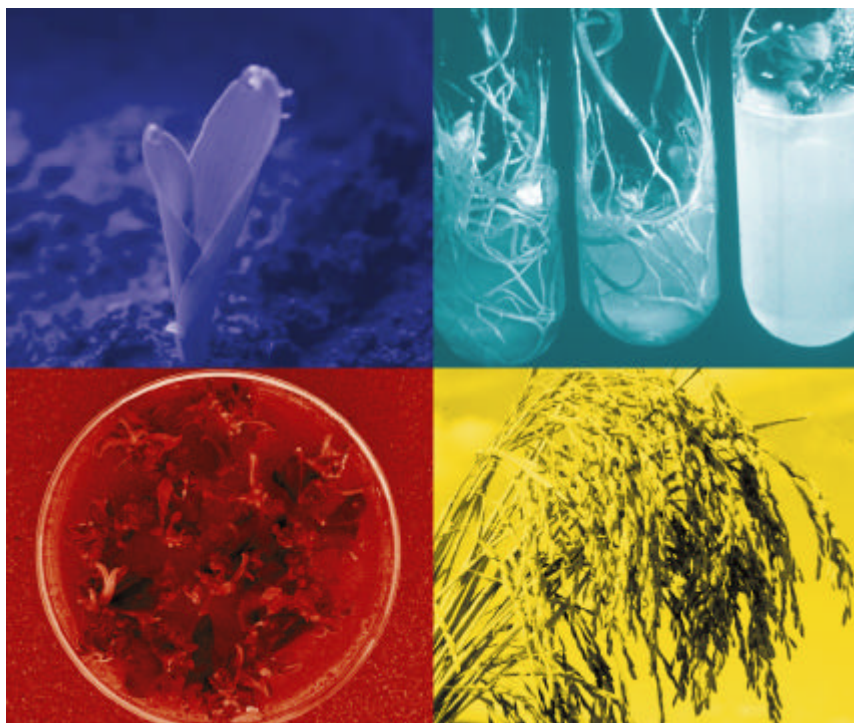


**Contaminação por Mercúrio
em Sedimento e Moluscos
da Bacia do rio Bento
Gomes, MT**



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paternaiani

Luis Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Pantanal

Emiko Kawakami de Resende

Chefe-Geral

José Anibal Comastri Filho

Chefe-Adjunto de Administração

Aiesca Oliveira Pellegrin

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

José Robson Bezerra Sereno

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



ISSN 1517-1981
Outubro, 2004

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 58

Contaminação por Mercúrio em Sedimento e Moluscos da Bacia do rio Bento Gomes, MT

Luiz Marques Vieira
Cleber José Rodrigues Alho

Corumbá, MS
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 233-2430

Fax: (67) 233-1011

Home page: www.cpap.embrapa.br

Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: *Aiesca Oliveira Pellegrin*

Secretário-Executivo: *Suzana Maria de Salis*

Membros: *Débora Ferandes Calheiros*

Marçal Henrique Amici Jorge

José Robson Bezerra Sereno

Secretária: *Regina Célia Rachel dos Santos*

Supervisor editorial: *Suzana Maria de Salis E Balbina Maria Araújo Soriano*

Revisora de texto: *Mirane Santos da Costa*

Normalização bibliográfica: *Romero de Amorim*

Tratamento de ilustrações: *Regina Célia R. dos Santos*

Editoração eletrônica: *Regina Célia R. dos Santos*

Élcio Lopes Sarath

1ª edição

1ª impressão (2004): Formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacional de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

Vieira, Luiz Marques.

Contaminação por mercúrio em sedimento e moluscos da Bacia do Rio Bento Gomes, MT. – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004.

20 p.; 16 cm (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1981; 58)

1.Mercúrio - Contaminação - Rio Bento Gomes, MT. 2.Molusco - Biomagnificação - Pantanal. 3.Pantanal - Contaminação - Mercúrio. I.Embrapa Pantanal. II.Título. III.Série.

CDD: 571.954 663 (21 ed.)

© Embrapa 2004

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Metodologia	11
Resultados e Discussão	11
Sedimento	11
Moluscos	11
Conclusões	11
Referências Bibliográficas	11

Contaminação por Mercúrio em Sedimento e Moluscos da Bacia do Rio Bento Gomes, MT

Luiz Marques Vieira¹

Cleber José Rodrigues Alho²

Resumo

Os níveis de mercúrio total detectados no sedimento e tecidos moles de moluscos gastrópodos provenientes da bacia hidrográfica do rio Bento Gomes, embora baixos, mostraram indícios de contaminação. De um total de 69 amostras de sedimento analisadas, 26% apresentaram níveis de mercúrio total variando de 0,01 a 0,25 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de mercúrio (peso úmido). Os níveis de mercúrio obtidos em 54 amostras dos moluscos *Ampullaria scalaris*; *A. canaliculata* e *Marisa planogira* evidenciaram que 39% estavam contaminadas com níveis variando de 0,02 a 1,6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso úmido. Estes resultados indicam que o mercúrio utilizado na extração de ouro de aluvião está atingindo o ambiente aquático e contaminando o sedimento e os organismos bentônicos desta área do Pantanal.

Palavras chaves: Molusco, biomagnificação, mercúrio, sedimento, Pantanal.

¹ Eng. Agrôn., Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, lvieira@cpap.embrapa.br

² Universidade de Brasília (UNB)/UNIDERP, Email: alho@unb

Mercury Contaminaion in the Sedimet and Snail of the Bento Gomes River Basiin, MT

Abstract

*The total level of mercury detected in the sediment and in the tissues of molluscs from Bento Gomes River basin, although low, have shown that the mercury used in the gold mining activities in the Pocone Wetlands has contaminated those aquatic habitats in Pantanal. From 69 sediment samples analized, 26% (N= 18) have shown levels ranging from 0,01 to 0,25 g.g^{-1} of mercury (moist weight). Mercury levels analized in 54 samples of molluscs tissues (*Ampullaria scalaris*; *A. canaliculata*, and *Marisa planogyra* have shown that 39% (N= 16) were contaminated with levels ranging fro 0,02 to 1,6 g.g^{-1} moist weight. This study shows that the mercury used in digs for gold mining and released into the environment has reached the habitats of Pantanal spread from sediment into the molluscs living in the region.*

Key Words: Mollusc, biomagnification, mercury, sediment, Pantanal wetland.

Introdução

No início dos anos 80, uma outra fase de extração de ouro de aluvião, com utilização intensiva e indiscriminada de mercúrio (Hg), se estabeleceu na bacia de drenagem do rio Bento Gomes (Fig. 1), no município de Poconé, ao norte do Pantanal, em estado de Mato Grosso. O elevado potencial de contaminação dos sedimentos e da biota aquática de toda a planície do Pantanal passou a preocupar a sociedade pelo risco de comprometer o ecossistema, afetar a saúde do homem por meio das cadeias alimentares e também pelas possibilidades do Hg atingir os ecossistemas dos países vizinhos da planície platina, à jusante (Vieira et al., 1995).

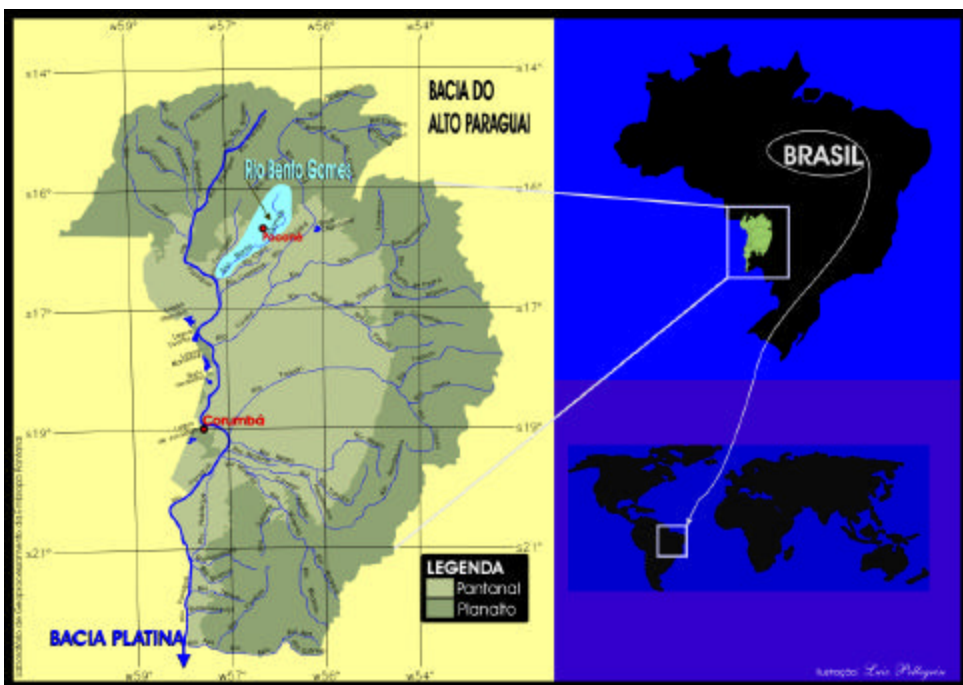


Fig. 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Bento Gomes no Pantanal e na Bacia do Alto Paraguai no Brasil.

Para cada quilograma de ouro retirado são utilizados de 1,32 a 2,00 kg de Hg (Pfeiffer et al., 1989a, b; Mallas & Benedicto), 1986, dos quais 45% é carreado para os rios e 55% para a atmosfera (Pfeiffer op. cit.) durante o processo final de queima do amálgama e posterior retorno aos sistemas aquáticos através das chuvas.

O Hg incorporado ao sistema aquático na forma inorgânica (Hg^0 – mercúrio metálico), desloca-se para o sedimento, onde pode ocorrer a metilação (Jensen & Jernelöv, 1969), dando origem ao metilmercúrio. Este composto, além de ser tóxico é persistente, com elevado potencial de acúmulo e por conseguinte, de magnificação ao longo das nas cadeias alimentares. No sedimento de fundo vivem muitas comunidades bentônicas, que podem se alimentar de detritos contaminados, transferindo o Hg aos peixes e destes ao homem (EPA, 1972). O sedimento contaminado é fonte potencial dinâmica de Hg (Sei 1978) para a água e para a biota aquática durante 10 a 100 anos (Braile & Cavalcanti, 1979). Desta forma, mesmo com a paralisação da fonte emissora, podem ainda existir consideráveis quantidades de Hg adsorvidas ao sedimento (Reimers et al., 1974; Callister et al., 1986), as quais podem ser transferidas e incorporadas à biota dependendo das condições físicas, químicas e biológicas do ambiente aquático (Loring, 1975; Clifton & Vivian, 1975; Callister et al., 1986). Avaliações experimentais demonstraram que a concentração de mercúrio acumulada em peixes proveniente do sedimento chega a ser 9 vezes maior do que a proveniente da coluna d'água (Kudo & Mortimer, 1979).

A análise dos teores de mercúrio no sedimento, apesar de não determinar o potencial de ionização do metal, é uma das formas mais utilizadas de se avaliar o grau de contaminação de um sistema aquático (Lacerda et al., 1991b; Marins et al., 1998; Alonso et al., 2000) .

No Pantanal de Poconé a dispersão de Hg total no sedimento de rios e lagoas de água doce foi também investigada por muitos autores (Lacerda et al., 1991a,b; Hylander et al., 1994; Vieira et al., 1995; Rodrigues Filho, 1995; Tümpling et al., 1995; Rodrigues Filho & Maddock, 1997; Guimarães et al., 1998; Hylander et al., 1999; Guimarães et al. 2000; Hylander, et al., 2000; Simmers & Gottgens, 2000).

No passado, havia consenso que o Hg no sedimento não representasse ameaça ao ambiente aquático (Richins & Risser, 1975). Contudo, a avaliação dos níveis de Hg total no sedimento de rios ganhou relevância após a demonstração de que a maior proporção de Hg em tecido muscular de peixes pode estar na forma de metilmercúrio (Westoo, 1972; Hederson et al., 1972; Bishop & Neary, 1974) e que o sedimento é capaz de metilar Hg a partir de formas inorgânicas (Jensen &

Jernelöv, 1969). Contudo, a utilização de organismos como indicadores biológicos de poluição ambiental tem a vantagem de detectar a contaminação de organismos em diferentes regiões (Phillips, 1977). Os moluscos são considerados bons indicadores para metais pesados e para comparação dos níveis de concentração (Hanners, 1968). Muitos autores têm utilizado diferentes gastrópodos para monitorar contaminação de Hg em sistemas de água doce (Zadory & Muller, 1981; Callil & Junk, 2001), com base no seu alto potencial de acumulação de Hg, o que geralmente evidencia as condições de contaminação dos sistemas aquáticos. Sendo sedentários, refletem muito bem as condições locais de contaminação, além de serem abundantes e com larga distribuição geográfica nos sistemas aquáticos do Pantanal. Há forte correlação entre a concentração de Hg total nos moluscos e os níveis no sedimento (Hildebrand et al., 1980, apud Mikac et al., 1985

Este trabalho teve como objetivo determinar os níveis de Hg total no sedimento e em moluscos da bacia de drenagem do rio Bento Gomes no Pantanal de Mato Grosso, visando corroborá-los como matrizes indicadoras para o monitoramento da contaminação nesta região.

Material e Métodos

As 8 estações de coleta de sedimento foram definidas e demarcadas da cabeceira do rio Bento Gomes até o seu cruzamento com a Estrada Transpantaneira no baixo Pantanal de Mato Grosso, após sobrevôo da bacia hidrográfica (16° 40' S, 57° 12' W). A bacia do rio Bento Gomes constitui o sistema coletor principal das microbacias com intensa atividade de garimpos de ouro em Poconé. Em cada estação de coleta foram obtidas 3 amostras de sedimento. As amostragens foram realizadas em agosto/89, novembro-dezembro/89 e junho/90. Foram coletadas um total de 72 amostras de sedimento (8 estações x 3 amostras x 3 épocas), com coletor tipo "core" – tubo coletor de acrílico com as partes acessórias de material inoxidável, obtidas na faixa até 20 cm de profundidade. As amostras de sedimento foram acondicionadas individualmente em sacos de polietileno etiquetados e transportadas para o laboratório em caixas térmicas contendo gelo. No laboratório, as amostras foram conservadas a -18 °C. Por ocasião das análises, foram descongeladas à sombra, secas ao ar livre e depois complementadas em estufa a 50 °C. Ao atingirem a temperatura ambiente, as amostras foram passadas em peneira inoxidável com 0,27 µm de abertura de malha.

Aproximadamente 1 g grama de sedimento foi digerida em mistura de HNO₃ : H₂ SO₄ (concentrados e na proporção de 1:1), em balões de vidro de borossilicato de 250 ml, com juntas esmerilhadas, acoplados em condensadores de vidro, com

circulação de água sob refluxo. Após o período de digestão à frio, de no mínimo 30 minutos, introduziu-se aquecimento gradual, até aproximadamente 100 °C. Utilizou-se KmnO_4 como oxidante e cloreto de hidroxilamina para neutralizar o excesso de acidez e Hg foi SnCl_2 a 10% em H_2SO_4 18N, como redutor. Maiores detalhes podem ser encontrados em Ponce et al. (1990).

As determinações de Hg total no sedimento foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, em comprimento de onda de 253,7 nm.

Os níveis de Hg total no sedimento, expressos em mg.g^{-1} de peso seco, foram calculados após ajuste numa curva padrão de calibração e correção pela leitura dos brancos e tendo-se constatado a inexistência de interferência de efeito de matriz. A precisão e exatidão da técnica foram avaliadas por meio de testes de recuperação de Hg, face a ausência de padrões de referência.

As três espécies de moluscos gastrópodos da família Ampullaridae (*Ampullaria canaliculata* Lamark, 1819; *A. scalaris* Orbigny, 1835 e *Marisa planogyra* Pilsbry, 1933), foram coletados manualmente no rio Bento Gomes (no entroncamento com a Estrada Transpantaneira e no córrego Piraputanga), no Pantanal de Mato Grosso, nas três épocas citadas anteriormente para o sedimento. Essas espécies de moluscos foram escolhidas por serem presas do gavião-caramujeiro – *Rosthramus sociabilis* (Viellot, 1877) – e do carão – *Aramus guaranauna* (Linnaeus, 1766), aves que vivem nas áreas alagadas na planície do Pantanal.

Os moluscos, após captura, foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno etiquetados e transportados até o laboratório em caixas térmicas contendo gelo. No laboratório, foram armazenados a -18 °C até a ocasião das análises. Para as análises de Hg total foram utilizadas apenas as partes moles, seguindo-se o mesmo método descrito para o sedimento. Os resultados de Hg total nos moluscos foram expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso úmido.

Todos os reagentes utilizados foram PA e as análises foram realizadas nos laboratórios de Química Analítica e Ambiental da Universidade de Brasília (UnB) e no Laboratório de Análises de Tecidos do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC/EMBRAPA), em Planaltina (Distrito Federal).

Resultados e Discussão

Sedimento

Os níveis de Hg total no sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco) detectado nas drenagens do rio Bento Gomes no município de Poconé/MT foram de modo geral baixos (Tabela 1), mas em alguns pontos amostrados se situaram acima do valor de referência. Nessa mesma região de Poconé, Tümping et al. (1995) também encontraram baixos níveis de Hg no sedimento de outras duas microbacias que recebem águas de mineração de ouro. No presente estudo constatou-se que do total de 69 amostras avaliadas, apenas 26% ($n=18$) apresentaram níveis detectáveis, sendo que 6 delas mostraram valores acima do nível considerado natural ($0,1 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco), o qual reflete as condições de áreas não contaminadas nesta região do Pantanal (Lacerda et al. 1987). Por outro lado, 16 amostras evidenciaram teores de Hg total acima de $0,02 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco, nível este citado como referencial para rios Amazônicos não contaminados (Lacerda, 1990). Entretanto, em regiões de garimpo onde a poluição é elevada, como em Serra Pelada, Gurupi e Tapajós no Pará e no norte de Mato Grosso, as concentrações de Hg total no sedimento que ultrapassam $0,1 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco têm sido da ordem de 100% das amostras (Silva et al. 1989).

As concentrações de Hg total mais elevadas ($0,24$ e $0,25 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco), que representam 2,5 vezes o limite de contaminação natural ($0,1 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco) do sedimento, ocorreram em amostras coletadas no tanque dos Padres e nas drenagens do córrego Piraputanga, respectivamente (Tabela 1), que se tornaram áreas de depósito dos rejeitos da mineração, próximas às áreas de garimpo. De modo geral, os teores de Hg total encontrados nas amostras de sedimento das demais estações de coleta e foram muito próximos dos níveis detectados por Lacerda (1990 (não detectáveis a $0,18 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco), em estudo de dispersão de Hg no sedimento da bacia de drenagem do tanque dos Padres, em Poconé. No entanto, os teores de Hg no sedimento detectados neste estudo situam-se abaixo do nível mais elevado ($0,9 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco) registrado por Pfeiffer et al. (1989b) no sedimento de rios do estado do Rio de Janeiro, cujas águas também recebem rejeitos de garimpos. Por sua vez, Fraga et al. (1989) encontraram teores de Hg total no sedimento dos rios Paraíba do Sul, Muriaé e Itabapoana (Rio de Janeiro), da ordem de $0,05$ a $0,40 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco, onde a atividade garimpeira também se fez presente. Já Boldrini et al. (1983) encontraram teores de Hg total no sedimento dos rios Mogi-Guaçu e Pardo no Estado de São

Paulo, variando de “não detectável” a $4,23 \mu\text{g.g}^{-1}$ e de “não detectável” a $1,02 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco, respectivamente.

Tabela 1. Teores de mercúrio total ($\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco) encontrados no sedimento das estações de coleta na bacia de drenagem do rio Bento Gomes, Poconé, Mato Grosso.

Estações de Coleta	Época das coletas	Época das coletas	Época das coletas
	Agosto/89	Nov./Dezembro/89	Junho/90
Nascente do rio Bento Gomes	ND	ND	0,01 a 0,17
Ponte da Cotia	ND a 0,07	ND	ND
Ponte do Morrinho	ND a 0,02	ND a 0,06	ND a 0,15
Rio Piranema/rio Bento Gomes	ND	ND a 0,12	0,01 a 0,04
Captação d'água de Poconé	ND	ND a 0,13	ND
Córrego dos Padres	ND a 0,24	ND	ND
Córrego Piraputanga	ND a 0,25	ND a 0,07	-
Rio Bento Gomes/Estrada Transpantaneira	ND	ND a 0,04	ND

* Não detectável (ND)

O nível de Hg no sedimento detectado no local de captação de água da cidade de Poconé, no rio Bento Gomes, embora não evidencie contaminação ($0,1259 \mu\text{g.g}^{-1}$), serve de alerta para as autoridades responsáveis pela preservação da saúde humana e ambiental. Segundo Lacerda et al. (1987), os rios Amazônicos não contaminados possuem teores de mercúrio no sedimento entre $0,05$ a $0,28 \mu\text{g.g}^{-1}$, enquanto que os contaminados oscilam entre $0,21$ a $19,80 \mu\text{g.g}^{-1}$. Os estudos de Guimarães et al. (1998) também detectaram baixos níveis de mercúrio no sedimento ($0,071$ a $0,116 \mu\text{g.g}^{-1}$) de uma lagoa na Fazenda Ipiranga, às margens do rio Bento Gomes e à jusante dos garimpos de Poconé. Hylander et al. (2000) também detectaram baixas concentrações de mercúrio no sedimento ($0,010$ a $0,050 \mu\text{g.g}^{-1}$) de lagoas situadas no Pantanal de Poconé, onde os níveis mais elevados foram detectados nas camadas superficiais. No entanto, a média ($0,0889 \mu\text{g.g}^{-1}$) das concentrações de mercúrio encontradas em amostras superficiais do sedimento do rio Bento Gomes, por estes mesmos autores (Hylander et al., 2000),

foi menor do que a concentração mais elevada obtida no presente estudo ($0,2545 \mu\text{g.g}^{-1}$). Já, o nível de Hg mais elevado ($0,3480 \mu\text{g.g}^{-1}$), detectado por Hylander et al (2000) foi encontrado na fração fina de sedimento na bacia hidrográfica do rio Bento Gomes nas proximidades de mineração de ouro. Teores de mercúrio mais baixos ($0,0230$ a $0,1980 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco) foram também detectados por Tömpling et al. (1995), em Poconé. Rodrigues Filho & Maddock (1997) chegaram a detectar concentração de Hg no sedimento no Pantanal de Poconé (fração $< 74\mu\text{m}$) de $1,850 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco, nível este 8 vezes mais elevado do que o encontrado no presente estudo, a concentração de Hg mais baixa ($0,30 \mu\text{g.g}^{-1}$) foi encontrada em pontos situados após o rio Bento Gomes ter alcançado a área alagadiça no Pantanal baixo. Lacerda et al.(1991b), embora tenham também encontrado baixos teores de mercúrio no sedimento de lagoas em Poconé, observaram níveis mais elevados nos horizontes superficiais ($0,062$ a $0,080 \mu\text{g.g}^{-1}$) do que nos mais profundos ($0,012$ a $0,030 \mu\text{g.g}^{-1}$), chegando a supor um enriquecimento antropogênico. Estudo de datação de mercúrio por ^{210}Pb e ^{137}Cs no sedimento de lagoas no Pantanal evidenciou uma taxa média de deposição comparável à de regiões remotas antes da utilização do metal (1940) e média de $55,0 \pm 11,3 \mu\text{g.g}^{-1}$, valor esse 1,5 vezes mais elevado do que o detectado após o reinício da atividade garimpeira em 1980 e 2,2 vezes mais elevada que a taxa de deposição global durante aquele período (Simmers & Gottgens, 2000). Essa constatação de Simmers & Gottgens (2000) reforça a hipótese de que a contaminação de mercúrio encontrada na presente investigação se deve em grande parte ao mercúrio utilizado nos garimpos nas proximidades do Pantanal.

O significado dos níveis de contaminação de mercúrio no sedimento varia entre países e instituições de proteção ambiental. A United States of Environmental Protection (USEPA) considera que os sedimentos não poluídos devem apresentar teores menores do que $1,00 \mu\text{g.g}^{-1}$. No entanto, o Ministério de Meio Ambiente de Ontário, no Canadá, considera o nível básico de $0,3 \mu\text{g.g}^{-1}$, acima do qual os sedimentos são considerados contaminados (Hamdy & Post, 1985).

Concentrações extremamente elevadas de Hg total no sedimento foram registradas na literatura por Malm et al. (1990), com média de Hg total de $10,20 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco ($n=27$), mas com um valor máximo de $157,31 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco, obtido em sedimento de rio localizado em área de floresta da região Amazônica, nas proximidades de áreas de garimpos. No rio Madeira, Malm et al. (1990) encontraram teores de Hg total no sedimento numa amplitude de variação de $0,03$ a $0,35 \mu\text{g.g}^{-1}$, com média de $0,13 \pm 0,1 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco ($n=26$). Há também registro de nível de Hg total de $19,8 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco (Pfeiffer et al. 1989a) em sedimento do rio Mutum Paraná/Madeira (Rondonia), onde a presença de garimpos já constituía séria ameaça ecológica. É interessante constatar que na segunda época de coleta de sedimento (novembro-dezembro/89), realizada nas

proximidades da estação de captação de água da cidade de Poconé, foi detectado teor de Hg total no sedimento de $0,13 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco, nível esse pouco acima do considerado normal. Esta informação serve de alerta para as autoridades sanitárias de Mato Grosso e, modo especial de Poconé, sugerindo a necessidade de análise mais detalhada do problema, pois isso pode representar indícios de contaminação do sedimento do rio Bento Gomes, embora Andrade et al. (1988) não tenham encontrado relação entre os níveis de Hg total na água com aqueles detectados no sedimento de um mesmo rio, em região de garimpo, em Goiás.

Moluscos

Os teores de Hg total encontrados nas partes moles dos moluscos coletados na bacia do rio Bento Gomes, estão apresentados na Tabela 2. Os níveis de contaminação por Hg detectados nas 3 espécies de moluscos coletados na bacia do rio Bento Gomes podem ser considerados baixos, porém mais elevados do que os detectados nos sedimentos (Tabela 1). Os níveis de Hg variaram de “não detectáveis” a $1,1585 \mu\text{g.g}^{-1}$ na espécie *Ampullaria canaliculata* capturada entre nov./dez. de 1989 no entroncamento do rio Bento Gomes com a Estrada Transpantaneira. Foram também constatados teores de Hg elevados de $0,5922 \mu\text{g.g}^{-1}$ em *Marisa planogira* e de $0,8821 \mu\text{g.g}^{-1}$ em *Ampullaria escalaris* (Tabela 2). Estes valores de Hg acima de $0,5 \mu\text{g.g}^{-1}$ são preocupantes, pois estão acima do nível crítico estabelecido para preservação da vida aquática, de acordo com o EPA (1972). Do total de 54 amostras de moluscos, em apenas 30% ($n=16$) constatou-se níveis de Hg detectáveis. Entre estas, apenas 19 ($n=3$), apresentaram concentrações de Hg acima de $0,5 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso úmido, que é o limite máximo estabelecido, a partir do qual já pode ocorrer comprometimento da vida aquática (EPA 1972).

Tabela 2. Teores de mercúrio total ($\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco) detectados nas partes moles dos moluscos *Ampullaridae*, coletados na bacia hidrográfica do rio Bento Gomes, Poconé, MT.

Espécie	Córrego Piraputanga	Córrego Piraputanga	Córrego Piraputanga	Rio Bento Gomes/ Transpantaneira	Rio Bento Gomes/ Transpantaneira	Rio Bento Gomes/ Transpantaneira
	Agosto/89	Nov-Dez/89	Junho/90	Agosto/89	Nov-Dez/89	Junho/90
<i>Ampullaria scalaris</i>	ND a 0,03	ND a 0,02	ND a 0,15	ND	ND a 0,02	ND a 0,88
<i>Ampullaria canaliculata</i>	ND	ND	ND	ND	ND a 0,16	ND
<i>Marisa planogira</i>	ND	ND a 0,18	0,07 a 0,13	ND	0,04 a 0,69	ND

* Não detectável (ND)

. A ocorrência de níveis mais elevados nos moluscos, em relação aos encontrados nos sedimentos, indica um processo de biomagnificação de mercúrio no Pantanal de Poconé. Os níveis de mercúrio total em moluscos registrados na literatura são extremamente variáveis em função da espécie indicadora, carga poluidora e distância da fonte emissora. No entanto, os teores aqui constatados nas três espécies de moluscos se situam bem próximos de "não detectáveis" a $0,93 \mu\text{g.g}^{-1}$) dos encontrados por Lacerda (1987), em *Ampullaria sp* na área de drenagem do Tanque dos Padres, em Poconé, mas quase 2,2 vezes mais baixa do que o teor encontrado por Callil & Junk (2001) em *Pomaceae scalaris* no mesmo local.. As concentrações de mercúrio encontradas neste estudo, foram, de modo geral, mais elevadas do que a média ($0,020 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso úmido) obtida por Sarkka (1979) em 23 amostras de moluscos gastrópodos herbívoros e detritívoros do lago Paijane na Finlândia, embora menores do que as registradas por Hornung & Krungals (1984), em moluscos gastrópodos carnívoros das espécies *Arcularia circuncinta* e *Arcularia gibbosula* ($18,20$ e $38,70 \mu\text{g.g}^{-1}$).

A constatação de 30% das amostras de moluscos apresentarem teores de mercúrio detectáveis, com ocorrência de níveis acima de $0,5 \mu\text{g.g}^{-1}$ de peso úmido, pode estar se refletindo no gavião-caramujeiro, que se alimenta basicamente de *Ampullaria scalaris* e *A. canaliculata* e no carão que tem a espécie *Marisa planogira* como um dos itens mais importantes de sua dieta.

A manutenção de boas condições sanitárias na planície de inundação do Pantanal é de extrema relevância ecológica e sócio-econômica, para que seja preservada sua biodiversidade. Além disso, o Pantanal recebe muitas espécies de aves migratórias, tanto do extremo sul do continente americano como da América do Norte, implicando em risco de contaminação para essas espécies migratórias.

Espera-se que os teores de contaminação por Hg total detectados no sedimento e em moluscos no rio Bento Gomes, desperte a atenção subsídies as autoridades responsáveis pela preservação e conservação do Pantanal, para que as mesmas se empenhem em substituir o atual processo de extração de ouro com a utilização de Hg por outros não lesivos à saúde humana e à integridade dos ecossistemas de toda a bacia do rio Paraguai.

Conclusão

Os níveis de mercúrio total detectados nas amostras de sedimento do Rio Bento Gomes, embora baixos, evidenciam indícios de contaminação ambiental. Os moluscos, conforme se esperava, se comportaram como melhores indicadores de contaminação, apresentando teores de Hg total mais elevados do que os detectados nos sedimentos. Estes resultados indicam que o mercúrio utilizado nos garimpos de ouro de Poconé atingiu a biota do Pantanal nas proximidades do rio Bento Gomes até a Estrada Transpantaneira, no final da década de 80 e início da de 90.

Agradecimentos

Às diretorias do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa Cerrados), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, do Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), da Embrapa Pantanal, do Fundo Mundial para a Natureza (WWF-Brasil) e da Universidade de Brasília (UnB), pelas facilidades técnico-científicas e apoio. À Prefeitura Municipal de Poconé (Mato Grosso), pela receptividade e apoio logístico.

Referências Bibliográficas

ALONSO, D.; PINEDA, P.; OLIVERO, J.; GONZÁLEZ, H.; CAMPOS, N. Mercury levels in muscle of two fish species and sediments from the Cartagena Bay and the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia, **Environmental Pollution**, v. 109, n.1, p.157-163, 2000.

ANDRADE, J. C. de; BUENO, M. I. S; SOARES, P. V. The fate of mercury release from prospecting area ("garimpos") near Guarinos e Pilar de Goiás. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.60, n.3, p.292-303, 1988.

BISHOP, J. N.; NEARY, B. P. The form of mercury in freshwater fish. In: INTERNATIONAL CONFERENCE TRANSPORT PERSISTENT CHEMICALS IN AQUATIC ECOSYSTEMS, 1974, Ottawa. **Proceedings...** Ottawa: National Research Council, 1974. p.25-29.

BOLDRINI, C. V.; PÁDUA, H. B. de; PEREIRA, D. N. Contaminação por mercúrio nos rios Mogi-Guaçu e Pardo (SP). **Revista DAE**, São Paulo, v.44, n.35, p.____, 1983.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979. 764p. il.

CALLIL, C. T.; JUNK, W. Aquatic gastropods as mercury indicators in the Pantanal of Poconé Region (Mato Grosso, Brazil). **Water, Air, and Soil Pollution**, Netherlands, v.319, p.319-330, 2001.

CALLISTER, S. M.; WINFREY, M. R; MICHEL, R. Microbialmethylation of mercury in upper Wisconsin river sediments. **Water, Air, and Soil Pollution**, v.29, p.453-465, 1986.

CLIFTON, A. P.; VIVIAN, C. M. G. Retention of mercury from an industrial source in Swansia Bay sediments. **Nature**, v.253, n.493, p.621-622, 1975.

FRAGA, I.; DIAS, J. B.; ARAUJO, P. R. P. **Avaliação de impactos e controle ambiental de garimpagem de ouro em leitos de rios do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: ABES, 1989. p.252-466.

GUIMARÃES, J. R. D.; MIELI, M.; HYLANDER, L. D.; CASTRO SILVA, E. de; ROULET, M.; MAURO, J. B. N.; LEMOS, R. A. de. Mercury net methylation in five tropical flood plain regions of Brazil: high in root zone of floating macrophyte mats but low in surface sediments and flooded soils. **The Science of the Total Environment**, v.261, p.99-107, 2000.

GUIMARÃES, J. R. D.; MIELI, M.; MALM, O.; BRITO, E. M. de S. Hg methylation in sediments and floating meadows of a tropical lake in the Pantanal floodplain, Brazil. **The Science of the Total Environment**, v.213, p.165-175, 1998.

HAMDY, A. Z.; POST, L. Distribution of mercury, trace elements, organics, and other heavy metals in Detroit river sediments. **Journal of Great Lakes Research**, v.11, n.3, p. 353-365, 1985.

HANNERS, L. Experimental investigation on the accumulation of mercury in water organisms. **Rep. Inst. Freshwater Res. Drottinghohem**, v.48, p.120-176, 1968.

HENDERSON, C. A.; INGLIS, A.; JOHNSON, W. L. Mercury residuous in fish, 1969-1970. – National Pesticide Monitoring Program. **Pesticide Monitoring Journal**, v.6, n.3, p.144-150, 1972.

HORNUNG, H.; KRUMGALS, B. S. Mercury pollution in sediments, benthic organisms and inshore fishes of Haifa Bay, Israel. **Marine Environmental. Research.**, v.12, p.191-208, 1984.

HYLANDER, L. D.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, L. J.; SILVA, S. A.; KUNTZE, E. K.; SILVA, D. X. Mercury levels in Alto Pantanal: a screening study. **Ambio**, v.23, n.8, p.478-484, 1994.

HYLANDER, L. D.; MIELI, M.; CASTRO e SILVA, E. de.; OLIVEIRA, L. J.; GUIMARÃES, J. R. D.; NEVES, R. P.; ARAUJO, D. M.; STAIW, R.; PINTO, F. N.; MALM, O. Mercury eroded, river transported material and in sediments from the Cuiabá river, Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEDIMENT TRANSPORT AND STORAGE IN COASTALSEA-OCEAN SYSTEM, 1999, Tsukuba, Japan. **Proceedings...** International Workshop on Sediment Transport and Storage in Coastalsea-ocean System. Tsukuba: Tsukuba Center of Institutes, 1999. p.479-481.

HYLANDER, L. D.; MIELI, M.; OLIVEIRA, L.; CASTRO e SILVA, E. de; GUIMARÃES, J. R. D.; ARAUJO, D. M.; NEVES, R. P., STACHIW, R.; BARROS, A. J. P.; SILVA, G. D. Relationship of mercury with aluminium, iron, and

manganese oxy-hydroxides in sediments from the alto Pantanal, Brazil. **The Science of the Total Environment**, v.260, p.97-107, 2000.

JENSEN, S.; JERNELÖV, A. Biological methylation of mercury in aquatic organisms. **Nature**, v.223, n.5207, p.753-754, 1969.

KUDO, A.; MORTIMER, D. C. Pathways of mercury uptake by fish from bad sediments. **Environmental Pollution**, v.19, n.3, p.239-245, 1979.

LACERDA, L. D. de; PFEIFFER, W. C.; SILVEIRA, E. G. Mercury contamination in the Madeira River, Amazon – Hg inputs to the environment. **Biotropica**, v.21, n.1, p.91-93, 1989.

LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C.; MARINS, R. V.; RODRIGUES, S.; SOUZA, C. M. M.; BASTOS, W. R. Mercury dispersal, in water, sediments and aquatic biota of a gold mining tailing deposit drainage in Pocone, Brazil. **Water, Air, and Soil Pollution**, Amsterdam, v. 55, p. 283-294, 1991a.

LACERDA, L. D.; SALOMONS, W.; PFEIFFER, W. C. Mercury distribution in sediment profiles from lakes of high Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. **Biogeochemistry**, v.14, p.91-97, 1991b.

LORING, D. H. Mercury in sediments of gulf of Lawrence. **Canadian Journal Earth Science**, v.12, p.1219-1237, 1975.

MALLAS, J.; BENEDICTO, N. Mercury and golding in the Brazilian Amazon. **Ambio**, v.15, n.4, p.248-249, 1986.

MALM, O.; PFEIFFER, W. C.; SOUZA, M. N. de. Mercury pollutions due to gold mining in the Madeira river basin, Amazon/Brazil. **Ambio**, v.19, p.11-15, 1990.

MARINS, R. V.; LACERDA, L. D.; PARAQUETTI, H. H. M.; PAIVA, E. C. de; VILLAS BOAS, R. C. Geochemistry of mercury in sediments of a sub-tropical coastal lagoon, Sepetiba Bay, southeastern Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.61, n.1, p.57-64, 1998.

MIKAC, N.; PICER, M. ; STEEGNAR, P. Mercury distribution in a polluted marine area, ration of total mercury and selenium in sediments, mussels and fish. **Water Research**, v.19, n.11, p.1387-1392, 1985.

OLIVEIRA, L. J.; HYLANDER, L. D.; BARROS, A. J. P.; SINGULANE, L. M. C.; LAET, S. M.; BARRETO, L. B.; SILVA, G. D.; ARAUJO, S. A. Monitoring of heavy metals in the Bento Gomes River Basin, Poconé, Mato Grosso, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF MERCURY AS A GLOBAL POLLUTANT, 1999, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: [s.n.], 1999. (*in print*).

PFEIFFER, W. C.; LACERDA, L. D. de; MALM, O. Mercury concentrations in inland waters of gold mining areas in Rondonia, Brasil. **The Science of the Total Environment**, v.87/88, p.233-240, 1989a.

PFEIFFER, W. C.; LACERDA, L. D. de; . MALM, O. **Mercury pollution in gold mining areas of Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1989b. 4p.

PHILLIPS, D. J. H. The use of biological indicator to monitor trace metal pollution in marine and stuarine environments, a review. **Environmental Pollution**, v.13, p.281-317, 1977.

PONCE, G. A. BARBOSA, E.; A. C.; ORNELAS, R. O. Método modificado para a determinação de mercúrio por espectrofotometria de absorção atômica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 13.,1990, Caxambú. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 1990. p.23.

REIMERS, R. S.; KRENKEL, P. A.; ENGLAND JR, A. J. Transport and distribution of mercury in sediments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE TRANSPORT PERSISTENT CHEMICALS IN AQUATIC ECOSYSTEMS, 1974, Ottawa. **Proceedings...** Ottawa: National Research Council, 1974. p.

RICHINS, R. T.; A. C. RISSER JR. Total mercury in water, sediment and soleded aquatic organisms, Carson River, Nevada – 1972. **Pesticide Monitoring Journal**, Nevada, v.9, n.1, p.44-54, 1975.

RODRIGUES FILHO, S. **Metais pesados nas sub-bacias hidrográficas de Poconé e Alta Floresta**. Rio de Janeiro: CETEM : CNPq, 1995. 50p. (Série Tecnologia Ambiental 10).

RODRIGUES FILHO, S.; MADDOCK, J. E. L. Mercury pollution in two gold mining areas of the Brazilian Amazon. **Journal Geochemical Exploration**, v.58, n.2-3, p.231-240, 1997

SARKKA, J. Mercury and chlorinated hydrocarbons in zoobentos of lake Pajjane, Finland. **Archives of Environmental Contamination Toxicology**, v.8, p.161-173, 1979.

SEI, J. M. Serious mercury contamination of sediments in a Norwegian semi-closed bay. **Marine Pollution Bulletin**, v.9, n.7, 1978.

SILVA, A. R. B. da; GUIMARÃES, G. A; COSTA, M. Q. da. A contaminação mercurial nos garimpos de ouro da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 3., 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1989.

SIMMERS, B. S.; GOTTGENS, J. F. Mercury accumulation in sediment cores and along food chains in two regions of the Brazilian Pantanal. In: In: QUEBEC 2000: MILLENNIUM WETLAND EVENT, 2000, Quebec, Canada. **Program with abstracts**. Quebec: Elizabeth MacKay, 2000. p.193.

TÜMPLING, W. VON Jr.; WILKEN, R. D.; EINAX, J. Mercury contamination in northern Pantanal region Mato Grosso, Brazil. **Journal of Geochemical Exploration**, v.52, n.1-2, p.27-134, 1995.

VIEIRA, L. M.; ALHO, J.,R. C.; FERREIRA, G. A. L. Contaminação por mercúrio em sedimento e em moluscos do Pantanal, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.12, n.3, p. 663-670, 1995.

WESTOO, G. Methylmercury as percentage of total mercury in flesh and viscera of salmon and sea trout of various ages. **Science**, v. 181, n. 4099, p. 567-568, 1972.

ZADORY, L.; MUELLER, P. Potential use of freshwater molluscs for monitoring river pollution. **Geojournal**, v. 5, n. 5, p. 433-445, 1981.



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Rua 21 de setembro, 1880 - Caixa Postal 109

CEP 79320-900 Corumbá-MS

Telefone: (67)233-2430 Fax (67) 233-1011

<http://www.cpap.embrapa.br>

email: sac@cpap.embrapa.br

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**