

## **Formação de espumas e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) no rio Tietê, município de Pirapora do Bom Jesus, e sua relação com o Sistema de Tratamento das Águas do Rio Pinheiros**

Admilson Clayton Barbosa<sup>1</sup>  
Carolina Valério<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Empresa Metropolitana de Água e Energia – EMAE  
Av. Nossa Senhora do Sabará, 5312 - 04447-900 - São Paulo – SP, Brasil  
{admilson.barbosa; carolina.valerio}@emae.com.br

**Abstract:** This paper aims to present the problem caused by the emission of hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) in the Tietê River in the city of Pirapora do Bom Jesus, in São Paulo State, and also indicates possibilities to improve this problems, from two actions: the first is the treatment of water from the Pinheiros River, where there is the aim to divert approximately 40m<sup>3</sup>/s of polluted water from Tietê River for treatment at the Pinheiros River; the second is the entry into operation of the Small Hydropower Plant Pirapora. It is expected a significant improvement for the problem of H<sub>2</sub>S emission.

**Palavras chaves:** poluição, gás sulfídrico, surfactantes, rio Tietê.

### **1. Introdução**

O comprometimento da qualidade das águas da Região Metropolitana de São Paulo, em sua maioria que deságuam no Rio Tietê, prejudicam as condições ambientais e estéticas das cidades. Este problema é mais latente às cidades próximas dos grandes centros urbanos, como as cidades de Barueri, Santana de Paranaíba e Pirapora do Bom Jesus.

O aumento da concentração de poluentes, em especial de matéria orgânica, óleos e graxos, tornam o rio sem oxigênio agravando ainda mais o problema. Outros agentes também são muito prejudiciais, tal como os altos níveis de surfactantes (detergentes), formação de espumas e gás sulfídricos, problemas igualmente observados em estações de tratamento de esgotos (LILIAMTIS e MANCUSO, 2003; ALVES et al., 2004). A cidade de Pirapora do Bom Jesus é o município que sofre o maior reflexo da poluição do Tietê.

O resultado desta poluição é a coloração escura da água e a liberação de gases na sua superfície, evidenciado pela presença de bolhas. Mais visível e perceptível é a formação de espumas nas estruturas reguladoras do sistema hidroenergético da Empresa Metropolitana de Águas e Energia - EMAE, especialmente na Barragem de Pirapora Município de Pirapora do Bom Jesus, no rio Tietê, próximo à foz do rio Juqueri, no estado de São Paulo (23° 23' Sul, 46° 59' Oeste), sendo este espuma e emanação de gases um inconveniente e incomodo para população ribeirinha.

Esta formação de espumas e a intensa exalação de mau cheiro nas proximidades da Barragem de Pirapora são fatos preocupantes do ponto de vista ecológico e sanitário, visto que existe a formação de aerossóis e, além disso, as espumas apresentam maiores concentrações de poluentes, microorganismos patogênicos e toxicidade em relação às águas (CETESB, 1984; FCTH, 2005).

As águas do Rio Tietê na região de Pirapora do Bom Jesus possuem uma qualidade extremamente ruim, diagnosticada pela ausência predominante de oxigênio. A escassez de oxigênio dissolvido (OD), valores elevados de coliformes e altas concentrações de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), fósforo, nitrogênio e surfactantes (CETESB, 1984; 1993; 1994; FCTH, 2005; SILVA, 2000; 2008), aliada ao excesso de matéria orgânica nas águas do rio Tietê, no reservatório de Pirapora, contribui também, em parte, para intensificar a formação de espumas a partir da Barragem de Pirapora, pois o ambiente anaeróbico é menos favorável à degradação dos detergentes.

Quando o ambiente se torna anaeróbico e aumenta os níveis de sulfeto, impossibilita a degradação de matéria orgânica e inicia a emissão de gases, ao passar pelas corredeiras naturais do rio e principalmente pela descarga na Barragem de Pirapora, esta ação potencializa a formação de espumas e de gás sulfídrico, sendo estes dois pontos importantes dentro da abordagem ambiental e de saúde pública (SILVA, 2000; FCTH, 2005).

A Fundação Centro de Tecnologia Hidráulica da USP – FCTH, desenvolveu um modelo reduzido para estudar o comportamento formação de espuma após a implantação da Pequena Central Hidrelétrica de Pirapora na Barragem já existente, que trabalhará com o sistema de geração com a máquina afogada, isto submersa no rio. Esse estudo mostrou que haverá uma sensível diminuição na formação de espuma na região.

Este estudo tem como objetivo discutir e apresentar dados sobre a formação de espumas e emissão de gás sulfídrico do Rio Tietê, e uma possível relação com a entrada de operação do sistema de flotação para tratamento das águas do Rio Pinheiro.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Rio Pinheiros, Bombeamento e tratamento das águas por Flotação**

O sistema hidroenergético, hoje operado pela EMAE, foi concebido e implantado em sua quase totalidade, na primeira metade do século XX. O sistema foi concebido com a reversão das águas do rio Tietê para o Rio Pinheiros, por meio de sistemas de barramentos no rio Tietê e recalque das águas por Usinas Elevatórias localizadas no Rio Pinheiros que, é hoje um canal retificado com cerca de 25km de comprimento e elevação 30 m de altura entre a confluência do Tietê com o Pinheiros e o Reservatório Billings para geração de energia elétrica na Usina de Henry Borden no município de Cubatão na Baixada Santista.

Esse sistema hidroenergético implantado pela *Light* foi vítima do crescimento desordenado, da qual foi coadjuvante. Isso se deu a partir das várias mudanças nas regras operacionais a partir da década de 70 e culminou com a proibição do bombeamento a partir de 1992 (VICTORINO, 2002).

Diante do cenário de degradação ambiental das águas da bacia do Alto Tietê, o Governo do Estado de São Paulo, representado pela CETESB, EMAE e SABESP, depois de testar várias ecotecnologias, adotaram o processo de flotação, que seria sustentado financeiramente pela geração de energia elétrica na usina Henry Borden (FCTH, 2005).

O sistema de tratamento de água pela técnica de flotação, em sua capacidade máxima de operação prevê a utilização de 40m<sup>3</sup>/s de água do Rio Tietê, cujo sua vazão média é de 70m<sup>3</sup>/s, chegando em Pirapora um volume de aproximadamente 20m<sup>3</sup>/s de água, em condições normais de vazão. Esse desvio não altera a qualidade das águas que chegarão no município de Pirapora do Bom Jesus e a concentração de poluentes será então a mesma.

Atualmente o processo de flotação está em fase de testes, que foram prorrogados até o final de 2009, que subsidiará o estudo de impacto ambiental - EIA, pré-requisito do licenciamento ambiental estabelecido pela legislação vigente.

O processo de tratamento adotado para o Rio Pinheiros e afluentes pode ser explicado pela aplicação conjunta sequencial em fluxo de duas técnicas usualmente empregadas em Estações de Tratamento de Água, e mais recentemente em Estações de Tratamento de Esgoto, para segregação físico-química de materiais: a Coágulo / Floculação e a Flotação. Em adição, e sequencialmente a essas duas técnicas de segregação, o processo inclui técnica de remoção de lodo flotado através de equipamento especial de dragagem e eventualmente, dependendo do uso da água resultante, a desinfecção do efluente pós-tratamento.

As unidades de tratamento por flotação em fluxo incorporam o comportamento hidráulico do canal ou curso d'água a ser tratado como variável operacional, garantindo a eficiência indistinta do processo nos leitos de rios e canais existentes ou em canais de tratamento artificiais. A flexibilidade inerente à concepção do processo possibilita sua implantação para a melhoria das águas em rios, canais, reservatórios e lagos e também a sua utilização conjunta, como complemento a outros sistemas de tratamento em Estações de Tratamento de Esgoto.

As metas estabelecidas para o tratamento são alcançadas através da redução das concentrações de substâncias que funcionam como indicador de qualidade de acordo com a legislação ambiental vigente, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio, os coliformes, o Fósforo Total, Óleos e Graxas, ou ainda pela diminuição da taxa de parâmetros de maior perceptividade como a cor, a turbidez e o odor da água tratada.

Ainda como resultado da aplicação do processo, tem-se o incremento significativo da concentração de oxigênio dissolvido no efluente pós-tratamento, parâmetro bastante significativo no que se refere às condicionantes para a preservação e conservação dos ecossistemas aquáticos.

## **2.2. A formação de espumas**

A formação de espumas se dá com o batimento e agitação das águas (ALVES et al., 2004; FCTH, 2005), assim os detergentes e sabão diminuem a tensão superficial da água propiciando a formação da espuma branca, portanto as espumas são suspensões de gás em líquido, pasta ou até mesmo sólido.

Matéria orgânica, óleos e graxos proporcionam a formação de espumas, porém no caso de estações de tratamento de esgotos e no Rio Tietê são os surfactantes (detergentes) os grandes responsáveis pela formação de espumas, estes são encontrados nos cremes dentais, xampu, condicionador, detergente líquido, e produtos de limpeza em geral.

No caso das águas do Rio Tietê na região de Pirapora do Bom Jesus, as concentrações de surfactantes (detergentes), freqüentemente se encontram acima de 0,5 mg/L, concentração esta estabelecida pela EPA - Environmental Protection Agency – EUA, como o limite permitido para lançamento, limite este, superior ao indicado pela OMS – Organização Mundial da Saúde que é de 0,2 mg/L, ou seja, são suscetíveis à formação de espumas. Segundo a CETESB (1984; 1998) esgotos sanitários que possuem de 3 a 6 mg/L de detergentes.

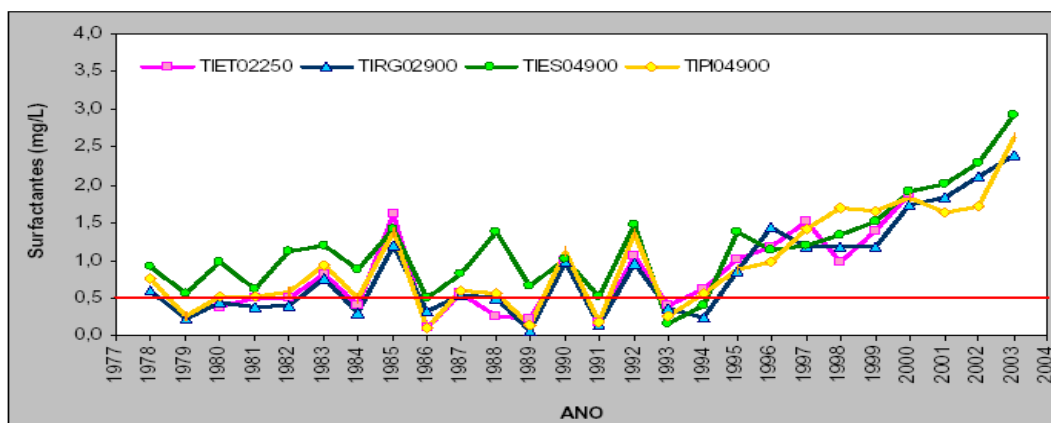
Nas águas do Rio Tietê na região de Pirapora do Bom Jesus, as concentrações médias anuais de surfactantes, obtidas no período entres 1978 e 2003, em cinco diferentes pontos de coleta mostram variações nas concentrações, em um período em que as águas do Rio

Tietê eram bombeadas para o Rio Pinheiros e para o Reservatório Billings para geração de energia elétrica na Usina de Henry Borden em Cubatão, nota-se na Figura 1 que a partir do ano de 1994 com a proibição do bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings a um aumento significativo nas concentrações de surfactantes. A concentração de 0,019 mg/L a 0,04 mg/L de surfactante na água já é o suficiente para formação de espumas (COBRAPE, 1991), isto é, depende da turbulência e outras características como a concentração dos poluentes na água e oxigênio. No caso do Rio Tietê, Silva (2008), constatou a presença de oxigênio dissolvido (OD) em maior quantidade nos trechos de jusante dos vertedouros das barragens, resultado do efeito da aeração das águas nesses trechos, porém este fato não representa uma melhoria contínua de qualidade da água, pois o ambiente mantém-se bastante degradado, sendo que ao longo do percurso do rio, o OD vai sendo consumido, resultando em concentrações mais baixas nos trechos mais distantes das referidas estruturas hidráulicas, conseqüente excesso de matéria orgânica nas águas do Rio Tietê contribuem também, em parte, para intensificar a formação de espumas, pois o ambiente anaeróbico não favorece a degradação dos detergentes (SILVA, 2008).

O que dá aos surfactantes um grande sucesso comercial é à sua capacidade de formar espumas mesmo em baixas concentrações, o que por outro lado, torna-se seu maior problema do ponto de vista ambiental em ecossistemas aquáticos (FCTH, 2005).

Devido ao grande uso, é esperada a presença de surfactantes em suprimentos públicos de água. Entre os problemas causados por esses compostos, pode-se ressaltar: a formação de espumas; a presença de gosto e odor na água e dificuldades na decantação e filtração (FCTH *apud* Macedo, 2005).

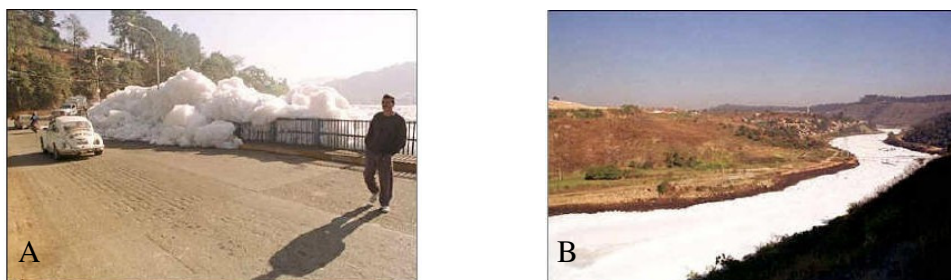
A espuma trás muitos agravantes, entre eles a suspensão e concentração de poluentes da água, além de oferecerem grande resistência à degradação biológica onde influenciam nas trocas gasosas entre a atmosfera e o corpo d'água.



**Figura 01:** Concentrações médias anuais de surfactantes nas águas do Rio Tietê na região de Pirapora do Bom Jesus, obtidas no período entres 1978 e 2003, em cinco diferentes pontos de coleta (TIET02250 – Rio Tietê, localizado na cidade de Pirapora de Bom Jesus; TIRG02900 – Reservatório de Rasgão; TIES04900 – Reservatório Edgard de Souza e TIPI04900 – Reservatório de Pirapora). Fonte: FCTH (2005)

Isso tem causado uma série de problemas ambientais e sanitários, como a jusante da Barragem de Pirapora que ocorre uma intensa formação de espumas, há relatos de blocos de espumas que chegaram a medir mais de 4 metros de altura.

As espumas formadas comumente atingem a cidade de Pirapora, causando corrosão de metais e fortes odores, atuando como transportadora de compostos biológicos e químicos. Além disso, possuem uma característica de enriquecimento de poluentes propiciando um grande aumento na concentração dos mesmos (CETESB, 1985; CETESB, 1993).



**Figura 2:** Vista do Rio Tietê na região de Pirapora de Bom Jesus. Imagem A - Ponte sobre Rio Tietê sendo coberta pela espuma. Imagem B – Rio Tietê encoberto pela espuma. Fonte: Adaptado de Ricardo et al. (2009).

Testes realizados em laboratório mostram que as espumas provenientes das águas do rio Tietê possuem alta densidade de Coliformes (totais e fecais), Salmonellas e vírus (estimados pelos colifagos), tendendo a se concentrar mais nas espumas do que nas águas, o que apresenta um risco à saúde dos municípios daquela região (CETESB, 1985).

## 2.2. Formação do Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S)

Com a passagem das águas poluídas do Tietê pelo vertedouro da Barragem de Pirapora há um turbilhonamento que proporciona a formação de espumas e liberação de gás sulfídrico, emanando cheiro desagradável de ovo podre (CETESB, 1985, ALVES, et al. 2004). O H<sub>2</sub>S, se forma devido às águas do Tietê ser um ambiente anaeróbico de depuração (CETESB, 1985; CETESB, 1998), causando problema de poluição atmosférica, no qual a origem é a poluição de um corpo d'água e seus tributários.

Até o ano de 1998 a CETESB relatava a falta de um padrão de emissão de H<sub>2</sub>S, porém ela estipulou um valor de referencia de 0,005 ppm para sensibilidade para detecção de incômodo pelo odor, embora o valor de referencia apontado pela CETESB (1983; 1985), esteja no limiar de percepção seja de 0,00047ppm a 0,0047ppm.

Segundo relatório da CETESB (1983) há influência entre a operação da Barragem e aos episódios agudos de emissão de H<sub>2</sub>S, inclusive com relato dos municípios indicando esta relação (CETESB, 1985), já o relatório da CETESB (A) de 1984 apresenta gráficos que demonstram que nem todos os episódios agudos de H<sub>2</sub>S estão relacionados com o volume de descarga na Barragem, principalmente nos meses de junho e julho. Já o mês de agosto do mesmo ano, dos 31 dias amostrados apenas 16 dias apresentaram relação entre o volume de água que passou pela Barragem com a concentração de H<sub>2</sub>S.

De acordo com a Informação Técnica nº05/2004/ETQA, o limite de percepção de odor é definido como a menor concentração do poluente no ar passível de ser detectada pela média da população saudável. A Tabela 1 apresenta dados sobre o percentual de pessoas sensíveis a diferentes concentrações de H<sub>2</sub>S.

**Tabela 1** – Estimativas do percentual de pessoas sensíveis a diferentes concentrações de H<sub>2</sub>S<sup>(5)</sup>

Concentração de H <sub>2</sub> S (ppb)	Pessoas capazes de detectar odor (%)
40	88
30	83
25	80
20	74
8	50

Fonte: Informação Técnica nº 05/2004/ETQA

Sendo assim, não há uma correlação simples entre a concentração de H<sub>2</sub>S e a descarga na Barragem (CETESB, 1985), também há indicativo do período de maior incidência e emissão dos gases, que ocorre entre às 18 e 9 horas (CETESB, 1983)

Já as condições de poluição pelo H<sub>2</sub>S e efeito a saúde, pode se inferir que a inalação destes gases afeta o sistema respiratório e o sistema nervoso das pessoas, podendo causar náuseas e dor de cabeça, além de problemas de poluição visual e estética para cidade.

Segundo relatos da Secretaria de Saúde do Município de Pirapora (PAIVA, 2005), boa parte dos pacientes atendidos na rede pública de saúde com problemas respiratórios apresentam problemas de saúde que podem ter relação com a formação de espumas e emissão de gás como o H<sub>2</sub>S. Outra preocupação está centrada inclusive se há uma relação entre o aumento da morte de crianças menores de um ano e o nascimento de crianças com má-formação congênita.

Especialistas alertam que o gás sulfídrico e dióxido de enxofre (também emitido no ar) podem comprometer o funcionamento dos rins e do fígado, além de gerar efeitos crônicos na saúde. O gás sulfídrico afeta, principalmente, o aparelho respiratório. Segundo a secretária de Saúde de Pirapora, de cada dez crianças atendidas no sistema de saúde, 7 têm problemas respiratórios, entre idosos, há cinco casos a cada dez (PAIVA, 2005).

### 3. Discussão

O gás sulfídrico é formado pela ausência de oxigênio dissolvido na água e pelo batimento das águas ao passar pela Barragem de Pirapora, que será motorizada para geração de energia elétrica se tornando uma Pequena Central Hidrelétrica, chamada de PCH Pirapora (FCTH, 2005). Segundo estudos realizados pelo FCTH (2005) para Empresa Metropolitana de Águas e Energia – EMAE, comprovados com um modelo reduzido da PCH Pirapora, com a implantação deste empreendimento haverá uma redução considerável na formação de espumas no leito do Rio Tietê, isso porque parte das águas passarão pelas máquinas da nova Usina, desta forma, as águas sairão no corpo central do rio, por afogamento, sem batimento.

A figura 1 indica que a concentração de surfactantes alterava de acordo com os episódios de bombeamento das águas do rio Pinheiros para o reservatório Billings (FCTH, 2005), com uma variação das concentrações de surfactantes no Rio Tietê. O gráfico apresenta uma possível variação na concentração dos surfactantes com a entrada de funcionamento do sistema de tratamento das águas do Rio Pinheiros, que retoma o bombeamento das águas do Rio Tietê para o Rio Pinheiros, e depois para o reservatório Billings, porém agora com um tratamento prévio.

Sendo a concentração de surfactantes um dos fatores determinantes para formação de espuma (CETESB, 1984; 1993; 1994; ALVES et al. 2004; FCTH, 2005; SILVA, 2000;

2008), não havendo saneamento ambiental das águas do Rio Tietê a montante do município de Pirapora do Bom Jesus, o problema de espuma ainda pode ocorrer, em menor proporção pela entrada em funcionamento da Usina, porém, e a emissão de H<sub>2</sub>S certamente ocorrerá, também em menor proporção, neste caso pela diminuição do volume de água que chegará a Pirapora do Bom Jesus pelo desvio das águas para o Rio Pinheiros.

O volume da água que passa pela Barragem é um indicativo de que poderá ocorrer uma diminuição na concentração de gases, em especial neste caso o H<sub>2</sub>S, gás sulfídrico. Sabe-se que, a operação da Barragem influencia na formação de espumas (CETESB, 1985; FCTH, 2005), estando ela relacionada com a formação de H<sub>2</sub>S, pode ser que haja diminuição de emissão do H<sub>2</sub>S neste trecho do Rio Tietê, mas não é possível concluir que esta diminuição seja refletida em melhoras nas condições ambientais e na saúde da população do município, pois os índices apresentados de detecção e do fator de incômodo causado pelo H<sub>2</sub>S são baixos (0,00047ppm a 0,0047ppm), Segundo análises da CETESB (1984; 1993; 1994) as concentrações de H<sub>2</sub>S (0,14ppm a 0,34ppm), são muito superiores ao permitido e estabelecido como um valor de limite de percepção (0,005ppm).

Quanto aos dados referentes aos casos de pacientes que apresentam problemas de saúde, em especial respiratórios e a relação com a qualidade das águas do rio Tietê no município de Pirapora do Bom Jesus, há uma necessidade de aprofundamentos nos estudos, não sendo possível precisar se os dados refletem a realidade, porque não foram utilizados métodos científicos para sua comprovação ou comparação, uma vez que os principais estudos apresentados na literatura não podem indicar com clareza a relação entre causa e efeito.

Outro ponto importante é considerado a partir da maioria dos estudos que relacionam saúde a poluição atmosférica estarem focados nas regiões urbanas, onde há maior emissão de gases prejudiciais à saúde.

#### **4. Conclusão**

O processo de formação de espumas no município de Pirapora do Bom Jesus poderá ser minimizado a partir da entrada em operação do sistema de tratamento das águas do rio Pinheiros e bombeamento das águas tratadas para Reservatório Billings que, diminuirá o volume de água no Rio Tietê a partir do município de São Paulo. Outro ponto a ser destacado é a instalação da Usina na Barragem de Pirapora, que visa diminuir o batimento das águas e formação de espumas e gases, porque parte das águas passará pela casa de máquinas da Usina. Esses dois pontos indicam uma possível redução na formação de espumas e emissão de H<sub>2</sub>S, mas não é possível comprovar se essas duas causalidades farão com que a população do município não sinta o odor dos gases emanados.

#### **5. Referências**

- ALVES, B. H.; MOCHIDA, G. A.; CRUZ, G. J. G.; DUMA, M.; GOMES, C. S. Precipitação química e cloração para combate a maus odores em estações de tratamento de esgoto anaeróbias. Sanare – **Revista Técnica da Sanepar, Curitiba**, v. 21, n. 21, p. 19-32, jan./jun., 2004.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986.** Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União - DOU de 17 de fevereiro de 1986. Brasília – DF, 1986.

- COBRAPE. **Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatórios de Impacto Ambiental – Rima, das Obras de Adequação das Estruturas de Descarga do Reservatório e Barragem de Pirapora.** Eletropaulo: Eletricidade de São Paulo. Volume 8. 1991.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Pesquisa de Percepção de odore nos municípios de Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus.** São Paulo (BR): CETESB, 1983. 29p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Plano de ação de emergência para controle de episódios agudos de poluição do ar por gás sulfídrico nas circunjangencias da Barragem de Pirapora do Bom Jesus: Proposta.** São Paulo (BR): CETESB, 1983. 8p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Medidas de H<sub>2</sub>S em Pirapora do Bom Jesus: janeiro a agosto 1984.** São Paulo (BR): CETESB, 1984. 12p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Condições sanitárias do rio Tietê em Pirapora do Bom Jesus.** São Paulo (BR): CETESB, 1984. 68p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Enriquecimento das espumas por substâncias químicas como agente de exportação de poluentes no Rio Tietê.** Curso de química analítica, São Paulo: CETESB, 1993. São Paulo (BR): CETESB, 1993. 15p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Relatórios anuais da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo (BR): CETESB, 1979 a 2004.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Medições de H<sub>2</sub>S no município de Pirapora do Bom Jesus.** São Paulo (BR): CETESB, 1998. 10p.
- FUNDAÇÃO CENTRO DE TECNOLOGIA HIDRÁULICA – FCTH. **Estudo sobre a formação de espumas nas barragens do Rio Tietê: Efeitos da implantação de central hidrelétrica na Barragem de Pirapora – Relatório Final.** São Paulo – SP, 2005.
- INFORMAÇÃO TÉCNICA nº 05/2004/ETQA. **Assunto: Monitoramento de Compostos de Enxofre Total Reduzido nos municípios de Pirapora do Bom Jesus e São Lourenço da Serra.** Data: 15/12/2004. Disponível em: <<http://www.webcentral.com.br/pirapora/informatecnica.doc>>. Acesso em: 18 set. 2009.
- LILIAMTIS, T. B.; MANCUSO, P. C. S. A geração de maus cheiros na rede coletora de esgotos do município de Pereira Barreto: um problema de saúde publica. **Revista Saúde e Sociedade.** v.12, nº 2, 2003.
- PAIVA, A. **Espuma tóxica do Rio Tietê ameaça Pirapora.** Diário de São Paulo: Jornal, de 26 de setembro de 2005.
- RICARDO, A. J.; MOTA, C. S. A.; RONCOLETTA, J. G.T.; SANTOS, P. V. **Toxicidade das águas do Rio Tietê (região de Pirapora do Bom Jesus, SP) sobre *Daphnia similis* (Cladocera, Crustácea).** Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/ib/biologia/ebpa/arquivos/pai/daphi.htm>>. Acesso em: 18 set. 2009.
- SANTOS, J. L.; DERISIO, J. C.; AGUDO, E. G. **Problemática de Espumas e Odores em Pirapora do Bom Jesus.** In: 13º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Maceió. São Paulo (BR): CETESB, 1985. 16p.
- SILVA, I. S. **Acúmulo e potencial de mobilidade de metais pesados e nutrientes em sedimentos do sistema Tietê-Pinheiros, SP (reservatórios Billings, Pirapora, Rasgão e Barra Bonita).** Tese de Doutorado, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, SP, 128 p. 2000.
- SILVA, I. S.; MARTINS, J. R. S.; BRAUN, P. V. C. B.; AOKI, C. M.; BEVILACQUA, J. E.; **A qualidade das águas e a formação de espumas no Rio Tietê na região de Pirapora do Bom Jesus, São Paulo – Brasil.** In: XXXI Congresso Interamericano Aidis, 12-15 outubro 2008, Santiago – Chile, 2008.
- VICTORINO, V. I. P. **Gestão de águas e democracia participativa: uma longa trajetória sóciopolítica.** In: I Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Meio Ambiente e Sociedade - GT: Teoria e Meio Ambiente, 2002, Indaiatuba. Campinas, 2002.