

I-367 - AVALIAÇÃO DO USO DE DESINFETANTE A BASE DE TANINO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Cristina Alfama Costa⁽¹⁾

Químico Industrial pelo Instituto de Química (IQ/UFRGS), Doutor em Engenharia pela Escola de Engenharia (EE/UFRGS), Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (DEPDET/CORSAN).

Rosane Conte Fagundes

Biólogo pelo Instituto de Biociências (IB/UFRGS), Especialista em Gestão Ambiental (PUC/RS), Laboratório de Biologia do Departamento de Controle Técnico e Ensaios Laboratoriais (DECTE/SITEL).

Cristina Grespan

Graduanda em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia (FENG/PUCRS), Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (DEPDET/CORSAN).

Rogério Koller

Agente de Tratamento de Água e Esgoto da ETA Charqueadas/RS.

Paulo Laudelir Lopes Bulgari

Engenheiro Químico pela Faculdade de Engenharia (FENG/PUCRS), Departamento de Controle de Água (DECA/SUTRA).

Endereço⁽¹⁾: Av. Sete de Setembro, 627, 5º andar – Centro – Porto Alegre - RS - CEP: 90010-190 - Brasil - Tel: +55 (51) 3215-5460 - Fax: +55 (51) 3215-5843 - e-mail: cristina.costa@corsan.com.br

RESUMO

No Brasil, as empresas de saneamento, as concessionárias de energia e as indústrias do Sul e Sudeste, principalmente as localizadas nas bacias do Rio Paraná, do Rio Guaíba e de outros rios, enfrentam sérias dificuldades com a bioincrustação do *Limnoperna fortunei*, o mexilhão dourado. Dentre os principais problemas causados pelo mexilhão dourado destacam-se a obstrução das tubulações de captação de água; a obstrução de filtros e sistemas industriais e de usinas hidrelétricas, danos a motores e embarcações; alterações nas rotinas de pesca tradicionais da população, e alteração nos ecossistemas aquáticos. O controle do mexilhão dourado é muito complexo, e o grau de complexidade é intensificado na medida em que a aplicação de metodologias de controle é retardada. As tentativas de controle até agora se detiveram em métodos físicos, químicos, pinturas anti-incrustantes, controle biológicos por predadores, parasitas e competidores. Os métodos químicos considerados mais eficientes até o momento podem apresentar danos ao meio ambiente em função dos resíduos produzidos durante e após o processo de tratamento, dificultando o cumprimento ao determinado nas legislações específicas. No caso de estações de tratamento de água para consumo humano, o atendimento à Portaria MS 518/2004 e a identificação de compostos que possam trazer riscos à saúde, são preocupações constantes no saneamento. Para tanto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a viabilidade de utilização de um produto químico, eficiente no combate ao mexilhão dourado, na etapa de captação da água bruta, sem prejuízo no tratamento de água para fins potáveis na ETA Charqueadas. Os resultados demonstram que o produto, desinfetante a base de tanino (DBT), não interfere no processo de coagulação, não altera parâmetros como pH, turbidez, cor, ecotoxicidade e atende os parâmetros definidos na Portaria MS 518/2004. A eficiência do processo foi medida comparativamente aos resultados obtidos sem o uso do produto estudado e no atendimento à legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Mexilhão dourado, desinfetante, tratamento, água potável, *Limnoperna fortunei*.

INTRODUÇÃO

A introdução de espécies exóticas é uma grande ameaça à integridade dos ecossistemas aquáticos. Muitas espécies de água doce, depois de cruzarem o oceano em tanques de “água de lastro” de navios e serem introduzidas em áreas de portos estuarinos, podem sobreviver e invadir os ecossistemas de água doce interligados. É o caso do bivalve invasor *Limnoperna fortunei*, originário dos rios da China e introduzido no estuário do rio da Prata no início da década de 1990. A navegação no sistema Paraguai-Paraná foi o principal vetor da introdução desta espécie na bacia do Alto Paraguai, sendo em 1998 o primeiro registro na Bacia do Lago Guaíba.

Os impactos causados pelo molusco podem ser de ordem econômica e ambiental, por ser um filtrador pode causar mudanças nos ecossistemas aquáticos em que se instala, favorecendo a proliferação de macrófitas, pelo aumento da transparência da água, e alterando a cadeia trófica do ambiente. A competição com espécies nativas ou exóticas introduzidas anteriormente, pode levar a redução dos estoques devido a grande vantagem competitiva a níveis tróficos (cadeia alimentar) e reprodutivos do mexilhão dourado. A ausência inicial de predadores naturais também favorece a espécie. Suas consequências são também de ordem econômica, pela obstrução de tubulações de captação de água pela redução do diâmetro interno, obstrução de filtros e sistemas de refrigeração em indústrias, diminuição da eficiência de bombas, com aumento de consumo de energia, aumento de custos de manutenção de equipamentos, colmatagem (entupimento das telas) em tanques rede utilizados em piscicultura. A Tabela 1 mostra um resumo dos métodos empregados para o combate ao mexilhão.

Tabela 1. Métodos Empregados no Combate ao Mexilhão Dourado.

Métodos	Descrição	Observações
Físicos	Filtração Mecânica	Filtração das larvas com malhas de 25 a 40 μ m
	Proteção Anti-Fouling	Pinturas repelentes
	Zincagem	Fina camada de zinco por metalização
	Temperatura	> 47°C tempo de contato 1h
	Velocidade	1,8 m/s
Químicos	Cloro	0,5mg/L contínua
	Moluscida	Biocidas
	Ozônio	Bactericida, germicida
	Peróxido de Hidrogênio	Bactericida, germicida
	Sulfato de Cobre	Bactericida, germicida

Os métodos mais amplamente utilizados são os químicos por sua praticidade, custos e resultados obtidos. No Rio Grande do Sul, ainda se observa o uso de sulfato de cobre pelas empresas de saneamento, em situações emergenciais. Em complementação, a contratação de mergulhadores para limpeza mecânica das adutoras, remoção de bombas para limpeza dos crivos e das grades também é utilizada.

Nos Estados Unidos o sulfato de cobre foi amplamente utilizado como moluscida inclusive no controle do mexilhão zebra. O cobre disponível do meio aquático é facilmente incorporado pelos moluscos herbívoros, detritívoros, filtradores, mas quando altas concentrações estão disponíveis, o metal pode causar a morte de moluscos e outros invertebrados não alvo. No entanto, o uso desta substância como moluscida não foi recomendado por órgãos ambientais como a EPA (United States Environmental Protection Agency), devido à elevada toxicidade à biota aquática.

A aplicação do sulfato de cobre como controlador químico em sistemas abertos, sem posterior tratamento da água para a remoção de resíduos de cobre e sem a devida remoção e acondicionamento dos mexilhões mortos em aterros sanitários, causaria a contaminação dos corpos hídricos e de toda a sua biodiversidade por meio da cadeia trófica. As dosagens são elevadas e podem resultar em resíduos superiores aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental.

A eficiência do uso do desinfetante a base de tanino DBT para combate ao mexilhão foi avaliada pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, após ser agregado às pesquisas patrocinadas pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, com recursos do programa de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D, aprovado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Os testes de campo envolveram as Usinas de Ilha Solteira e Porto Primavera, da Companhia Energética de São Paulo - CESP, onde a presença do mexilhão é uma incômoda realidade. De acordo com relatório o produto tem forte indicativo para ser adotado em larga escala, pois é menos tóxico, não é corrosivo e ainda é mais barato que as alternativas utilizadas atualmente, como o cloro. Nos testes na Usina de Ilha Solteira, os resultados mostraram praticamente 100% de eficiência e quase nenhum efeito tóxico para o meio ambiente. Os testes evidenciaram que o produto apresenta alta biodegradabilidade, baixa irritabilidade dermal e ocular, e ecotoxicidade aguda negativa. Nos resultados apresentados não há ocorrência de inconformidade aos padrões de lançamentos de efluentes descritos na Resolução CONAMA 357/05, bem como da Resolução CONAMA 397/08, que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelece as condições e padrões de

lançamento de efluentes. Além de enquadrar-se também nos critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde através da Portaria 518 de 25 de Março de 2004, e que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Considerando o descrito acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da utilização do produto químico DBT para combate ao mexilhão dourado no processo de tratamento de água potável e no atendimento à Portaria MS 518/2004, na etapa de captação da água bruta na ETA Charqueadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O produto DBT utilizado nos estudos age como um desnaturizador de proteínas, que atua como agente antimicrobiótico e antiparasitário, que impede e (ou) controla a proliferação de diversas pragas. Além desses efeitos, sua aplicação interrompe a decomposição e elimina a formação de mau cheiro no ambiente industrial. O DBT é especificado como um anti-incrustante à base de taninos, sendo sua composição média 23% tanino/extrato vegetal, 13% glicóis, 25% coadjuvantes, 10% quaternário de amônio, 7% álcool e 22% água.

Composição química: composto a base de extratos vegetais, isotiazolona, tensoativos catiônicos e aniônicos, ativador natural, EDTA, glicóis e auxiliar de penetração e fixação. O produto é registrado pelo Ministério da Saúde sendo classificado como produto desinfetante de uso industrial sob número MS328770004.

A realização de ensaios de coagulação em bancada e a avaliação dos parâmetros determinantes para a possibilidade de uso do DBT em sistemas de tratamento de água são descritos abaixo.

- 1) Avaliação da eficiência de coagulação em estudos com jar-test: Os ensaios de coagulação foram realizados utilizando amostras de água bruta sem adição de DBT e amostras com adição de 0,5 e 1mg/L de DBT, antes do processo de coagulação. Os parâmetros avaliados foram a formação e o crescimento dos flocos, o tempo de sedimentação, o pH, a cor e a turbidez do clarificado.
- 2) Avaliação da temperatura na eficiência da coagulação em estudos com jar-test: Os ensaios de coagulação foram realizados utilizando amostras aquecidas de água bruta sem adição de DBT e amostras com adição de 1mg/L de DBT, antes do processo de coagulação. Os parâmetros avaliados foram a formação e o crescimento dos flocos, o tempo de sedimentação, o pH, a cor e a turbidez do clarificado.
- 3) Avaliação da demanda de cloro residual: Após os ensaios de coagulação da água bruta, foram adicionados às amostras tratadas 1,6mg.L⁻¹ de cloro. As concentrações de cloro residual foram medidas nos tempos de 0, 30, 60, 180 e 360min simulando a ponta de rede, na amostra tratada com DBT em comparação com a amostra tratada sem DBT.
- 4) Avaliação da ecotoxicidade: Foram realizados ensaios de ecotoxicidade nos três níveis tróficos da amostra tratada com DBT em comparação com a amostra tratada sem DBT. Os organismos testes utilizados foram: a alga *Pseudokirchneriella subcapitata*, metodologia NBR 12648/2005 - Toxicidade Crônica, o microcrustáceo *Daphnia similis*, metodologia NBR 12713/2004 - Toxicidade Aguda e o peixe *Phimephales promelas*, metodologia NBR 15088/2004-Toxicidade Aguda.
- 5) Avaliação do atendimento à Portaria MS 518/04. Após os ensaios de coagulação da água bruta, as amostras filtradas em algodão foram preservadas e acondicionadas em frascos adequados. As amostras foram analisadas por laboratório reconhecido e acreditado, seguindo procedimentos padrões de análise. Os parâmetros analisados foram os exigidos pela Portaria MS 518/04, Tabela 3 – substâncias orgânicas, inorgânicas, desinfetantes e produtos intermediários da desinfecção e Tabela 5. Os demais parâmetros não foram analisados por não serem pertinentes às características do produto testado e ao estudo em questão. Os resultados foram avaliados em comparação com a amostra tratada com e sem DBT.
- 6) Para todos os ensaios foram utilizadas duas amostras em triplicata, exceto para os ensaios de ecotoxicidade e da Portaria MS 518/2004 onde foram utilizadas 4 amostras em triplicata. Os resultados mostrados são a média aritmética dos valores obtidos.

RESULTADOS

Os resultados obtidos na realização de ensaios de coagulação em bancada para avaliação do uso do produto DBT na água bruta destinada ao tratamento para fins potáveis são mostrados abaixo.

Avaliação da eficiência de coagulação para concentrações de 0,5 e 1mg.L⁻¹ do DBT em estudos de bancada com jar-test

Os resultados das Tabelas 2 e 3 demonstram que a presença do produto DBT não retarda o início da formação do floco, o crescimento e o tempo de sedimentação sendo que foi observado em todos os ensaios realizados um intervalo de formação de 15-20s.

Tabela 2 Influência da concentração de DBT na formação e crescimento dos flocos e no tempo de sedimentação. Concentração de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 20\text{mg.L}^{-1}$, concentração de matéria orgânica água bruta $2,5\text{mg.L}^{-1}$ e da água tratada $2,6\text{mg.L}^{-1}$.

	DBT [mg.L ⁻¹]	Formação flocos	Crescimento flocos	Tempo de sedimentação
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	0,5	rápido	normal	normal
Tratada	0,5	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal

Tabela 3 Influência da concentração de DBT na formação e crescimento dos flocos e no tempo de sedimentação. Concentração de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 16\text{mg.L}^{-1}$, pH 6,9, turbidez 11 NTU, temperatura 31°C. Amostra tratada utilizada para as análises de fenóis e de ecotoxicidade.

	DBT [mg.L ⁻¹]	Formação flocos	Crescimento flocos	Tempo de sedimentação
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	0	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal
Tratada	1	rápido	normal	normal

O pH, a turbidez e a cor da amostra final tratada, não foram influenciadas pelo uso do produto DBT, em etapa anterior ao processo de coagulação, conforme Tabela 4.

Tabela 4 Influência da concentração de DBT no pH, turbidez e cor da amostra tratada. Concentração de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 20\text{mg.L}^{-1}$, concentração de matéria orgânica água bruta $2,5\text{mg.L}^{-1}$ e da água tratada $2,6\text{mg.L}^{-1}$.

	T[°C]	DBT [mg.L ⁻¹]	pH	Turbidez [NTU]	Cor [mgPt-Co.L ⁻¹]
Bruta	32	0	7,1	11	
Tratada Estação	30	0	6,5	0,4	2
Tratada	30	0	6,5	0,30	2
Tratada	30	0	6,5	0,30	2
Tratada	30	0,5	6,5	0,30	2
Tratada	30	0,5	6,5	0,30	2
Tratada	30	1	6,5	0,30	2
Tratada	30	1	6,5	0,30	2

Avaliação da temperatura na eficiência da coagulação em estudos com jar-test

A Tabela 5 mostra que a temperatura não influenciou o pH, a turbidez e a cor da amostra final tratada pelo processo de coagulação, quando comparada com os valores obtidos para a amostra sem o produto DBT. A um nível de significância de 95% os valores obtidos com o uso do produto não divergem significativamente dos obtidos sem o uso do produto.

Tabela 5 Influência da temperatura e da concentração de DBT no pH, turbidez e cor. Concentração de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 20\text{mg.L}^{-1}$, concentração de cloro = 2mg.L^{-1} .

	T[°C]	DBT [mg.L ⁻¹]	pH	Turbidez [NTU]	Cor [mgPt-Co.L ⁻¹]
Bruta	25	0	7,1	14	
Tratada Estação	25	0	6,5	0,4	2
Tratada	36	0	6,5	0,28	2
Tratada	36	0	6,5	0,32	2
Tratada	36	1	6,5	0,38	2
Tratada	36	1	6,5	0,45	2
Tratada	36	1	6,5	0,30	2
Tratada	36	1	6,5	0,32	2
Bruta	25	0	7,1	14	
Tratada Estação	25	0	6,5	0,4	2
Tratada	40	0	6,5	0,68	2
Tratada	40	0	6,5	0,70	2
Tratada	40	1	6,5	0,65	2
Tratada	40	1	6,5	0,68	2
Tratada	40	1	6,5	0,50	2
Tratada	40	1	6,5	0,72	2
Bruta	21	0	7,1	15	
Tratada Estação	21	0	6,3	0,6	2
Tratada	37	0	6,3	0,54	2
Tratada	37	0	6,3	0,73	2
Tratada	37	0	6,3	0,56	2
Tratada	37	1	6,3	0,61	2
Tratada	37	1	6,3	0,60	2
Tratada	37	1	6,3	0,50	2
Bruta	21	0	7,1	15	
Tratada Estação	21	0	6,3	0,6	2
Tratada	42	0	6,3	0,64	2
Tratada	42	0	6,3	0,70	2
Tratada	42	0	6,3	0,66	2
Tratada	42	1	6,3	0,65	2
Tratada	42	1	6,3	0,67	2
Tratada	42	1	6,3	0,70	2

Avaliação do consumo de cloro residual

Os resultados das análises de cloro realizadas em diferentes espaços de tempo mostram que o produto DBT não aumenta a demanda de cloro para a concentração avaliada e nos tempos medidos, conforme Tabela 6.

Tabela 6 Influência da concentração de DBT na demanda de cloro. Concentração de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 20\text{mg.L}^{-1}$, pH bruta 7,1, pH tratada 6,5, cor 2mgPt-Co.L⁻¹, concentração de matéria orgânica 2,5mg.L⁻¹.

	DBT [mg.L ⁻¹]	Cloro [mg.L ⁻¹]				
		0	30min	60min	3h	6h
Tratada Estação	0	1,60	-	-	-	-
Tratada	0	1,60	0,90	0,80	0,7	0,6
Tratada	0	1,60	0,90	0,80	0,7	0,6
Tratada	1	1,60	0,90	0,80	0,8	0,7
Tratada	1	1,60	0,90	0,80	0,8	0,7

Avaliação da ecotoxicidade

As concentrações que apresentaram toxicidade para os organismos teste nos ensaios de ecotoxicidade obtidos com uma solução de 1mg.L⁻¹ do DBT são mostrados na Tabela 7. Os valores demonstram um aumento na sensibilidade, que pode ser explicado pelo uso do DBT no controle dos mexilhões e que segue a ordem algas < peixe < microcrustáceo.

Nas amostras tratadas por coagulação os resultados obtidos nos ensaios de ecotoxicidade para os três níveis tróficos não demonstraram toxicidade na concentração utilizada e para os organismos testados. Comparado com a toxicidade da solução os resultados demonstram que o processo de coagulação pode reduzir e/ou remover a toxicidade, o que pode ser devido a um processo de adsorção nos flocos formados.

Tabela 7 Influência da concentração de DBT na ecotoxicidade da amostra tratada. Concentração de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 16\text{mg.L}^{-1}$, pH bruta 6,9, turbidez 11 NTU, temperatura 31°C, pH tratada 6,5, cor 2mgPt-Co.L⁻¹, concentração de matéria orgânica 2,5mg.L⁻¹.

	DBT [mg.L ⁻¹]	Fenóis Total [mg.L ⁻¹]	Peixe	Microcrustáceo	Algas
Produto DBT	1	0,005	0,97 CL50 48h	0,33 CE50 48h	7,96 IC50 96h
Tratada s/ DBT	0	0,006	NT	NT	NT
Tratada c/ DBT	1	0,005	NT	NT	NT

*CL50 48h Concentração do agente tóxico que causa efeito agudo, a 50% dos organismos-teste no período de 48h de exposição, nas condições do ensaio.

**CE50 48h Concentração do agente tóxico que causa efeito agudo, imobilidade a 50% dos organismos-teste no período de 48h de exposição, nas condições do ensaio.

***IC50 96h Concentração do agente tóxico que causa efeito agudo, inibindo o crescimento a 50% dos organismos-teste no período de 96h de exposição, nas condições do ensaio.

Avaliação do atendimento à Portaria MS 518/04

A Tabela 8 mostra algumas características das amostras tratadas e enviadas para as análises de atendimento à Portaria. Os resultados obtidos nas amostras tratadas com e sem o DBT demonstram não haver influência do produto no atendimento a todos os parâmetros da Portaria exceto para o clorito. Entretanto a presença de clorito foi observada nos dois lotes analisados com e sem o DBT, demonstrando a não influência do produto testado.

Tabela 8 Características das amostras tratadas e enviadas para os ensaios de conformidade com a Portaria MS 518/2004. Concentração de DBT= 0 e 1mg.L⁻¹, concentração de Al₂(SO₄)₃ 16mg.L⁻¹, concentração de matéria orgânica 2,5mg.L⁻¹, temperatura ambiente 25°C, concentração de cloro 2,2mg.L⁻¹.

Amostra Lote 1	T[°C]	DBT [mg.L ⁻¹]	pH	Turbidez [NTU]	Cor [mg Pt-Co.L ⁻¹]
Bruta	20	0	6,9	12	-
Tratada Estação	20	0	6,3	0,4	2
Tratada	20	0	6,3	0,4	2
Tratada	20	1	6,3	0,4	2
Amostra Lote 2	T[°C]	DBT [mg.L ⁻¹]	pH	Turbidez [NTU]	Cor [mg Pt-Co.L ⁻¹]
Bruta	20	0	7,1	20	-
Tratada Estação	20	0	6,1	0,5	2
Tratada	20	0	6,1	0,5	2
Tratada	20	1	6,1	0,5	2

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos com o produto DBT na concentração de 1mg.L⁻¹ em comparação com os resultados sem o produto, se pode concluir que o DBT:

- 1) Não interfere significativamente no processo de coagulação em relação à formação, crescimento e sedimentação do floco;
- 2) Não altera parâmetros como pH, turbidez, cor, ecotoxicidade e os demais definidos na Portaria MS 518/2004;
- 3) Nas temperaturas estudadas não influencia nos parâmetros como pH, turbidez e cor;
- 4) Não apresenta objeções para aplicação no sistema de tratamento de água para fins potáveis, levando-se em consideração o controle efetivo dos parâmetros medidos e da qualidade do produto utilizado.
- 5) O produto tem forte indicativo para ser adotado em larga escala em empresas de saneamento, pois é menos tóxico, não é corrosivo e ainda é mais barato que as alternativas utilizadas atualmente, como o cloro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SOARES, M. F., PEREIRA, D., SANTOS, C. P., MANSUR, M. C. D., PIRES, M., BREINTENBACH, J. O., GRESPAN, C. Toxicidade do sulfato de cobre ao mexilhão dourado, *Limnoperna Fortunei* (Dunker, 1857), em água bruta. Journal Braz. Soc. Ecotoxicol. (Brasil), v. 4, n. 1-3, p. 37-48, 2009. doi: 10.5132/jbse.2009.01.006
2. HÜBEL, I., STAHNKE, L. F., DEMENIGHI, J. S., SILVA, J. A., AMARAL, R. M. G. Primeiro registro do molusco invasor *Limnoperna Fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Mytilidae) para a bacia hidrográfica do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoociências, 10(1): 77-79, abril 2008.
3. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): NBR 12648/2005 - Toxicidade Crônica, o microcrustáceo *Daphnia similis*, Rio de Janeiro, 2005.
4. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): NBR 12713/2004 - Toxicidade Aguda, o peixe *Phimephales promelas*, metodologia NBR 15088/2004-Toxicidade Aguda, Rio de Janeiro, 2004.
5. Portaria MS 518/2004 - Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências, Brasil, 2004.

6. Relatório de Pesquisa Interno, Estudos de Aplicação do Produto DBT, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico/SUTEGO/DTEC/CORSAN, 2009.
7. CAMPOS, M.C.S (Coord). 2003. Pesquisa para o desenvolvimento de ecotecnologias de prevenção e controle de *Limnoperna fortunei*; Estudo de caso: Reservatório de Volta Grande. Relatório Parcial. Belo Horizonte: CETEC. 48 p. Relatório parcial.
8. Darrigran, G. The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. The Veliger, Berkeley, v.32 n.2. p. 171-175. 1995.