

Concentração de mercúrio total (Hg-T) em peixes comercializados em diferentes períodos sazonais no Mercado do Ver-o-Peso, Belém, Estado do Pará, Brasil

Total mercury (Hg-T) concentration in marketable fish in different seasonal periods at Ver-o-Peso Market, Belém, Pará State, Brazil

Concentración de mercurio total (Hg-T) en peces comercializados en diferentes períodos estacionales en el Mercado de Ver-o-Peso, Belém, Estado de Pará, Brasil

Cláudia Simone Oliveira Amaro
Programa de Doenças Tropicais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Abner Ariel da Silva Lima
Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Dário Rodrigues Junior
Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Gleyce de Fátima Silva Santos
Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Marcia Cristina Freitas da Silva
Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Maria da Conceição Nascimento Pinheiro
Programa de Pós-graduação em Doenças Tropicais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração de mercúrio total (Hg-T) em peixes comercializados no Mercado do Ver-o-Peso em Belém, Estado do Pará, Brasil. As espécies de peixes selecionadas para o estudo foram *Brachyplatystoma rousseauxii*, *Brachyplatystoma filamentosum* e *Schizodon fasciatum*. Foram adquiridos dez exemplares de cada espécie em maio de 2011 (período menos chuvoso) e novembro de 2012 (período mais chuvoso). As análises de Hg-T foram realizadas por meio de espectrofotômetro de absorção atômica Hg201, no Laboratório de Toxicologia Humana e Ambiental do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará. As médias obtidas na primeira e na segunda coleta de *B. rousseauxii* foram de 0,45 µg/g e 0,09 µg/g de Hg-T, respectivamente. Entre as amostras de *B. filamentosum*, a média obtida foi de 0,31 µg/g e 0,30 µg/g. Nos exemplares de *S. fasciatum*, somente no primeiro período foi observada concentração que correspondeu a 0,01 µg/g. Quanto à associação entre a concentração do Hg-T e o índice de estado nutricional das espécies, somente nas amostras de *B. rousseauxii* foram encontradas correlação positiva moderada ($r = 0,6$, $p > 0,05$ referente aos dois períodos coletados), nas demais não foram observadas associações. Embora, nenhuma das espécies tenha alcançado os valores acima do preconizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, é importante considerar o efeito acumulativo do mercúrio no organismo. A ausência ou moderada correlação encontrada sugere a necessidade de novos estudos para melhor compreensão do índice nutricional do pescado e da contaminação por mercúrio.

Palavras-chave: Mercúrio; Peixes; Contaminação.

INTRODUÇÃO

A ingestão de peixes é considerada a forma predominante de via de exposição do ser humano ao mercúrio (Hg), principalmente para as populações que vivem às margens dos rios, onde o peixe constitui a principal fonte de proteína¹.

No Brasil, os limites estabelecidos pela legislação vigente para consumo seguro de peixes são de 0,5 mgHg/kg para pescado não-predador e de 1,0 mgHg/kg para peixes piscívoros. Esta diferença nos valores de referência quanto às concentrações aceitas em peixes dá-se devido à posição trófica de uma determinada espécie que é fator importante na bioacumulação de Hg em músculos de peixes².

Um estudo realizado por Arrifano³ admite que apesar de algumas pesquisas sugerirem que os níveis de contaminação por Hg estejam diminuindo em humanos, isso não acontece no meio ambiente, principalmente em peixes da Região Amazônica, uma vez que, estes

Correspondência / Correspondence / Correspondencia:

Maria da Conceição Nascimento Pinheiro
Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará
Av. Generalíssimo Deodoro, 92. Bairro: Umarizal
CEP: 66055-240 Belém-Pará-Brasil
Tel.: (91) 3241-4681
E-mail: mconci@ufpa.br

apresentam um nível de Hg elevado, especialmente de metilmercúrio, especiação química considerada a mais tóxica aos seres humanos, em virtude de suas importantes características de lipossolubilidade. Esta propriedade pode ocasionar exposição frequente ao Hg por via alimentar, considerando os teores do metal encontrados em peixes, e permitindo supor que no decorrer do tempo essa situação possa se agravar⁴.

Há vários estudos realizados em peixes^{5,6,7} na Região Amazônica. No entanto, são poucos, aqueles que avaliem a intensidade da contaminação do pescado comercializado no mercado do Ver-o-Peso, consumidos pela população da Cidade de Belém, Estado do Pará, Brasil^{3,8,9}. Assim, esse estudo se propôs avaliar a concentração de Hg-T em peixes comercializados no mercado do Ver-o-Peso em períodos distintos, com intuito de detectar possíveis contaminações por Hg nas espécies estudadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no mercado de peixe do Ver-o-Peso, em Belém, em dois períodos sazonais distintos: maio de 2011 (período menos chuvoso) e novembro de 2012 (período mais chuvoso)¹⁰.

As espécies selecionadas para o estudo foram *Brachyplatystoma rousseauxii* (dourada), *Brachyplatystoma filamentosum* (filhote), ambas de hábito alimentar carnívoro e *Schizodon fasciatum* (aracu), herbívoro; selecionadas por constituírem recurso pesqueiro importante e apresentarem sabor apreciado, segundo informação obtida por meio de entrevista aos vendedores do mercado.

A *B. rousseauxii* e a *B. filamentosum* são consideradas espécies de grande porte, de elevado nível trófico e que podem chegar a mais de 2 m de comprimento, com pesos médios que podem variar de 20 kg a 60 kg. A *B. rousseauxii* apresenta um alto poder migratório, chegando a percorrer mais de 4.000 km em períodos de desova. O *B. filamentosum* está presente em lugares profundos, poços ou remansos, saídas de corredeiras e confluências dos grandes rios^{11,12}.

O aracu-comum é classificado como um peixe de médio porte que alcança 40 cm de comprimento. Muito apreciado pela população ribeirinha, comercializado nos mercados e feiras da região e de hábito alimentar herbívoro. Em 2003, os aracus participaram com 2,44% do total da produção pesqueira desembarcada nos portos dos principais municípios do Estado do Amazonas¹³.

Os boxes do mercado, para a obtenção dos exemplares de peixes, foram escolhidos por meio de sorteio e disponibilidades das espécies no dia da coleta. Para cada box, foram obtidas dez amostras por período, totalizando 60 exemplares.

No momento da aquisição dos peixes foram verificados massa e comprimento. Em seguida, acondicionados em caixa térmica e encaminhados para análise ao Laboratório de Toxicologia Humana

e Ambiental do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará (NMT/UFGPA).

No Laboratório, foi obtida uma porção comestível da região dorsal do peixe e micro fragmentada com o auxílio de bisturi, obtendo um peso médio de 0,5 g cada fragmento e repassados para o interior de balões volumétricos pirex de 50 mL. Em seguida, foi acrescido lentamente 1 mL de água destilada, 2 mL de ácido nítrico com perclórico e 5 mL do ácido sulfúrico. As amostras foram levemente agitadas e digeridas em chapa aquecedora em 210° C, por 30 min¹⁴.

Para análise das amostras, foi utilizado um espectrofotômetro de absorção atômica, aparelho Mercury Analyzer modelo Hg-201 (Sanso Seisakusho, Tóquio, Japão). O método envolve redução e espectrometria de absorção atômica por vapor frio e inclui redução de íons Hg²⁺ na solução da amostra com cloreto estanhoso para gerar vapor de mercúrio elementar (Hg⁰) e a introdução de vapor de Hg na célula de fotoabsorção¹⁴.

Foi utilizado o padrão certificado denominado comercialmente de DORM, usado para a acurácia na determinação das análises de Hg em amostras de peixes. Nesse estudo, o DORM apresentou-se dentro do intervalo de confiança (4,56 ± 0,26 µg/g), 4,65 µg/g de Hg-T. Para o teste de sensibilidade e reprodutibilidade foi construída uma curva de calibração, com quatro pontos e r = 0,995. Em todas as amostras foram realizados testes em duplicatas.

Os resultados são apresentados em gráficos e tabelas. Foram utilizados os testes estatísticos de análise de variância (ANOVA), *Student* e correlação de Pearson, adotando nível de significância de 0,05. O programa utilizado foi o Bioestat 5.0¹⁵.

RESULTADOS

A média de Hg-T obtida nas espécies piscívoras *B. rousseauxii* e *B. filamentosum* foi de 0,4 µg/g, variando de 0,03 µg/g a 0,8 µg/g e de 0,3 µg/g, variando de 0,1 a 0,5 µg/g, respectivamente. Na espécie não piscívora *S. fasciatum* a média de Hg-T foi de 0,1 µg/g com valor máximo de 0,4 µg/g. Não havendo diferença significativa entre as médias de Hg-T entre as espécies piscívoras estudadas (p > 0,05), conforme demonstra a tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de Hg-T em peixes carnívoros e herbívoros durante o período de estiação, comercializados no Mercado do Ver-o-Peso, Belém, Estado do Pará, Brasil, 2011

Espécies de peixes	Hábito alimentar	N	X ± DP (µg/g)	Mínimo-máximo
<i>B. rousseauxii</i>	Carnívoro	10	0,4 (0,24)	0,03 - 0,8
<i>B. filamentosum</i>	Carnívoro	10	0,3 (0,11)	0,1 - 0,5
<i>S. fasciatum</i>	Herbívoro	10	0,1 (0,10)	0,05 - 0,4

ANOVA e teste de Tukey: *B. rousseauxii* vs. *B. filamentosum* p > 0,05; *B. rousseauxii* vs. *S. fasciatum* p < 0,01; *B. filamentosum* vs. *S. fasciatum* p < 0,05.

No período mais chuvoso, as concentrações médias de Hg-T apresentadas foram de 0,1 µg/g de Hg-T para a espécie *B. rousseauxii*, variando de 0,03 µg/g a 0,4 µg/g de Hg-T. Na *B. filamentosum* a média foi de 0,3 µg/g de Hg-T com uma variação de concentração de 0,01 a 0,5 µg/g. Entre as amostras de *S. fasciatum*, a média de Hg-T foi de 0,01 µg/g, com máximo de 0,03 de Hg-T nas amostras estudadas, de acordo com a tabela 2.

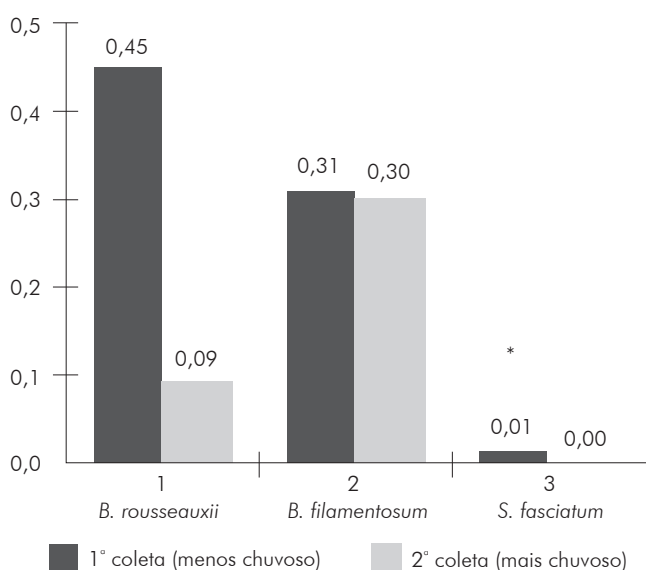
Tabela 2 – Níveis de Hg-T em peixes comercializados durante o período mais chuvoso no mercado do Ver-o-Peso, Belém, Pará, 2012

Espécies de peixes	Hábito alimentar	N	X±DP (µg/g)	Mínimo-máximo
<i>B. rousseauxii</i>	Carnívoro	10	0,1 (0,10)	0,03 - 0,4
<i>B. filamentosum</i>	Carnívoro	10	0,3 (0,17)	0,01 - 0,5
<i>S. fasciatum</i>	Herbívoros	10	0,01 (0,01)	0,03

ANOVA e teste de Tukey: *B. rousseauxii* vs. *B. filamentosum* $p < 0,01$; *B. filamentosum* vs. *S. fasciatum* $p < 0,01$; *B. rousseauxii* vs. *S. fasciatum* $p < 0,05$.

Foi observada diferença significativa nos níveis de Hg-T entre as espécies predadoras quando comparadas as espécies predadoras com as não predadoras, *B. filamentosum* vs. *S. fasciatum* ($p < 0,01$) e entre *B. rousseauxii* vs. *S. fasciatum* ($p < 0,05$).

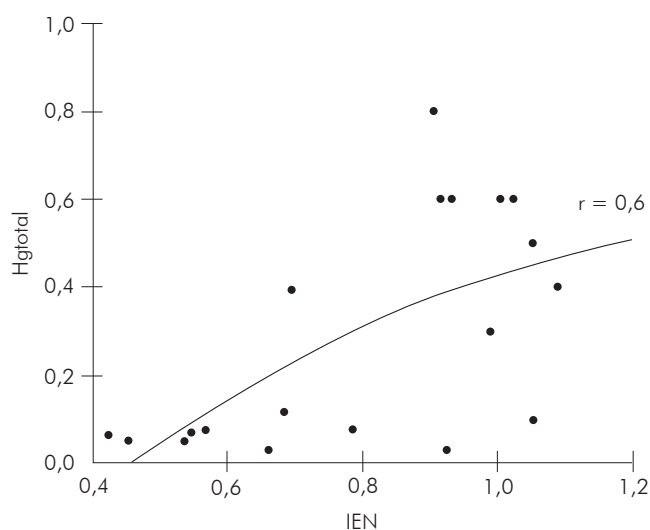
A única espécie que não apresentou diferença significativa nos níveis de Hg entre os dois períodos analisados foi a *B. flavicans*. Os resultados obtidos de Hg-T em ambos os períodos, mais chuvoso e menos chuvoso foram bem próximos, 0,31 µg/g e 0,30 µg/g de Hg-T, respectivamente (Gráfico 1).



Os resultados são expressos com a média ± E.P.M., de 20 peixes por espécie. * $p < 0,05$ difere significativamente do período mais chuvoso (Teste *t* Student).

Gráfico 1 – Comparação das médias de Hg-T dos peixes do Mercado do Ver-o-Peso (Belém, Pará), período menos chuvoso e mais chuvoso

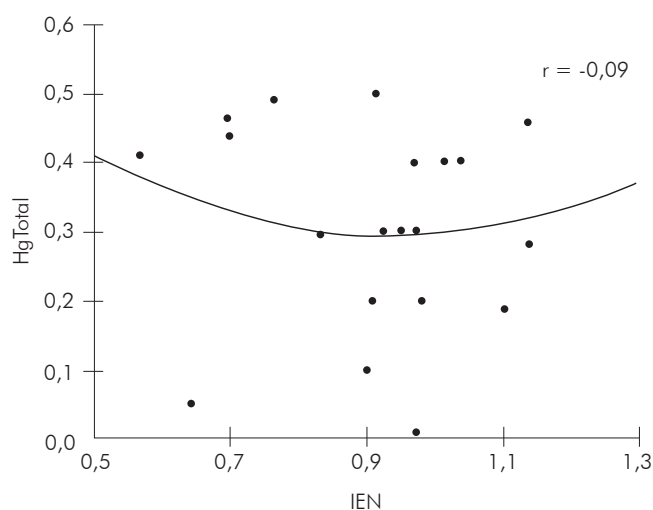
O gráfico 2 representa as amostras de *B. rousseauxii*, nas quais foi observada uma correlação positiva moderada entre os níveis de Hg-T e o índice de estado nutricional (IEN), (peso(g)/[comprimento(mm³)] x 100.000, segundo o modelo de Goede e Barton¹⁶.



Os resultados são expressos em $r = 0,6$, $p > 0,05$ referente as 20 amostras estudadas de *B. rousseauxii* nos dois períodos coletados. * $r = 1$. Correlação positiva moderada em ambos os períodos, menos chuvoso e mais chuvoso (correlação de Pearson).

Gráfico 2 – Correlação linear de Pearson, níveis de Hg-T e IEN nas amostras de *B. rousseauxii* do Mercado do Ver-o-Peso (Belém, Pará), 2011 e 2012

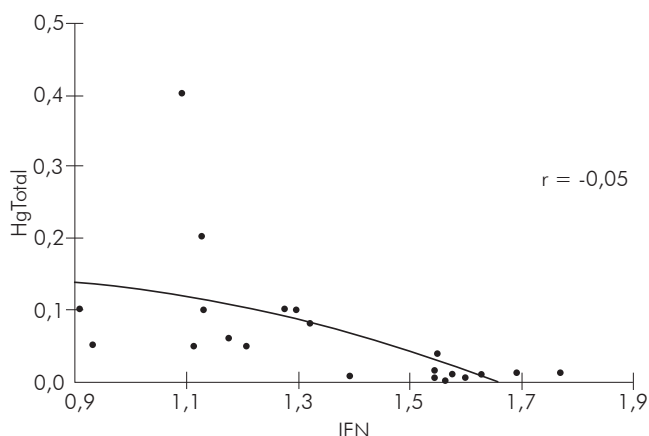
No gráfico 3, as amostras de *B. filamentosum* apresentaram correlação negativa ausente entre os níveis de Hg-T e o IEN, sugerindo que, a medida que diminui o IEN, o valor correspondente de Hg-T aumenta, nessas amostras.



Os resultados são expressos em $r = -0,09$, $p > 0,05$ referente as 20 amostras estudadas de *B. filamentosum* nos dois períodos de coleta: menos e mais chuvoso. * $r = 1$. Correlação negativa ausente nos períodos de estiagem e chuva (correlação de Pearson).

Gráfico 3 – Correlação linear de Pearson, níveis de Hg-T e IEN nas amostras de *B. filamentosum* do Mercado do Ver-o-Peso (Belém, Pará), 2011 e 2012

Nas amostras de peixe de *S. fasciatum*, foi observada correlação negativa ausente entre os níveis de Hg-T e o IEN nas amostras estudadas, como mostra o gráfico 4.



Os resultados são expressos em $r = -0,05$, $p > 0,05$ referente a 20 amostras estudadas de *S. fasciatum* nos dois períodos coletados: menos chuvoso e mais chuvoso. * $r = 1$. Correlação negativa ausente em ambos os períodos (correlação de Pearson).

Gráfico 4 – Correlação linear de Pearson, níveis de Hg-T e IEN das amostras de *S. fasciatum* do Mercado do Ver-o-Peso (Belém, Pará), 2011 e 2012

DISCUSSÃO

Os níveis de Hg-T encontrados em diferentes espécies de peixes capturados em áreas distintas da bacia Amazônica mostram que a contaminação do ecossistema aquático é abrangente, uma vez que algumas espécies de peixes consumidos pela população revelaram-se impróprias para o consumo^{7,17,18,19}.

No período de menos chuva, nenhuma espécie alcançou média acima do valor de referência. No entanto, cinco exemplares de *B. rousseauxii* apresentaram concentração maior que 0,5 µg/g obtendo máximo de 0,8 µg/g de Hg-T, o que pode representar riscos para quem consome frequentemente essa espécie, uma vez que as recomendações da Comissão do Codex Alimentarius da Organização Mundial da Saúde²⁰ estabelece 0,5 mg/kg em peixes não predadores e 1 mg/kg de metilmercúrio em peixes predadores como limite de tolerância aceitável para consumo humano. A Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária²¹ (ANVISA) também estabeleceu limites, entretanto, ela se refere ao Hg inorgânico (IHg) em alimentos e não à contaminação por metilmercúrio. Este estudo considerou os limites estabelecidos pela Comissão do Codex Alimentarius, por se tratar de Hg orgânico.

No que se refere a peixes carnívoros e herbívoros, Passos e Megler²² e Arrifano³ encontraram resultados semelhantes aos deste estudo. Nesses trabalhos é esclarecido que os peixes piscívoros apresentam um potencial importante de bioacumulação, isto ocorre devido à sua posição no topo da cadeia alimentar aquática, assim como a influência do seu hábito de alimentação carnívoro^{3,23,24}.

Os resultados dos níveis de Hg-T encontrados nas amostras de *B. rousseauxii* no período menos chuvoso de 0,4 µg/g são próximos aos resultados obtidos por Santos et al¹⁷, que obteve média de 0,5 µg/g de Hg-T em peixes da mesma espécie. No estudo realizado por Bastos et al⁶ na região do rio Madeira, os resultados encontrados foram de 0,9 µg/g de Hg-T, valores próximos do limite estabelecido pela ANVISA e pela Comissão do Codex Alimentarius; tornando esse achado preocupante, considerando as características migratórias da *B. rousseauxii*, chegando a percorrer mais de 4.000 km, em época de desova, podendo alcançar regiões não expostas ao Hg²⁵.

Nas amostras de *B. filamentosum*, a média encontrada de 0,30 µg/g de Hg-T, em ambos os períodos, foi semelhante aos valores publicados no estudo de Akagi et al²⁶, com a mesma espécie na Região Amazônica. Neste trabalho, os níveis registrados foram de 0,54 µg/g de Hg-T.

Castilho et al²⁷ conduziram uma pesquisa com amostras de *B. filamentosum*, em que a concentração de 0,2 µg/g Hg-T foram próximas aos dosados em nossas amostras. A comparação entre os resultados obtidos nas amostras de peixe estudadas por Akagi et al²⁶ e Castilho et al²⁷ sugerem que, pelo menos no período estudado, houve uma redução nos níveis de Hg-T na espécie de *B. filamentosum*. Entretanto, Bastos et al⁶, estudando várias espécies piscívoras e não piscívoras na Região Amazônica, entre elas *B. filamentosum*, encontrou níveis de Hg que são maiores do que deste estudo, 0,907 µg/Hg-T. No entanto, é importante destacar que o estudo de Bastos et al⁶ foi realizado em peixes capturados próximo à região de garimpo na região do rio Tapajós, considerada área contaminada, o que justifica a diferença entre os resultados. Em Belém, não há relatos na literatura de casos de contaminação ambiental ocasionada por Hg, seja de origem antropogênica e/ou de presença de fontes naturais.

Adicionalmente Arrifano³, estudando os níveis de metilmercúrio em *B. filamentosum* da região metropolitana de Belém, comercializada no Ver-o-Peso, obteve média de concentração abaixo do limite de segurança, corroborando com os resultados do presente estudo. Ainda se referindo ao estudo de Arrifano³, o pesquisador comparou níveis de IHg na espécie de *B. filamentosum* do Mercado do Ver-o-Peso com as amostras comercializadas no Mercado Municipal de Itaituba, considerada região exposta. Neste estudo, não houve diferença estatística significativa entre os níveis de IHg na espécie entre os mercados.

Na espécie não piscívora *S. fasciatum* não foram encontrados níveis de Hg significativos, corroborando com estudos realizados por Castilho et al²⁷ e Brabo et al²⁸. Segundo Faial et al⁵, isto ocorre porque a concentração de Hg-T nos peixes depende de muitos fatores, entre eles, o hábito alimentar, característica migratória do peixe e outros aspectos do ecossistema aquático.

Dentre as espécies de peixe estudadas, a *B. filamentosum* foi a única que apresentou diferença estatística nos níveis de mercúrio, quando comparadas às outras espécies nos dois períodos.

Na Amazônia, o período mais chuvoso e menos chuvoso, considerados o inverno e o verão amazônico contribuem de forma significativa para o cenário fluvial, uma vez que, dependendo do período sazonal, os rios encontram-se cheios ou secos²⁹. No mercado de peixe do Ver-o-Peso, a origem dos peixes comercializados depende da época do ano, que segundo os vendedores, no período menos chuvoso as espécies estudadas são capturadas, na sua maioria, na região do Tapajós e na época das chuvas essa captura passa a ser maior na região do Marajó.

Além disso, peixes de regiões estuarinas, como é o caso da Baía do Marajó, apresentam níveis de Hg-T mais baixos, levando em consideração Ph e disponibilidade de matéria orgânica quando comparados com peixes da região marinha³⁰. São poucos os estudos na literatura que realizam a comparação temporal dos níveis de Hg-T, sendo realizados mais estudos em nível de quantificação.

Neste estudo, os níveis mais altos de Hg foram encontrados no período menos chuvoso, de águas baixas e captura realizada na região do Tapajós, já reconhecidamente exposta; esses resultados divergem dos obtidos por Coelho et al³¹ que descrevem a forte influência das chuvas nos níveis de Hg no ambiente aquático. Segundo esses autores, o processo ocorre por meio de lixiviação, aumentando a disponibilidade de matéria orgânica, potencializando o processo de biomagnificação no sedimento dos rios.

No presente estudo, seria possível justificar os níveis de Hg-T mais elevados em época de estiagem, em virtude das baixas águas e conseqüentemente maior movimentação do sedimento no leito dos rios; o que favorece ainda mais alterações físico-químicas do metal, biodisponibilizando-o, ainda mais, na forma de metilmercúrio³⁰. No entanto, existem outros fatores que poderiam ter influenciado essa diferença, entre eles, o local de captura, que variou no decorrer das coletas.

O Tapajós, região de origem da primeira aquisição de amostras do mercado, já foi citada em vários trabalhos como área de possível contaminação de Hg, decorrente principalmente da ação garimpeira. Por outro lado, na região do Marajó, de onde os peixes da segunda coleta foram obtidos, não houve registros de presença mercurial em ambientes aquáticos ou relatos de exposição humana. Desta maneira, a variável localização parece exercer um papel fundamental na exposição de organismos aquáticos.

Além da localização favorável à ausência de Hg, os níveis baixos de Hg-T encontrados nos exemplares capturados na baía do Marajó justificam-se pela pouca idade dos peixes que são de origem estuarina,

local onde ocorre o seu período de maturidade reprodutiva e por estarem distantes de fontes de contaminação mercurial antropogênica. Além disso, as espécies de peixes de habitat estuarinos são jovens e ainda não atingiram o topo da cadeia trófica, apresentando nessa fase da vida uma dieta bastante variada, e se alimentam de crustáceos, detritos e moluscos⁸.

Na avaliação da correlação entre as concentrações do Hg e o IEN dos peixes, que é calculado a partir das medidas de peso e comprimento dos peixes, o teste estatístico utilizado não mostrou forte correlação. Porém, os resultados de Eysink³², Mandarino³³ e Arrifano³ encontraram correlação positiva entre o tamanho e a concentração de Hg na musculatura de *Hoplias malabaricus* e *Rhamdia* sp, *B. vaillantii* e *B. filamentosum*.

Os achados deste estudo assemelham-se aos de Colino et al⁸ que não encontraram correlação entre os níveis de Hg-T e as medidas de massa e comprimento, em espécies de *B. vaillantii*, capturadas na região do Marajó. Este resultado pode ser explicado pelo maior número de exemplares estudados nesta pesquisa e coletas que foram realizadas em dois períodos distintos, diferente de Eysink³², Mandarino³³ e Arrifano³ que efetuaram seus estudos em um único período além de ser necessário considerar o metabolismo de cada espécie de peixe³⁴.

CONCLUSÃO

Embora nenhuma das espécies de peixes tenha alcançado o limite máximo de Hg-T para consumo humano, as concentrações foram bem próximas ao valor de referência estabelecido pela legislação da ANVISA, e maior do que o indicado pela OMS de 0,5 µg/g, para o consumo de pescado seguro. Esse resultado é preocupante, devido à frequente exposição ao Hg por meio do consumo diário de *B. rousseauxii*, comercializada no mercado do Ver-o-Peso, esta alimentação induz a problemas importantes para a saúde humana, a recomendação para uma menor frequência de consumo desses pescados no período menos chuvoso faz-se necessária.

Este estudo permitiu concluir também que a localização – regiões próximas à atividade garimpeira – é uma variável de extrema relevância nesta exposição, sugerindo-se que seja realizada uma vigilância mais exigente quanto à origem deste pescado nos mercados de Belém.

Quanto à ausência ou fraca correlação encontrada nas espécies estudadas, sugere-se a realização de novos estudos, incluindo outras variáveis como o metabolismo e hábitos alimentares do organismo, para se obter com clareza a importância do índice nutricional do pescado em relação à contaminação por Hg.



Total mercury (Hg-T) concentration in marketable fish in different seasonal periods at Ver-o-Peso Market, Belém, Pará State, Brazil

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the total mercury (THg) concentration in marketable fish at Ver-o-Peso market in Belém, Pará State, Brazil. The selected fish species for this study were *Brachyplatystoma rousseauxii*, *Brachyplatystoma filamentosum* and *Schizodon fasciatum*. Ten samples of each species were acquired in May 2011 (less rainfall) and November 2012 (the rainiest season). Analyses of THg were performed by atomic absorption spectrophotometry Hg201 in the Laboratório de Toxicologia Humana e Ambiental do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará. The averages in the first and second collections of *B. rousseauxii* were 0.45 µg/g and 0.09 µg/g of THg, respectively. Among the samples of *B. filamentosum*, the average was 0.31 µg/g and 0.30 µg/g. In specimens of *S. fasciatum*, only in the first period was observed a concentration of 0.01 µg/g. While the connection between THg concentration and Balanced Nutrition Index™ of species, only in samples of *B. rousseauxii* were found moderate positive correlation ($r = 0.6$, $p > 0.05$ for the two periods listed) no correlations were observed in other samples. Although no species has reached values beyond Brazilian Health Surveillance Agency recommendations, it is important to consider the cumulative effect of mercury in the body. The absence or moderate correlation found suggests the need for further studies to a better understanding about the nutritional index of fish and mercury contamination.

Keywords: Mercury; Fishes; Contamination.

Concentración de mercurio total (Hg-T) en peces comercializados en diferentes períodos estacionales en el Mercado de Ver-o-Peso, Belém, Estado de Pará, Brasil

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue el de determinar la concentración de mercurio total (Hg-T) en peces comercializados en el Mercado de Ver-o-Peso en Belém, Estado de Pará, Brasil. Las especies de peces seleccionadas para el estudio fueron *Brachyplatystoma rousseauxii*, *Brachyplatystoma filamentosum* y *Schizodon fasciatum*. Se adquirieron diez ejemplares de cada especie en mayo de 2011 (período menos lluvioso) y noviembre de 2012 (período más lluvioso). Los análisis de Hg-T se realizaron por intermedio de un espectrofotómetro de absorción atómica Hg201, en el Laboratorio de Toxicología Humana y Ambiental del Núcleo de Medicina Tropical de la Universidad Federal do Pará. Los promedios obtenidos en la primera y la segunda colecta de *B. rousseauxii* fueron de 0,45 µg/g y 0,09 µg/g de Hg-T, respectivamente. Entre las muestras de *B. filamentosum*, el promedio obtenido fue de 0,31 µg/g y 0,30 µg/g. En los ejemplares de *S. fasciatum*, solo en el primer período se observó una concentración que correspondió a 0,01 µg/g. Con relación a la asociación entre la concentración del Hg-T y el índice de estado nutricional de las especies, solamente en las muestras de *B. rousseauxii* fueron halladas correlaciones positivas moderadas ($r = 0,6$, $p > 0,05$ referentes a los dos períodos colectados), en las demás no se observaron asociaciones. Aunque ninguna de las especies haya alcanzado valores superiores a lo preconizado por la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, es importante considerar el efecto acumulativo del mercurio en el organismo. La ausencia o moderada correlación encontradas sugieren la necesidad de nuevos estudios para mejor comprensión del índice nutricional del pescado y de la contaminación por mercurio.

Palabras clave: Mercurio; Peces; Contaminación.



REFERÊNCIAS

- 1 Castilhos ZC, Rodrigues APC. Avaliação da potencial acumulação de mercúrio em peixes dos reservatórios (previstos) de Jirau e de Santo Antônio, Rio Madeira, RO. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral; 2008. 103 p. (Série Estudos e Documentos, 76).
- 2 Sweet LI, Zelikoff JT. Toxicology and immunotoxicology of mercury: a comparative review in fish and humans. J Toxicol Environ Health. 2001 Apr;4(2):161-205.
- 3 Arrifano FPG. Metilmercúrio e mercúrio inorgânico em peixes comercializados no mercado municipal de Itaituba (Tapajós) e Mercado do Ver-o-Peso (Belém) [dissertação]. Belém (PA): Universidade Federal do Pará; 2011.
- 4 Farias LA, Fávaro ID, Santos JO, Vasconcelos MB, Pessoa A, Aguiar JPL, et al. Cooking process evaluation on mercury content in fish. Acta Amaz. 2010 Dec;40(4):741-8.
- 5 Faial KRF, Santos ECO, Brabo ES, Sá Filho CG, Jesus IM, Lima MO, et al. Níveis de mercúrio em peixes do Rio Trombetas no Baixo Amazonas: uma área sem influência de garimpo. Cad Saude Coletiva. 2005;13(1):237-48.
- 6 Bastos WR, Rebelo MF, Fonseca MF, Almeida R, Malm O. Um estudo descritivo do mercúrio em peixes da bacia do Rio Madeira, Amazônia, Brasil. Acta Amaz. 2008;38(3):431-8.

- 7 Vieira JLF, Gomes ALS, Santos JPN, Lima TCD, Freitas Júnior JA, Pinheiro MCN. Mercury distribution in organs of two species of fish from Amazon Region. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2011 Oct;87(4):377-80.
- 8 Colino ECV, Palheta DC, Saraiva AF, Cardoso EC. Níveis de metais pesados em piramutabas (*Brachyplatystoma vailantii*) capturadas na Baía de Marajó e comercializadas no município de Belém/PA. *Rev Vet Foco*. 2009 jan-jun;6(2):147-53.
- 9 Moraes JL. Mercúrio total em peixes e crustáceos comercializados no estado do Pará, Brasil [tese]. Niterói (RJ): Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Curso de Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem animal; 2011. 82 p.
- 10 Cohen JCP, Beltrao JC, Gandu AW, Silva RR. Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia. *Cien Cult*. 2007 jul-set;59(3):36-9.
- 11 Gonçalves ALM, Senhorini J, Bortolozzi J, Foresti F, Foresti FP. Primeira caracterização citogenética do bagre gigante (piralba) *Brachyplatystoma filamentosum* (siluriformes, pimelodidae), da região central do rio Araguaia, GO. Bauru: Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas, Ciências Biológicas; 2003.
- 12 Santos GM, Merona B, Juras AA, Jegu M. Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Brasília: Eletronorte; 2004. 216 p.
- 13 Ruffino ML, Barthem RB, Fischer CFA. Perspectivas do manejo dos bagres migradores na Amazônia. In: Recursos pesqueiros do médio Amazonas: biologia e estatística pesqueira; 2000. p. 141-52.
- 14 Akagi H. Mercury analysis manual. Tokyo: Ministry of the Environment; 2004. 20 p.
- 15 Ayres M. Elementos de bioestatística: a seiva do açazeiro. 5. ed. 2011. 522 p.
- 16 Goede RW, Barton BA. Organismic indices and autopsy-based assessment as indicators of health and condition of fish. *Am Fish Soc Symp*. 1990;8:93-108.
- 17 Santos ECO, Jesus IM, Brabo ES, Loureiro ECB, Mascarenhas AFS, Weirich J, et al. Mercury exposure in riverside Amazon communities in Pará, Brazil. *Environ Res*. 2000 Oct;84(2):100-7.
- 18 Vera YM, Carvalho RJ, Castilhos ZC, Kurtz MJR. Acumulação de mercúrio em tucunarés da Amazônia. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia; 2007. (Gestão e Planejamento; 5).
- 19 Oikawa T, Pinheiro MC, Vaz LBF, Toda KS. Avaliação dos teores de mercúrio na urina dos graduandos de Odontologia. *Rev Para Med*. 2007 jul-set;21(3):25-9.
- 20 World Health Organization. United Nations Environment Programme. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva: World Health Organization; 2008.
- 21 Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. Aprova o regulamento técnico: princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos: limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos. *Diário Oficial da União, Brasília*, p. 28.
- 22 Passos CJS, Mergler D. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. *Cad Saude Publica*. 2008;24 Suppl 4:s503-20.
- 23 Dorea JG, Barbosa AC. Fish consumption and blood mercury: proven health benefits or probable neurotoxic risk? *Regul Toxicol Pharmacol*. 2005 Jul;42(2):249-50.
- 24 Silva Filho EV, Kütter MT, Kütter VT, Lacerda LD. Mercúrio em peixes no Brasil e sua implicação ecológica: revisão bibliográfica. In: 3º Congresso Brasileiro de Oceanografia; I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia; Fortaleza: Associação Brasileira de Oceanografia; 2008. p. 1-4.
- 25 Batista JS. Estimativa da variabilidade intraespecífica da dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) (Castelnau, 1855) no eixo estuário, Amazonas-Solimões [dissertação]. Manaus (AM): Universidade do Amazonas; 2001. 116 p.
- 26 Akagi H, Malm O, Kinjo Y, Harada M, Branches FJP, Pfeiffer WC, et al. Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil. *Sci Total Environ*. 1995;175(1995):85-95.
- 27 Castilhos ZC, Bidone ED, Lacerda LD. Increase of the background human exposure to mercury through fish consumption due to gold mining at the Tapajós River region, Pará state, Amazon. *Bull Environ Contam Toxicol*. 1998 Aug;61(2):202-9.
- 28 Brabo ES, Santos EO, Jesus IM, Mascarenhas AFS, Faial KF. Mercury contaminations of fish and exposure of and indigenous community in Pará state, Brazil. *Environ Research*. 2000 Nov;84(3):187-203.
- 29 Silva CC. Dieta de comunidade de peixes da área de influência da UHE de Balbina - rio Uatumã, Amazonas, Brasil [dissertação]. Manaus (AM): Instituto Nacional de Pesquisas/Universidade Federal do Amazonas; 2006.
- 30 Lacerda LD, Malm O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. *Estud Av*. 2008;22(63):173-90.

- 31 Coelho AS, Miranda MR, Guimarães RDA. Importância das macrófitas aquáticas no ciclo do mercúrio na bacia do rio Tapajós (PA). *Oecol Bras.* 2007;11(2):252-63.
- 32 Eysink GGJA. Presença de mercúrio nos ecossistemas aquáticos do estado de São Paulo. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; 1991.
- 33 Mandarino M. Determinação do grau de contaminação mercurial na musculatura de *Hoplias malabaricus* (Traíra), *Loricariichthys sp* (Cascudo) e *Rhamdia sp* (Bagre), coletados no Rio Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Arq Fac Vet UFRGS.* 2000;28(1):79-88.
- 34 Soares TCM. Variação sazonal, transporte e partição de Hg no gradiente fluviomarinho do rio Jaguaribe-CE [tese]. Fortaleza (CE): Universidade Federal do Ceará; 2011.

Recebido em / Received / Recibido en: 24/9/2013
Aceito em / Accepted / Aceito en: 20/3/2014