

TOXICIDADE DO METABISSULFITO DE SÓDIO EM *Mysidopsis juniae*

Toxicity of sodium metabisulphite on *Mysidopsis juniae*

Janisi Sales Aragão¹, Caroline Beserra de Castro², Leticia Veras Costa-Lotufo³

RESUMO

Na carcinicultura, o metabissulfito de sódio é usado para evitar a ocorrência de manchas pretas no camarão logo após a despesca, onde os animais são sacrificados por choque térmico em solução de água, gelo e metabissulfito de sódio, sendo esta normalmente descartada no corpo receptor. O objetivo desse trabalho foi avaliar a toxicidade do metabissulfito de sódio no teste de toxicidade aguda com *Mysidopsis juniae*. O valor de CL_{50} obtido foi de $38,2 \pm 4,7$ mg/L. Em seguida, foi avaliada a influência dos procedimentos de neutralização recomendados para esse composto [adição de $Ca(OH)_2$ e/ou aeração] na toxicidade observada. Após 24 horas do preparo e sem aeração, a CL_{50} do metabissulfito de sódio na ausência de $Ca(OH)_2$ foi de $36,8 \pm 5,6$ mg/L e na presença $44,4 \pm 3,2$ mg/L. Já na presença da aeração, essa toxicidade foi reduzida ($CL_{50}=150,7 \pm 8,5$ mg/L). Quando os tratamentos foram concomitantes, aeração na presença de $Ca(OH)_2$, não observou-se toxicidade em três dos cinco experimentos realizados. A fim de se avaliar a toxicidade da solução contendo metabissulfito de sódio utilizada na despesca de camarão, foi realizado o bioensaio com a solução coletada diretamente no tanque de despesca em uma fazenda de cultivo. A CL_{50} dessa amostra foi inferior a 6,25%, menor concentração testada. Sendo assim, conclui-se que o *M. juniae* mostrou-se bastante sensível a esse composto e que o tratamento químico através da adição de $Ca(OH)_2$ na presença de aeração foi eficiente na remoção da toxicidade.

Palavras-chaves: metabissulfito de sódio, toxicidade, *Mysidopsis juniae*.

ABSTRACT

In shrimp farming, sodium metabisulphite is used to prevent the melanosis during harvesting phase, as the animals are sacrificed by thermal shock into a solution of water, ice and sodium metabisulphite, which is normally discharged on the receiving water body. The aim of this work was to evaluate sodium metabisulphite toxicity using the acute toxicity test with *Mysidopsis juniae*. The LC_{50} for sodium metabisulphite was 38.2 ± 4.7 mg/L. In addition, the efficiency of recommended neutralization procedures [aeration and/or $Ca(OH)_2$ addition] in the reduction of sodium metabisulphite toxicity was evaluated. After 24 hours and no aeration, LC_{50} on the absence and presence of $Ca(OH)_2$ was 36.8 ± 5.6 mg/L and 44.4 ± 3.2 mg/L, respectively. After aeration for 24 hours, though this toxicity was significantly reduced ($LC_{50}= 150.7 \pm 8.5$ mg/L). When the treatments were simultaneous, aeration on the presence of $Ca(OH)_2$, toxicity was not observed in three out of five experiments. In attempt to evaluate the toxicity of sodium metabisulphite solution used on the harvesting phase of a marine shrimp farm, the solution was collected directly on the harvesting tank. The LC_{50} was lower than 6.25%. Thus, *M. juniae* showed to be very sensitive to this compound and the chemical treatment by the addition of $Ca(OH)_2$ in the presence of aeration was efficient in removing its toxicity.

Key words: sodium metabisulphite, toxicity, *Mysidopsis juniae*.

¹ Doutoranda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza.

² Bacharel em Ciências Biológicas, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

³ Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. E-mail: lvcosta.secrel.com.br.

INTRODUÇÃO

O metabissulfito de sódio é um sal inorgânico que apresenta fórmula molecular $\text{NaHSO}_3\text{-NaSO}_3$ conhecido também como dissulfito de sódio, piro-sulfito de sódio e bissulfito de sódio (Nunes *et al.*, 2005). Esse composto é utilizado por diversas indústrias como farmacêutica, química, têxtil e alimentícia. Na carcinicultura, o metabissulfito de sódio é usado para evitar a ocorrência de melanose (manchas pretas) no camarão logo após a despesca. Nesse momento, os viveiros são esvaziados para a retirada dos camarões e estes são imediatamente sacrificados, por meio de choque térmico, em tanques de aproximadamente 500 L contendo uma solução de água, gelo e metabissulfito de sódio em concentração de 2 % (Barbiere Junior & Ostrensky Neto, 2002). A cada 300 kg de camarão despedido, é preparada uma nova solução e esta é normalmente descartada diretamente no corpo receptor.

Segundo o Conselho Nacional da Saúde (Resolução CNS/Nº4/88) e FDA (Food and Drug Administration, EUA), o metabissulfito de sódio é aprovado para o beneficiamento de camarões desde que as concentrações não ultrapassem 100 ppm no produto final cru (Nunes *et al.*, 2005). Porém, não existe conhecimento da quantidade desse produto que poderia ser lançada com segurança no meio ambiente, o que aumenta a preocupação com o impacto causado pela carcinicultura, já que grandes quantidades de metabissulfito de sódio são liberadas diariamente nas águas dos corpos receptores das fazendas.

Algumas medidas são recomendadas por Nunes *et al.* (2005), para a neutralização da solução utilizada nas despescas. Esta deve ser levada para um local apropriado e adicionar 0,36 kg/L de hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, sendo oxigenada mecanicamente até que se oxide para bissulfato. A solução ácida restante deve apresentar teor de oxigênio dissolvido maior que 4 mg/L.

Para avaliar o impacto de agentes químicos sobre organismos aquáticos, bem como a qualidade de um determinado corpo de água, são realizados testes de toxicidade que subsidiam a avaliação dos riscos ambientais, com o objetivo de evitar ou minimizar os efeitos dos poluentes sobre a comunidade nos ecossistemas.

Os testes de toxicidade avaliam os efeitos das substâncias químicas e dos agentes físicos sobre organismos vivos, especialmente em populações e comunidades, incluindo os caminhos de transferência desses agentes e sua interação com o ambiente (Azevedo & Chasin, 2004).

Várias espécies podem ser utilizadas como organismos-teste. Dentre as metodologias já padronizadas e amplamente utilizadas encontra-se o teste de

toxicidade aguda com *Mysidopsis juniae*. Os misidáceos são importantes membros da cadeia alimentar; possuem grande potencial reprodutivo; são de fácil aquisição e manutenção no laboratório, e os testes apresentam boa sensibilidade e reprodutibilidade (Badaró-Pedroso *et al.*, 2002).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a toxicidade do metabissulfito de sódio no teste de toxicidade aguda com *Mysidopsis juniae*. Em seguida, avaliar a influência dos procedimentos de neutralização recomendados para esse composto (adição de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e/ou aeração) na toxicidade observada, e ainda, a toxicidade da solução contendo metabissulfito de sódio coletada diretamente no tanque de despesca de uma fazenda de cultivo de camarão.

MATERIAL E MÉTODOS

Soluções-estoque

Todas as soluções foram preparadas no dia da realização dos testes utilizando-se balões volumétricos e pipetas automáticas, à temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Estas foram preparadas em água do mar oceânica e filtrada em membrana de $0,45 \mu\text{m}$:

- Solução 1 - metabissulfito de sódio (BASF - Ludwigshafen, Alemanha) - 3 g em 1 L de água do mar.
- Solução 2 - hidróxido de cálcio (VETEC - Química Fina LTDA, Rio de Janeiro-RJ, Brasil) - 1,08 g em 1 L de água do mar.
- Solução 3 - metabissulfito de sódio + Hidróxido de cálcio - preparada pela adição de 1,08 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na solução 1.

Em maio de 2006, realizou-se uma coleta da solução de metabissulfito de sódio diretamente no tanque durante a despesca numa fazenda de cultivo de camarão marinho localizada no Município de Cajueiro da Praia - Piauí (Figura 1). A amostra foi coletada em garrafas âmbar devidamente identificadas e acondicionadas em gelo.



Figura 1 - Preparação da solução de metabissulfito de sódio nos tanques durante a despesca numa fazenda de cultivo de camarão marinho, no Município de Cajueiro da Praia - Piauí.

Grupos experimentais

Para a avaliação da toxicidade do metabissulfito de sódio, foram realizados cinco testes com a solução imediatamente após seu preparo (Grupo 1), nas concentrações de 10; 30; 100; 300 e 1.000 mg/L. Cada teste foi realizado em triplicata. Após esta primeira etapa de caracterização da sensibilidade dos organismos a este composto, foram realizados alguns procedimentos para neutralização desse produto.

Inicialmente foi preparada a solução-estoque (3 g/L) e o teste somente foi iniciado 24 horas após o preparo (Grupo 2). Num segundo momento, a solução estoque (3 g/L) foi preparada e mantida sob aeração durante 24 horas quando, então, foram realizados os testes (Grupo 3). Em seguida, foi testada a eficácia do hidróxido de cálcio na redução da toxicidade do metabissulfito de sódio. Para este grupo de experimentos, foram adicionados 1,08 g de hidróxido de cálcio à solução estoque de metabissulfito de sódio (3 g/L) que ficou armazenada durante 24 horas. Após esse período, o teste de toxicidade foi realizado com o metabissulfito de sódio nas mesmas concentrações descritas anteriormente (Grupo 4). Finalmente, foi realizado um grupo de experimentos a partir da solução-estoque de metabissulfito de sódio (3 g/L) contendo hidróxido de cálcio (1,08 g/L) que foi mantida sob aeração constante por um período de 24 horas (Grupo 5). Vale ressaltar que para todos esses grupos foram realizados cinco experimentos com três réplicas/cada (Tabela I).

Tabela I - Grupos experimentais utilizados nos testes de toxicidade com *Mysidopsis junia*.

Grupo	Solução-teste
1	Solução de metabissulfito de sódio testada imediatamente após seu preparo.
2	Solução de metabissulfito de sódio testada 24h após o preparo.
3	Solução de metabissulfito de sódio mantida sob aeração por 24h e depois testada.
4	Solução de metabissulfito de sódio + 1,08g de Ca(OH) ₂ testada após 24h de armazenamento.
5	Solução de metabissulfito de sódio + 1,08g de Ca(OH) ₂ mantida sob aeração durante 24h e depois testada.

Para a amostra coletada no tanque da solução de metabissulfito de sódio foi realizado um teste nas concentrações de 6,25; 12,5; 25; 50 e 100%.

Parâmetros físico-químicos

Para a realização dos bioensaios, foram determinados o teor de oxigênio dissolvido, pH e

salinidade das amostras referentes aos grupos experimentais descritos no item anterior em todas as concentrações testadas. Para determinação do oxigênio dissolvido utilizou-se um oxímetro Quimis, para a salinidade um refratômetro modelo 211 Biobrix e para a determinação do pH utilizou-se um potenciômetro Quimis.

Organismos-teste

Os misidáceos foram cultivados em laboratório para a obtenção dos juvenis utilizados nos testes (com um a oito dias de idade). Os animais foram mantidos em aquários com água do mar filtrada em membrana 0,45 µm, com temperatura de 24 ± 2°C, aeração suave e fotoperíodo de 12 horas luz e 12 horas escuro. Diariamente, foram alimentados com náuplios de *Artemia* sp.

Avaliação da toxicidade

Béqueres de 400 mL foram numerados aleatoriamente e em uma ficha à parte anotados os números dos frascos correspondentes a cada concentração e béqueres controle.

Cada concentração foi preparada em balões volumétricos de 1 L e transferidos 300 mL em cada béquer. Os testes foram realizados em triplicata. Uma alíquota foi separada para a medição dos parâmetros salinidade, pH e oxigênio dissolvido. Água do mar filtrada em membrana de 0,45 µm foi utilizada como controle e água de diluição.

Cada béquer contendo a substância-teste recebeu 10 juvenis de misidáceos, e, em seguida, foram levados para câmara de fotoperíodo permanecendo em ciclo de 12 h luz e 12 h escuro. Os animais foram alimentados diariamente com náuplios de artêmia. A duração do teste foi de 96 horas, sendo obtido o número de indivíduos vivos e mortos a cada 24 horas. Ao final do período de incubação foi realizada nova medida dos parâmetros físico-químicos.

Para validação dos ensaios foram realizados testes com o sulfato de zinco como substância de referência de acordo com Badaró-Pedroso *et al.* (2002).

Análise estatística

Os resultados obtidos tanto nos testes de referência como com o metabissulfito de sódio, foram analisados através do método "Trimmed Spearman-Kärber" (Hamilton *et al.*, 1978).

Os resultados do controle com as diferentes concentrações testadas nos diferentes grupos tratados com o metabissulfito de sódio, assim como as CL₅₀ obtidas, foram comparados por Análise de Variância (ANOVA) seguida do teste de Student - Newman-Keuls, considerando um nível de significância de 5% (Sokal & Rohlf, 1995).

Tabela II - Média do oxigênio dissolvido no início e término dos testes para os cinco grupos de experimentos com metabissulfito de sódio.

[] mg/L	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5	
	Inicial	final								
0	8,0 ± 0,4	6,3 ± 0,6	6,5 ± 0,3	6,2 ± 0,4	6,1 ± 0,1	6,5 ± 0,3	6,5 ± 0,0	5,1 ± 0,1	6,4 ± 0,0	5,1 ± 0,2
10	8,1 ± 0,2	6,5 ± 0,4	5,9 ± 0,5	6,1 ± 0,3	6,4 ± 0,1	6,3 ± 0,4	6,0 ± 0,6	5,2 ± 0,2	6,6 ± 0,0	5,0 ± 0,0
30	7,3 ± 0,3	5,8 ± 0,7	4,7 ± 0,5	5,5 ± 0,4	6,2 ± 0,2	6,4 ± 0,4	6,3 ± 0,0	5,0 ± 0,1	6,5 ± 0,0	5,1 ± 0,3
100	4,6 ± 0,5	4,1 ± 0,3	2,7 ± 1,3	2,1 ± 0,9	5,8 ± 0,2	6,4 ± 0,4	4,1 ± 0,3	4,1 ± 0,3	5,7 ± 0,0	5,1 ± 0,3
300	3,8 ± 0,8	3,5 ± 0,7	1,8 ± 1,2	0,6 ± 0,1	2,5 ± 0,4	2,5 ± 0,4	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	6,5 ± 0,2	5,4 ± 0,2
1.000	3,5 ± 0,7	3,3 ± 0,7	0,6 ± 0,2	0,5 ± 0,2	1,6 ± 0,6	1,6 ± 0,6	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	6,6 ± 0,0	5,1 ± 0,3

RESULTADOS

Parâmetros físico-químicos

A variação das médias dos parâmetros físico-químicos de todos os testes realizados com metabissulfito de sódio foi maior para o oxigênio dissolvido (Tabela II). No grupo 1, a variação foi de $3,5 \pm 0,7$ a $8,1 \pm 0,2$ mg/L no início do teste e de $3,3 \pm 0,7$ a $6,5 \pm 0,4$ mg/L no final. Nos grupos 2, 3 e 4 foram encontradas as menores concentrações de oxigênio dissolvido, sendo que os valores mais baixos sempre estiveram associados à concentração mais alta de metabissulfito de sódio (1000 mg/L). Já no grupo 5, foi observada a menor variação para este parâmetro entre o início ($5,7 \pm 0,0$ a $6,6 \pm 0,0$ mg/L) e o término ($5,0 \pm 0,2$ a $5,4 \pm 0,2$ mg/L) do experimento.

A média do pH não variou muito entre o início e término dos experimentos para os cinco grupos testados, contudo foi observado um decréscimo dos valores entre a menor e a maior concentração (Tabela III). Já a salinidade foi o parâmetro que menos variou, apresentando valores na faixa de $35 \pm 0,0$ - $37,4 \pm 0,5$ em todos os testes dos cinco grupos.

Os parâmetros físico-químicos da coleta realizada no tanque de metabissulfito de sódio mostraram baixos valores de oxigênio dissolvido (0,14 a 0,23 mg/L) e de pH (4,09 a 5,43).

Toxicidade

A exposição dos misidáceos ao metabissulfito de sódio levou a letalidade imediata dos indivíduos nos grupos 1, 2, 3 e 4, nas concentrações de 300 e

Tabela III - Média do pH no início e término dos testes para os cinco grupos de experimentos com metabissulfito de sódio.

[] mg/L	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5	
	Inicial	final								
0	8,3 ± 0,1	7,8 ± 0,2	8,2 ± 0,0	7,9 ± 0,0	8,1 ± 0,0	7,9 ± 0,0	8,1 ± 0,0	7,8 ± 0,0	8,1 ± 0,0	7,7 ± 0,0
10	8,1 ± 0,1	7,9 ± 0,0	7,8 ± 0,3	7,9 ± 0,1	8,0 ± 0,0	7,9 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,8 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,7 ± 0,0
30	7,6 ± 0,0	7,9 ± 0,0	7,8 ± 0,0	7,8 ± 0,1	8,1 ± 0,0	7,9 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,8 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,7 ± 0,0
100	6,6 ± 0,1	6,9 ± 0,2	7,0 ± 0,2	6,9 ± 0,2	7,8 ± 0,0	7,9 ± 0,0	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,7 ± 0,4
300	5,9 ± 0,1	5,9 ± 0,1	5,4 ± 0,4	5,2 ± 0,6	7,0 ± 0,2	7,1 ± 0,2	7,8 ± 0,0	7,8 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,7 ± 0,0
1.000	5,1 ± 0,3	5,1 ± 0,3	4,7 ± 0,5	4,6 ± 0,6	5,5 ± 0,3	5,5 ± 0,3	7,2 ± 0,0	7,2 ± 0,0	7,9 ± 0,0	7,6 ± 0,0

Tabela IV - Taxa de mortalidade (%) e média das CL_{50} (mg/L), nos cinco grupos de experimentos com metabissulfito de sódio.

[] %	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
0	7,3 ± 1,9	4,6 ± 1,3	3,3 ± 1,4	8 ± 2,2	6 ± 2,6
10	4,6 ± 2,2	25,3 ± 8,2	20 ± 7,3	24 ± 7,1	14 ± 5,0
30	36 ± 11,2	36 ± 9,0	18,6 ± 5,2	25,3 ± 6,7	13,3 ± 5,6
100	99,3 ± 0,6	100 ± 0,0	14 ± 4,7	100 ± 0,0	25,3 ± 7,5
300	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	26,6 ± 8,1
1.000	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	39,3 ± 10,2
CL_{50} (mg/L)	38,2 ± 4,7	36,8 ± 5,6	44,4 ± 3,2	150,7 ± 8,5	439,2 ± 229,8

1000 mg/L. Com o aumento do tempo de exposição foi observado um efeito dependente de concentração para este composto como demonstrado na Tabela IV.

A CL_{50} para o metabissulfito de sódio (Grupo 1) foi de $38,2 \pm 4,7$ mg/L. Após 24 horas de preparo, a toxicidade do composto não sofreu alteração tanto na ausência (Grupo 2) ($CL_{50} = 36,8 \pm 5,6$ mg/L) quanto na presença (Grupo 4) de $Ca(OH)_2$ ($CL_{50} = 44,4 \pm 3,2$ mg/L). Já na presença da aeração (Grupo 3), essa toxicidade foi reduzida em três vezes ($CL_{50} = 150,7 \pm 8,5$ mg/L) ($P < 0,05$). Quando os tratamentos foram combinados, aeração na presença de $Ca(OH)_2$ (Grupo 5), não foi observada toxicidade em três dos cinco experimentos realizados. Enquanto que nos dois experimentos, onde foi possível calcular a CL_{50} , esses valores foram de 209,8 e 669,4 mg/L, o que indica uma acentuada redução da toxicidade deste composto ($P < 0,05$) (Figura 2).

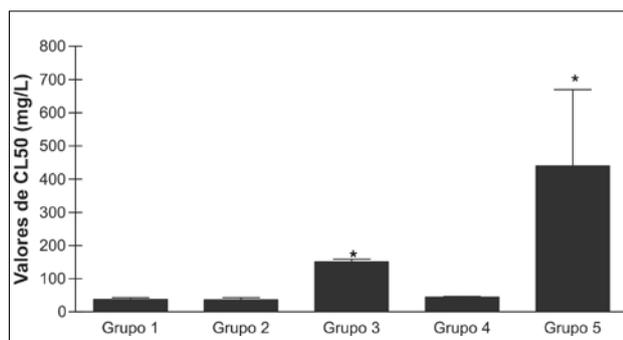


Figura 2 - Médias das CL_{50} para cada grupo de testes com metabissulfito de sódio. * $P < 0,05$, ANOVA seguida de Student Newman-Keuls.

Grupo 1: metabissulfito de sódio; Grupo 2: metabissulfito de sódio não aerado por 24h; Grupo 3: metabissulfito de sódio aerado por 24h; Grupo 4: metabissulfito de sódio com $Ca(OH)_2$ não aerado por 24h; Grupo 5: metabissulfito de sódio com $Ca(OH)_2$ aerado por 24h.

DISCUSSÃO

Sabe-se que o metabissulfito de sódio é um agente oxidante. Quando esse composto é lançado no ambiente, ele reage com oxigênio dissolvido da água formando sulfato ácido de sódio que se dissocia em sódio e íons bissulfito, diminuindo a concentração de oxigênio na água. Cada miligrama de bissulfito de sódio consome 0,15 mg/L de oxigênio dissolvido e, nessa reação, ainda acontece a liberação do gás dióxido de enxofre (SO_2) (Cruz, 2004).

A liberação do gás dióxido de enxofre pode causar sérios problemas se os trabalhadores não tiverem sido treinados para o adequado manuseio do produto e não utilizarem os equipamentos de proteção necessários a esta atividade: máscaras, óculos de proteção, luvas, botas impermeáveis e avental.

Para o ambiente, a toxicidade se dá principalmente pela retirada do oxigênio dissolvido na água, ocasionando a mortalidade por asfixia da fauna e flora. No presente trabalho, foi evidenciada uma redução do oxigênio dissolvido tanto nos grupos experimentais (principalmente nas concentrações de 100, 300 e 1000 mg/L dos grupos 1, 2 e 4) como na amostra do tanque de metabissulfito de sódio (todas as concentrações).

De acordo com Badaró-Pedroso *et al.* (2002), para a validação dos testes de toxicidade aguda com misidáceos, algumas condições devem ser atendidas e os parâmetros físico-químicos como salinidade, oxigênio dissolvido e pH devem ser mantidos em níveis aceitáveis: oxigênio dissolvido maior que 40% de saturação, pH entre 7,1 e 8,3 e salinidade igual a $33,5 \pm 1,5$. Dessa maneira, a baixa concentração de oxigênio dissolvido observada nas maiores concentrações de metabissulfito de sódio deve ter contribuído para a letalidade nos animais imediatamente após serem expostos. No entanto, a contribuição dessa variável não exclui a participação do próprio metabissulfito de sódio ou outro fator na letalidade observada, uma vez que ocorreu mortalidade mesmo nas concentrações onde o nível de oxigênio estava no limite aceitável.

Segundo relatos de carcinicultores, consultores e trabalhadores, o descarte da solução de metabissulfito de sódio é realizado de várias maneiras: no próprio local da drenagem, disposto a céu aberto, enterrado em valas escavadas e até em cisternas fechadas localizadas próximo aos viveiros, onde este passa por um processo de neutralização, ou seja, sem um controle adequado (Cruz, 2004).

Devido à escassez de informações sobre os possíveis impactos desse composto, não se sabe a quantidade desse produto que poderia ser lançada no ambiente sem causar danos ao ecossistema mas, se retira o oxigênio dissolvido na água, é tóxico e pode ser considerado nocivo.

Alguns dados são fornecidos pela Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) da PRODUQUÍMICA (2002). As informações ecológicas do produto informam dados de toxicidade em algas (*Sceriodesmus subspicatus*) com uma EC_{50} (72 horas) de 48 mg/L, para bactérias (*Pseudomonas putida*) com uma EC_{50} (17 horas) de 56 mg/L e uma toxicidade aguda para cladocera (*Daphnia magna*) com CL_{50} (48 horas) igual a 89 mg/L.

No teste de toxicidade aguda para o metabissulfito de sódio realizado no presente estudo, a média da CL_{50} (96 horas) para *M. juniae* foi de $38,2 \pm 4,7$ mg/L (Tabela IV). Comparando esse valor com o descrito na literatura para o cladocera, observa-se uma maior sensibilidade do misidáceo ao produto testado.

Algumas medidas de neutralização da solução de metabissulfito de sódio utilizado nas despescas são recomendadas por Nunes *et al.* (2005), desde a oxigenação mecânica até o uso de produtos como o hidróxido de cálcio, porém não existe legislação específica para o descarte desse produto no meio ambiente. Com isso, nesse estudo foram testados diferentes métodos na tentativa dessa neutralização, inclusive o uso do hidróxido de cálcio, o que poderá contribuir para uma futura normatização do descarte desse produto.

A simples aeração da solução de metabissulfito de sódio reduziu a sua toxicidade, o que pode ser observado pelo aumento dos valores de CL_{50} em cerca de três vezes (Figura 2). Esse resultado corrobora a importância da redução da disponibilidade de oxigênio com um dos fatores importantes na letalidade induzida por esse composto mas a aeração, por si só, não deve ser considerada uma estratégia eficaz na remoção de toxicidade. O tratamento químico através da adição de $Ca(OH)_2$ na presença de aeração, por sua vez, foi mais eficiente na remoção da toxicidade deste composto. Neste caso não foi observada toxicidade em três dos cinco experimentos realizados, e mesmo naqueles onde foi possível determinar a CL_{50} , os valores obtidos foram superiores aos do tratamento apenas com aeração (Figura 2).

Sendo assim, esses resultados mostram que o metabissulfito de sódio possui uma elevada toxicidade para os misidáceos, que são considerados sensíveis na avaliação de impacto sobre a biota, tornando altamente necessários os tratamentos químicos de neutralização deste composto. As concentrações deste composto, utilizadas nos tanques de metabissulfito de sódio nas despescas, são bem elevadas e extremamente tóxicas pois, mesmo com uma diluição de quase cem vezes, a água do tanque de despesca causou letalidade em 100% dos organismos-teste imediatamente após a exposição.

Como conclusão, podemos afirmar que *M. juniae* mostrou uma boa sensibilidade ao metabissulfito de sódio, quando comparado a outros crustáceos, e que o tratamento químico através da adição de $Ca(OH)_2$ na presença de aeração foi eficiente na remoção da toxicidade.

Agradecimentos - os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pelo auxílio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, F.A. & Chasin, A.A.M. *As bases toxicológicas da ecotoxicologia*. Editora RiMa e InterTox, 340 p., 2004.
- Badaró-Pedroso, C.; Reynier, M.V. & Prósperi, V.A. Testes de toxicidade aguda com misidáceos - ênfase nas espécies *Mysidopsis juniae* e *Mysidium gracile* (Crustacea: Mysidacea), p.123-139, in Nascimento, I.A.; Sousa, E.C.P.M. & Nipper, M. (eds.), *Métodos em ecotoxicologia marinha. Aplicações no Brasil*. Editora Artes Gráficas e Indústria Ltda., 262 p., 2002.
- Barbiere Junior, R.C. & Ostrensky Neto, A. *Camarão marinho: engorda*. Editora Aprenda Fácil, 351 p., Viçosa, 2002.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução n° 312 de 10 de outubro de 2002*, Brasília.
- Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde (CNS/MS). *Resolução N°. 04, de 24 de novembro de 1988*, Brasília.
- Cruz, R.R.M. *O uso do metabissulfito de sódio na criação de camarão marinho em cativeiro e seu perigo para o trabalhador e o meio ambiente*. Monografia de Especialização em Gestão Ambiental, Universidade de Fortaleza, 46 p., Fortaleza, 2004.
- FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico, PRODUQUÍMICA. Metabissulfito de sódio. N. 007, agosto, 2002.
- Hamilton, M.A.; Russo, R.C. & Thurston, R.V. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environ. Sci. Technol*, v.12, n.4, p.471, 1978.
- Nascimento, I.A.; Sousa, E.C.P.M. & Nipper, M. *Métodos em ecotoxicologia marinha. Aplicações no Brasil*. Editora Artes Gráficas e Indústria Ltda., 262 p., 2002.
- Nunes, A.J.P.; Gesteira, T.C.V.; Oliveira, G.G.; Lima, R.C. & Miranda, R.M. *Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho do Estado do Ceará*. Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Estado do Ceará, 109 p., Fortaleza, 2005.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman, 3rd edition, 887 p., San Francisco, 1995.