

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

GRUPO DE TRABALHO – GT

Av. Frederico Hermann Júnior, 345, Alto Pinheiros, prédio 1, 5º andar

At.: Secretário Executivo Engº Marcos Antonio Veiga de Campos

Ref.: Edital de Chamamento Público: "Apresentação de Tecnologias para Testes de Alternativas de Tratamento da Poluição do Canal Pinheiros".

Accell³

Sustentabilidade ambiental
com tecnologia verde





São Paulo, 15 de janeiro de 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

GRUPO DE TRABALHO – GT

Av. Frederico Hermann Júnior, 345, Alto Pinheiros, prédio 1, 5º andar

At.: Secretário Executivo Engº Marcos Antonio Veiga de Campos

Ref.: Edital de Chamamento Público

"Apresentação de Tecnologias para Testes de Alternativas de Tratamento da Poluição do Canal Pinheiros"

Prezados Senhores,

ENGEFORM CONSTRUÇÕES E COMÉRCIO LTDA, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 48.246.920/0001-10, estabelecida na Av. Brigadeiro Faria Lima, nº 1931 – 1º Andar – São Paulo – SP, por seu representante legal Sr. Nei Busnardo, portador da cédula de identidade RG nº 3.749.720-0 – SSP/SP e do CPF nº 366.480.868-15, que ao final subscreve, vem apresentar seu Relatório do Teste Piloto realizado de 21/10/2013 a 21/11/2013, conforme Comunicado SMA de 19-03-2013, utilizando a tecnologia descrita abaixo.

Nome da Tecnologia: **ACCELL®3**

Nome da Organização: **ENGEFORM CONSTRUÇÕES E COMÉRCIO LTDA**

Atenciosamente,



Nei Busnardo
Eng.º Civil - CREA nº 0600285336
Diretor Técnico / Procurador

RG	0121/2013
Montagem	Conferência
RSL	ACR



ÍNDICE – DOCUMENTAÇÃO DE HABILITAÇÃO
EDITAL DE CHAMAMENTO PÚBLICO – GRUPO DE TRABALHO

Nome da Tecnologia: **ACCELL®3**

Nome da Organização: **ENGEFORM CONSTRUÇÕES E COMÉRCIO LTDA**

1. INTRODUÇÃO
2. DESCRIÇÃO GERAL DO TESTE
3. MATERIAIS E MÉTODOS
 - 3.1. DESCRIÇÃO GERAL DO CANAL EXPERIMENTAL E EQUIPAMENTOS
 - 3.1.1 Difusores De Ar
 - 3.1.2 Rotâmetro
 - 3.1.3 Filtro De Osmose Reversa
 - 3.1.4 Bomba Dosadora
4. ETAPA OPERACIONAL
5. RESULTADOS
6. CONCLUSÃO
7. ANEXOS

TERMO DE ENCERRAMENTO

K

ENGEFORM

**RELATÓRIO DO TESTE REALIZADO COM A UTILIZAÇÃO DO
BIOESTIMULADOR ACCELL®3 PARA TRATAMENTO DAS ÁGUAS DO
CANAL PINHEIROS CONFORME EDITAL SMA DE 19/03/2013**

K

RESUMO

As atividades e a vida do homem destroem progressivamente o planeta e ameaçam as bases da própria vida. O ser humano coloca em perigo o planeta em que vive ao esgotar e desperdiçar os recursos sem qualquer critério, ao contaminar e desestabilizar o que é denominado "o ambiente", ao rejeitar e difundir uma larga gama de produtos duravelmente perigosos para a vida. Os homens causam prejuízos aos seres vivos, colocam-se eles próprios em perigo e criam fatores de risco e de morte, que afetarão os seres vivos e a humanidade por muito tempo. Dessa forma encontramos cursos d'água contaminados com esgotos domésticos, resultado de crescimento acelerado populacional e de ocupação de áreas marginais a reservatórios. Enquanto não for possível afastar e tratar esses dejetos novas alternativas para tratamento de águas poluídas e contaminadas com esgotos domésticos devem ser encontradas. Além disso, a escassez e aumento de consumo de águas livres de contaminação estabelecem a necessidade de desenvolvimento de tecnologias para tratamento de águas e uma gestão apropriada de recursos hídricos disponíveis. Novas alternativas para tratamento de águas poluídas e contaminadas devem ser desenvolvidas. Daí o interesse em aperfeiçoar os processos, aumentar a capacidade e reduzir custos com operações para despoluição de corpos hídricos. Por iniciativa da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo foi dada a oportunidade de tecnologias novas apresentarem resultados de melhorias ambientais utilizando águas do Rio Pinheiros, altamente poluída e mau cheirosa.

Dentre as novas tecnologias em bioremediação, o uso de enzimas e de bactérias híbridas tem sido experimentado, mas estas tentativas têm mostrado resultados inconsistentes e, principalmente, temporários. A alteração e o reforço do metabolismo da bactéria nativa, por produtos que não são tóxicos e ambientalmente compatíveis, tem sido o objetivo de uma longa busca na comunidade científica. Pesquisas têm demonstrado que o metabolismo das bactérias pode ser alterado de maneira a afetar significativamente o aumento na respiração e o consumo de nutrientes, convertendo grande parte desta energia em dióxido de carbono ao invés de maior biomassa. O metabolismo dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e de outros contaminantes nos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e efluentes industriais foi otimizado com a aplicação de um produto, registrado no IBAMA sob a categoria de Remediador Ambiental Bioestimulador sob o nome de Accell®3, composto por proteínas provenientes da fermentação de leveduras, com surfactantes e adjuvantes. O desenvolvimento do Bioestimulador Accell®3 encontra-se consolidado para auxiliar no tratamento de vários tipos de águas contaminadas, mas teste adicional em escala reduzida se fez necessário para o cumprimento de remoções de matéria orgânica e nutrientes, satisfatoriamente, quando aplicado diretamente em corpos d'água. Para comprovar essa capacidade de melhoria nas condições ambientais, o produto Accell®3 foi aplicado em canal construído para este fim nas instalações da EMAE, junto à Usina Elevatória de Traição para demonstrar a eficácia do Bioestimulador Accell®3 como coadjuvante do processo de tratamento das águas do Canal Pinheiros e de seu entorno.



1. INTRODUÇÃO

O presente relatório trata-se de um teste realizado com as águas do Rio Pinheiros, em canal experimental que simulava o Rio Pinheiros Superior, conforme Comunicado SMA, de 18 de março de 2013, utilizando o bioestimulador Accell®3 com o intuito de demonstrar:

- Atendimento aos padrões de qualidade da classe 4, resolução CONAMA 357/2005.
- Aumento do oxigênio dissolvido disponível no meio líquido
- Eliminação de mau odor
- Melhorias no aspecto visual das águas do Rio Pinheiros
- Redução da presença de óleos e graxas
- Melhoria na turbidez
- Redução de sólidos em suspensão
- Eficiência na remoção de matéria orgânica
- Alta redução da tensão superficial

O Accell®3 é um remediador ambiental líquido, sem a presença de microrganismos viáveis, contendo apenas uma combinação de proteínas de baixo peso molecular extraídas do fermento *Saccharomyces Cerevisiae* com pequenas quantidades de surfactantes e adjuvantes.

O Accell®3 é produzido pela Advanced Biocatalytics Corporation, Irvine, Ca. USA, e é importado sob exclusividade pela Verus Ambiental, e registrado junto ao IBAMA sob o nº 3646/11-25.

O teste foi realizado com a concentração de 3mg/L do bioestimulador Accell®3 e adicionada aeração em apenas dois pontos do canal experimental.

2. DESCRIÇÃO GERAL DO TESTE

O presente teste foi realizado em área disponibilizada pela EMAE na Elevatória da Traição, conforme Comunicado publicado pela SMA, em 19 de março de 2013. Foram construídos pela EMAE, 6 (seis) canais experimentais iguais, de 30 metros de comprimento cada e com vazão de entrada de 104,2 L/h, os quais receberam água bombeada do Rio Pinheiros captada próximo à área do teste. A vazão de entrada foi determinada para que fosse obtido tempo de detenção hidráulico muito próximo à realidade do Rio Pinheiros Superior e, para que assim, fossem simuladas condições semelhantes às do Rio Pinheiros e

K

realizados testes com diferentes tecnologias que pudessem melhorar as condições de poluição das águas do Rio.

A Engeform, em parceria com a Verus Ambiental Ltda., realizou o teste durante os 30 dias, conforme previsto no Edital publicado pela SMA. Dos canais existentes, foi destinado à ENGEFORM o canal de número 3, conforme figura 1 a seguir:

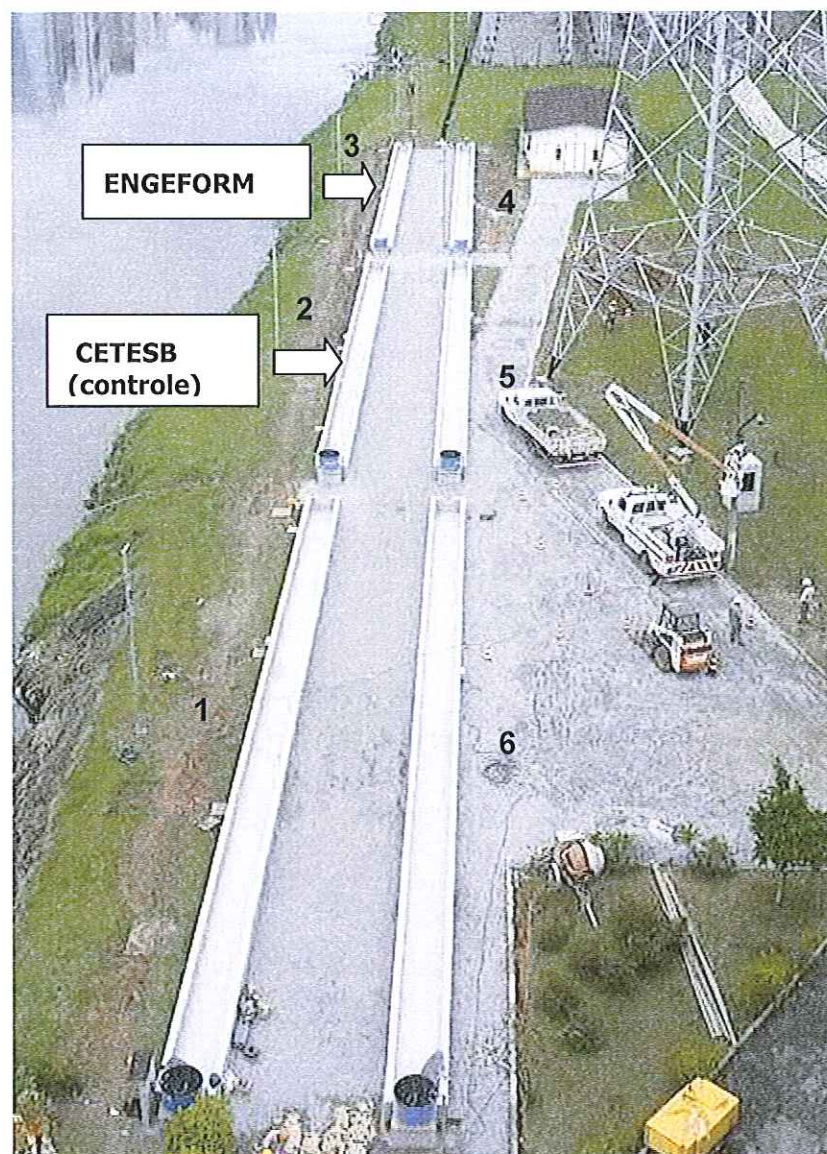


Figura 1: Foto aérea dos canais experimentais na Elevatória da Traição.

Os demais canais foram operados por outras 4 empresas, e o canal de número 2 foi controlado e operado pela CETESB, sem a inserção de nenhuma tecnologia, para que pudesse servir como o canal "branco".

AC



O efluente do canal reduzido foi descarregado no sistema coletor de esgotos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para que fosse possível avaliar a eficácia das tecnologias, foi exigida a realização, por no mínimo 15 dias, de coleta e análise em 07 pontos ao longo do canal, de vários parâmetros pré-determinados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item estão descritos os componentes do teste e seus métodos de utilização.

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO CANAL EXPERIMENTAL E EQUIPAMENTOS

Na tabela 1, estão descritas as características do canal experimental o qual não possuía fechamento superior para garantir as mesmas condições existentes, sujeitas às intempéries, no Rio Pinheiros.

Tabela 1: Características construtivas do Canal de testes.

Largura (L), m	1,0
Comprimento (C), m	30,0
Altura total, (H) m	0,6
Altura lamina líquida, (h) m	0,4

O canal experimental recebia, por responsabilidade da EMAE, água proveniente do Rio Pinheiros, captada através de bomba e desaguada em tanque de chegada e mistura (caixa d'água), construído em fibra de vidro e com volume de 0,320 m³.

A alimentação do canal experimental foi realizada por tubulação de PVC e controlada e regulada pela EMAE através de registro.

Esse canal experimental foi dividido, para controle e análise de parâmetros, em 07 pontos distintos, sendo eles:

- Ponto 1: Entrada - 0 metros
- Ponto 2: a 5 metros
- Ponto 3: a 10 metros
- Ponto 4: a 15 metros
- Ponto 5: a 20 metros
- Ponto 6: a 25 metros
- Ponto 7: Saída - 30 metros

K

As figuras 2 e 3, a seguir, ilustram as características do canal experimental.



Figura 2: Foto do Canal de teste.



Figura 3: Foto na saída do Canal de testes.

3.1.1 Difusores de ar

Foram instalados dois difusores tubulares de bolha fina de 60 mm de diâmetro e 600 mm de comprimento (conforme figura 4), com vazão de ar máxima de $0,110 \text{ m}^3/\text{min}$, em dois pontos do canal experimental, em aproximadamente a 3 metros e a 13 metros da entrada do canal.



Figura 4: Difusor de ar de bolha fina.

3.1.2 Rotâmetro

Para que a vazão de ar que chegava aos difusores pudesse ser controlada foi instalado um rotâmetro, conforme ilustrado na figura 5, o qual indicava a vazão total de ar presente no sistema.



Figura 5: Rotâmetro – medidor de vazão de ar.

3.1.3 Filtro de osmose reversa

Para este teste, pelo fato de a dosagem de Accell®3 ser muito baixa e a quantidade de produto necessária ser muito pequena, precisou-se realizar diariamente uma diluição do Accell®3 em água destilada produzida por filtro de osmose reversa, para que se obtivesse uma solução de Accell®3 sem impurezas. Em aplicações de vazões maiores não haveria essa necessidade. Em aplicações de vazões maiores não há necessidade de se diluir o produto. A figura 6 ilustra o filtro de osmose reversa.

K



Figura 6: Filtro Osmose Reversa

3.1.4 Bomba dosadora

A solução de Accell®3 foi dosada na entrada do canal experimental através de bomba dosadora, conforme figura 7, que operou continuamente com uma vazão de 5,2 mL/min.



Figura 7: Bomba dosadora.



4. ETAPA OPERACIONAL

Neste item está descrito o desenvolvimento do teste que foi realizado em um canal experimental, construído pela EMAE, que recebeu por bombeamento, efluente proveniente do Rio Pinheiros, durante o período de 30 (trinta) dias, conforme fotos ilustradas no Anexo A3.

- O canal experimental foi operado à temperatura ambiente e com vazão constante de 104,2L/h, no qual foi dosado continuamente 5,2 mL/min de uma solução de Accell®3 diluída em 1:1000, para que fosse atingida a concentração de 3mg/L do produto ao longo de todo canal. Foi realizada, em dois pontos do canal experimental (a 3 metros e 13 metros), aeração por ar difuso, para que o Accell®3 pudesse produzir resultados mais rapidamente, devido ao curto tempo de teste; para isso, foram utilizados dois difusores, onde cada um operou com ¼ de sua capacidade total. Após 10 dias de adaptação do Accell®3 no meio, foram avaliados, durante 15 dias, sete pontos do canal experimental: entrada, a cada 5 metros e saída. Em todos os pontos foram realizadas coletas e medições dos seguintes parâmetros básicos: pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), condutividade e turbidez. Além destes parâmetros, na entrada, a 15 metros e na saída, foram também realizadas coletas e análises para os seguintes parâmetros complementares: Sólidos Totais, Sólidos Suspensos Voláteis, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Sedimentáveis, Fósforo, Carbono Orgânico Total, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Escherichia Coli, Surfactante, Sulfeto e Toxicidade (Microtox). Ao final dos trinta dias, foi realizada avaliação do nível de assoreamento do canal através de análise de sólidos totais (ST). Para isso, os sólidos do fundo foram agitados, suspendidos e homogeneizados e coletadas amostras em 4 (quatro) pontos distintos para análise de ST. Com a média dos resultados e a área do canal experimental, foi possível calcular a quantidade de sólidos que permaneceram no sistema. Todas as análises foram realizadas por laboratório acreditado, conforme a Resolução SMA nº 90 e exigência do Edital.

Na figura 8 abaixo, pode-se observar a estrutura simples necessária para dosagem do Accell®3.

K

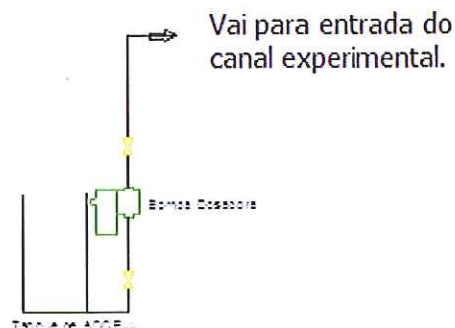


Figura 8: Esquema de dosagem do Accell[®]3.

As análises realizadas, bem como parâmetros e frequência analítica estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Variáveis de monitoramento, frequência das análises e métodos analíticos.

Parâmetros Básicos	Frequência Analítica	Horário	Métodos Analíticos
O.D.			
pH		06h00, 14h00 e 22h00	Sonda
Temperatura	Diária (por 15 dias)		
Condutividade			
Turbidez			
Parâmetros Complementares			
ST, SSV e SST			
Sólidos Sedimentáveis			
Fósforo			
Carbono Orgânico Total			Conforme Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (2005)
N-NTK (mgN/L)		06h00 e 22h00	
N-NH ₃ ⁺ (mgN/L)	Diária (por 15 dias)		
N-NO ₂ ⁻ (mgN/L)			
N-NO ₃ ⁻ (mgN/L)			
E.coli			
Detergente (surfactante)			
Sulfeto			
Toxicidade (Microtox)			

K



O canal experimental utilizado permitiu a reprodução de diversos aspectos inerentes ao fluxo do Rio Pinheiros, e especialmente foi apto para avaliar os efeitos benéficos do bioestimulador Accell®3 sobre as águas poluídas do Rio em questão.

5. RESULTADOS

O canal experimental foi construído em área próxima à Elevatória da Traição, e recebeu, por responsabilidade da EMAE, uma vazão contínua de 104,2 L/hora de água proveniente do Rio Pinheiros, através da captação por bomba submersa.

As dimensões do canal experimental, descritas no item 3.1, permitiram resultar em um tempo de percurso de aproximadamente 4,8 dias.

Nos Anexos A1, encontram-se as tabelas 5, 6 e 7, com os resultados analíticos médios, máximos e mínimos, respectivamente. O Anexo A2 refere-se aos laudos emitidos pelo laboratório contratado.

Dentre os parâmetros básicos, a temperatura é uma das características mais importantes do meio aquático e desempenha um papel importante no controle das espécies presentes e, o canal experimental na presença do Accell®3 manteve-se, ao longo de toda operação, uma temperatura média de 23,5 °C, que é uma faixa ideal para manutenção da vida aquática nos rios.

Com relação ao pH, foi obtida faixa de resultado de 7,51 a 7,81, o que resulta na faixa ótima exigida no Artigo 17, item VII, do CONAMA 357 para rios de classe 4, que varia de 6,0 a 9,0.

As águas coletadas do Rio Pinheiros, afluentes ao canal experimental, apresentaram oxigênio dissolvido (OD) próximo a 0mg/L em quase todo período de teste, atingindo 1,00 mg/L apenas duas vezes.

No entanto, a exigência para OD no artigo 17, da Resolução CONAMA 357, para rios de classe 4 é a manutenção de 2,0mg/L ao longo de toda extensão do rio.

Com a aplicação do Accell®3 no canal, foi obtida uma média de 5,00 mg/L de OD. Não só atendendo à legislação, como também, atingindo um aumento de mais de 200% acima do requisito normativo. Na figura 9, pode-se observar o comparativo entre os efluentes de entrada, 15 metros (intermediário), efluente de saída e o requerido pela CONAMA. Ainda, durante todo o teste, observou-se que o OD esteve acima do recomendado pela legislação, conforme ilustrado na figura 10.

A handwritten signature in purple ink, located in the bottom right corner of the page.

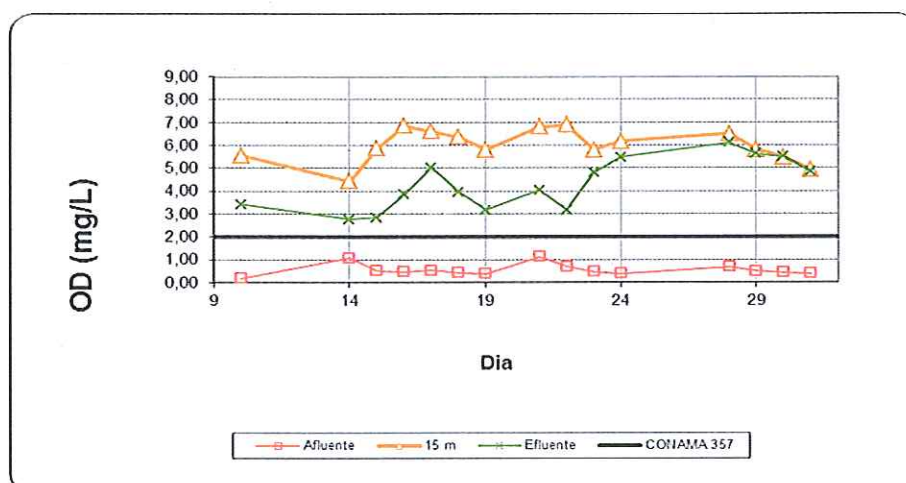


Figura 9: Gráfico de série para Oxigênio Dissolvido ao longo de todo o período de teste.



Figura 10: Porcentagem de atendimento ao CONAMA 357 do efluente com Accell[®]3.

Para os demais parâmetros, descritos na Tabela 2, apresentaremos os resultados também em boxplot, que é muito utilizado nas áreas das ciências biológicas e médicas. Esse tipo de representação mostra, no *box*, a mediana (50%), o primeiro quartil (25%) e o terceiro quartil (75%). Além disso, são discriminados os percentis 90%, 75%, 50% (mediana), 25% e 10%, e exibidos o menor e o maior escores através do limite inferior e superior de linhas retas verticais, que originam do primeiro e terceiro quartis, respectivamente. Para esse tipo de apresentação é correto afirmar que quanto maior o comprimento do *box* interior maior será a heterogeneidade da amostra e maior será o desvio-padrão.

Para o boxplot do parâmetro de Condutividade, podemos observar que houve leve queda no valor de condutividade, porém sem grandes variações, conforme apresentado na figura 11.

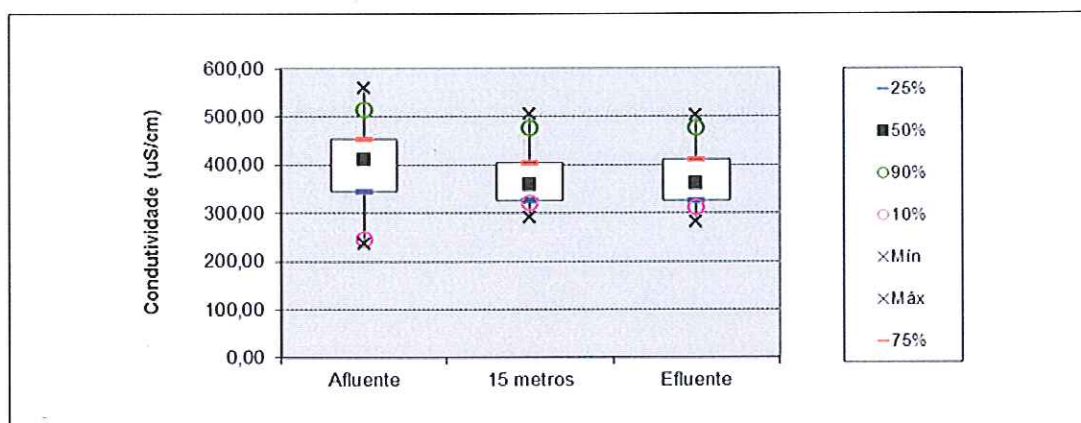


Figura 11: Boxplot para o parâmetro de Condutividade nos pontos de entrada, 15m e saída do canal experimental.

A figura 12 ilustra o boxplot da turbidez que apresentou redução média de 70,7% dentro dos primeiros 15 metros do canal e global de 72,6%. Estes dados se correlacionam bem com os dados de Sólidos Suspensos Totais (SST). A redução na turbidez já foi observada nos primeiros dias de teste.

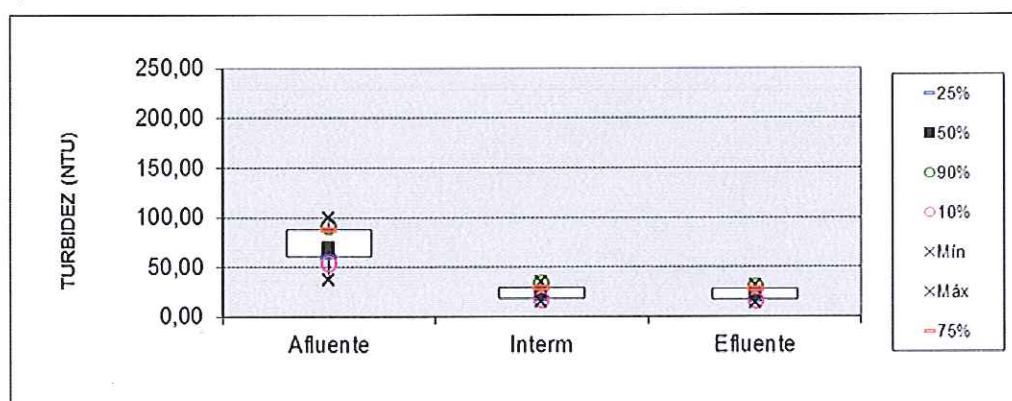


Figura 12: Boxplot para o parâmetro de Turbidez nos pontos de entrada, 15m e saída do canal experimental.

Os Boxplots representados nas figuras 13 e 14 apresentam os resultados obtidos com a aplicação do Accell®3 para os Sólidos Suspensos Totais e Sólidos Suspensos Voláteis, respectivamente, os quais obtiveram boa capacidade de remoção de sólidos, atingindo redução de 70,87% e 43,54%, respectivamente, refletida na baixa turbidez apresentada ao longo do período de teste.

Handwritten signature or mark.

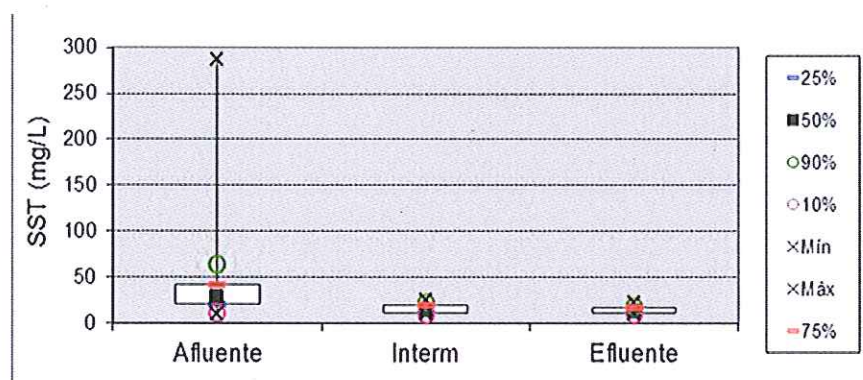


Figura 13: Boxplot para o parâmetro de SST nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

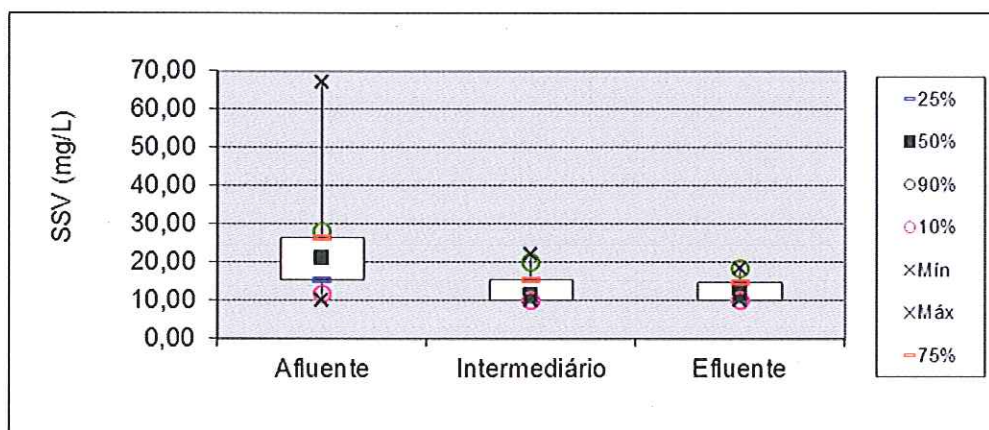


Figura 14: Boxplot para o parâmetro de SSV nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

Já para os Sólidos Totais e Sólidos Sedimentáveis, apesar da redução, não obtivemos alterações significativas, conforme apresentado no boxplot das figuras 15 e 16.

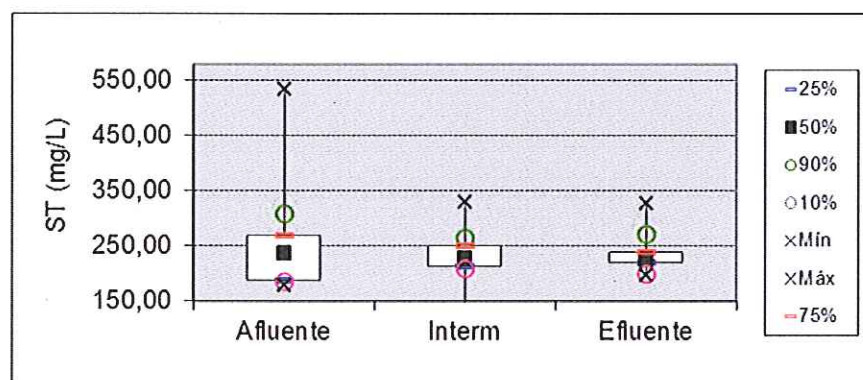


Figura 15: Boxplot para o parâmetro de ST nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

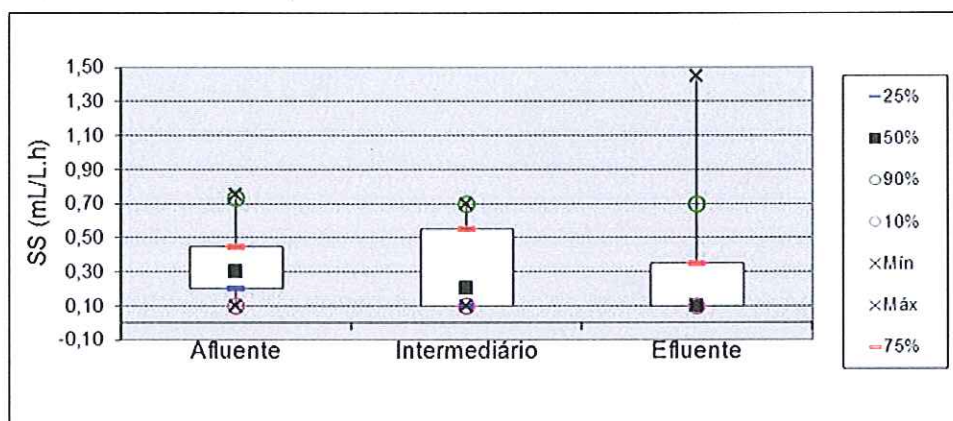


Figura 16: Boxplot para o parâmetro de SS nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

A análise de Carbono Orgânico Total (COT) é um parâmetro de qualidade da água para avaliação de contaminação da água com impurezas orgânicas. Com a aplicação do Accell®3, nas águas poluídas do Rio Pinheiros, obtivemos uma redução de 54,7%, conforme boxplot apresentado na figura 17.

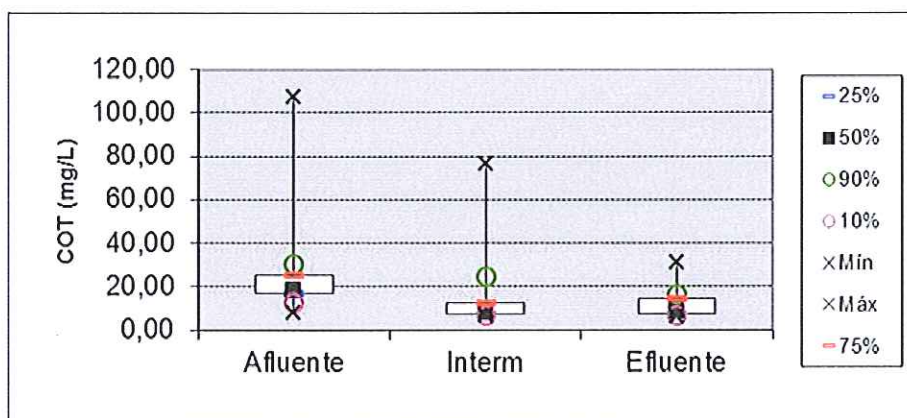


Figura 17: Boxplot para o parâmetro COT nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

Na figura 18, é possível avaliar o boxplot com os resultados de fósforo, o qual se observa uma variação de resultados na entrada do canal experimental, no entanto, ao longo do canal e na saída mostra-se um sistema estável, sem variações significativas.

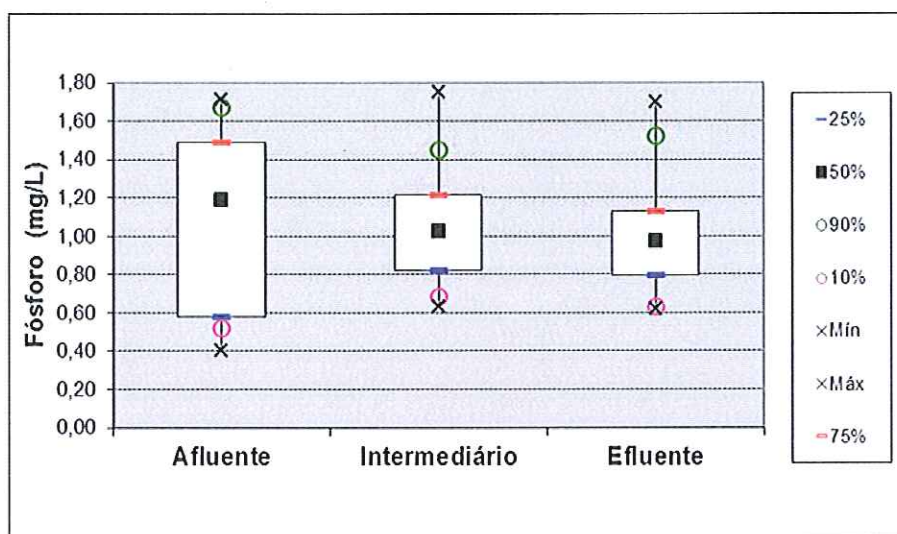


Figura 18: Boxplot para o parâmetro de fósforo nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

Para o parâmetro de Escherichia coli não são observadas grandes variações nem no efluente da entrada e nem ao longo do canal, conforme boxplot apresentado na figura 19.

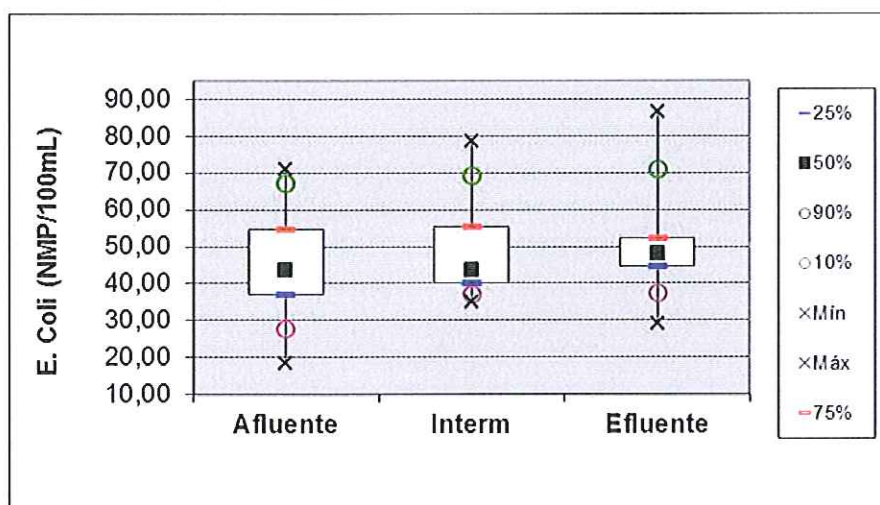


Figura 19: Boxplot para o parâmetro de E.coli nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

Com a aplicação do Accell®3 no canal experimental, foi observado no efluente final redução de 95,21% de sulfeto com relação à concentração vindas das águas do Rio Pinheiros. Essa redução de sulfeto foi observada já nos primeiros 15 metros do canal experimental, refletida na ausência de odor ao longo de todo sistema com Accell®3. Essa redução é possível observar no boxplot da figura 20.

K

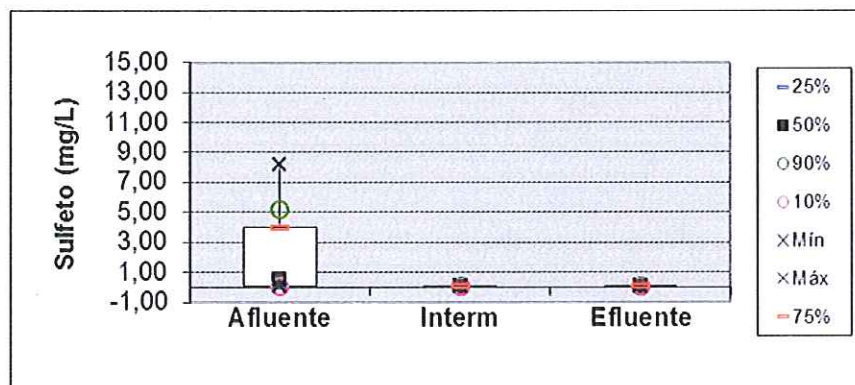


Figura 20: Boxplot para o parâmetro de Sulfeto nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

Para o parâmetro de surfactante têm-se, em alguns dias, altas concentrações provenientes das águas do Rio Pinheiros, observadas no ponto de entrada do canal experimental. No entanto, ao longo e ao final do canal não são observadas variações, conforme se pode observar na figura 21. A redução média de surfactante no efluente final foi de 69%, o que auxilia na não formação de espumas ao longo do Rio.

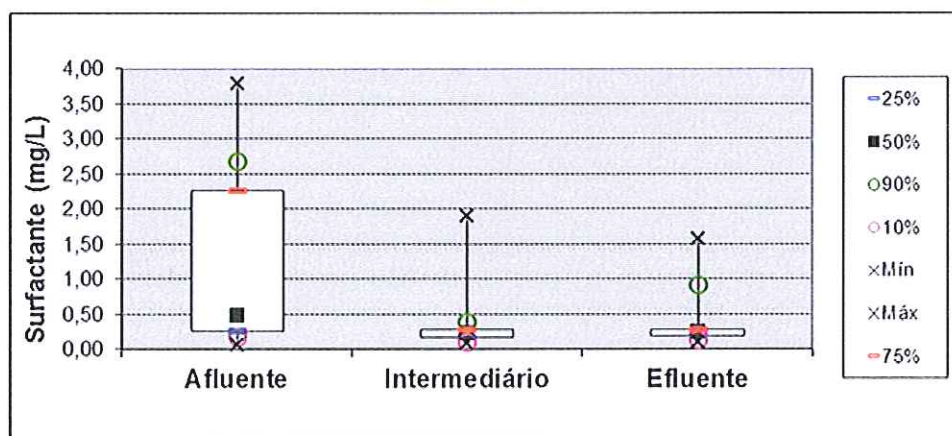


Figura 21: Boxplot para o parâmetro de Surfactante nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

O canal experimental recebia um efluente do Rio Pinheiros com uma alta concentração de nitrogênio amoniacal, indicando a contaminação das águas. Com a aplicação do Accell®3, observou-se uma significativa redução na concentração de Nitrogênio Amoniacal, sendo convertido a NO_2 (nitrito) e NO_3 (Nitrato), conforme boxplots apresentados nas figuras 22, 23 e 24. Uma eficiência de 58,40% na conversão.

K

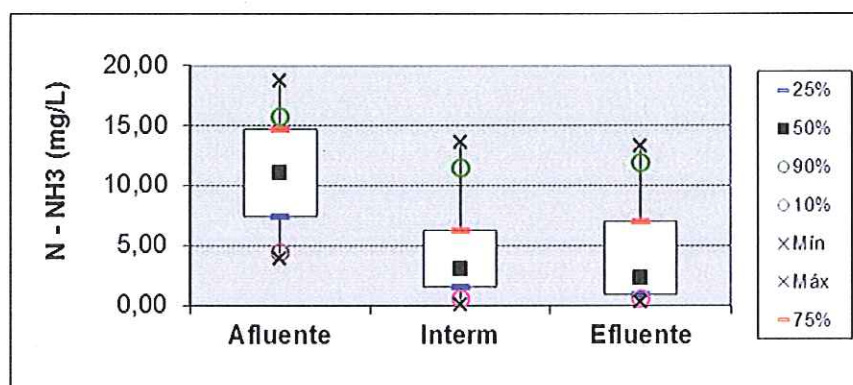


Figura 22: Boxplot para o parâmetro de Nitrogênio Amoniacal nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

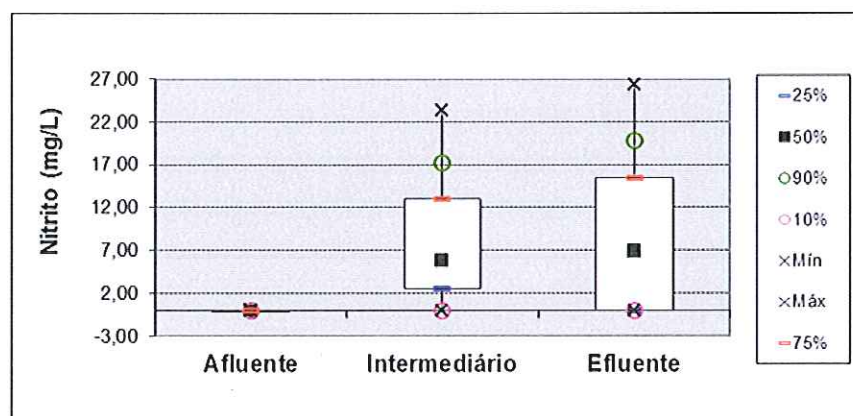


Figura 23: Boxplot para o parâmetro de Nitrito nos pontos de entrada, 15 metros e saída.

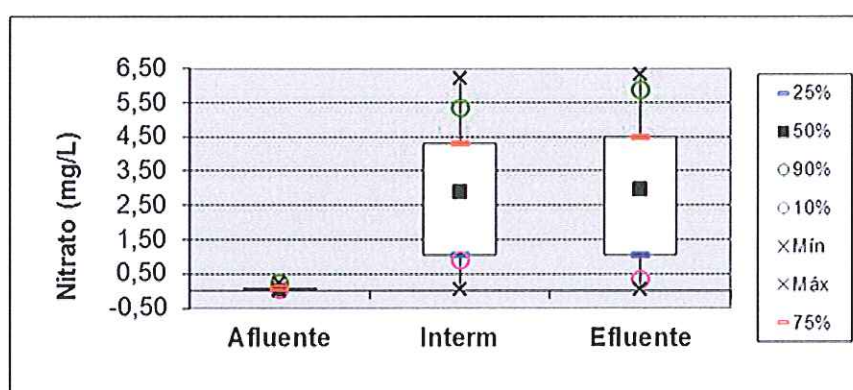


Figura 24: Boxplot para o parâmetro de Nitrato nos pontos de entrada, 15 metros e saída.



Conforme era esperado, ao aplicar o Accell®3 no efluente do Rio Pinheiros, que já se apresentava tóxico, não houve nenhuma alteração em sua toxicidade, já que o Accell®3 é um produto livre de substâncias tóxicas, que possam prejudicar os microrganismos presentes nas águas do Rio Pinheiros. Pôde-se observar ainda que os resultados de toxicidade no efluente com o Accell®3 obteve uma redução média de quase 40%, podendo ao longo do tempo apresentar maiores reduções. Na tabela 3, encontram-se os resultados médios de CE50 para os efluentes de entrada, 15 metros e saída.

Tabela 3: Resultados médios de toxicidade para os pontos de entrada, intermediário e efluente final.

Toxicidade Aguda em <i>Vibrio Fischeri</i> (Microtox)	
Pontos de coleta	CE50; 15 min (%)
Entrada (0 metro)	24,15
Intermediário (15 metros)	50,18
Saída (30 metros)	57,95

Quanto maior o CE50, menos tóxico é o efluente para aquele microrganismo. Verifica-se, então, que o Accell®3 torna menos tóxico o efluente e proporcionará uma evolução da vida aquática do Rio.

Conforme solicitado pela SMA, após finalização do teste, foi realizada análise de nível de assoreamento no canal experimental através da análise de Sólidos Totais realizadas com a suspensão dos sólidos do fundo, no dia seguinte ao último dia de teste. Após suspensão e homogeneização dos sólidos do fundo, foram obtidos os resultados apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Resultados de Sólidos Totais após suspensão dos sólidos de fundo.

Valores de Sólidos Totais em mg/L – coleta de 22/10/2013				
Ponto 1 (5m)	Ponto 2 (15 m)	Ponto 3 (20 m)	Ponto 4 (25 m)	Média (mg/L)
442	350	300	277	342,25

Área total do canal: 30 metros.

Volume total do canal experimental: 12m³



$$ST = 342,25 \text{ g/m}^3$$

$$ST \text{ total (em } 12\text{m}^3) = 4107\text{g} = 0,004107 \text{ m}^3$$

$$ST \text{ pela área (por } 30\text{m}) = 0,0001369 \text{ m} = 0,1369 \text{ milímetros}$$

Sendo assim, o canal apresentava ao final do teste, apenas 0,1369 mm de sólidos em sua extensão, o que justifica a visualização do fundo do canal em todo período de teste com Accell®3.

No Anexo A4, segue um breve biografia e comentários do criador da tecnologia Accell®3, Sr Carl W. Podella, sobre os resultados deste teste. O Sr. Carl Podella é um cientista americano especialista em criação de novos produtos com base em surfactantes, é detentor de 11 patentes incluindo a do Accell®3, é sócio fundador da Advanced BioCalytics Corporation e fabricante do produto Accell®3, distribuído no Brasil através da parceria exclusiva com a Verus Ambiental Ltda., a qual deverá produzi-lo no Brasil brevemente.

6. CONCLUSÃO

Após a aplicação do Accell®3, foram obtidas as seguintes melhorias:

- Oxigênio Dissolvido com média de 5,0 mg/L ao longo de todo canal;
- Redução de 95,21% de Sulfeto;
- Ausência completa de mau odor;
- Quase 70% de redução na turbidez do efluente;
- Redução de Sólidos Suspensos Totais e Voláteis de 70,87% e 43,54%, respectivamente;
- Baixo potencial de assoreamento;
- Eficiência na conversão de nitrogênio amoniacal da ordem de 58,4%;
- Aumento na degradação da matéria orgânica da ordem de 54,7%;
- Alta redução na tensão superficial;

A resolução CONAMA 357 para rios de classe 4 foi integralmente atendida com a aplicação do Accell®3 nas águas do Rio Pinheiros, ficando o Oxigênio Dissolvido 100% do tempo acima do requerido pela norma. Desde os primeiros dias, observou-se completa ausência de mau odor já nos primeiros metros após a aplicação do Accell®3, representada pela redução significativa do sulfeto nas amostras.

ENGEFORM

Com ausência do mau odor, baixo potencial de assoreamento, significativa redução na concentração de sólidos e baixíssima turbidez, verificados após a aplicação do Accell®3, fica assegurada, integralmente, a destinação das águas do Rio Pinheiros para navegação e harmonia paisagística, conforme determinado para os rios de classe 4, na Seção I item V da resolução CONAMA 357.

Ademais, outra perceptível melhoria após a aplicação do Accell®3 foi a expressiva redução na concentração de nitrogênio, indicando o menor potencial de eutrofização. Além da aplicação do Accell®3 ter reduzido a concentração de carbono orgânico presente nas águas do Rio Pinheiros, significando assim a maior degradação da matéria orgânica e melhoria significativa na qualidade das águas do Rio Pinheiros.

Ainda, a alta redução na tensão superficial do efluente permitiu que mosquitos não mais pousassem nas águas do canal experimental. Observação que melhorará significativamente o aspecto visual do Rio Pinheiros.

Esses ótimos resultados foram obtidos através de um curto teste de apenas 30 dias. Sabe-se que, em estações de tratamento de esgoto, o ápice dos resultados com a aplicação do Accell®3 é alcançado após 60 dias. Sendo assim, com a prorrogação dos testes teríamos resultados ainda melhores.

Accell®3 é uma alternativa de baixo custo e altamente eficiente para restaurar a beleza natural do Rio Pinheiros e agregar valor às áreas comerciais e residenciais, próximas ao Rio Pinheiros. O Accell®3 não confere toxicidade ao efluente e poderá melhorar a vida aquática do Rio. O Tratamento do Rio Pinheiros com Accell®3 contribuirá para a saúde e bem-estar da população que utiliza diariamente a ciclovia e o transporte ferroviário ao longo do rio, para harmonia paisagística e usos múltiplos do curso d'água e de seu entorno.

Com uma aplicação em escala real, a dosagem do Accell®3 nas águas do Rio Pinheiros e nos seus córregos afluentes proporcionará os seguintes benefícios ambientais:

- Reduzirá as tensões superficial e interfaciais da água do rio e dispersará óleos, graxas e gorduras sobrenadantes, melhorando sobremaneira seu aspecto visual. – Ação imediata.
- Essa ação tensoativa, facilitará o aprofundamento da camada de oxigênio dissolvido decorrente da ventilação superficial e a penetração mais profunda dos raios de sol, proporcionando a proliferação de bactérias aeróbias que degradarão a matéria orgânica sem emissão de mau odor. – Ação gradativa.
- A alteração tensoativa das águas, causada pela ação do Accell®3, reterá os gases odoríferos que terão facilidade de se dissolver nas águas ao invés de saírem para a atmosfera. – Ação gradativa.
- A tensão superficial das águas será reduzida a ponto de os mosquitos não poderem mais nelas pousar para procriação. – Ação imediata.
- Reduzirá a necessidade de colocar inseticidas na região. – Ação imediata.

K

ENGEFORM

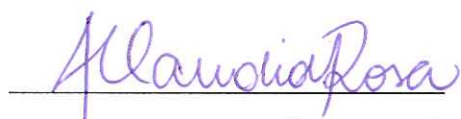
Esse conjunto de melhorias – redução significativa do mau odor, eliminação de pernilongos sem uso de inseticidas e melhoria do aspecto visual das águas com maior transparência - mudarão significativamente as condições ambientais do Rio Pinheiros e de seu entorno, justificando amplamente a aplicação do Accell®3. Complementar-se-á com o trabalho permanente de remoção de lixo que eventualmente sobrenadar ou estacionar nas margens.

R

ENGEFORM

O presente estudo foi realizado com o acompanhamento permanente da equipe da VERUS Ambiental Ltda.(Renato Abucham e Lucas Blini), bem como, pela equipe técnica da ENGEFORM (Kelvin Matielo). A operação foi coordenada, principalmente, pela Química Ana Claudia Rosa (ENGEFORM) e Engenheiro Francisco José Vela. Os testes foram realizados pelo Laboratório Nova Ambi.

São Paulo, 15 de janeiro de 2014.



ENGEFORM CONSTRUÇÕES E COMÉRCIO LTDA

ANA CLAUDIA ROSA





Anexo A1.

TABELA COM RESULTADOS ANALÍTICOS

K

Tabela 6: Valores Máximos de todos os parâmetros monitorados durante 15 dias (31/10, 04/11 a 09/11, 11/11 a 14/11 e 18/11 a 21/11).

Valores Máximos dos dias 31/10; 04/11 a 09/11; 11/11 a 14/11 e 18/11 a 21/13							
Parâmetros Básicos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
O.D.	1,13	5,77	6,2	6,9	6,14	6,48	6,11
pH	7,35	8,00	8,23	8,33	8,47	8,6	8,82
T (°C)	27,00	27,50	28,00	27,67	27,67	27,77	31,70
Condutividade (uS/cm)	559,00	517,80	510,47	505,66	505,00	504,00	504,00
Turbidez (NTU)	223,67	37,00	36,33	35,00	32,33	31,33	31,00
Parâmetros Complementares							
E.coli (NMP/100mL)	71,00	-	-	78,50	-	-	86,50
Fósforo (mg/L)	1,72	-	-	1,75	-	-	1,70
N-NH ₃ ⁺ (mgN/L)	18,70	-	-	13,65	-	-	13,30
N-NTK (mgN/L)	21,80	-	-	14,90	-	-	14,45
N-NO ₃ ⁻ (mgN/L)	0,25	-	-	6,20	-	-	6,30
N-NO ₂ ⁻ (mgN/L)	0,01	-	-	23,35	-	-	26,30
ST (mg/L)	535,00	-	-	330,00	-	-	328,50
SST (mg/L)	287,00	-	-	25,00	-	-	22,50
SSV (mg/L)	67,00	-	-	22,00	-	-	18,50
SS (mL/ L.h)	0,75	-	-	0,70	-	-	1,45
Sulfeto (mg/L)	8,20	-	-	0,10	-	-	0,10
Surfactante (mg/L)	3,80	-	-	1,90	-	-	1,58
Carbono Organico Total (mg/L)	107,50	-	-	76,50	-	-	31,00
Toxicidade (microtox)	70,70	-	-	89,75	-	-	85,90

Tabela 7: Valores Mínimos de todos os parâmetros monitorados durante 15 dias (31/10, 04/11 a 09/11, 11/11 a 14/11 e 18/11 a 21/11).

Valores Mínimos dos dias 31/10; 04/11 a 09/11; 11/11 a 14/11 e 18/11 a 21/11							
Parâmetros Básicos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
O.D.	0,18	3,37	3,97	4,43	3,64	2,96	2,77
pH	6,8	6,69	6,77	6,83	6,79	6,78	6,78
T (°C)	19,00	18,50	18,53	18,50	18,50	18,47	18,47
Condutividade (uS/cm)	235,60	301,50	294,00	291,50	286,33	284,33	282,00
Turbidez (NTU)	37,66	15,00	15,00	15,33	14,33	14,33	14,33
Parâmetros Complementares							
E.coli (NMP/100mL)	18,50	-	-	35,00	-	-	29,00
Fósforo (mg/L)	0,40	-	-	0,63	-	-	0,62
N-NH ₃ ⁺ (mgN/L)	3,93	-	-	0,07	-	-	0,33
N-NTK (mgN/L)	4,55	-	-	1,83	-	-	1,57
N-NO ₃ ⁻ (mgN/L)	0,00	-	-	0,03	-	-	0,03
N-NO ₂ ⁻ (mgN/L)	0,01	-	-	0,01	-	-	0,01
ST (mg/L)	180,00	-	-	96,50	-	-	197,50
SST (mg/L)	10,00	-	-	10,00	-	-	10,00
SSV (mg/L)	10,00	-	-	10,00	-	-	10,00
SS (mL/ L.h)	0,10	-	-	0,10	-	-	0,10
Sulfeto (mg/L)	0,10	-	-	0,10	-	-	0,10
Surfactante (mg/L)	0,05	-	-	0,08	-	-	0,10
Carbono Organico Total (mg/L)	8,10	-	-	6,60	-	-	6,05
Toxicidade (microtox)	9,65	-	-	8,60	-	-	9,15



Anexo A.2

LAUDOS ANALÍTICOS (anexo da mídia)

X

Anexo A.3

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO (anexo da mídia)

K

ENGEFORM

Anexo A.4

CONSIDERAÇÕES DO CRIADOR DA TECNOLOGIA E GRÁFICOS DOS RESULTADOS (anexo da mídia)

K

CONSIDERAÇÕES DO CRIADOR DA TECNOLOGIA: CIENTISTA CARL W. PODELLA**Results:**

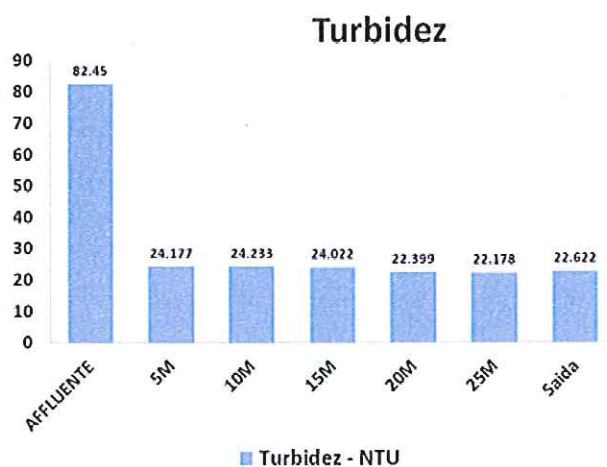
Test data generated from the test channel using Accell®3 produced results consistent with the goals set forth in the Introduction. The use of aeration in conjunction with the application of Accell®3 yields facilitates the use of very low dosages of Accell®3, and yields greater and much more immediate benefits to the remediation process. Overall appearance of the water after only 5 days of treatment with Accell®3 at a 3 mg/L dose rate, exhibited demonstrable visual improvement in the water's appearance. (See Figure 1)

Figure 1

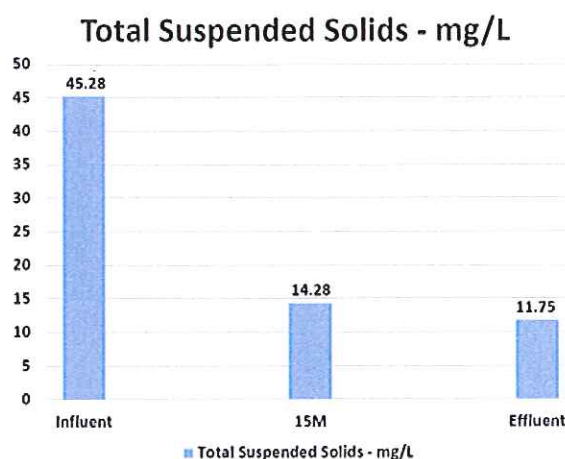


The improved appearance is substantiated by the turbidity data provided in the attached chart.

K

ENGEFORM

As can be seen, the turbidity was reduced by an average of 70.7% within the first 15 meters of the canal, and continued to improve to an overall reduction of 72.6%. This data correlates well with the Total Suspended Solids (SST) data where we observe an overall reduction in SST of 68.5% at 15 meters, and 74.1 % at the effluent. This is a dual result of Accell®3 ability to reduce the organic load by increasing biological activity, including the oil and grease that help to suspend the particulate matter, and through the ability of Accell®3 to reduce interfacial tension, which allows the inorganic material to settle out of the water.

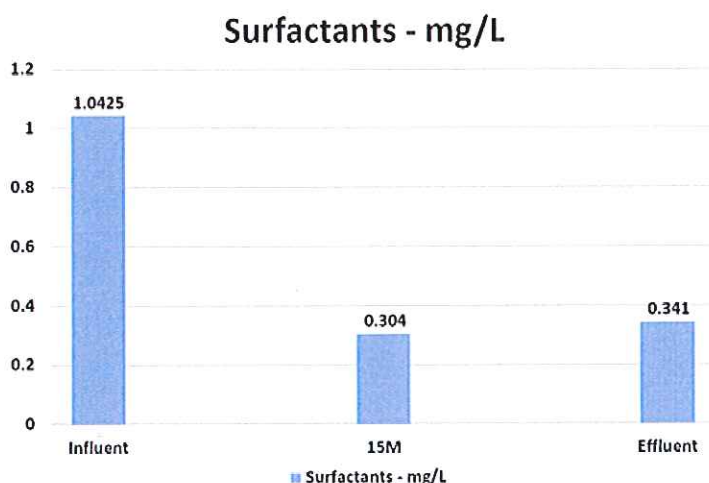


R

ENGEFORM

For the most part, the average Total Solids (ST) remained fairly constant at between 225 and 255mg/L, while the Settleable Solids remained flat at 0.31mg/L thus contributing very little to the overall level of sludge in the bottom of the channel and would be expected to contribute little to the river's sludge level.

The use of surfactants, such as Linear Alkyl Sulfonate (LAS), is another contributor to the pollution issue that can be observed in the river in the form of unsightly foam. These surfactants are most widely used in the inexpensive laundry detergents. They produce efficient, low-cost laundry products, but are quite difficult to biodegrade. Typical chemical/mechanical methods are not effective in removing this material. The Accell®3 treatment was successful in stimulating indigenous bacteria to biodegrade surfactants by reducing the average surfactant level by 67.4% in the first 15 meters of the channel. Test results continued to show improved removal.



Within 5 days of initiating the treatment of the channel with Accell®3, the odor of the treated water was approaching non-detect. The data show that ammonia levels at the effluent of the channel were running consistently below 1mg/L by the end of the test. The overall average ammonia influent concentration for the test was 10.84 mg/L, and the effluent averaged <0.6mg/L at the conclusion of the test, or about a 95% reduction in ammonia levels.

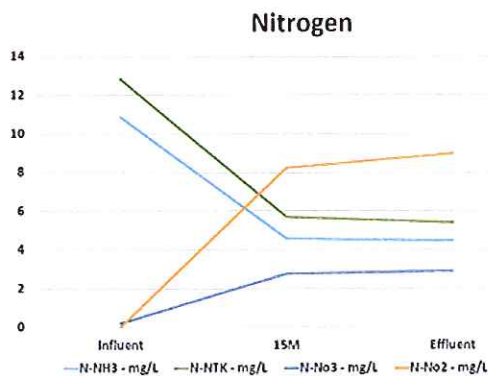
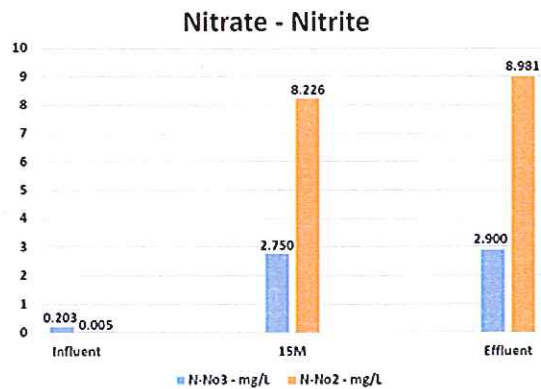
K

ENGEFORM

N-NH₃ - MEDIA/L MEDIA/Day

DATE	AFFLUENTE	15M	Saida
10/31/2013	18.7	13.65	13.3
4/11/2013	11.29	12.7	12.85
5/11/2013	3.93	9.75	10.59
6/11/2013	4.48	7.71	8.2
7/11/2013	8.4	4.75	5.71
8/11/2013	8.925	3.64	4.105
9/11/2013	11.75	2.5	2.52
11/11/2013	14.65	0.07	0.84
12/11/2013	15.6	2.58	1.63
13/11/13	14.65	3.03	2.33
14/11/13	15.55	3.56	2.31
18/11/13	4.38	0.84	0.455
19/11/13	6.41	0.51	0.325
20/11/13	11.05	1.25	0.73
21/11/13	12.8	2.09	0.86

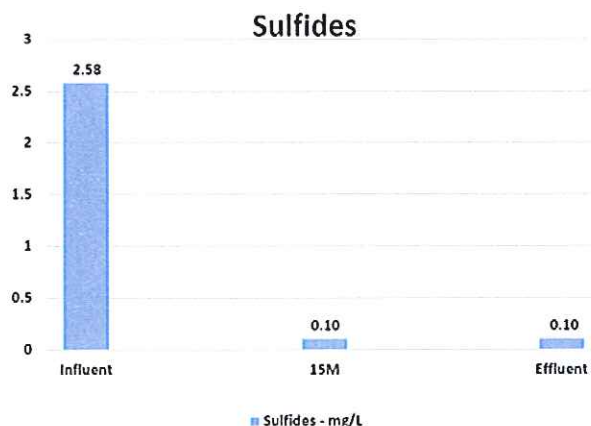
Meanwhile, the N-NO₃ and N-NO₂ levels increased from 0.203 and 0.005mg/L to 2.75 and 8.981 respectively, indicating that there is a strong nitrifying bacteria influence present. (Figure below)



12

ENGEFORM

The virtual elimination of sulfide in the channel also correlates with the dramatic reduction of mal-odors. With the improved dissolved oxygen levels creating an aerobic state in the channel, the presence of SRBs (Sulfate Reducing Bacteria) is dramatically reduced. The elimination of mal-odors is normally the first observable benefit from the use of Accell®3.



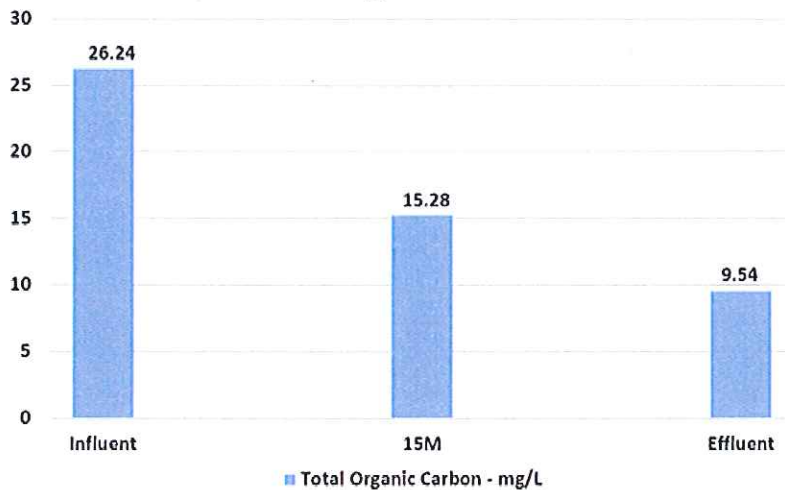
The effect on Dissolved Oxygen has a direct relationship on the reduction of organic carbon. Aerobic bacteria can consume organic matter much more quickly than anaerobic bacteria, therefore, it is beneficial to foster aerobic conditions. Additionally, aerobic conditions are essential to the future health and viability of the river if one desires to return the river to a healthy environmental state with clear water and an abundance of fish. In this trial, Accell®3

demonstrated the ability to accelerate the digestion of organic nutrients. During the time of the trial, the average reduction of influent TOC was 63.6%. With the reduction of organic carbon reducing the overall organic load, there is less oxygen demand, thus allowing the overall dissolved oxygen levels to stabilize at between 4 – 5 mg/L. Maintaining an adequate dissolved oxygen level will be essential to the Pinheiros River restoration process.

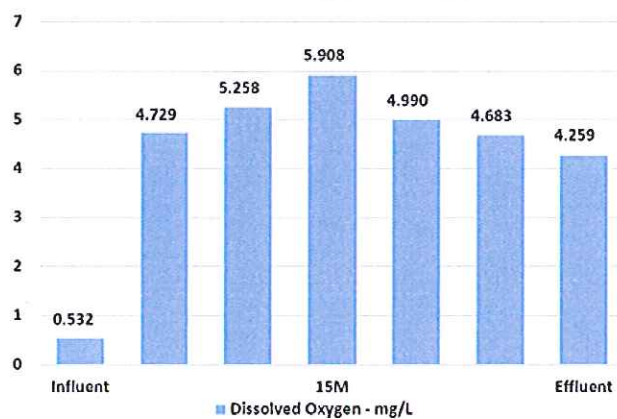
K



Total Organic Carbon

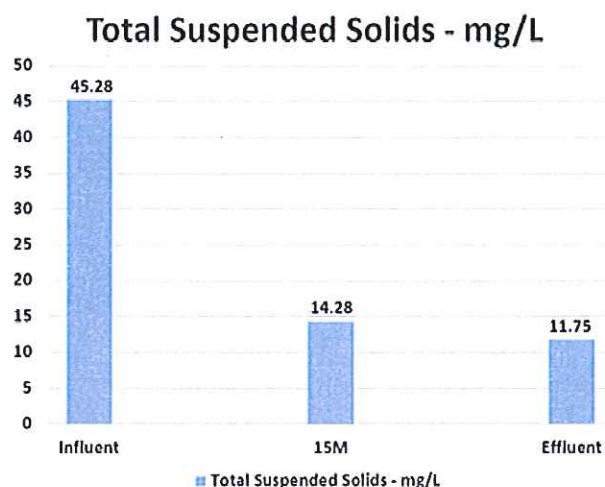


Dissolved Oxygen - mg/L



Another indicator of excellent biological activity is expressed in the Volatile Suspended Solids (SSV), where we see an overall average reduction of 43.3% at both 15 meters and at the effluent of the channel.

K

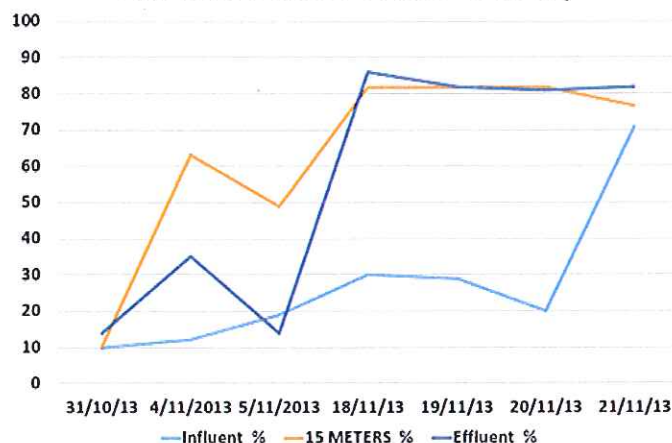


The last measure of returning the river to a level of cleanliness would be to reduce the level of toxicity that would allow the river to support aquatic life and provide a safe environment for the adjacent population. Currently, the river has a high level of toxicity, much of which is most likely stored in the river bottom's sludge. Much of this will be reduced through the use of Accell®3, but over a rather long period of time. As the aqueous phase becomes restored and the dissolved oxygen becomes more abundant at the water/sludge interface, the sludge will slowly begin to remediate, thus reducing the organic matter, much of which may be organic toxicants. Should the residual inorganic portion of the sludge subsequently be disturbed, it should quickly settle due to the low velocity of the river.

Toxicity was evaluated on samples of the river, and the progress of Accell®3's treatment can be observed in the chart below. The objective was to determine the inhibitory effects of the contaminated Pinheiros River water on the light emission of *Vibrio fischeri* as a determinant of the water's toxicity. Samples were drawn at the influent of the channel, at 15-meters, and at the channel's effluent, twice per day. As seen in the graph below, the effluent samples were the last to demonstrate a dramatic improvement, which would be expected with this type of treatment. With time, the reduction in toxicity is expected to continue until the vast majority of organic sludge has been remediated.

K

Pinheiros River Water Toxicity



As a final observation, there appeared that the incidence of visual sightings of mosquitoes on the surface of the Accell®3 treated channel were significantly reduced when compared to the other 5 channels. While not quantified in the study, this function could be expected as the use of Accell®3 reduces the surface and interfacial tension of the water, resulting in the mosquitoes' ability to lie on the surface of the water. The surface/interfacial tension reduction function may play an important part of controlling the mosquito vector.

Conclusions:

The river is a dynamic entity; constantly changing based on the adjacent water flowing into the river. The use of the Accell®3 treatment will benefit the river throughout the full course of the river. Since the degree to which the adjacent contributing water contribute to the overall contamination of the Pinheiros River, consideration should be given to adding Accell®3 treatment points to those streams; particularly those that have been determined to be major contamination contributors. These streams may be taken off-line as the sources of contamination are reduced or eliminated.

Some technologies are designed to produce "clean" water by chemically and mechanically removing suspended solids at a given point in the river. However, they do little to respond to the contaminants entering the river downstream, or to the contaminants re-entering the river from the underlying sludge.



As humans condition their body's immune system to fight off infection through good nutrition, exercise and proper rest, Accell®3 conditions the river's ecology, allowing it to clean itself and prepare for the intrusion of contaminants from outside sources. The results of the Accell®3 treatment trial establish a strong foundation for a solution to the contamination and odor issues that now confront the Pinheiros River. The results of this short, 30-day trial indicate that full remediation of the Pinheiros River can meet all objectives set forth by CETESB.

Accell®3 is a cost-effective and highly efficient method for restoring the natural beauty of the Pinheiros River and adding value to the business and residential areas in close proximity to the Pinheiros. Treatment of the Pinheiros River with Accell®3 will contribute for the health and well-being of the population that commute daily by train line along the river, that rides bicycles along the river on week-ends, and opens the possibility to have the river shoreline to be utilized for other recreational activities of Sao Paulo residents and visitors.

Carl W. Podella's Curriculum

Carl W. Podella

Founder, Executive Vice President, Research and Development

Mr. Podella is an applications scientist with expertise in new product creation; design and development, including patenting new technology, regulatory affairs, manufacturing process design, and marketing plan development. As a Research Associate, Mr. Podella holds 11 patents in surfactant chemistry and its applications and has 21 patents pending. Mr. Podella also conducted research at the University of California - Irvine for 7 years in Developmental and Cell Biology. As a Senior Technology Specialist in International Research and Development for S.C. Johnson & Son, Inc. for twenty-seven years, Mr. Podella led a team of chemists and technicians, started subsidiary companies in international territories, managed product accounts averaging more than \$200 million in annual sales, performed research and development projects in several foreign countries, and launched more than one hundred products worldwide. Mr. Podella attended the University of Wisconsin and took additional coursework at Northwestern University's Kellogg School of Management. He also holds membership with the Water Environment Federation, American Chemical Society and the Society for Petroleum Engineers.

K

ENGEFORM

TERMO DE ENCERRAMENTO

R

ENGEFORM

São Paulo, 15 de janeiro de 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE**GRUPO DE TRABALHO – GT**

Av. Frederico Hermann Júnior, 345, Alto Pinheiros, prédio 1, 5º andar

At.: Secretário Executivo Engº Marcos Antonio Veiga de Campos

Ref.: Edital de Chamamento Público

"Apresentação de Tecnologias para Testes de Alternativas de Tratamento da Poluição do Canal Pinheiros"

Prezados Senhores,

Declaramos através do Termo de Encerramento, da Proposta de Chamamento Público em epígrafe, que a mesma está composta em 01 (uma) via original, numerada de 001 a **0043** incluindo esta.

Atenciosamente,

Nei Busnardo
Eng.º Civil - CREA nº 0600285336
Diretor Técnico / Procurador