

|                          |
|--------------------------|
| INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL |
| data ____/____/____      |
| cod. 26000043            |

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - FEAGRI**

**Departamento de Água e Solo**

---

**Interligação das represas Billings (Braço Taquacetuba) e  
Guarapiranga e os riscos de contaminação por algas  
potencialmente tóxicas**

---

**João Paulo Ribeiro Capobianco**

**Campinas,  
dezembro de 2000**

## RESUMO

A bacia do Alto Tietê, onde se encontra a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), possui a maior concentração urbana e o maior parque industrial do hemisfério sul. Sua população atual é superior a 17 milhões de habitantes e as estimativas são de que ultrapasse a 20 milhões nas próximas duas décadas.

A produção média atual de água potável pela SABESP na RMSP, através do Sistema Integrado de Abastecimento, é de 59 m<sup>3</sup>/s, com um déficit de aproximadamente 8 m<sup>3</sup>/s. Este fato, associado à degradação das áreas de mananciais disponíveis, tem levado à superexploração das represas do Guarapiranga e do Alto Tietê.

Para superar este problema, foi proposto, no âmbito do "Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista", elaborado pelo Consórcio Hidroplan (HIDROPLAN, 1998), um conjunto de medidas entre as quais o aproveitamento do reservatório Billings como manancial. A primeira iniciativa neste sentido foi a interligação do Braço Taquacetuba da Billings, à Represa do Guarapiranga.

Com um custo de US\$ 65 milhões, o empreendimento, que iniciou sua operação em setembro de 2.000, consiste na retirada de água do Braço Taquacetuba através de bombas flutuantes (4 ao todo, cada uma com capacidade de 1m<sup>3</sup>/s) e uma estação elevatória de alta capacidade que bombeia a água até o divisor de bacias. A partir deste ponto a água é conduzida por gravidade até a várzea do Rio Parelheiros, um tributário da margem direita da Guarapiranga, através do qual atinge a Represa (ilustrações 1 e 2 e foto 1)

Apesar de já estar operando, o empreendimento é extremamente polêmico e recebeu grande oposição de especialistas em recursos hídricos e de organizações não governamentais, devido aos riscos de promover a contaminação da água da Guarapiranga com algas tóxicas, metais pesados e compostos químicos provenientes da Billings.

## INTRODUÇÃO

A água é um dos mais valiosos recursos naturais, do qual depende diretamente a qualidade de vida da sociedade. A RMSP está localizada em área de abundante

ocorrência deste recurso, mas o crescimento desordenado da ocupação humana sem planejamento tem provocado a acelerada destruição dos mananciais e a elevação dos custos para o tratamento da água disponível.

A represa do Guarapiranga foi construída entre os anos de 1906 e 1908, com o objetivo de gerar energia na usina de Parnaíba, no rio Tietê, sendo, em 1927, integrada ao sistema de abastecimento de água para a cidade de São Paulo. Inicialmente a represa contribuía com apenas 1 m<sup>3</sup>/s, com o passar dos anos esse quadro foi se modificando até atingir uma vazão de 10,7 m<sup>3</sup>/s, que corresponde a cerca de 20% do abastecimento da RMSP, ficando atrás somente do Sistema Cantareira. Atualmente, cerca de 3,4 milhões de pessoas dependem da Guarapiranga.

A área total da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga, ou seja, a região drenada pelos cursos d'água que a formam, é de 63.698,21 ha. Uma grande região que se espalha pelos municípios de São Paulo, Embu, Itapeverica da Serra, Embu-Guaçu e pequenas porções dos municípios de Cotia, Juquitiba, São Lourenço, São Vicente e Itanhaém (tabela 1).

| Tabela 1 - Municípios abrangidos pela Bacia Hidrográfica do Guarapiranga <sup>1</sup> |                  |                          |
|---|------------------|--------------------------|
| Nome  | Área em Há       | % sobre o total da bacia |
| Embu  | 3.995,50         | 6,27                     |
| Cotia   | 2.347,37         | 3,69                     |
| São Paulo   | 23.315,75        | 36,60                    |
| Itapeverica da Serra  | 14.471,89        | 22,72                    |
| Embu-Guaçu  | 15.451,26        | 24,26                    |
| São Lourenço  | 3.317,49         | 5,21                     |
| Juquitiba   | 739,27           | 1,16                     |
| São Vicente   | 0,38             | 0,00                     |
| Itanhaém  | 59,30            | 0,09                     |
| <b>Total</b>  | <b>63.698,21</b> | <b>100</b>               |

<sup>1</sup> ISA, 1998

A população residente da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga era, em 1996, de 622.507 habitantes (tabela 2), predominantemente de baixo e baixíssimo poder aquisitivo, com renda média inferior a 03 salários mínimos. Mais de 50% das áreas com características urbanas dentro da Bacia estão ocupadas por loteamentos clandestinos e favelas carentes de infra-estrutura, sendo que mais de 70% destas estão no município de São Paulo, localizadas próximas da represa e de seus principais cursos d'água.

| <b>Município</b>      | <b>População</b> | <b>% sobre o total</b> |
|-----------------------|------------------|------------------------|
| Embu                  | 51.653           | 8,30                   |
| São Paulo             | 419.263          | 67,36                  |
| Itapeccerica da Serra | 102.986          | 16,55                  |
| Embu-Guaçu            | 45.171           | 7,25                   |
| Cotia                 | 1.855            | 0,30                   |
| São Lourenço          | 535              | 0,08                   |
| Juquitiba             | 1.044            | 0,16                   |
| <b>Total</b>          | <b>622.507</b>   | <b>100,00</b>          |

<sup>1</sup> Contagem da População, IBGE, 1996

Os principais rios formadores da Bacia do Guarapiranga são o Embu-Mirim e o Embu-Guaçu, responsáveis por mais de 90% da água que chega à represa.

Segundo o *Diagnóstico Socioambiental Participativo Preliminar da Bacia do Guarapiranga* (ISA, 1998), em apenas sete anos, entre 1989 e 1996, o manancial perdeu 15% de sua cobertura vegetal e o crescimento urbano foi da ordem de 50% (Tabela 3). Mais de 60% da ocupação urbana registrada nos sete municípios paulistanos da bacia se deu em áreas com "sérias" ou "severas" restrições ao assentamento (tabela 4). São encostas íngremes, regiões de aluvião ou de várzea. Apenas 8,9% da mancha urbana se deu em área "favorável".

**Tabela 3 – Evolução do Uso do Solo 1989-96 na Bacia Hidrográfica do Guarapiranga por sub-bacia (obtido por interpretação de imagem de satélite)**

| Ano                           | 1989             |                  | 1996             |                  | Variação         |                  |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                               | Ha               | % <sup>(1)</sup> | Ha               | % <sup>(1)</sup> | ha               | % <sup>(2)</sup> |
| Áreas construídas             | 2.387,79         | 3,75             | 4.031,31         | 6,33             | 1.643,52         | 68,83            |
| Expansão urbana               | 4.213,08         | 6,61             | 6.043,20         | 9,49             | 1.830,12         | 43,44            |
| <b>Subtotal 1</b>             | <b>6.600,87</b>  | <b>10,36</b>     | <b>10.074,51</b> | <b>15,82</b>     | <b>3.473,64</b>  | <b>52,62</b>     |
| Solo exposto                  | 1.293,63         | 2,03             | 1.962,90         | 3,08             | 669,27           | 51,74            |
| Campos antrópicos             | 7.607,88         | 11,94            | 9.895,50         | 15,53            | 2.287,62         | 30,07            |
| <b>Subtotal 2</b>             | <b>8.901,51</b>  | <b>13,97</b>     | <b>11.858,40</b> | <b>18,62</b>     | <b>2.956,89</b>  | <b>33,22</b>     |
| Mata Atlântica em regeneração |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| inicial                       | 6.937,65         | 10,89            | 5.237,00         | 8,22             | -1.700,65        | -24,51           |
| médio e avançado              | 24.370,20        | 38,26            | 19.989,30        | 31,38            | -4.380,90        | -17,98           |
| densa                         | 5.046,39         | 7,92             | 5.697,90         | 8,95             | 651,51           | 12,91            |
| <b>Subtotal 3</b>             | <b>36.354,24</b> | <b>57,07</b>     | <b>30.924,20</b> | <b>48,55</b>     | <b>-5.430,04</b> | <b>-14,94</b>    |
| Silvicultura                  | 5.003,07         | 7,85             | 4.074,02         | 6,40             | -929,05          | -18,57           |
| Outros <sup>(3)</sup>         | 6.838,52         | 10,74            | 6.767,08         | 10,62            |                  |                  |
| <b>Total</b>                  | <b>63.698,21</b> | <b>100,00</b>    | <b>63.698,21</b> | <b>100,00</b>    |                  |                  |

<sup>(1)</sup> sobre área total da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga (63.698,21)

<sup>(2)</sup> variação entre os anos de 1989 e 1996

<sup>(3)</sup> corpos d'água e áreas de sombras nas imagens de satélite que não foram interpretadas

**Tabela 4 - Aptidão física ao assentamento urbano x assentamento urbano 96 na Bacia Hidrográfica do Guarapiranga em números absolutos e relativos (obtido por interpretação de imagem de satélite)**

| categorias de aptidão  | área da categoria na Bacia (ha) | áreas construídas (ha) | expansão urbana (ha) | totais   |                  |                  |
|------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------|------------------|
|                        |                                 |                        |                      | Ha       | % <sup>(1)</sup> | % <sup>(2)</sup> |
| Favoráveis             | 3.249,72                        | 107,19                 | 580,23               | 687,42   | 8,9              | 21,1             |
| Restrições Localizadas | 16.385,31                       | 499,86                 | 1.840,50             | 2.340,36 | 30,5             | 14,2             |
| Sérias Restrições      | 22.678,21                       | 863,91                 | 1.902,96             | 2.766,87 | 36,1             | 12,2             |
| Severas Restrições     | 15.375,79                       | 828,99                 | 1.033,92             | 1.862,91 | 24,3             | 12,1             |

(1) em relação à área total urbanizada em 1996 (áreas construídas + expansão urbana). Não inclui a área urbana edificada em data anterior à elaboração do estudo.

(2) em relação à área total da categoria de aptidão física ao assentamento urbano

## CONSEQUÊNCIAS DA PROLIFERAÇÃO DE ALGAS EM RESERVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

As algas comprometem, em dois aspectos, a água para consumo humano: alteram seu sabor e odor e, principalmente, podem liberar toxinas prejudiciais à saúde.

Segundo JARDIM (1999), as cianotoxinas, produzidas por linhagens de espécies de alguns gêneros de cianobactérias, incluindo *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Nostoc* e *Oscillatoria*, são substâncias que se enquadram entre as mais letais aos organismos pluricelulares.

Atualmente são conhecidas mais de 13 variedades de toxinas produzidas por algas, entre hepatoxinas capazes de provocar intoxicações agudas ou crônicas em células do fígado, e neurotoxinas, que atingem o sistema neuro-muscular (BATALHA, 1998)

As atividades humanas, como o uso intensivo de adubos químicos, que acabam carregados para os corpos d'água juntamente com restos de materiais orgânicos e esgotos, aumentam a probabilidade de multiplicação das cianobactérias devido à oferta abundante de nutrientes.

Vários casos de contaminação por toxinas provenientes de algas são citados na literatura internacional. Em 1975 uma epidemia de gastro e hepatoenterite associada à presença de algas no sistema de abastecimento público foi detectada dos Estados Unidos. Posteriormente, em 1979, outro caso de grandes consequências foi registrado na Austrália. No Brasil, o evento mais conhecido foi o ocorrido em Caruaru - PE, em 1996, com a morte de 64 pacientes renais crônicos em uma clínica de hemodiálise.

A liberação destas toxinas ocorre, via de regra, após a aplicação de sulfato de cobre, um algicida largamente utilizado no país, pois ao morrerem, a parede celular das algas é rompida, liberando as toxinas do seu interior para o meio aquoso.

Para BATALHA (1999), os mecanismos convencionais destinados ao tratamento da água para consumo humano, baseados nos processos de sedimentação, filtração e desinfecção, não removem as microdoses originárias da dispersão ambiental das substâncias químicas no ambiente ou toxinas resultantes da proliferação de algas. Estudos da Organização Mundial da Saúde revelam que as toxinas liberadas pelas algas nos mananciais de abastecimentos podem chegar até a casa do consumidor, fato esse constatado em experimentos de laboratório, onde a coagulação com sulfato de alumínio, a filtração e a cloração provaram ser ineficientes para remover estas substâncias

## OS RISCOS DA INTERLIGAÇÃO DA BILLINGS (TAQUACETUBA) COM A GUARAPIRANGA.

Segundo STOPPE (1999), estudos recentes demonstraram a presença de atividade mutagênica nas águas do Braço do Taquacetuba e seus tributários, detectada através de bioensaios de mutagenicidade com microrganismos. Durante esse evento detectou-se também a presença de toxicidade crônica e alteração da composição fitoplanctônica com predominância de cianofíceas, tendo sido isoladas espécies consideradas tóxicas ou potencialmente tóxicas, como *Anabaena solitaria*, *Limnothrix* sp., *Microcystis* sp e *Pseudoanabaena muciola*.

A presença da alga *Cylindrospermopsis raciborskii* no Taquacetuba foi confirmada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, órgão público responsável pelo monitoramento ambiental a Billings, através do Parecer Técnico n.º 01/97/ER/DA/DD, de junho de 1997.

Conforme esclarece BATALHA (1999), as espécies de algas *Microcystis aeruginosa* e *Microcystis lamelliformes* (que transmitem odor de capim ou grama na água) são encontradas tanto no Reservatório da Billings como no Reservatório do Guarapiranga. As espécies tóxicas *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis* sp e *Limnothrix* sp, no entanto, foram encontradas unicamente na Billings.

A atividade hepatotóxica da toxina produzida pela alga *Cylindrospermopsis raciborskii* foi confirmada em diversos estudos na literatura mundial. (STOPPE, 1999). Os sintomas clínicos observados em crianças e adultos são relacionaram danos no fígado, rins, intestinos além de vômitos, dor de cabeça, cólica abdominal, perda de sangue, diminuição dos níveis de glicose e perda de proteínas e cetonas na urina e desequilíbrio eletrolítico.

A aplicação extensiva de sulfato de cobre na Guarapiranga é uma rotina, confirmada pelo estudo realizado por PATELLA (1999), que identificou altas concentrações de Cu na camada superficial do sedimento da represa. Este fato, potencializa a liberação de hepatotoxinas neste manancial responsável pelo abastecimento de mais de 3 milhões de pessoas, devido as razões explicitadas anteriormente.

Ciente dos problemas de qualidade da água da Billings, o Consórcio Hidroplan, ao propor o seu uso para abastecimento, sugeriu que fosse realizada a compartimentação da Represa, de forma a isolar o Braço Taquacetuba do Corpo Central (mais poluído), a exemplo do que foi feito com o Braço do Rio Grande, de onde é retirada a água para a

abastecimento da região do ABC (foto 2). Mesmo com a separação física, o Consórcio propôs, ainda, que as águas da Billings passassem por tratamento especial, com a utilização de carvão ativado (HIDROPLAN, 1998).

Entretanto, apesar dos problemas elencados e das recomendações dos órgãos envolvidos, o volume que está sendo bombeado ( $4\text{m}^3/\text{s}$ ) é superior à vazão natural deste braço ( $1,7\text{ m}^3/\text{s}$ ). Desta forma, como não foi efetivada a separação física entre o Taquacetuba e o restante da Represa, parte considerável da água que está chegando à Guarapiranga é proveniente do Corpo Central da Billings, a região que apresenta contaminação superior ao Taquacetuba que, como demonstrado, já apresenta condições críticas para o abastecimento público.



## CONCLUSÕES

Conforme os dados disponíveis sobre a evolução do uso do solo da Bacia Hidrográfica da Guarapiranga, a situação da qualidade da água deste manancial já se encontra profundamente comprometida devido aos impactos crescentes da ação antrópica, levando a altos índices de eutrofização e contaminação por metais pesados.

Os dados técnico científicos levantados junto às várias fontes consultadas, comprovam que a interligação do Braço Taquacetuba da Billings à Represa Guarapiranga, licenciada sem a elaboração de estudo de impacto ambiental e sem que sejam adotadas as medidas preventivas elencadas pelos órgãos técnicos e pela comunidade científica, envolvidos na proteção e conservação de recursos hídricos, irá agravar sua situação ambiental, pois implica em elevado risco de contaminação permanente do segundo mais importante manancial da RMSA, com algas potencialmente tóxicas e metais pesados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ISA. Diagnóstico Socioambiental Participativo da Bacia Hidrográfica da Guarapiranga. São Paulo : ISA, 1998.

\_\_\_\_\_ Os riscos da interligação da represa Billings/Braço Taquacetuba com a Guarapiranga, São Paulo : Isa, agosto, 2000

BATALHA, B. H. L. Água potável: o imperativo da atualização. São Paulo : 1999 (paper).

HIDROPLAN. Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista. São Paulo : DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo, 1998

JARDIM F. A., MOREIRA A. A., BRAGA J. M. S. & AZEVEDO S. M. F. O. Avaliação Preliminar da Ocorrência e Toxicidade de Cianobactérias em Amostras de Seston. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro : Abes, 1999

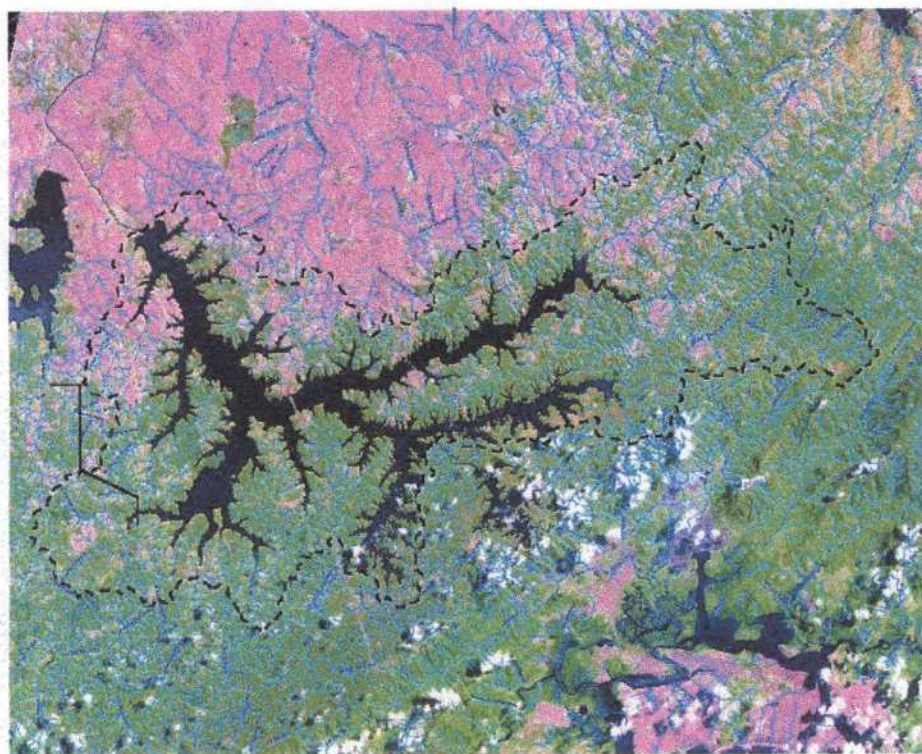
PATELLA E. & Mozeto A. A. Caracterização Biogeoquímica dos Estoques de Metais Pesados Contaminantes e Nutrientes de Testemunhos de Sedimento e Particulados do Reservatório do Guarapiranga, R.M.S.P. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro : Abes, 1999

STOPPE N. C., SATO M. I. Z. & UMBUZEIRO G. A. Avaliação da Mutagenicidade de Culturas da Alga *Cylindrospermopsis raciborskii* Isoladas do Reservatório Billings. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro : Abes, 1999

CETESB. Parecer Técnico n.º 01/97/ER/DA/DD, São Paulo : Cetesb, jun, 1997

ilustração 1

Interligação das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga (Rib. Caulim)



Limite da bacia  
Rios

escala 1:250.000

ilustração 2

Interligação das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga (Rib. Caulim)



Limite da bacia Rios

escala 1:65.000



Foto 1 – Captação de água no Braço Taquacetuba (Represa Billings)  
Monica Monteiro Schroeder, 1999)



Foto 2 – Barragem Anchieta que separa o Braço do Rio Grande do restante da Billings. A cor verde indica a alta concentração de algas potencialmente tóxicas, resultantes da elevada concentração de esgoto.  
Monica Monteiro Schroeder, 1999)



Foto 3 - Florações de algas potencialmente tóxicas se alastram por praticamente toda a Billings. (Monica Monteiro Schroeder, 1999)