

# COMPARAÇÃO DA SENSIBILIDADE DO *Tisbe holothuriae* X *Vibrio fischeri* NA AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS <sup>1</sup>

Sheila Vilas Boas Fraga<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento explosivo da população humana mundial ocorrido no último século gerou uma necessidade crescente de exploração dos recursos naturais para a produção de alimentos e bens de consumo. Entretanto, o progresso tecnológico desenvolvido para esse fim não teve a preocupação em conciliar as estruturas sociais com o equilíbrio dos ecossistemas explorados (IUCN, 1984).

Como resultado da utilização dos recursos naturais pela população, surge a poluição. A poluição é uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera e hidrosfera, que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos, assim como danos às biocenoses dos ecossistemas (BRAGA et al, 2002). Os efeitos resultantes da introdução de poluentes no meio aquático dependem da natureza do poluente introduzido, do caminho que esse poluente percorre no meio, do uso que se faz do corpo d'água e de suas características. Ressalta-se que os poluentes, ao atingirem os corpos d'água, sofrem a ação de diversos mecanismos físicos, químicos e biológicos existentes na natureza, que alteram o comportamento e suas respectivas concentrações (BRAGA et al, 2002).

O homem utiliza uma variedade de corpos receptores para a disposição de efluentes líquidos tratados ou não, a exemplo dos rios, lagos, lagoas, córregos, mares e oceanos. Este último tem uma importância muito grande em estudos ambientais e de tratamento de resíduos, em função da sua capacidade de assimilação/auto depuração. Porém o uso inadequado desse corpo receptor pode provocar danos irreparáveis ao meio ambiente (FONTOURA, 1998).

A implantação de uma estação de tratamento de efluentes, como a da Cetrel S.A., teve por objetivo a remoção dos principais poluentes orgânicos e alguns inorgânicos presentes nas águas residuárias (ou efluentes) originados das indústrias do Complexo Pólo Petroquímico de Camaçari, resultante do tratamento pelo sistema de Lodos Ativados, lançando o efluente tratado no corpo receptor aquático marinho, de forma a provocar o mínimo de dano ao meio marinho e costeiro. Os efeitos prejudiciais ou deletérios dos efluentes são claramente associados à capacidade de absorção do meio aquático, para aceitar, diluir e dispersar os *input's* de descargas de efluentes, e o efeito nocivo depende do grau de tratamento prévio passado por esses efluentes. Como em muitos casos o ambiente marinho é o destino final desses efluentes, que se constituem de uma composição complexa, oriunda de uma grande diversidade de compostos químicos e suas interações, a preocupação a respeito de seu comportamento na água do mar, sedimentos e organismos têm sido cada vez maior. Esses produtos podem exercer efeitos tóxicos em várias partes de um ecossistema. Sendo assim, eles podem ser prejudiciais à saúde, não só dos organismos que habitam estas áreas, como dos seus consumidores. Os efeitos tóxicos podem incluir mudanças no crescimento, desenvolvimento, reprodução, bioquímica, fisiologia e comportamento da biota (FONTOURA, 1998). “A ciência preocupada com os efeitos tóxicos de agentes químicos e físicos sobre organismos vivos, especialmente sobre populações e comunidades dentro de ecossistemas definidos, incluindo os

---

<sup>1</sup> Monografia de conclusão do Curso de Ciências Biológicas vinculada à disciplina Ciências do Ambiente (BIO 375), Departamento de Fundamentos e Métodos, do Instituto de Biologia da Universidade Católica do Salvador – UCSal, sob a orientação do Especialista Eduardo dos Santos Fontoura, da Empresa de Proteção Ambiental da CETREL S. A., e co-orientação da Doutora Valéria Aparecida Prósperi, da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB. Apoio: CETREL S.A. – Empresa de Proteção Ambiental.

<sup>2</sup> Bióloga, egressa da Universidade Católica do Salvador – UCSal, e da Empresa de Proteção Ambiental do CETREL S.A. [sheila@cetrel.com.br](mailto:sheila@cetrel.com.br)

destinos e interações desses agentes no ambiente” é a Ecotoxicologia aquática. Segundo BERTOLETTI (1990), um dos primeiros autores que propuseram definições para essa ciência foi Truhaut em 1969, porém, atualmente a definição mais apropriada é a proposta por Butler em 1978.

A avaliação de desempenho de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) utilizando indicadores convencionais, seja por meio de índice de remoção de carga orgânica em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), ou através de comparação, por exemplo, com padrões legais de lançamento final em corpos d’água conforme estabelecido no artigo 21 da Resolução CONAMA 20/86, tem sido largamente utilizada pelas empresas ao longo do tempo. Ressalta-se que esse enfoque não deve ser abolido, pois tem uma aplicabilidade importante, porém não é suficiente para uma avaliação global e mais representativa de um ambiente. Segundo BERTOLETTI (1990), alguns estudos demonstraram que o atendimento aos padrões da legislação, em termos de análises físico-químicas, não elimina a possibilidade em se observar toxicidade de um efluente líquido a organismos aquáticos.

Apesar de ser uma análise mais laboriosa, a inserção de ensaios ecotoxicológicos caracteriza de forma bastante representativa a eficiência do processo de tratamento industrial, pois expressa informações mais aproximadas quanto ao potencial impactante do efluente tratado, em especial quando se considera sua disposição num sistema hídrico superficial, que segundo LAU & CHU (2000), algumas razões não são avaliadas pelas variáveis abióticas tais como a integração da ação de vários poluentes, situação comum em descargas industriais que podem vir a exibir efeitos sinérgicos ou antagônicos; e respostas a níveis de contaminação que, às vezes, não são detectados pela metodologia química. Os testes ecotoxicológicos apresentam várias aplicações, desde a avaliação da sensibilidade relativa de organismos aquáticos a um determinado agente, foco deste trabalho, como a avaliação de concentrações seguras de agentes químicos necessárias para a preservação da vida aquática, assim como o monitoramento da qualidade da água, e a avaliação da toxicidade de efluentes líquidos bem como os níveis permissíveis (BERTOLETTI, 1990).

Este trabalho visa a comparar a sensibilidade dos organismos-teste *Tisbe holothuriae* e *Vibrio fischeri* (através sistema-teste Microtox<sup>®</sup>) em relação ao afluente bruto (Efluente de Entrada Inicial – EIC) e ao efluente final tratado (ETF) da Estação Tratamento de Efluentes (ETE) da Cetrel S.A., de forma a correlacionar e interpretar as diferentes respostas (efeitos) nos 2 organismos-teste em relação aos efluentes, a fim de evidenciar qual dos organismos-teste é mais sensível, mais eficiente e adequado na avaliação ecotoxicológica dos efluentes industriais.

## 2. METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa experimental associada a uma extensa revisão bibliográfica para embasamento e consolidação do trabalho. Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Ecotoxicologia e de Físico-Química da Cetrel S.A. As metodologias utilizadas para análise de parâmetros físico-químicos, dentre eles, pH, salinidade e oxigênio dissolvido, foram baseadas nos métodos descritos por APHA, AWWA & WPCF (1998). Os testes ecotoxicológicos utilizando o organismo-teste *Vibrio fischeri*, na forma liofilizada, foram desenvolvidos de acordo com ISO/TC 147 et al. (1998). Os testes ecotoxicológicos utilizando o organismo-teste *Tisbe holothuriae* foram desenvolvidos baseados em ISO/TC 147 et al. (1999), que desenvolve um método para a espécie *Tisbe battagliai*, porém vários estudos morfológicos e filogenéticos demonstraram que esta é uma espécie semelhante ao *Tisbe holothuriae* (VOLKMANN-ROCCO, 1972; DAHMS & SCHMINKE, 1995).

Os equipamentos utilizados para o teste com *V. fischeri* foram o sistema-teste Microtox<sup>®</sup> e um freezer para manutenção das cepas liofilizadas.

Os equipamentos utilizados nos ensaios com *Tisbe holothuriae* consistiram em câmara de germinação para manutenção dos organismos e testes de toxicidade, lupa de braço móvel e estereomicroscópio.

Devido à indisponibilidade de organismos marinhos autóctones padronizados e, tendo como base um princípio da toxicologia aquática, que se refere ao fato de que um único organismo ou ciclo de vida de um único organismo-teste não pode responder a todas as questões a respeito da segurança de uma dada substância (PRÓSPERI, 1993), foram efetuados, no presente trabalho, testes comparativos de toxicidade aguda com 2 organismos marinhos, um crustáceo (Copepoda: Harpacticoida) *Tisbe holothuriae* Humes 1957, e uma bactéria, *Vibrio fischeri* (Beijerinck 1889) Lehmann and Neumann 1986, este último através do sistema-teste Microtox<sup>®</sup>, em relação ao afluente bruto (EIC) e ao efluente final tratado (ETF), para avaliar a toxicidade relativa dos efluentes e, conseqüentemente, verificar qual o organismo-teste é mais sensível aos mesmos.

### 3. RESULTADOS E CONCLUSÃO

A tabela 1 demonstra os resultados obtidos nos testes ecotoxicológicos com os dois organismos-teste. O efluente EIC apresentou grande variabilidade na toxicidade ao longo do período de estudo. Foi calculado o coeficiente de variação dos resultados para o *V. fischeri*, obtendo-se o valor de 45,1% (para 15 minutos), da mesma forma, o efluente ETF também variou, obtendo-se o coeficiente de variação de 54,7% (para 15 minutos). Para o organismo-teste *T. holothuriae*, o efluente EIC apresentou grande variabilidade na toxicidade ao longo do período de estudo, obtendo um coeficiente de variação dos resultados de 56,6%; o efluente ETF também variou, porém apresentou variabilidade bem menor se comparado ao EIC, apresentando um coeficiente de variação de 26,8%.

Ressalta-se que foram realizados todos os controles de qualidade previstos em normas para aceitabilidade e confiabilidade dos dados (branco, substância de referência, duplicatas, e verificação dos parâmetros físico-químicos), obtendo resultados dentro dos valores de referência.

Em relação à amostra EIC, o ensaio com o Microtox<sup>®</sup>, utilizando o organismo-teste *V. fischeri*, mostrou-se mais sensível que o organismo-teste *T. holothuriae* em 5 das 6 amostras analisadas. Não se observou uma correlação matemática significativa em relação às respostas dos dois organismos-teste frente ao EIC.

Em relação à amostra ETF, observou-se um comportamento inverso ao da amostra EIC. O ensaio com o Microtox<sup>®</sup>, utilizando o organismo-teste *V. fischeri*, mostrou-se menos sensível que o organismo-teste *T. holothuriae* em todas as amostras analisadas.

**TABELA 1 – Resultados dos testes ecotoxicológicos com os 2 organismos-teste**

Amostra	Data	Microtox® - <i>Vibrio fischeri</i>		<i>Tisbe holothuriae</i>	
		CE(I)50% 15' (Intervalo de Confiança 95%)	Unidade Tóxica (TU50) 15'	CL (I)50% (48±2)h (Intervalo de Confiança 95%)	Unidade Tóxica (TU50)
EIC	17/03/03	2,931% (2,604 - 3,298)	34,12	8,05% (6,44-10,06)	12,42
ETF	19/03/03	47,80% (31,66 - 72,18)	2,092	27,99% (24,05 - 32,58)	3,57
EIC	18/03/03	6,119% (5,695- 6,576)	16,34	9,75% (8,08-11,75)	10,26
ETF	20/03/03	63,34% (41,95 - 95,66)	1,579	36,93% (32,63-41,81)	2,71
EIC	24/03/03	5,513% (4,752 - 6,396)	18,14	17,41% (14,28-21,23)	5,74
ETF	26/3/03	59,28% (55,95 – 62,79)	1,687	44,20% (40,39-48,38)	2,26
EIC	25/03/03	1,320% (1,200 - 1,451)	75,78	8,49% (6,69-10,76)	11,78
ETF	27/03/03	73,30% (62,32 – 86,22)	1,364	55,40% (48,94-62,71)	1,81
EIC	31/03/03	3,723% (2,972 - 4,664)	26,86	1,16% (1,00 - 1,36)	86,21
ETF	02/04/03	>81,9% -	<1,22	32,66% (26,84-39,73)	3,06
EIC	01/04/03	5,884% (4,018-8,615)	17,00	10,35% (8,69-12,33)	9,66
ETF	03/04/03	>81,9% -	<1,22	31,06% (25,94-37,19)	3,22

Conforme previsto em referências bibliográficas consultadas, não é possível estabelecer uma relação matemática precisa entre a sensibilidade dos dois organismos-teste, porém observa-se que ambos apresentam valores aproximadamente, numa mesma ordem de grandeza. O presente trabalho evidenciou a viabilidade do uso do Microtox como metodologia rápida, simples, reprodutível, sensível na avaliação da toxicidade do EIC e ETF, pois os resultados são obtidos em 15 minutos, que se configura numa vantagem em relação ao teste com o organismo-teste *Tisbe holothuriae*, o qual obtém resultados após 48 horas. A rapidez da análise possibilita a tomada de decisões ou intervenções no processo operacional da ETE.

A metodologia empregada mostrou-se eficiente na avaliação do percentual de redução de carga tóxica da ETE da Cetrel, configurando-se numa excelente e moderna ferramenta de avaliação de processo, ressaltando que a utilização isolada de parâmetros físico-químicos pode não garantir a ausência de efeitos tóxicos de efluentes industriais, o que pode comprometer a qualidade das águas e a preservação da vida aquática. A utilização de testes de toxicidade é recomendada, uma vez que são instrumentos disponíveis e de grande utilidade para detecção de efeitos adversos para a biota aquática.

#### 4. REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.ed. American Public Health Association, American Water Works Association, American Pollution Control Federation. Washington, 1998.

BERTOLETTI, E. Toxicidade e concentração de agentes tóxicos em efluentes industriais. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.42, 3-4, 1990, pp.271-277.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

DAHMS H.USCHMINKE, H.K. A Multidisciplinary Approach To The Fine-Systematics Within *Tisbe* - An Evaluation Of Morphological And Molecular Methods. *Hydrobiologia*, 308, 1, 1995, pp. 45-50.

FONTOURA, E. S. Bioensaios 'In Situ': Uma Alternativa como Controle de Avaliação Ambiental em Ecossistemas Marinhos. Monografia de Especialização em Gerenciamento Ambiental – Universidade Católica do Salvador, Salvador, 1998, 95f.

ISO/TC 147 et al. ISO 11348-3 Water quality – Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (Luminescent bacteria test). Switzerland, 1998, 13p.

ISO/TC 147 et al. ISO 14669 - Water Quality – Determination of Acute Lethal Toxicity to Marine Copepods (Copepoda, Crustacea). Switzerland, 1999, 16p;

IUCN. **Estratégia Mundial para a conservação dos recursos vivos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Cesp, 1984.

LAU, S. S. S. ; CHU, L. M. The significance of sediment contamination in a coastal wetland, Hong Kong, China. *Wat. Res.* 34, 2, 2000, pp. 379-386.

PRÓSPERI, V.A. Aplicação de testes de toxicidade com organismos marinhos para a análise de efluentes industriais lançados em áreas estuarinas. (Dissertação de Mestrado) Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993, 120f.

VOLKMANN-ROCCO, B. A Sibling Species of *Tisbe holothuriae* Humes (Copepoda, Harpacticoida). *Archo Oceanogr. Limnol.*, 17, 1972, pp. 259-273.