

Mercúrio total em cabelos: uma contribuição para se avaliar o nível de exposição em Poconé, Mato Grosso, Brasil

Total mercury in hair: a contribution to the evaluation of mercury exposure levels in Poconé, Mato Grosso, Brazil

Flávia Nogueira ¹

Osmar da Cruz Nascimento ²

Edinaldo Castro e Silva ²

Wolfgang Junk ³

¹ Departamento de Botânica e Ecologia, Universidade Federal do Mato Grosso.

Av. Fernando Correa s/nº, Cuiabá, MT 78060-900, Brasil.

ecouto@nutecnet.com.br

² Departamento de Química, Universidade Federal do Mato Grosso.

Av. Fernando Correa s/nº, Cuiabá, MT

78060-900, Brasil.

³ Max-Planck-Institut für Limnologie, AG Tropenökologie, Postfach 165, D-24302 Plön, Germany.

Abstract *There are some 60 gold-mining sites in the Bento Gomes River basin (Mato Grosso), at the border of the Mato Grosso Pantanal (Swamp), where mercury is used to agglutinate fine gold particles through amalgamation. During burning of the amalgam to release the gold, mercury vapor is lost to the atmosphere, since closed systems for mercury recovery are not always used. This study shows the results of total mercury analysis in hair from four volunteer groups living in Poconé, Mato Grosso, and presents a general environmental description pertaining to the presence of mercury in water and sediments from the Bento Gomes River. Atomic fluorescence was used for measuring mercury concentrations. The results were lower than for other populations from gold-mining areas in Brazil.*

Key words *Mercury; Mercury Poisoning; Environmental Exposure; Occupational Exposure; Environmental Health*

Resumo *Ocorrem na Bacia do Rio Bento Gomes (MT), às margens do Pantanal Mato-grossense, cerca de sessenta garimpos de ouro, onde o mercúrio é utilizado de forma intensiva nos processos de produção, através da formação de amálgamas que facilitam a aglutinação de partículas finas. A queima do amálgama nem sempre é feita em sistemas fechados de recuperação, havendo, portanto, perda de vapor para a atmosfera. Este estudo traz resultados de análises de mercúrio total nos cabelos de quatro grupos de voluntários que vivem em Poconé (MT), e faz uma caracterização geral do ambiente no que se refere à presença do metal na água e no sedimento do Rio Bento Gomes. Um equipamento de detecção por fluorescência foi usado para a determinação das concentrações, e os resultados indicam que os valores são mais baixos do que os de outras populações de áreas de garimpo no Brasil. Indicam também que a via ocupacional parece ser a mais eficiente rota potencial de contaminação da população por mercúrio.*

Palavras-chave *Mercúrio; Intoxicação por Mercúrio; Exposição Ambiental; Exposição Ocupacional; Saúde Ambiental*

Introdução

O mercúrio é um metal pesado comprovadamente bioacumulativo, cujos efeitos negativos e riscos para a saúde humana já foram extensamente comprovados em todo o mundo (Bakir et al., 1973; Mitra, 1986; Nriagu, 1990; Fernandes et al., 1990; Kudo & Miyahara, 1991; Boishio & Barbosa, 1993; entre muitos outros). Os registros de contaminação alimentar têm sido freqüentes desde que a doença de Minamata foi publicamente declarada como causada pela contaminação do pescado no Japão em 1956 (Tsuru, 1989), mas pode ocorrer também contaminação ocupacional, notadamente pela inalação de vapores de mercúrio (Hacon et al., 1995).

As fontes de mercúrio decorrente das atividades antrópicas são bastante variadas, incluindo, por exemplo, usos industriais, odontológicos, em pesticidas, em cosméticos etc. Nos países em desenvolvimento, o mercúrio é intensivamente utilizado nos processos de produção de ouro, através da formação de amálgamas que facilitam a aglutinação de partículas finas. Para a América Latina, estima-se que mais de um milhão de pessoas estejam envolvidas em tal atividade, sendo que cerca de 650.000 estão no Brasil (Hentschel & Priester, 1992). Este tipo de uso do mercúrio é frequente no Estado de Mato Grosso, inclusive nos garimpos peripantaneiros, e, na região do Município de Poconé, cerca de 15 t a 20 t de mercúrio já foram lançadas ao ambiente (Lacerda et al., 1991).

Uma parte deste mercúrio foi depositada na região ao longo dos anos na sua forma metálica original ou amalgamada com ouro, pelo bateamento de sedimentos superficiais trazidos pelos garimpeiros para as margens de córregos e pequenas represas. Estes são rejeitos mais antigos, produzidos numa época em que era completamente ausente a preocupação no que se refere ao uso do metal, época esta em que a atividade era predominantemente manual, com bateamento pouco eficiente. Hoje, a mecanização dos garimpos permite a lavra do ouro que ocorre em locais mais profundos, incrustado em veios de quartzo antes inacessíveis. Este tipo de atividade mais recente (desde o início da década de 80) tem trazido para a região mudanças sociais relacionadas às alterações nos sistemas de produção e de poder locais (Portela, 1991) e mudanças ambientais em muito maior intensidade, como a profunda alteração da paisagem, assoreamento dos córregos, diminuição da qualidade da água etc. Com relação ao mercúrio, concentrações elevadas já

foram detectadas no ar da cidade de Poconé, em locais próximos às casas compradoras de ouro (Marins et al., 1991), e em poeiras atmosféricas (Silva et al., 1996). Isto significa que o metal pode estar sendo incorporado de maneira acentuada aos outros compartimentos ambientais, como o solo e os sedimentos das drenagens próximas.

Considerando-se que análises preliminares de mercúrio total em cabelos de ribeirinhos da região já haviam sido anteriormente realizadas por Oliveira et al. (1990), e que os habitantes daquele município faziam solicitações verbais diretas e freqüentes para que novas análises fossem realizadas, pode-se afirmar que este estudo tem grande importância regional. O mesmo foi realizado entre residentes do Município de Poconé (MT), associados ou não à atividade garimpeira, que concordaram voluntariamente em participar da pesquisa.

Além dos resultados de análises de mercúrio total nos cabelos, o presente trabalho traz uma caracterização geral do ambiente no que se refere à presença do metal na água e no sedimento do Rio Bento Gomes, um rio que passa pelo município e que pode receber os rejeitos contaminados dos garimpos.

Área de estudo

O Pantanal Mato-Grossense posiciona-se na porção central da América do Sul, extremo norte da Bacia Platina, entre os paralelos 16° a 22° S e os meridianos 55° a 58° W, ocupando uma área de aproximadamente 140.000 km² na Bacia do Rio Paraguai, nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O clima é tropical semi-úmido (Valverde, 1972), com elevadas amplitudes diárias de temperatura e com alternância de estação chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro) (Tarifa, 1986). A região do Pantanal é relativamente plana, apresentando inclinação de 25 cm.km⁻¹ na direção Leste-Oeste, e de 3 cm.km⁻¹ na direção Norte-Sul, resultando em alagamento da área por causa do escoamento mais rápido no sentido Leste-Oeste (Carvalho, 1986).

Várias sub-bacias drenam para o Rio Paraguai, entre elas a do Rio Bento Gomes, que engloba os Municípios de Poconé e Nossa Senhora do Livramento (Figura 1). A ocorrência do ouro marcou profundamente a história da região desde o século XVIII. Com o esgotamento precoce do ouro aluvionar, a atividade garimpeira retrocedeu, mas voltou a se intensificar no início da década de 80 em função do maior valor do ouro no mercado internacional e das

possibilidades de uso de novas técnicas de mecanização.

Hoje, estima-se que existam na Bacia cerca de sessenta garimpos, muitos dos quais ainda não dispõem de autorização definitiva para funcionamento, e alguns sequer são cadastrados (Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEMA/MT, com. pess.).

Material e métodos

Coleta de amostras

Em abril de 1994, foram coletadas amostras de cabelos de quatro grupos de voluntários que vivem em Poconé:

- 1) pessoas não envolvidas no processo de produção e venda de ouro, isto é, que estão atuando fora da atividade garimpeira;
- 2) funcionários de garimpos de extração de ouro de jazida, isto é, garimpos que escavam o solo, extraem e moem pela primeira vez o veio de quartzo onde o ouro se encontra;
- 3) funcionários de garimpos de tratamento de rejeitos, isto é, garimpos que extraem ouro de minérios já trabalhados anteriormente, por processos pouco eficientes de extração. Estes materiais possuem mercúrio metálico associado ao ouro a ser extraído;
- 4) funcionários de lojas de compra de ouro no perímetro urbano.

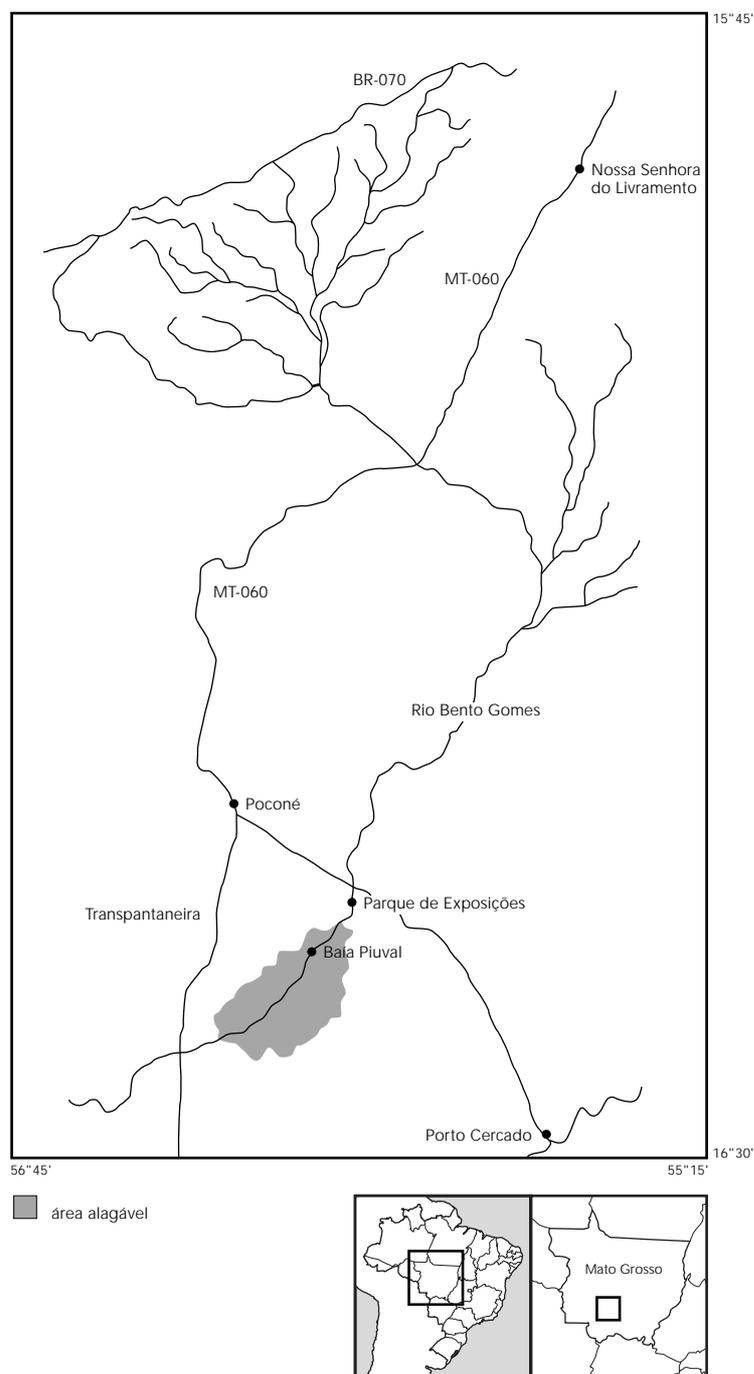
Todas as categorias apresentam possibilidades de exposição ao mercúrio, seja na forma orgânica (alimentação) ou inorgânica (inalação de vapores de mercúrio ou de ar contaminado).

As amostras foram obtidas segundo metodologia proposta por Oliveira et al. (1990), isto é, de forma composta, em diferentes regiões do escalpo, próximo à nuca. Para a coleta foi utilizada tesoura de aço inoxidável, previamente limpa com ácido nítrico e seca em estufa a 100°C por uma noite. Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos incolores e limpos. De cada pessoa amostrada procurou-se obter o maior número possível de informações relativas ao trabalho, alimentação, uso de cosméticos, idade, estado geral de saúde etc., por meio de questionários previamente elaborados.

Foram também coletadas mensalmente amostras de água, material em suspensão e sedimentos do Rio Bento Gomes, entre os meses de julho de 1992 a junho de 1993. Estas amostras foram obtidas em local próximo ao ponto de captação de água para o abastecimento público do município (Parque de Exposições). Cabe ressaltar que este local fica a jusante dos ga-

Figura 1

Área de estudo: a região de Poconé (MT).



rimpos que existem na bacia hidrográfica em questão.

A água, e indiretamente o material em suspensão, foram coletados pelo método de integração na vertical, com a mesma velocidade de trânsito do coletor em todas as verticais. Foram

realizadas ainda coletas integradas de sedimentos, e todas as amostras foram acondicionadas nos frascos de vidro previamente lavados com soluções de cloreto de bromo e de ácido nítrico, e secas em estufa por uma noite a 110°C. Após as coletas, todos os vidros utilizados foram isolados do ar com vedação de teflon e imediatamente acondicionados em isopor com gelo para transporte ao laboratório, onde as amostras foram convenientemente tratadas.

Preparação das amostras e análises de mercúrio total

No laboratório, as amostras de cabelo ficaram estocadas em local seco até o momento da análise, quando foram lavadas com solução de EDTA (0,01%) para remoção de gorduras, poeira e contaminantes, de acordo com o proposto por Malm (1991). As amostras de água foram filtradas em filtros de acetato de celulose de porosidade 0,45 µm, e conservadas com ácido nítrico (1mL por litro de amostra). Os filtros permaneceram em dessecadores, à temperatura ambiente, até atingirem peso constante (cerca de 72 horas). Os sedimentos ainda úmidos passaram por peneira de 63 µm, sendo analisada a fração entre 63 µm e 0,45 µm após centrifugação e filtragem. O peso seco foi estimado indiretamente, com outras alíquotas da mesma amostra peneirada. Todos estes cuidados foram necessários para que se evitasse perda de compostos mercuriais por volatilização durante a secagem do sedimento que seria analisado.

As amostras sólidas (filtros com material em suspensão, sedimentos filtrados e cabelos) foram digeridas com ácido nítrico e sulfúrico (7 mL e 3 mL, respectivamente, para 1 g de amostra) a 80°C por quatro horas em sistema de refluxo. O material digerido foi transferido para balões de 100 mL, aos quais se adicionou cloreto de bromo (em proporção de 0,2 mL para cada 100 mL de solução digerida), para completa oxidação orgânica. As amostras de água foram oxidadas com cloreto de bromo e posteriormente tratadas com ácido ascórbico. Um equipamento de detecção por fluorescência (CVAFS Model-2 Mercury Analyser, Brooks Rand, Ltd.) foi usado para a determinação do Hg⁰ do vapor obtido por borbulhamento de alíquotas de cada amostra, reduzidas com cloreto estano conforme proposto por Bloom & Crecelius (1983) e Bloom (1990).

Todas as análises foram realizadas no Laboratório Central da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEMA-MT), por força da Coopera-

ção Bilateral Brasil/Alemanha, do Programa SHIFT (CNPq - IBAMA/DLR). No âmbito desta Cooperação, o Laboratório mantém um programa de intercalibração de análises com laboratórios associados na Alemanha, através do Instituto de Química do GKSS, Research Center, Geesthacht.

Resultados e Discussão

O cabelo tem sido bastante utilizado como indicador da exposição de populações ao mercúrio, notadamente metilmercúrio, ingerido através do consumo de peixes contaminados (Campos & Pivetta, 1993). No entanto, devido ao fato de ser de fácil coleta e preservação, tem sido utilizado também em áreas de garimpo (Couto, 1990), onde ocorre a contaminação ocupacional por vapores de Hg⁰.

A Tabela 1 mostra a concentração de mercúrio nos cabelos analisados, e a Figura 2 representa a variação de concentração média de mercúrio total nos cabelos de voluntários pertencentes às quatro categorias anteriormente descritas. Cabe ressaltar que o resultado obtido na amostra 24 (Tabela 1) foi desconsiderado para a elaboração desta figura, uma vez que tal valor era elevado e poderia interferir de forma indesejada no valor médio da categoria a que pertence.

Observou-se que existe diferença significativa ($p=0,05$, análise de variância) entre os grupos amostrados, mais especificamente entre pessoas fora da atividade e funcionários de loja. Não se observou diferença significativa entre as médias de concentração de mercúrio total nos cabelos dos funcionários dos dois tipos de garimpo, isto é, aqueles que trabalham com rejeitos e aqueles que trabalham com sedimentos retirados de jazidas primárias.

O maior valor obtido, de 34,3 µg.g⁻¹, representa uma amostra de um funcionário de garimpo, que se alimenta de peixe apenas uma vez por semana. No entanto, exerce a função de gerente e diariamente tem queimado amálgama sem proteção, ao longo de 16 anos. O segundo maior valor (4,4 µg.g⁻¹) foi também detectado em uma pessoa exposta diretamente a vapores, porém, por trabalhar em loja de compra de ouro, conta com a proteção de uma capela. Este indivíduo também não se alimenta de peixe com frequência (apenas uma vez por mês).

Os teores de mercúrio total considerados como normais (pessoas não expostas) pela OMS são de 1 a 2 µg.g⁻¹ de cabelo (Campos & Pivetta, 1993), e 41% dos valores obtidos neste

Tabela 1

Valores médios de concentração de mercúrio total nos cabelos ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) de voluntários residentes em Poconé, divididos em quatro categorias: pessoas fora da atividade garimpeira, funcionários de garimpo (de jazida primária e de rejeitos) e funcionários de lojas de compra de ouro.

Amostra	Idade	Profissão	Tempo de trabalho em garimpo	Valor médio (n = 3) ($\mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$ cabelo)
1	33	Dono de restaurante ^a	-	0,9 ± 0,2
2	23	Ajudante de restaurante ^a	-	0,5 ± 0,0
3	35	Técnico administrativo ^a	-	1,2 ± 0,1
4	29	Marceneiro ^a	-	2,3 ± 0,1
5	25	Professor ^a	-	3,1 ± 0,3
6	22	Impressor gráfico ^a	-	1,9 ± 0,1
7	35	Professor ^a	-	1,9 ± 0,1
8	7	Estudante ^a	-	1,2 ± 0,1
9	34	Secretária ^a	-	0,9 ± 0,0
10	23	Comerciante ^a	-	0,3 ± 0,1
11	21	Estudante ^a	-	0,4 ± 0,2
12	27	Pedreiro ^b	1 ano	1,0 ± 0,2
13	19	Mecânico ^b	1 ano	4,5 ± 0,6
14	27	Ajudante geral ^b	12 anos	1,6 ± 0,4
15	18	Ajudante geral ^b	3 anos	3,9 ± 0,3
16	50	Empresário ^b	7 anos	0,3 ± 0,0
17	50	Ajudante geral ^b	1 ano	1,3 ± 0,1
18	25	Moinheiro ^b	2 meses	0,8 ± 0,0
19	44	Cozinheiro ^b	6 anos	1,0 ± 0,0
20	30	Secretário ^c	9 anos	3,7 ± 1,0
21	28	Motorista ^c	2 anos	0,5 ± 0,0
22	27	Motorista ^c	7 meses	0,6 ± 0,0
23	25	Mecânico ^c	2 anos	0,7 ± 0,0
24	36	Gerente ^c	16 anos	34,3 ± 1,0
25	33	Gerente ^d	3 anos	2,1 ± 0,5
26	22	Comprador ^d	6 anos	1,3 ± 0,1
27	25	Comprador ^d	17 anos	4,4 ± 0,5

Local de trabalho: ^a fora da atividade garimpeira; ^b garimpo de tratamento de rejeito; ^c garimpo de jazida primária; ^d funcionário de loja de compra de ouro.

estudo nas quatro categorias amostradas encontram-se acima destes níveis.

Apesar de alguns valores estarem acima do limite da OMS, pode-se considerar que são baixos, se comparados aos valores de outros estudos realizados em diferentes locais onde ocorrem garimpos de ouro no Brasil (Tabela 2).

Oliveira et al. (1990) já haviam salientado que os valores encontrados nos cabelos de ribeirinhos em Poconé são mais baixos do que os de outras regiões pantaneiras, porque o item alimentar peixe não é freqüente na dieta da população daquele município. Cabe ressaltar que os ribeirinhos amostrados pelos autores supracitados não têm contato direto com a atividade garimpeira. No presente estudo, os voluntários eram residentes da área urbana, e os resultados obtidos para a categoria de indivíduos sem contato direto com a referida atividade (valor

médio 1,3 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, amplitude 0,3 a 3,1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) confirmam os resultados anteriores de Oliveira et al. (op. cit.), que mostram concentrações de 0,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (amplitude 0,3 a 3,1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Neste grupo de pessoas não relacionadas à atividade garimpeira, o maior valor foi 3,1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, encontrado no cabelo de um indivíduo que não se alimenta freqüentemente de peixe nem reside próximo a lojas compradoras. Neste caso, pode haver alguma fonte de contaminação não identificada neste trabalho. O mesmo pode estar ocorrendo com os indivíduos das amostras 4, 6 e 7, embora o indivíduo da amostra 7 resida ao lado de uma loja de compra de ouro há dois anos.

Todas estas pessoas vivem em um ambiente onde o mercúrio está presente, mas não há situação de contaminação. Tümping et al. (1993), trabalhando nos arredores de Poconé,

detectaram valores de mercúrio no ar em concentrações semelhantes às de uma região industrializada ($5,0 \text{ ng.m}^{-3}$). Segundo aqueles autores, não se trata de um valor elevado, mas é maior do que os valores de *background* ($2,5 \text{ ng.m}^{-3}$ de ar), determinados no mesmo trabalho. Tümpling et al. (1995) afirmam ainda que a volatilização de mercúrio na superfície de rejeitos contaminados (cuja temperatura pode chegar até a 60°C em função da exposição ao

sol) é uma das razões para o aumento da concentração do metal na atmosfera da região.

Com relação à presença do metal na água e nos sedimentos do Rio Bento Gomes, os resultados obtidos nas análises de mercúrio total (Tabela 3) também indicam que não há contaminação ambiental. O valor médio de concentração de mercúrio total na água próxima à estação de captação para abastecimento ($25,1 \pm 6,77 \text{ ng.L}^{-1}$, $n=12$) ficou muito próximo do valor de *background* para as águas da região ($25,0 \pm 0,9 \text{ ng.L}^{-1}$), determinado por Tümpling et al. (1993). Cabe ressaltar que o limite de $1 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ permitido para potabilidade no Brasil (Ministério da Saúde, Portaria 36/GM, 1990) não foi atingido ao longo do monitoramento.

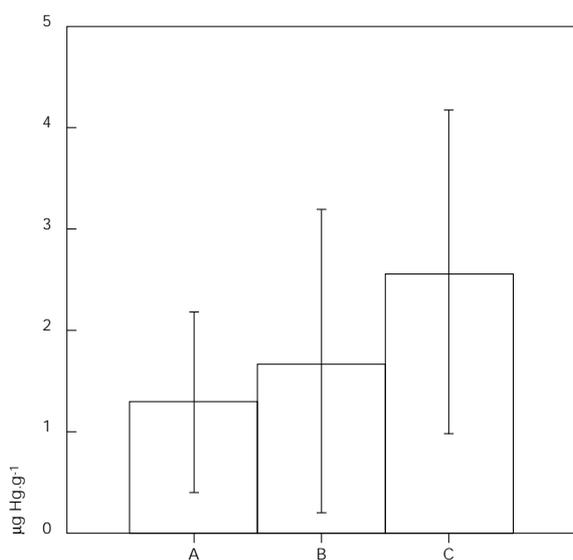
No caso dos sedimentos, o valor médio ficou acima do intervalo de 10 a 30 ng.g^{-1} (peso seco), considerado de *background* para sedimentos na região (Lacerda et al., 1991). Observa-se, no entanto, que, quando os presentes resultados são comparados aos de outros rios com atividade de garimpo de ouro na Bacia Amazônica, ou com corpos d'água de regiões intensamente industrializadas, os valores são mais baixos.

De maneira geral, portanto, o ambiente se caracteriza como não contaminado, e não parece ser uma via importante para eventual contaminação da população. Os valores de concentração de mercúrio total mais elevados, detectados entre os residentes que colaboraram voluntariamente com o presente estudo em Poconé, revelaram que a via ocupacional (trabalho de queima de amálgama) é a principal forma de contaminação potencial das pessoas. Confirmando os dados de Oliveira et al. (1990), a contaminação via cadeia alimentar também parece não ocorrer.

Apesar de os valores ambientais de concentração de mercúrio serem relativamente bai-

Figura 2

Valores médios de concentração de mercúrio total nos cabelos ($\mu\text{g.g}^{-1}$) de voluntários residentes em Poconé, divididos em categorias.



A: pessoas fora da atividade garimpeira ($n = 11$)

B: funcionários de garimpo (de jazida primária e de rejeitos, valor médio, $n = 12$)

C: funcionários de lojas de compra de ouro ($n = 3$).

As colunas representam os valores médios de concentração e os traços representam os respectivos coeficientes de variação para cada categoria.

Tabela 2

Comparação entre concentração de mercúrio total nos cabelos ($\mu\text{g.g}^{-1}$) de pessoas residentes em áreas de garimpo de ouro no Brasil.

Local	$\mu\text{g Hg.g}^{-1}$ cabelo			n	Referência
	máximo	mínimo	média		
Garimpo de Cumarú (PA)	13,7	1,5	5,2	16	Couto, 1990
Garimpos do Rio Madeira (RO)	96,9	1,0	8,7	36	Malm, 1991
Ribeirinho do Rio Madeira (RO)	71,4	0,5	10,8	48	Malm, 1991
Ribeirinhos da região de Poconé	3,1	0,3	0,8	14	Oliveira et al., 1990
Residentes em Poconé, atuando fora da atividade garimpeira	3,1	0,3	1,3	11	Este estudo
Garimpeiros de Poconé (funcionários de garimpos de jazida e de tratamento de rejeitos, valor médio)	34,3	0,3	4,2	13	Este estudo
Funcionários de lojas de compra de ouro	4,4	1,3	2,6	3	Este estudo

Tabela 3

Mercúrio total na água (ng.L⁻¹), material em suspensão (ng.g⁻¹) e sedimento de fundo (ng.g⁻¹) coletados no ponto de captação de água do Rio Bento Gomes para abastecimento público do Município de Poconé (MT) – proximidades do Parque de Exposições.

Mês	Água (ng Hg.L ⁻¹)	Material em suspensão (ng Hg.g ⁻¹)	Sedimentos de fundo (ng Hg.g ⁻¹)
jul	16,8	130,9	181,1
ago	15,0	292,8	86,7
set	16,2	184,2	71,2
out	32,1	190,9	62,0
nov	29,1	212,4	104,1
dez	29,6	320,3	96,0
jan	21,5	169,9	100,7
fev	26,1	188,6	61,1
mar	37,4	176,3	90,3
abr	31,3	151,3	81,1
mai	24,2	161,6	97,8
jun	21,8	130,3	197,6
média	25,1	192,5	102,5
desvio	7,1	58,8	43,1
n	12	12	12
<i>background</i>	25,0 ± 0,9 ^a	–	10,0 a 30,0 ^b

^a Tumpling et al. (1993)

^b Lacerda et al. (1991)

Conclusões

xos, e de não se configurar uma situação de contaminação, o fato de os sedimentos superficiais analisados no presente estudo possuírem concentrações acima dos valores de *background* indica que pode haver risco potencial para as cadeias alimentares do Pantanal Mato-Grossense. Vieira (1991), por exemplo, realizando análises de mercúrio total em peixes carnívoros e aves piscívoras da própria Bacia do Rio Bento Gomes, encontrou resultados considerados elevados. Das 147 amostras de peixes, 35% apresentaram níveis maiores do que 0,5 µg.g⁻¹ de peso úmido no músculo e no fígado, limite máximo permitido para consumo humano pela legislação brasileira e pela OMS.

Os valores de concentração de mercúrio total nos cabelos dos voluntários residentes em Poconé, relacionados, diretamente ou não, à atividade garimpeira, são mais baixos, em média, do que os valores encontrados em outras populações de áreas de garimpo no Brasil. Alguns resultados considerados elevados, entretanto, foram detectados em pessoas que trabalham diretamente com vapores de mercúrio, durante a queima do amálgama. Considerando-se que as análises ambientais demonstram a existência de baixos teores, o que caracteriza a região de Poconé como não contaminada, conclui-se que a via ocupacional parece ser a mais eficiente rota potencial de contaminação da população por mercúrio.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração do Sr. Urbano Malvezzi, que viabilizou as visitas aos garimpos para a coleta de cabelos, à Profa Dra Carolina Joana da Silva e à Profa Dra Eliana F. G. C. Dores pela leitura do manuscrito. Este trabalho é a contribuição n 6 ao Projeto Ecologia do Pantanal (UFMT-FEMA/Max-Planck-Institut fur Limnologie – ENV-13), da Cooperação Técnico-Científica Brasil (CNPq/IBAMA) e Alemanha (DLR).

Referências

- BAKIR, F.; DAMLUJI, S. F. & AMIN-ZAKI, L., 1973. Methyl mercury poisoning in Iraq. *Science*, 181: 230-241.
- BOISHIO, A. A. & BARBOSA, A., 1993. Exposição ao mercúrio orgânico em populações ribeirinhas do alto Rio Madeira, Rondônia, 1991: resultados preliminares. *Cadernos de Saúde Pública*, 9:1-6.
- BLOOM, N., 1990. *CVAFS-2 Mercury Analyzer. Operational Manual*. Seattle: Brooks Rand.
- BLOOM, N. & CRECELIUS, A., 1983. Determination of mercury in seawater at sub-nanogram per liter levels. *Marine Chemistry*, 14:49-59.
- CAMPOS, R. C. & PIVETTA, F., 1993. Métodos de coleta e análise de amostras de sangue, urina e cabelo para dosagem de teor de mercúrio. In: *Mercúrio em Áreas de Garimpos de Ouro* (V. M. Câmara, org.), pp. 65-79, Brasília: Metapec, Centro Panamericano de Ecologia Humana e Saúde. (Série Vigilância, 12)
- CARVALHO, N. O., 1986. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. *Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, 1*. Corumbá, 1984. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa).
- COUTO, R. C. S., 1990. Condições de saúde nos garimpos de ouro da Amazônia. *Seminário Nacional sobre Riscos e Conseqüências do Uso do Mercúrio, Brasília, 1989*. Rio de Janeiro: Financiadora de Estudos e Projetos/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Conselho Nacional de Pesquisa/Ministério da Saúde.
- FERNANDES, R. S.; GUIMARÃES, A. F.; BIDONE, E. B.; LACERDA, L. D. & PFEIFFER, W. C., 1990. Monitoramento do mercúrio na área do Projeto Carajás. *Seminário Nacional sobre Riscos e Conseqüências do Uso do Mercúrio, Brasília, 1989*. Rio de Janeiro: Financiadora de Estudos e Projetos/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Conselho Nacional de Pesquisa/Ministério da Saúde.
- HACON, S.; ARTAXO, P.; GERALD, F.; YAMASOE, M. A.; CAMPOS, R. C.; CONTI, L. F. & LACERDA, L. D., 1995. Atmospheric mercury and trace elements in the region of Alta Floresta in the Amazon basin. *Water, Air and Soil Pollution*, 80:273-283.
- HENTSCHEL, T. & PRIESTER, M., 1992. Mercury contamination in developing countries through gold amalgamation in small-scale mining: some processing alternatives. *Natural Resources and Development*, 35:67-77.
- KUDO, A. & MIYAHARA, S., 1991. A case history: Minamata, mercury pollution in Japan – from loss of human lives to decontamination. *Water Science Technology*, 23:283-290.
- LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C.; MARINS, R. V.; RODRIGUES, S.; SOUZA, C. M. M. & BASTOS, W. R., 1991. Mercury dispersal in water, sediments and aquatic biota of a gold mining tailing deposit drainage in Poconé, Brazil. *Water, Air and Soil Pollution*, 55:283-294.
- LACERDA, L. D.; SALOMONS, W. & PFEIFFER, W. C., 1991. Mercury distribution in sediments profiles from lakes of the high Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Biogeochemistry*, 14:91-97.
- MALM, O. 1991. *Contaminação Ambiental e Humana por Mercúrio na Região Garimpeira de Ouro do Rio Madeira, Amazônia*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Instituto de Biofísica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MARINS, R. V.; IMBASSAHY, J. A.; PFEIFFER, W. C. & BASTOS, W. R., 1991. *Estudo Preliminar da Contaminação Atmosférica por Mercúrio em Área Produtora de Ouro na Cidade de Poconé-MT*. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral/Conselho Nacional de Pesquisa. (Série Tecnologia Ambiental, 1)
- MITRA, S., 1986. *Mercury in the Ecosystem. Its Dispersion and Pollution Today*. New York: Trans Tech.
- NRIAGU, J. O., 1990. Global metal pollution poisoning the biosphere. *Environment*, 32:7-33.
- OLIVEIRA, E. F.; SILVA, E. C.; OZAKI, S. K.; FERREIRA, M. S. & YOKOO, E. M., 1990. Mercúrio via cadeia trófica na Baixada Cuiabana: ensaios preliminares. *Seminário Nacional sobre Riscos e Conseqüências do Uso do Mercúrio, Brasília, 1989*. Rio de Janeiro: Financiadora de Estudos e Projetos/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Conselho Nacional de Pesquisa/Ministério da Saúde.

- PORTELA, I., 1991. *Repercussões Ambientais em Garimpo Estável de Ouro. Um Estudo de Caso*. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral/Conselho Nacional de Pesquisa (Estudos e Documentos, 15).
- SILVA, A. P.; CÂMARA, V.; NASCIMENTO, O. C.; SILVA, L. J.; SILVA, E. C.; PIVETTA, F. & BARROCAS, P. R. G., 1996. *Estudo da Contaminação de Ar, Solos e Poeira pelas Emissões de Mercúrio na Queima de Amálgama - Poconé/MT*. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral/Conselho Nacional de Pesquisa (Série Tecnologia Ambiental, 13).
- TARIFA, J. R., 1986. O sistema climático do Pantanal. Da compreensão do sistema à definição de prioridade de pesquisa climatológica. *Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, 1. Corumbá, 1984*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias.
- TSURO, S., 1989. *For Truth and Justice in the Minamata Disease Case*. Kumamoto: Keiso Shobo.
- TÜMPLING, W.; WILKEN, R. D. & EINAX, J., 1993. Mercury contamination in the Pantanal area, Brazil. In: *Heavy Metals in the Environment (International Conference)* (R. J. Allan & J. O. Nriagu, eds.), pp. 74-77. Toronto: Universidade de Toronto.
- TÜMPLING, W.; ZEILHOFER, P.; AMMER, U.; EINAX, J. & WILKEN, R. D., 1995. Estimation of mercury content in tailings of the gold mine area of Poconé, Mato Grosso, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 2:225-228.
- VALVERDE, O., 1972. Fundamentos geográficos do planejamento rural do Município de Corumbá. *Revista Brasileira de Geografia*, 34:49-144.
- VIEIRA, L., 1991. *Avaliação dos Níveis de Mercúrio na Cadeia Trófica como Indicador de sua Biomagnificação em Ambientes Aquáticos da Região do Pantanal*. Tese de Doutorado, São Carlos: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.