

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DA ÁGUA PRODUZIDA DE UMA PLATAFORMA OFF SHORE DE GÁS NATURAL

Eduardo Bretas

Universidade Santa Cecília - UNISANTA

Recebido em: 30/10/10 Aceito em: 10/02/11 Publicado em: 30/06/11

RESUMO

Os testes de toxicidade constituem uma importante ferramenta para o diagnóstico do impacto biológico e monitoramento ambiental. Através destes podemos avaliar a toxicidade dos efluentes e dos corpos receptores. A identificação dos componentes tóxicos de um efluente pode fornecer subsídios para controle e gestão da atividade de produção de petróleo e gás, visando eliminar ou minimizar o seu impacto sobre a biota. A água de produção é um dos principais efluentes oriundos do processo de exploração de óleo e gás. Nela é comumente evidenciada a presença de amônia, uma substância tóxica quando presente em altas concentrações. O objetivo deste estudo foi avaliar a contribuição do nitrogênio amoniacal na toxicidade da água produzida de gás natural de uma plataforma *off-shore*. Para tanto, foi aplicado o tratamento com *Ulva lactuca* para remoção de amônia, já que essa macroalga utiliza o nitrogênio amoniacal como fonte de nutriente; posteriormente, foram realizados testes de toxicidade com a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*. A presença de amônia foi confirmada através do método de destilação e titulação. Os ensaios ecotoxicológicos e as análises de nitrogênio amoniacal foram realizados em concentrações de 10% e 25%, com amostras bruta e tratada do efluente. A amostra bruta apresentou toxicidade e alta concentração de nitrogênio amoniacal. Entretanto, após o tratamento com a macroalga, houve redução tanto na concentração de amônia quanto na toxicidade. A eficiência demonstrada pela macroalga *U. lactuca* na remoção de nitrogênio amoniacal possibilitou caracterizar essa substância como uma das principais causadoras de toxicidade no efluente.

Palavras chave: toxicologia, plataforma off shore, impacto biológico, monitoramento ambiental

1. INTRODUÇÃO

Os hidrocarbonetos são utilizados como uma das principais fontes da matriz energética brasileira e mundial. Descobertas recentes de grandes reservatórios de petróleo e gás natural na costa brasileira geram expectativa de acelerada exploração desses recursos através de plataformas marítimas. Aproximadamente 80% de todo o petróleo extraído no Brasil é proveniente da plataforma continental, sendo a produção de efluentes nesta atividade um risco considerável para os ecossistemas marinhos.

Cerca de 20 a 30 % dos poluentes lançados nos oceanos são oriundos das atividades localizadas *in situ* como transporte marítimo, exploração de recursos minerais e por emissários submarinos (Crossland *et al.*, 2005). Um dos principais resíduos gerados na indústria petrolífera *offshore* é a Água de Produção, ou Água Produzida, que é a água carreada do interior das rochas para a superfície, juntamente com a extração de petróleo e gás. Parte dessa água também pode ser proveniente da re-injeção nos poços de produção para recuperação de pressão.

A legislação ambiental vigente estabelece padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos

receptores e, desde 2007, vigora a Resolução CONAMA 393/2007, específica para o gerenciamento de Água Produzida. De acordo com esta resolução, até que se tenha um enquadramento específico, as águas salinas em torno das plataformas são consideradas Águas Salinas de Classe 1, definidas na Resolução CONAMA 357/2005. As empresas operadoras de plataformas de petróleo e gás natural devem apresentar ao órgão ambiental competente o resultado do monitoramento semestral com as análises de parâmetros orgânicos, inorgânicos e toxicidade crônica através de método ecotoxicológico padronizado com organismos marinhos (Brasil, 2007).

A Água Produzida pode conter uma complexa mistura de compostos químicos, entre eles metais, hidrocarbonetos e amônia (RØe Utvik, 1999). Uma das principais dificuldades na avaliação e monitoramento deste tipo de efluente é a identificação precisa de quais os compostos, ou classe de compostos, são responsáveis pela sua toxicidade. Com este intuito, a Agência de Proteção Ambiental norte-americana (USEPA) vem desenvolvendo procedimentos de Avaliação e Investigação de Toxicidade (AIT) em corpos receptores marinhos e efluentes descartados neste ecossistema (Burgess *et al.*, 1996). Estes métodos baseiam-se na

combinação de testes de toxicidade e manipulações químicas simples com o intuito de alterar seletivamente a toxicidade de classes específicas de contaminantes em uma amostra e desta forma identificar se a classe de contaminantes sujeita à manipulação química é a responsável pela toxicidade observada.

A *Ulva lactuca* consome amônia como uma de suas principais fontes de nutrientes. Essa macroalga é comumente utilizada no procedimento da AIT para determinar se o nitrogênio amoniacal é um dos compostos causadores de toxicidade em efluentes ou corpos receptores marinhos (Burgess et al., 1996).

Diante da crescente exploração dos recursos fósseis do subsolo oceânico pela indústria petrolífera, tornam-se necessários mais estudos das características toxicológicas dos efluentes gerados por essa atividade, bem como o desenvolvimento de pesquisas que contribuam com a manutenção da integridade da biota marinha adjacente às instalações.

2. OBJETIVOS

- Avaliar o grau de toxicidade do efluente de uma plataforma de produção de gás natural através de ensaios ecotoxicológicos padronizados com organismos da espécie *Lytechinus variegatus*;

- Aplicar tratamento com *U. lactuca*, a fim de reduzir a concentração de nitrogênio amoniacal para determinar se essa substância interfere na toxicidade do efluente.

3. METODOLOGIA

O teste de toxicidade crônica de curta duração foi realizado com a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, conforme norma ABNT N-BR15350/2006.

O tratamento com a macroalga *Ulva lactuca* foi realizado conforme procedimentos descritos por Burgess et al., 1996.

A concentração de amônia foi avaliada através do método de destilação e titulação (APHA -4500 NH3).

4. DESENVOLVIMENTO

A *U. lactuca* foi coletada na Ilha de Urubuquegaba, localizada na Baía de Santos (23°58'25.21"S e 46°21'05.80"O) e transportada para o laboratório em caixa térmica com água do mesmo local. Foi realizada uma lavagem para remoção dos organismos a ela

associados. Em seguida a alga foi acondicionada em cristizador com água do mar limpa e filtrada, com aeração e fotoperíodo de 16 horas com luz e 8 horas no escuro, até a realização dos testes. Esses procedimentos visam garantir a integridade da alga e minimizar a disponibilidade de nutrientes.

Foram coletados 3 litros do efluente em frascos de vidro âmbar. A amostra foi mantida refrigerada em caixa térmica a 4°C até a chegada no laboratório, onde foi congelada.

Os ensaios foram realizados no período inferior a 60 dias, a partir da data de coleta do efluente. Inicialmente, antes do tratamento com a macroalga, foram realizados testes de toxicidade e medição da concentração de nitrogênio amoniacal nas concentrações de 10% e 25% do efluente. Em paralelo, duas alíquotas de 800 ml dessas amostras foram separadas e submetidas ao tratamento com *U. lactuca*. Este procedimento consiste na adição da macroalga ao efluente a uma razão de 5g da *Ulva lactuca* para 60 ml de amostra e deixada por um período de 5 h, sob iluminação constante, aeração suave e temperatura entre 15 e 20°C.

Após o tratamento, a *U. lactuca* foi removida da amostra e procedeu-se a medição da concentração de amônia e realização dos testes de toxicidade com as duas diluições testadas, para posterior comparação entre os resultados das amostras bruta e tratada.

Nos testes de toxicidade, após a fecundação dos gametas os embriões de ouriço foram adicionados aos meios experimentais (tratamentos de 10% e 25%). O tratamento de 10% foi fracionado em nove diluições entre 0,1 e 10%. Para o tratamento de 25% utilizou-se sete diluições entre 0,39% e 25%. Foram realizadas 4 réplicas da amostra diluída em tubos de ensaio de 10 mL, onde foram adicionados aproximadamente 300 indivíduos. O desenvolvimento embriolar foi avaliado após período de 24 h. Os resultados dos testes de toxicidade foram submetidos ao método de interpolação linear (ICp, Versão 2.0; USEPA, 1993).

5. RESULTADOS

Os resultados dos testes de toxicidade com as amostras antes e pós-tratamento empregando *Ulva lactuca* estão apresentados na tabela 1. A amostra apresentou toxicidade antes do tratamento nas diluições de 10% e 25%, enquanto que após o tratamento com a macroalga a toxicidade foi eliminada na diluição de 10% e reduzida consideravelmente na diluição de 25% (T-test). A figura 1 indica as curvas de toxicidade antes e pós-tratamento nas diluições de 10% e 25%. Da mesma forma, houve redução significativa das concentrações de amônia total e não ionizada (mais de 80%) nas duas diluições, conforme indicado nas tabelas 2 e 3.

Tabela 1 – Toxicidade antes e após tratamento, por diluição.

Diluições	CI50 _{24h}	
	Sem tratamento	<i>U. lactuca</i>
10%	0,88	não observada
25%	0,76	16,35

Tabela 2 – Amônia total antes e após tratamento, por diluição

Diluição	Concentração (mg/L)		Redução	
	S/ tratamento	C/ tratamento	(mg/L)	(%)
10%	19,11	0,14	18,97	99,26
25%	45,71	3,92	41,79	91,42

Tabela 3 – Amônia não ionizada antes e após tratamento, por diluição

Diluição	Concentração (mg/L)		Redução	
	S/ tratamen-	C/ trata-	(mg/L)	(%)
10%	0,619	0,024	0,595	96,12
25%	1,36	0,23	1,13	83,08

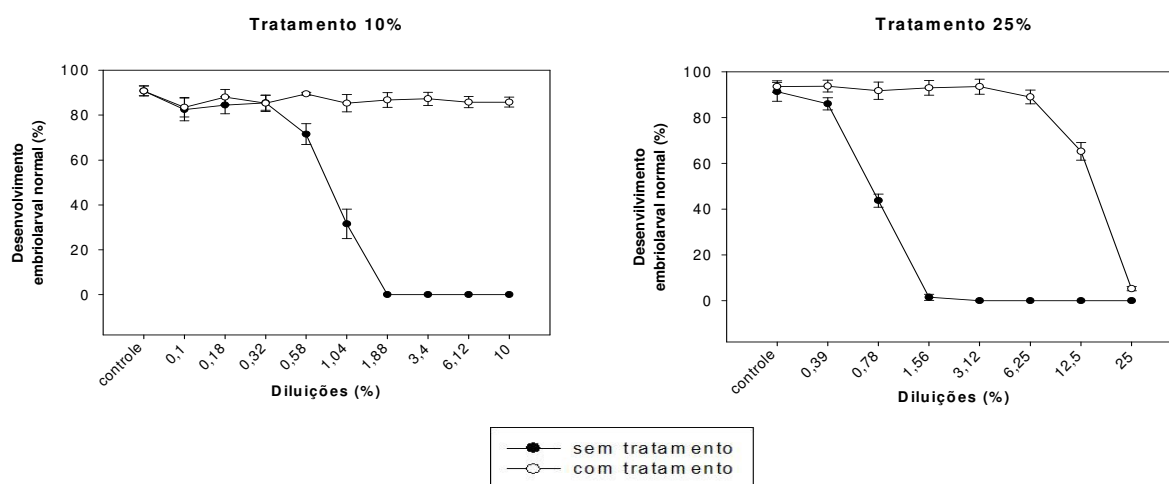


Figura 1 – Toxicidade antes e pós-tratamento nas diluições de 10% e 25%.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados preliminares dos testes de toxicidade corroboram com os obtidos nos relatórios semestrais de 2008 enviados ao IBAMA (referentes a esta mesma plataforma), que visam o atendimento a Resolução CONAMA 393.

A espécie utilizada nos testes de toxicidade apresenta uma grande sensibilidade aos efeitos da amônia não ionizada. Segundo Prósperi, 2002, concentrações entre 0,08 e 0,15 mg/L dessa substância podem causar efeitos adversos no desenvolvimento em-

brionlarval de *L. variegatus*. Sendo a amônia um contaminante com presença importante em Águas Produzidas, o uso desta espécie é recomendável.

A macroalga *Ulva lactuca* demonstrou menor eficiência na remoção de amônia na concentração de 25%. Isto sugere que a quantidade de *U. lactuca* utilizada nesta concentração pode não ter sido suficiente para diminuir a concentração de amônia na mesma eficiência da concentração 10%, ou ainda pode ser resultado de uma maior concentração de outras substâncias tóxicas não avaliadas, ou interações entre elas, que podem ter comprometido a capacidade da macroalga de absorver nitrogênio amoniacal do meio.

A redução da toxicidade observada em decorrência da remoção da amônia foi significativa nas duas diluições testadas (T-test). Diante disso, é possível afirmar que o nitrogênio amoniacal é um dos principais responsáveis pela toxicidade na Água Produzida testada. Este resultado fornece subsídios ao gerenciamento dos riscos ao ambiente marinho relativos à produção de efluentes em atividades de exploração de petróleo e gás *offshore*.

7. Referências

- ABNT NBR 15350, 2006, Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata:Echinoidea).
- ALEGRE, G. F., 2009, Avaliação ecotoxicológica de sedimentos do rio Tietê, entre os municípios de Saleópolis e Suzano, SP, Dissertação de mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- BADARÓ-PEDROSO, C., Avaliação dos efeitos e identificação da toxicidade da água de produção de petróleo sobre algumas espécies marinhas, Tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 357 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 393 de agosto de 2007. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2007.
- BURGESS, R. M., HO, K. T., MORRISON, G. E., CHAPMAN, G. & DENTON, D. L., 1996, Marine Toxicity Identification Evaluation (TIE) Phase I Guidance Document. EPA/600/r-96/054. USEPA, Rhode Island, 54p.
- COSTA, C.A., 2003, Pesquisa e Desenvolvimento de Nova Técnica para o Tratamento de Águas Efluentes Amoniacais
- COSTA, V. M. F., 2006, Utilização da macroalga *Ulva lactuca* na redução de nutrientes (NH_4^+ , NO_3^- , e PO_4^{2-}) provenientes da carcinicultura, Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.
- CROSSLAND C. J., BAIRD D., DUCROTOY J. P., LINDEBOOM H., 2005, The Coastal Zone – a Domain of Global Interactions. In Coastal Fluxes in the Anthropocene. The Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone Project of the International Geosphere-Biosphere Programme. CROSSLAND, C.J., KREMER, H.H., LINDEBOOM, H.J., MARSHALL-CROSSLAND, J.I., LÉ TISSIER, M.D.A. Springer Verlag, Berlin, 231 p.
- LACERDA, L. D. e MARINS, R. V., 2006, Geoquímica de Sedimentos e o Monitoramento de Metais na Plataforma Continental Nordeste Oriental do Brasil.
- NASCIMENTO, I. A., SOUSA, E. C. P. M., NIPPER, M., 2002, Métodos em Ecotoxicologia Marinha, 262p.
- PRÓSPERI, V. A., 2002, Avaliação ecotoxicológica de sedimentos marinhos e estuarinos através da interface sedimento/água, Tese de doutorado,, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- PUSCEDDU, F. H., ALEGRE, G.F., PEREIRA, C. D. S. & CESAR, A., 2007, Avaliação da Toxicidade do Sedimento do Complexo Estuarino de Santos Empregando Ouriços-do-mar *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Echinodermata).
- RØE UTVIK, T. I., 1999, Chemical characterization of produced water from four offshore oil production platforms in the North Sea, *Chemosphere*, 39, 2593-2606.