em todos os pontos amostrados. Contudo, a partir do dia 13/11/2013 até o final da campanha no dia 21/11/2013, verifica-se um aumento de pH ao longo de todo o canal, inclusive com sete ultrapassagens, no ponto de saída do canal, do valor estabelecido para Classe 4 da CONAMA 357/05. No dia 18/11 nas amostras das 14h00 e 22h00 os valores de pH de saída foram 9,15 e 9,32 respectivamente. Dia 19/11 às 14h00 foi 9,26. 20/11, 14h00 e 22h00, 9,18 e 9,28 respectivamente. 21/11, 14h00 e 22h00, 9,37 e 9,19 respectivamente. Os valores elevados de pH podem estar associados à floração de algas no canal e os maiores concentrações de OD alcançadas nesse período também reforçam essa possibilidade.

Os valores de condutividade apontaram uma redução não significativa, ou seja, praticamente não houve alterações.

A turbidez apresentou uma redução média de 70,7% nos primeiros 15 metros do canal e global de 72,6%. Esses dados possuem correlação com os valores de Sólidos Suspensos Totais (SST) que também apresentaram redução média de 70,9%. Para os Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) a redução média foi de 43,5%. Os valores de sólidos sedimentáveis praticamente não se alteraram ao longo do teste.

Para o Carbono Orgânico Total (COT) os resultados analíticos apontam para uma redução média de 54,7%.

Para Fósforo e *E.Coli* os resultados analíticos apontam para ausência de variação significativa ao longo do teste.

A concentração de sulfeto, embora tenha apresentado grande variação na entrada do canal, os resultados analíticos indicaram uma redução média da ordem de 95% na saída do canal de testes. Os surfactantes também apresentaram grande variação na concentração de entrada e a redução média promovida foi da ordem de 69%.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

As concentrações de nitrogênio amoniacal foram reduzidas na ordem de 58%, ocasionando um aumento das concentrações de nitritos e nitratos na saída do canal.

Os resultados analíticos relativos à toxicidade presentes nas águas do Canal Pinheiros apontam para uma redução ao longo do canal de testes.

Com relação ao nível de assoreamento, não foi observado acúmulo significativo de sedimentos ao longo do canal de testes.

### **VIII.4 - Conclusão**

A tecnologia testada promoveu melhorias nas águas do Canal Pinheiros, incrementando os níveis de OD e reduzindo concentrações de determinados contaminantes. Todavia, consoante já destacado, com relação aos padrões de qualidade estabelecidas para corpos de água Classe 4, no efluente do canal de testes foi determinado um valor de OD ligeiramente abaixo de 2,0 mg/L e sete valores de pH acima de 9,0. Um único valor de OD, e ainda de 1,9 mg/L, pode ser considerado de baixa significância estatística e os valores elevados de pH podem estar associados à floração de algas nos canais de testes.

## **IX - CONSLADEL CONSTRUTORA, LAÇOS DETEDORES E ELETRÔNICA LTDA. E SUPERBAC PROTEÇÃO AMBIENTAL S.A.**

### **IX.1 - Descrição da Tecnologia Proposta**

Aplicação de produto biológico. O produto utilizado para a realização do teste é um composto natural à base de micro-organismos específicos, selecionados e apresentam nível de segurança 1, de acordo com a ABSA (American Biological Safety Association), sem adição de compostos químicos.

O produto apresenta formulação líquida, com alta concentração biológica. Os micro-organismos são anaeróbios facultativos, o que permite o seu trabalho em sistemas com presença ou ausência de oxigênio.

### **IX.2 - Realização do teste.**

O processo de dosagem foi realizado diariamente, de forma manual, na entrada do canal e considerando a carga bruta de efluente. A quantidade de produto utilizada foi baseada na caracterização bruta do efluente e na vazão. As dosagens utilizadas para aclimatação foram de 200 ppm e para manutenção de 50 ppm .

Ajustes de dosagem foram necessários por conta das chuvas ocorridas no período.

O surgimento de algas, ocorrido a partir do dia 26/10/2013, foi, também, um fator para a realização dos ajustes de dosagens, já que altas concentrações de algas podem aumentar a carga orgânica acumulada e a turbidez da água. Desta forma, foi aplicada uma concentração maior do produto, visando o equilíbrio nutricional do sistema. O aumento de dosagens ocorreu entre os dias 28/10/13 e 06/11/2013, no quais a dosagem utilizada foi de 100 ppm.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

Não foram instalados aeradores ou insufladores de ar para aumento da disponibilidade de oxigênio no meio, nem mesmo equipamentos para a dosagem de produtos.

O teste foi realizado no período de 21/10/2013 a 19/11/2013, totalizando 30 dias de operação contínua.

### **IX.3 - Resultados e Comentários**

Os resultados analíticos e relatórios foram apresentados em papel e em meio eletrônico. Para as análises físico, químicas e bacteriológicas foram contratados os serviços da Bioagri Ambiental e para os ensaios de toxicidade a Acqua Consulting, ambas acreditadas pelo INMETRO para os ensaios citados.

No tocante aos parâmetros básicos e regulados para Classe 4, o pH se manteve na faixa de 6,0 a 9,0. Importa destacar que ao longo do canal, após lançamento do material biológico, verifica-se um aumento na alcalinidade do meio, contudo sem ultrapassagem do valor máximo estabelecido para a classe.

Quanto ao Oxigênio Dissolvido as concentrações de entrada do canal mantiveram-se próximas de zero ( $< 0,1$  mg/L) e para as de saída, embora a média aritmética das 45 amostras tenha ficado acima de 2,0 mg/L, os valores pontuais identificaram 26 resultados com concentrações abaixo de 2,0 mg/L e 19 valores acima de 2,0 mg/L. Há de se destacar que em razão de crescimento excessivo de algas no interior do canal experimental registrou-se valores anormais para o OD, com uma máxima de 18,9 mg/L registrado às 14:00 horas do dia 02/11/2013, todavia tal fato é atribuído principalmente à atividade fotossintética de algas verdes e, sem dúvida alguma, elevou a média aritmética. Os resultados mostram ainda que as concentrações de saída do OD variaram muito durante todo o período de testes, com vários valores inferiores a 2,0 mg/L observados nas terceira e quartas semanas do teste, quando o meio já estava melhor estabilizado.

A temperatura e a condutividade não apresentaram variações ao longo do teste. Para a turbidez o ensaio apresentou uma redução da ordem de 51% na comparação entre as médias de entrada e de saída do canal experimental.

Para o Carbono Orgânico Total as reduções não foram significativas, todavia um gráfico de tendência apresentado permite inferir decréscimo desse parâmetro.

A remoção de fósforo foi da ordem de 32% na comparação das concentrações médias.

Na série nitrogenada não foram observadas variações nas concentrações de nitritos e nitratos. Já para os demais, o ensaio apresentou reduções na comparação das concentrações médias de entrada e de saída de cerca de 30% para o nitrogênio amoniacal, 15% para o nitrogênio orgânico, 27 % para o nitrogênio total Kjeldahl e 24% para o nitrogênio total.

Para a série de sólidos a redução para sólidos totais, novamente na comparação de entrada e saída, foi pequena e da ordem de 9%. Os sólidos totais voláteis foram reduzidos em 23% e as concentrações de sólidos totais fixos praticamente não se alteraram ao longo do teste. Para os sólidos suspensos totais, sólidos suspensos



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

voláteis e sólidos suspensos fixos as reduções foram da ordem de 51%, 42% e 55% respectivamente. Os sólidos sedimentáveis, de uma maneira geral, apresentaram valores baixos na entrada e na saída, indicando pouca variação no teste. Apenas dois valores pontuais na entrada do canal de 3,0 mL/L, às 22h00 do dia 04/11/2013 e 0,5 mL/L às 22h00 do dia 10/11/2013, sendo que nos demais os valores de entrada e de saída não ultrapassaram 0,3 mL/L, não permitem uma interpretação estatística significativa. Os sólidos dissolvidos totais e fixos não apresentaram variações importantes. Os sólidos dissolvidos voláteis mostraram em alguns dias pouca variação nas concentrações de entrada e de saída do canal de testes e em outros uma variação um pouco maior, sendo que, em valores médios, a redução foi da ordem de 24%.

A concentração de sulfetos foi bem reduzida. Os valores médios das concentrações de entrada, da ordem de 1,3 mg/L, com valor máximo de 2,7 mg/L, foram reduzidas para concentrações <0,05 mg/L que é o limite de detecção do método analítico indicando uma redução de quase 100%. Os surfactantes, expressos como LAS, tiveram uma redução de 82% na comparação das concentrações médias de entrada e saída.

Em termos bacteriológicos a redução da concentração de *E.coli* foi de 97% na comparação de entrada e saída, embora a média aritmética das concentrações de saída, 17.276 NMP/100mL, ainda se apresente elevada.

A toxicidade MICROTOX foi reduzida em 60% no ponto no meio do canal e na ordem de 76% na saída do canal.

Medições topográficas indicaram que não houve acúmulo de sedimento no canal de testes durante a realização dos ensaios.

### **IX. 4 - Conclusão**

A tecnologia testada promoveu melhorias nas águas do Canal Pinheiros reduzindo concentrações de diversos contaminantes, consoante demonstram os resultados analíticos. Todavia, conforme já destacado, para as concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) por 26 vezes, nas 45 amostras, os valores de saída estiveram abaixo de 2,0 mg/L, representando 57,78% de não conformidade em relação ao padrão para corpos de água Classe 4 estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005. Das 26 amostras com valores inferiores a 2,0 mg/L em 21 as concentrações de OD estiveram abaixo de 1,0 mg/L, na faixa de <0,1 mg/L a 0,9 mg/L, e em 5 as concentrações foram iguais ou superiores a 1,0 mg/L, na faixa de 1,0 mg/L a 2,0 mg/L.

### **X - BERACA SABARÁ QUÍMICOS E INGREDIENTES S.A.**

#### **X. 1 - Descrição da Tecnologia Proposta.**

Aplicação de produto biológico denominado MycoEpur. O produto é na realidade um ativador biológico para tratamento de efluentes composto da matéria prima de plantas biodegradáveis e três microrganismos naturais: *Galactomyces* (fungo), *Thichoderma* (levedura) e *Pseudomonas fluorescens* (bactéria).

O produto atua no aumento a quantidade de microrganismos, naturalmente presentes nos efluentes e águas residuais, promovendo os processos biológicos desejados. As leveduras e fungos aumentam a biodegradação de compostos orgânicos recalcitrantes



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

como PAHs, fenóis, formaldeídos, compostos halogenados, xenobióticos e outros. Além disso, é capaz de aumentar a remoção de DQO, sólidos e nitrogênio.

É produzido pela empresa Biovitis, na França. O produto é sólido (pó) e é ativado com água potável. Normalmente é utilizada 1 parte do produto em pó para cada 9 partes de água.

O produto utilizado para os testes no rio Pinheiros foi formulado a partir de amostra de água coletada no Canal Pinheiros em 17/09/2013. Essa amostra foi enviada para a sede da BIOVITIS, na França, para análise e seleção dos microrganismos que compuseram o *blend* final. A BERACA e a BIOVITIS tem contrato de *Joint Venture* para fabricação do produto na sede da BERACA em SP.

A composição do MycoEpur utilizada no ensaio do Canal de Pinheiros foi a seguinte:

<b>Natureza</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Descrições e Referências</b>
<b>Material vegetal</b>		
Maltodextrine	ROQUETE	GLUCIDEX 17 D - Ref. J50-213T50
<b>Microrganismos</b>		
Bactéria	BIOVITIS	<i>Pseudomonas fluorescens</i> - Ref. B177-M-03.08
Fungos ou leveduras filamentosas	BIOVITIS	<i>Trichoderma harzianum</i> - Ref. B97-M-04.08

### **X.2 - Realização do teste.**

O produto foi dosado na entrada do canal numa vazão de 360 g/dia. Houve diluição e água em e armazenagem em um pequeno tanque de polietileno para dosagem através de bomba dosadora. Além disso, foi adicionado nutriente natural para promover um desenvolvimento mais adequado dos fungos, melhorando a atividade biológica desde o início do canal piloto. A empresa não especificou o nutriente que foi utilizado.

A cerca de cinco metros da dosagem do produto e a 10,0 m foram instalados dois pontos de aeração de bolha fina, objetivando proporcionar uma melhor mistura do produto e fornecer oxigênio para melhorar a atividade microbiana. A cada cinco metros também foram instaladas boias, cujo objetivo foi fornecer um meio suporte para favorecer o crescimento de biofilme uma vez que a ação dos microrganismos do produto aumenta quando há formação de biofilme.

Segundo o proponente, essas ações foram adotadas em razão do período de teste ter sido muito curto para que o produto pudesse estabelecer a microbiota de interesse para o tratamento, que deve ocorrer em pelo menos três meses.

### **X.3 - Resultados e Comentários**

Os resultados analíticos e relatórios foram apresentados em papel e em meio eletrônico. Para as análises físico, químicas e bacteriológicas foram contratados os serviços da Ecolabor Comercial, Consultoria e Análises Ltda. e para os ensaios de toxicidade a Acqua Consulting, ambas acreditadas pelo INMETRO para os ensaios citados.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

No tocante aos parâmetros básicos e regulados para Classe 4, o pH se manteve na faixa de 6,0 a 9,0.

Quanto ao Oxigênio Dissolvido as concentrações de entrada do canal mantiveram-se próximas de zero (< 0,1 mg/L) e para as de saída os valores pontuais em 44 amostras identificaram 29 resultados com concentrações abaixo de 2,0 mg/L e 15 valores acima de 2,0 mg/L. Há de se destacar que em razão de crescimento excessivo de algas no interior do canal experimental registrou-se valores anormais para o OD, com uma concentração máxima de saída de 16,1 mg/L registrado às 14:00 horas do dia 02/11/2013, todavia tal fato é atribuído principalmente à atividade fotossintética de algas verdes. Os resultados mostram ainda que as concentrações de saída do OD variaram muito durante todo o período de testes, com vários valores inferiores a 2,0 mg/L observados nas terceira e quarta semanas do teste, quando o meio já estava melhor estabilizado. Os resultados analíticos indicam que a tecnologia proposta promoveu, em alguns dias, ligeiro acréscimo nas concentrações de OD, mas, na maioria dos dias, as concentrações de OD não foram sensíveis à tecnologia aplicada.

A temperatura e a condutividade, praticamente, não apresentaram variações importantes ao longo do teste. Para a turbidez o ensaio apresentou uma redução da ordem de 50% na comparação entre as médias de entrada e de saída do canal experimental.

Para o Carbono Orgânico Total a tecnologia aplicada, durante o período de testes, não promoveu alterações do parâmetro.

A remoção de fósforo foi da ordem de 60% na comparação das concentrações médias.

A série nitrogenada apresentou uma elevada instabilidade ao longo de todo o teste. De uma maneira geral se observou maiores eficiências para concentrações mais elevadas e menores eficiências para concentrações mais baixas. Assim é que as análises demonstram, em alguns dias, reduções significativas das concentrações de nitrogênio Kjeldahl Total, nitritos, nitratos e nitrogênio amoniacal, em outros dias não há alterações nas concentrações desses parâmetros e, em alguns outros dias há, inclusive, um aumento das concentrações ao longo do canal de testes.

Para a série de sólidos observa-se que as concentrações de sólidos totais - fixos e voláteis - sólidos dissolvidos - fixos e voláteis - e sólidos suspensos - fixos e voláteis - praticamente não sofreram alterações durante toda a fase de testes. Já para os sólidos sedimentáveis observou-se reduções após a adição do produto, notadamente quando as concentrações de entrada apresentaram valores elevados. Para baixas concentrações os resultados apontam para baixa eficiência do produto.

A eficiência na redução de sulfetos foi alta, notadamente a partir da segunda semana de testes, onde se observou, durante vários dias, concentrações de saída desse parâmetro abaixo do limite de detecção do método analítico.

Em termos bacteriológicos nos primeiros dias de amostragens não se observou reduções importantes. Após alguns dias já foram observadas reduções importantes da ordem de  $10^4$  para  $10^3$  ou  $10^2$ , na comparação do NMP/100mL na entrada e na



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

saída, do canal de testes. Nos últimos dias de amostragens essas reduções foram mais significativas da ordem de  $10e4$  para  $10e1$ .

A toxicidade média da água na entrada do canal de testes foi de  $CE50 = 20\%$  na entrada. A adição do produto biotecnológico tendeu a reduzir essa toxicidade, a despeito de que em algumas amostras não ter havido redução à toxicidade. Em alguns dias na saída do canal os resultados apresentaram ausência de toxicidade. Na média houve uma redução de cerca de 45% da toxicidade.

Medições topográficas indicaram uma acúmulo variável entre 0,001 mm e 0,002 mm de sedimento, ou seja o acúmulo de sedimento observado não foi significativo.

#### **X. 4 - Conclusão**

A tecnologia testada promoveu melhorias nas águas do Canal Pinheiros reduzindo concentrações de diversos contaminantes, consoante demonstram os resultados analíticos. Todavia, conforme já destacado, para as concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) por 29 vezes, nas 44 amostras, os valores de saída estiveram abaixo de 2,0 mg/L, representando 65,91% de não conformidade em relação ao padrão estabelecido para corpos de água Classe 4 na Resolução CONAMA 357/2005. Das 29 amostras com valores inferiores a 2,0 mg/L em 19 as concentrações de OD estiveram abaixo de 1,0 mg/L, na faixa de <0,1 mg/L a 0,83 mg/L, e em 10 as concentrações foram superiores a 1,0 mg/L, na faixa de 1,05 mg/L a 1,90 mg/L.

### **XI - DT ENGENHARIA DE EMPREENDIMENTOS LTDA.**

#### **XI. 1 - Descrição da Tecnologia Proposta.**

Processos físico-químicos em fluxo com vazões e níveis variáveis, denominados FLOTFLUX® e FLOTFLUX®O2, compreendendo as etapas de coagulação e floculação, com a dosagem de coagulantes e polímeros, e a posterior flotação dos flocos formados e em suspensão, com injeção de ar micropulverizado, resultando na formação de massa de lodo na superfície da água, que possibilita a remoção através de equipamento mecânico flutuante. A diferença entre os dois processos é apenas na etapa de flotação: no FLOTFLUX é realizada com ar ambiente e no FLOTFLUX O2 com oxigênio concentrado.

O processo de tratamento compreende seis etapas, sendo elas: caixa de areia, cerca de lixo flutuante com dispositivo de aeração, bacia de coagulação, bacia de floculação, bacia de flotação e remoção do lodo flotado.

#### **XI. 2 - Realização do teste**

Durante o período de teste no canal de escala reduzida foram dispensadas as etapas de caixa de areia e cerca de lixo, devido à disponibilidade do tanque de distribuição da água bruta instalado pela EMAE.

Em razão das condições oferecidas para a realização do teste a empresa desenvolveu um projeto de adequação ao canal em escala reduzida do Rio Pinheiros, com um misturador rápido, bacia de coagulante/floculação, bacia de flotação e calha de lodo.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

O sistema de agitação de água para obter os gradientes de velocidade na mistura rápida - coagulação - e mistura lenta - floculação - foi efetuado através de aeração por bolhas grossas.

O soprador era do tipo centrífugo, rotação fixa, com controle de vazão através de uma válvula de derivação da linha principal, com descarga para atmosfera ("by-pass").

Os difusores de ar eram em tubos perfurados em PVC e o controle de ar para cada ramal de derivação se dava por meio de uma válvula esférica, permitindo ajuste do gradiente de forma contínua e uniforme ao longo da bacia e não permitindo a decantação.

O saturador era do tipo contínuo, com taxa de recirculação adequada à vazão de tratamento com pressão regulável de até 8,0 bar. A recirculação foi efetuada através de uma bomba centrífuga multiestágio com pressão de trabalho de até 7,0 bar.

Para a flotação com ar ambiente a taxa de recirculação foi de 20% da vazão de tratamento e para o oxigênio concentrado foi de 7%.

A injeção de ar ambiente comprimido, no misturador se dava por meio de um compressor de pistão e a vazão é controlada através de válvula agulha, ajustando-a através de um rotâmetro.

Para o oxigênio concentrado a fonte de gás era um cilindro de 10,0 Nm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub> a 200 bares de pressão. Por meio de uma válvula redutora, a pressão era ajustada às condições de trabalho do misturador e o rotâmetro e a válvula agulha controlavam a vazão.

A água saturada era misturada à água floculada por meio de um distribuidor de três estágios em tubos perfurados em PVC.

Como agentes coagulantes e floculantes foram utilizados Sulfato de Alumínio isento de ferro, com taxas de aplicação de 36 mg/L no processo FLOTFLUX e 54 mg/L no processo FLOTFLUX O<sub>2</sub>, e um polímero catiônico de alto peso molecular e média carga com taxas de aplicação para ambos os processos de 1,0 mg/L.

A aplicação do processo FLOFLUX ocorreu durante 15 dias, de 21 de outubro de 2013 a 4 de novembro de 2013. A aplicação do FLOTFLUX O<sub>2</sub> também teve duração de 15 dias, todavia em razão de interrupções de fornecimento de água, de falta de energia elétrica e do recesso de laboratórios de análises devido às festividades de final de ano, ocorreu nas seguintes datas: 09/12/2013 à 14/12/2013, 19/12/2013 à 23/12/2013 e 26/12/2013 à 30/12/2013.

### **XI. 3 - Resultados e Comentários**

Os resultados analíticos e relatórios foram apresentados em papel e em meio eletrônico. Para as análises físico, químicas e bacteriológicas foram contratados os serviços da Ecolabor Comercial, Consultoria e Análises Ltda. e para os ensaios de toxicidade a Acqua Consulting, ambas acreditadas pelo INMETRO para os ensaios citados.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

No tocante aos parâmetros básicos e regulados para Classe 4, na flotação com ar ambiente o pH manteve na faixa de 6,0 a 9,0. Já nos testes utilizando a flotação com oxigênio observou-se, em diversos dias, redução do pH ao longo do canal, tendo sido registrado em três amostras, nos dias 11/12/2013 às 14h00, dia 26/12/2013 às 22h00 e dia 27/12/2013 às 22h00, valores de 5,93, 5,79 e 5,45 respectivamente, portanto abaixo da faixa legalmente exigível para os corpos de água Classe 4. O proponente argumenta em seu relatório técnico que a redução do pH decorreu da necessidade de maior utilização de coagulante, em razão da elevada turbidez da água bruta.

Quanto ao Oxigênio Dissolvido (OD) os resultados analíticos mostraram concentrações médias na entrada do canal da ordem de <0,1 mg/L e na flotação com ar ambiente as concentrações obtidas, e mantidas, já no ponto após 5m da entrada do canal, situaram-se na faixa de saturação, isto é com valores entre 7,5 e 8,5 mg/L. Já na flotação com oxigênio, por óbvias razões, as concentrações de OD mostraram níveis de supersaturação com valores mínimo de saída de 15,73 mg/L (dia 21/12/2013 às 22h00) e máximo de 27,15 mg/L (dia 21/12/2013 às 06h00).

As reduções da turbidez, nos processos de flotação com ar ambiente e com oxigênio, foram das mesmas ordens de grandeza, e na maioria dos dias, superiores a 90% com valores máximos na faixa dos 97/98%.

A temperatura da água praticamente não foi alterada ao longo do canal de testes durante a aplicação das duas tecnologias. A condutividade da água também não apresentou alterações significativas quando submetida à flotação com ar ambiente, todavia, quando foi utilizado oxigênio puro, em alguns dias foi observado aumento, todavia não significativo.

As reduções de Carbono Orgânico Total (COT) para ambas as tecnologias foram, em média, da ordem de 66,00%, com valores mínimos na casa de 56,00% e máximos da ordem de 76,00%.

As reduções das concentrações de Fósforo foram superiores a 92,00% em ambas as tecnologias, com uma redução média de 96,60% na flotação com ar ambiente e de 97,40% na flotação com oxigênio.

Na série nitrogenada, no que tange ao nitrogênio amoniacal a flotação com ar ambiente embora tenha ocasionado reduções médias da ordem de 50%, foi verificado uma faixa muito grande variação entre 8,10% e 99,06%. Na flotação com oxigênio as eficiências foram menores. As concentrações de nitritos e nitratos aumentaram após as aplicações das duas tecnologias, possivelmente em razão da oxidação do nitrogênio amoniacal nessas formas mais oxidadas de nitrogênio, contudo, em valores absolutos, as concentrações de saída desse parâmetros não indicaram valores importantes. As concentrações de nitrogênio Kjeldahl quando submetidas à flotação com ar ambiente, foram reduzidas, em média aritmética na ordem de 49,00%, contudo a faixa de variação foi muito grande, entre 2,94% e 97,11%. No período de testes da flotação com oxigênio as concentrações de entrada de nitrogênio Kjeldahl foram menores e mais homogêneas e as concentrações de saída também estiveram mais lineares, contudo a eficiência global foi menor do que na flotação com ar ambiente.

Na série de sólidos, os sedimentáveis, durante toda a fase de testes, para ambas as tecnologias, apresentaram concentrações de entrada muito baixas, da ordem de 0,1



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

mL/L a 0,5 mL/L e único valor de 5,5 mL/L, e as de saída sempre estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico. Para os sólidos dissolvidos totais as variações foram pequenas. Comparando-se as concentrações de entrada e de saída, na flotação com ar ambiente, em 71,4% das amostras as concentrações de saída foram menores do que as de entrada, embora as diferenças tenham sido pequenas. Já na aplicação da tecnologia baseada na flotação com oxigênio, as concentrações de saída, na quase totalidade do tempo, foram superiores as de entrada, embora, assim como ocorreu na flotação com ar ambiente, as diferenças sejam pequenas. As reduções de sólidos suspensos totais, para flotação com ar ambiente ou com oxigênio, foram significativas, notadamente quando as concentrações de entrada apresentaram valores mais elevados.

A remoção de sulfetos, em ambas as tecnologias foi total. Embora as concentrações de entrada não tenham sido elevadas, as de saída, durante toda a fase de testes, ficaram abaixo do limite de detecção do método analítico.

Em termos bacteriológicos as reduções, em ambas as tecnologias, com ligeiro ganho para flotação com oxigênio, foram significativas e da ordem de  $10e4$  NMP/100mL para  $10e1$  NMP/100mL.

As tecnologias mostraram-se eficientes para reduções nas concentrações de surfactantes. Para concentrações de entrada elevadas, a eficiência de redução foi da ordem de 90%.

Ambas as tecnologias reduziram a toxicidade da água do Canal Pinheiros.

Adicionalmente, posto que não figurasse entre os parâmetros compulsórios de análises no Comunicado SMA, a empresa realizou análises para fenóis e de óleos e graxas, durante a etapa de testes da tecnologia de flotação com oxigênio. Para os fenóis, a despeito das concentrações da água bruta já estarem abaixo do estabelecido para Classe 4, a tecnologia testada mostrou-se eficiente, pois em apenas uma amostra a concentração após tratamento foi de 0,001 mg/L e nas demais abaixo do limite de detecção do método analítico. Para óleos e graxas, embora as concentrações da água bruta tenham variado muito, desde próximos de 40 mg/L até abaixo do limite de detecção, a eficiência também foi alta, uma vez que todas as concentrações de saída estiveram abaixo do limite de detecção.

Durante as realizações dos testes aplicando flotação com ar ambiente e com oxigênio não houve assoreamento mensurável no canal experimental, uma vez que a característica intrínseca da flotação é promover a ascensão de partículas à superfície para então removê-las do meio líquido.

Os cálculos elaborados pela proponente informam que a quantidade de lodo total gerado e removido durante os testes de flotação com ar ambiente foi de 56,25 L de lodo flotado a 3% de TS e, caso fosse adensado a 20% de TS, o volume total seria de 10,2 L de lodo adensado. Na flotação com oxigênio foi removida a quantidade total de 99,75 L de lodo flotado a 3% de TS e, caso adensado a 20% de TS, seria 11,8 L de lodo adensado.

### **XI. 4 - Conclusão**



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

As tecnologias testadas promoveram melhorias nas águas do Canal Pinheiros reduzindo concentrações de diversos contaminantes, consoante demonstram os resultados analíticos. Praticamente em todo o período de testes os limites estabelecidos para Classe 4 foram atendidos, com exceção de três determinações de pH ligeiramente abaixo de 6,0 na aplicação da flotação com oxigênio, que, embora de baixa significância estatística, pode indicar a necessidade de melhores ajustes na aplicação do coagulante, ou ainda no tipo de coagulante utilizado, notadamente em situações de altas cargas de sólidos na água bruta.

## XII - BAUER AMBIENTAL SERVIÇOS & TECNOLOGIAS

### XII.1 - Descrição da Tecnologia Proposta

A tecnologia proposta contempla a utilização de 2 sistemas, denominados pela empresa de EOR e o INJUVO.

O primeiro contempla a aplicação de Eletrocoagulação, Eletroflotação, Redução e Oxidação, desencadeado pela passagem de corrente elétrica pela água, propiciando a coagulação dos contaminantes presentes na mesma, como também realizando eletrólise de fração de água em si.

Essa tecnologia libera microbolhas, a partir de íons hidroxila, de hidrogênio e de oxigênio, ocasionando micro flotação induzida dos micro particulados e a ocorrência de óxido redução dos contaminantes intrínsecos presentes no efluente bruto.

Já o sistema denominado INJUVO é complementar ao EOR e compreende uma fonte de radiação ultravioleta com o objetivo de desinfecção do efluente, acrescido de componente com propriedade de incrementar o aporte de oxigênio dissolvido.

### XII.2 - Realização do teste

Foi inserida no canal de testes uma unidade piloto composta por 01 reator de passagem, fabricado em polipropileno, com medidas externas de 2.000 mm de comprimento, por 1.000 mm de largura e 800 mm de altura. No seu interior estavam contidos os sistemas denominados EOR, INJUVO e um Tanque de *Slop* para armazenamento temporário de lodos segregados do processo.

A montante do reator foi deixado um espaçamento no canal de 2,5 metros de extensão, entre a entrada de efluente no canal e a entrada do mesmo no reator. A água bruta adentrava passivamente no reator por uma tubulação situada em sua base à direita e transitava de maneira peculiar pelo sistema EOR e deste para o INJUVO com auxílio de bomba de transferência. Segundo a empresa, o tempo de residência média do efluente no reator se mostrou de maneira bastante reduzida, quando comparado a ensaios publicados.

O Sistema EOR em si é composto por fonte de Corrente Contínua, com Voltagem e Amperagem peculiares, distribuída por fiação específica para as placas dispostas no interior e no assoalho do EOR. Estas placas são de ligas metálicas que visam, juntamente com emprego de um catalisador, quando necessário sua aplicação, reduzir o tempo de residência no reator.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

### GABINETE DO SECRETÁRIO

Assim, em razão de eletrólise da água, há liberação no meio líquido de íons hidroxila, íons hidrogênio e de oxigênio criando-se um cenário de coagulação e de micro flotação induzida, propiciando a migração dos substratos, de matéria orgânica e outros componentes, para a superfície do meio líquido. Este material flotado é então removido, com auxílio de raspador, para um tanque de armazenamento temporário de lodos.

No Sistema INJUVO há uma câmara de armazenamento temporário das águas oriundas do EOR, visando incorporar Oxigênio Dissolvido ao Efluente, por um sistema denominado MDO - Máxima Difusão de Oxigênio. Após a passagem por esta câmara, ocorre o ingresso do efluente, através de uma bomba submersa, para o Sistema de Desinfecção por processo UV (Ultra Violeta) propriamente dito.

O Sistema Ultra Violeta possui comprimentos de ondas peculiares. Tal sistema está inserido em um tubo cilíndrico de polipropileno, possuidor no seu interior de um tubo de Quartzo, onde se encontra inserida a fonte de Luz UV. O referido equipamento possui orifício de entrada e de saída propiciando, quando da passagem da água, exposição desta à irradiação ultravioleta. A cada 48 horas, o tubo de quartzo era submetido à limpeza de eventuais sujidades, com processo de limpeza mecânica.

A tecnologia proposta foi aplicada entre os dias 14 de dezembro de 2013 e 7 de janeiro de 2014 e a campanha de amostragem foi iniciada em 18 de dezembro de 2013 e concluída em 06 de janeiro de 2014

Não há possibilidade de melhor avaliação da tecnologia proposta, pois a empresa, alegando segredo industrial, não forneceu tempo de residência no reator, de que materiais metálicos eram compostos o catodo e o anodo da eletrólise, voltagem aplicada e intensidade de corrente, definição do catalizador utilizado, explicação sobre o que chama de sistema de máxima difusão de oxigênio e comprimento de onda da fonte de ultravioleta.

### **XII. 3 - Resultados e Comentários**

O relatório técnico foi apresentado em papel e em meio eletrônico (CD) e os boletins analíticos apenas em meio eletrônico. Foram contratados os serviços da Bioagri Ambiental Ltda., acreditado pelo INMETRO para as análises químicas, físicas e bacteriológicas em águas, relativas aos parâmetros exigidos e constantes do Comunicado SMA. Todavia, a acreditação do INMETRO para análises de toxicidade MICROTOX, embora requerida pela Bioagri Ambiental, ainda não foi finalizada, fato que contraria condicionante estabelecida no Comunicado SMA e, portanto, os resultados analíticos para tal parâmetro não serão considerados na avaliação dos resultados apresentados.

O relatório técnico foi elaborado de forma muito simplista, sem uma melhor interpretação dos resultados.

No tocante aos parâmetros básicos e regulados para Classe 4, o pH manteve na faixa de 6,0 a 9,0, a despeito de ter sido verificado ligeira elevação durante a etapa de tratamento, na comparação do pH de entrada com o pH de saída.



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

Quanto ao Oxigênio Dissolvido as concentrações de entrada do canal mantiveram-se próximas de zero ( $< 0,1$  mg/L) e para as de saída a concentração média foi de 3,70 mg/L, sendo verificado um valor máximo de 5,70 mg/L e mínimo de 2,3 mg/L, atendendo assim o exigível na CONAMA 357 para corpos de água Classe 4.

A temperatura da água não foi alterada pelo tratamento, contudo os valores de condutividade foram alterados de maneira significativa, obviamente em razão da natureza eletrolítica da tecnologia utilizada. Assim é que os valores máximos e mínimos de condutividade de entrada no canal foram de 629  $\mu$ S/cm e 258  $\mu$ S/cm e os de saída foram 1995  $\mu$ S/cm e 924  $\mu$ S/cm.

A turbidez sofreu reduções importantes com valores máximos e mínimos 278 NTU e 29 NTU na entrada e 13 NTU e  $< 0,1$  NTU na saída do canal. A média aritmética da turbidez na entrada foi de 80,91 NTU e na saída de 3,50 NTU, indicando uma eficiência média de 95,67%.

As concentrações de Carbono Orgânico Total (COT) foram, máxima, média e mínima, de 45,8 mg/L, 24,90 mg/L e  $< 1,0$  mg/L na entrada do canal e de 7,6 mg/L, 3,03 mg/L e  $< 1,0$  mg/L na saída do canal, indicando um eficiência média na redução do COT de 87,83%.

As concentrações de fósforo, de uma maneira geral apresentaram valores baixos na entrada do canal, com valores máximo, médio e mínimo de 5,7 mg/L, 1,26mg/L e 0,07 mg/L e de 0,23 mg/L, 0,066 mg/L e  $< 0,01$  mg/L, indicando um eficiência média de redução de 95,23%.

Para a série nitrogenada a tecnologia testada, de uma maneira geral, não apresentou alta eficiência. Assim é que para o Nitrogênio Amoniacal a redução média foi de 28,80 %. Os Nitratos e Nitritos, na comparação das concentrações de entrada e saída, não se alteraram. O Nitrogênio Orgânico foi reduzido, em média, em 65,14 % e o Nitrogênio Kjeldahl em 42,01 %.

Na série de sólidos, os sedimentáveis, durante toda a fase de testes, apresentaram concentrações de entrada muito baixas,  $< 0,3$  mL/L, e a mesma ordem de grandeza nas concentrações de saída, demonstrando que tecnologia testada não os influenciou. Na série de sólidos suspensos, os fixos foram aumentados, pois as concentrações médias na entrada do canal foi de 18,64 mg/L e a de saída de 36,63 mg/L, os voláteis foram reduzidos – concentrações médias na entrada do canal de 10,87 mg/L e na saída de 5,06 mg/L – e os sólidos suspensos totais, em razão do elevado aumento dos sólidos suspensos fixos, também experimentaram um aumento importante – concentrações médias de entrada no canal de 29,51 mg/L e de 41,69 mg/L na saída. Situações semelhantes ocorreram com os sólidos dissolvidos. Os sólidos dissolvidos fixos apresentaram concentrações médias na entrada do canal de 201,06 mg/L e de 516,87 na saída; os dissolvidos voláteis 14,06 mg/L na entrada e 9,3 mg/L na saída e; os dissolvidos totais 215,12 mg/L na entrada e 526,17 mg/L na saída. Obviamente os sólidos totais apresentaram o mesmo comportamento. Os sólidos totais fixos apresentaram concentrações médias na entrada do canal de 233,40 mg/L e 563,63 mg/L na saída; os sólidos totais voláteis 24,53 na entrada e 9,83 na saída e; os sólidos totais 257,93 mg/L na entrada e 831,39 mg/L. Esse aumento das concentrações de sólidos, associada à carga iônica dos mesmos conferida pela eletrólise, guarda também coerência com o formidável aumento da condutividade



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

A remoção de sulfetos foi total. Embora as concentrações de entrada não tenham sido elevadas, as de saída, durante toda a fase de testes, ficaram abaixo do limite de detecção do método analítico.

Em termos bacteriológicos as reduções foram significativas. As concentrações de entrada indicaram máximos e mínimos de  $2,3 \times 10^6$  NMP/100mL e  $1,58 \times 10^4$  NMP/100mL e as de saída de 172 NMP/100mL e  $<1$  NMP/100mL. Esta redução elevada deve ser atribuída á desinfecção por radiação ultravioleta.

A tecnologia testada reduziu 71,28%, em média, as concentrações de surfactantes.

Para quantificar os sólidos segregados, foi realizado Balanço de Massa baseado na leitura das vazões de água bruta e tratada e do volume de lodos segregados. O registro e segregação de lodos foram realizados no último dia de operação do sistema, depois de encerradas as últimas amostragens laboratoriais, por um período de 22 horas ininterruptas. Nesse período foi segregado, com auxílio de raspador mecânico, um quantitativo de 15 Litros de lodo, com teor de umidade bastante elevado, resultando na geração de 5,16 Litros de lodo úmido por metro cúbico de efluente tratado, com a limitação de emprego de raspador mecânico.

Adicionalmente foi juntado boletim laboratorial com resultados analíticos do lodo para metais pesados, alguns orgânicos aromáticos e microbiológico, contudo não serão comentados, pois não há informações de que o laboratório responsável pelas análises seja acreditado pelo INMETRO e, portanto, não há atendimento à diretriz fundamental do Comunicado SMA.

### **XII. 4 - Conclusão**

A tecnologia testada promoveu melhorias nas águas do Canal Pinheiros reduzindo concentrações de diversos contaminantes, consoante demonstram os resultados analíticos. Durante todo o período de testes os limites estabelecidos para Classe 4 foram atendidos. Importa destacar que a tecnologia testada mostrou baixa eficiência para remoção de nitrogênio e ocasionou crescimento nas concentrações de sólidos, indicando que a etapa de remoção, por flotação, não foi eficiente, situação que também compromete o cálculo de sólidos removidos com o emprego de um raspador mecânico. Há que se destacar também que o aumento das concentrações de sólidos, notadamente os dissolvidos, e sua natureza iônica, determinaram valores elevados na condutividade da água de saída do canal.

### **XIII - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A iniciativa da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos parceiros que compõem o Grupo de Trabalho, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB; Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A - EMAE; Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP; Centro de Apoio à Faculdade de Saúde Pública - CEAP/FSPUSP; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT e Associação Águas Claras do Rio Pinheiros, foi exitosa. O mercado de consultoria e de projetos, percebendo a rara oportunidade de apresentar e testar suas tecnologias em escala piloto, respondeu ao chamamento. O elevado nível de profissionalismo, a qualidade



## SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO

técnica e o comprometimento de todos os participantes, públicos e privados, demonstraram que é possível melhorar a qualidade das águas do canal Pinheiros.

Este relatório, que conforme já salientado sumariza e interpreta os resultados das tecnologias testadas, destaca que todas, em maior ou menor escala, promoveram melhorias na qualidade das águas desse importante curso de água da cidade de São Paulo.

Obviamente que há necessidade de ajustes, pois em se tratando de estudo realizado em escala piloto, algumas características, como insolação intensa, profundidade e vazão do canal e o regime de operação, diferem da escala real. A intensa proliferação de algas verificada no canal experimental da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, utilizado como referência por não ter sofrido qualquer tipo de tratamento, provocou variações no oxigênio dissolvido e no pH. Portanto, alguns dos resultados obtidos nos canais experimentais, podem ter sido influenciados pelo processo de eutrofização, não usual nas condições do Rio Pinheiros.

Além disso, a possibilidade de reversão do Canal Pinheiros para controle de cheias é uma peculiaridade que não pode ser ignorada e é importante destacar que os testes foram realizados ao longo de apenas dois meses, portanto, a despeito de seus otimistas resultados, em hipótese alguma esgotam o assunto, mas são indicadores importantíssimos para a tomada de decisão quanto à intervenção direta em um curso de água, objetivando melhorar de maneira significativa a sua qualidade.