

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL EM *Colossoma macropomum* PROVENIENTE DA APA DO IGARAPÉ GELADO

Luís Felipe Neves dos Prazeres*

neves.ufra@hotmail.com

Henrique Miguel de Lima Silva*

henrique.miguel.91@gmail.com

Dulcidéia da Conceição Palheta*

henrique.miguel.91@gmail.com

Izabella Cristina da Silva Penha*

henrique.miguel.91@gmail.com

Conceição De Nazareth de Oliveira Bezerra Medeiros*

henrique.miguel.91@gmail.com

* Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém/PA - Brasil

RESUMO

O município de Parauapebas recebe grande influência de mineração e pode apresentar diversas alterações em seus ecossistemas aquáticos. O objetivo desse trabalho tomou como base a determinação de níveis de mercúrio total em tecido muscular de tambaquis da APA do Igarapé Gelado e de área controle (Ufra - Castanhal PA) para possíveis comparações e identificações de impacto na biota aquática. A Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado foi criada pelo Decreto Federal nº 97.718 em 05 de maio de 1989 e está localizada no município de Parauapebas, sudeste do estado do Pará, nos contrafortes norte da Serra dos Carajás. Os níveis de mercúrio total encontrados foram analisados e comparados com o limite máximo permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 1965) para o consumo em peixes e também, entre as áreas estudadas (impactada e controle). A determinação de mercúrio total foi realizada através do método de combustão a partir de um analisador de mercúrio específico (DMA 80 - Milestone). O DMA é um equipamento de decomposição térmica e detecção por espectrometria de absorção atômica, específico para determinação de mercúrio. Foram coletados dados biométricos dos espécimes utilizados e comparados estatisticamente entre as áreas estudadas e com a concentração de mercúrio encontrada. As concentrações médias do nível de mercúrio total no tecido muscular de *Colossoma macropomum* apresentaram valores abaixo do limite máximo permitido de 0.5 µg.g⁻¹ pela legislação, onde a média de concentração para as amostras coletadas na APA do Igarapé Gelado foi de 0.15±0.05 µg.g⁻¹.

Palavras-chave: mercúrio; tambaqui; APA.

INTRODUÇÃO

É sabido que o mercúrio pode ser encontrado biodisponível na natureza e por esse fato, naturalmente, as áreas de floresta amazônica e florestas tropicais apresentam maiores concentrações desse metal no solo florestal. Isso implica em maiores concentrações de mercúrio encontradas em peixes dessa bacia hidrográfica do que de outras regiões do país (WASSERMAN *et al.*, 2003; SILVA-FILHO *et al.*, 2006).

A intoxicação por este metal pesado pode apresentar-se em níveis agudos ou crônicos, podendo não ser imediato. A fase mais severa da intoxicação pode apresentar diversos sintomas como, vômitos frequentes, tremores, cegueira, coma, entre outros. A fase crônica está ligada principalmente ao sistema nervoso, causando parestesia, ataxia, dificuldade de articular palavras, sensação generalizada de fraqueza, fadiga, e incapacidade de concentração, perda de visão e audição, coma e morte (COUNTER; BUCHANAN, 2004).

Na musculatura dos peixes, a maior parte da massa muscular é formada pelo compartimento branco (musculatura branca), com fibras musculares de contração rápida e metabolismo glicolítico, que possuem baixa concentração de mioglobina, além de poucas mitocôndrias e lipídeos. Essas fibras são utilizadas durante a realização de movimentos bruscos de natação, como na captura de alimento ou durante a fuga de predadores. O compartimento vermelho (musculatura vermelha), localizado na região superficial adjacente ao tegumento, é formado por fibras, de contração lenta e metabolismo oxidativo, que apresentam alta concentração de mioglobina, muitas mitocôndrias, lipídeos e excelente suprimento sanguíneo, sendo utilizada na realização de movimentos lentos e de sustentação como durante a migração (COSTA, 2011).

A análise de possíveis níveis tóxicos de mercúrio em tecido muscular nos peixes coletados de áreas impactadas por mineração indicará se esses organismos estão aptos para o consumo humano ou não, com base na legislação brasileira que estabelece a concentração máxima permitida para contaminantes inorgânicos em alimentos - Decreto nº 55.871, de 26/03/1965 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1965).

Os peixes são animais aquáticos que podem ser utilizados como bioindicadores para avaliação de uma possível poluição ou contaminação do corpo d'água. Algumas espécies de peixes, principalmente aquelas que fazem poucos movimentos migratórios, tendem a transparecer de forma mais real as características desse ambiente aquático, sendo reflexo da variabilidade ambiental local (JAHANBAKHT *et al.*, 2002; BELGER; FORSBERG, 2006).

O objetivo do presente estudo foi determinar níveis de mercúrio em tecido muscular de peixes coletados em área impactada pela mineração na região sudeste do Pará, bem como de áreas não impactadas (Ufra-Castanhal).

A metodologia utilizada neste trabalho passou por três fases, sendo a primeira a coleta de amostras, seguida da determinação de níveis de mercúrio total por espectrometria de absorção atômica e do tratamento estatístico dos dados.

As áreas estudadas no presente trabalho foram a Área de Preservação Ambiental do Igarapé Gelado (figura 1) e a área controle para comparação (figura 2) – peixes coletados na fazenda escola da UFRA em castanhal - PA.

2. Espécie estudada

TAMBAQUI – *Colossoma macropomum*

O Tambaqui é um dos principais peixes encontrados na região norte do Brasil e é largamente distribuído ao longo da bacia amazônica. Sua biologia apresenta várias características de adaptação ao ambiente que é peculiar do ecossistema amazônico. É pertencente da família Characidae, normalmente encontrado em ambientes dulcícolas, correspondendo a quase 43% da ictiofauna da Amazônia (BARTHEM; FABRÉ, 2007).

As populações juvenis e adultas de tambaqui alimentam-se normalmente de frutos, sementes e algas filamentosas. O seu crescimento é mais rápido nos períodos de cheia, onde há uma maior abundância de alimentos decorrentes da inundação da floresta.

2.1 Coletas das amostras

ÁREA CONTROLE

Em Castanhal-PA, nos meses de abril e novembro de 2011, foram obtidas 11 amostras de tambaqui (*Colossoma macropomum*) capturadas em tanques criatórios de Piscicultura da fazenda escola da Universidade Federal Rural da Amazônia. Essa área foi escolhida por não ser impactada diretamente por empreendimentos de mineradoras em seu entorno.

ÁREA IMPACTADA POR MINERAÇÃO

Na APA do Igarapé Gelado foram coletadas também 11 amostras de tambaqui, provenientes de um tanque de piscicultura localizado dentro da área de preservação ambiental. As amostras foram coletadas em abril de 2013.

As amostras foram obtidas através de pesca com tarrafa e redes de emalhe, onde as mesmas foram abatidas através da técnica Gde “Iki Jimi”, que consiste na lesão do tronco cerebral por

estilete ou faca pontiaguda através dos arcos branquiais após dessensibilização em água fria (SLACK-SMITH, 2001).

Logo em seguida, procedeu-se com a dissecação dos tecidos com o uso de instrumentos cirúrgicos de aço inoxidável (lavados com detergente neutro e enxaguados com água deionizada) e identificado o tecido de muscular.

As amostras do tecidos muscular de cada espécime foi identificada e armazenada individualmente em sacos plásticos em caixas de polímero expandido (isopor) contendo gelo e logo depois transportados para Belém, onde foram armazenados em freezer no Laboratório de Minerais da Universidade Federal Rural da Amazônia- LABMIN-UFRA, imediatamente congelados e conservados a -18°C para posterior processamento das amostras.

2.2 Análises laboratoriais e a campo

2.2.1 Descontaminação dos materiais

A vidraria que foi utilizada nas análises passou por banhos com detergente neutro e água corrente, seguidos de lavagem com água deionizada e banho de imersão com ácido nítrico a 10% durante 24 horas. Depois desse período, foram novamente lavados com água deionizada e levados para secagem na estufa sob temperatura de 50°C por 24 horas.

2.2.2 Análise de mercúrio - dma mercury analysis

A determinação do Mercúrio Total nas amostras coletadas foi realizada através do método de combustão a partir de um analisador de mercúrio específico (DMA 80 – Milestone), o DMA é um equipamento de decomposição térmica e detecção por espectrometria de absorção atômica, específico para determinação de mercúrio. No DMA, as amostras são pesadas em “barquinhas” de níquel ou quartzo e inseridas diretamente no equipamento (Figura 6). O princípio de funcionamento desta técnica consiste no aquecimento da amostra até uma temperatura adequada ($>600^{\circ}\text{C}$) para posterior concentração do vapor de mercúrio, em fios de ouro, formando uma amálgama. A amálgama de Hg e Au pode formar compostos como AuHg_2 , Au_2Hg e/ou AuHg . Utilizando-se outra etapa de aquecimento, agora do amálgama, o mercúrio é reduzido ao seu vapor monoatômico e detectado por absorção atômica. Esta técnica analítica tem como grande vantagem perante outras técnicas de Absorção Atômica o fato de dispensar a etapa de pré-tratamento da amostra, ou seja, a amostra sólida não requer a conversão do Hg para o meio aquoso para determinar a concentração de mercúrio.

2.3 Validação do método

As análises foram baseadas e seguidas conforme o protocolo e validação de método proposto por TORRES (2013) para determinação de mercúrio total em peixes e camarão por espectrometria de absorção atômica com decomposição térmica/amalgamação (TDA AAS). O método foi validado segundo legislações nacionais e internacionais, específicas para gêneros alimentícios, e utilizados para análise de peixes e camarão, atendendo o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

2.4 Tratamento estatístico

O tratamento estatístico dos resultados constou de uma análise descritiva simples e de uma comparação das médias de concentração de mercúrio total obtidas em cada espécie nos tecidos estudados, por análise de variância. Utilizou-se também o Coeficiente de Correlação de Pearson, para avaliar o grau de correlação entre as variáveis.

3. Níveis de mercúrio total

ÁREA IMPACTADA POR MINERAÇÃO

Considerando a espécie estudada, verificou-se que a concentração média de Hg-Total encontrada no tecido muscular para espécimes capturadas na APA do Igarapé Gelado foi de $0.15 \pm 0.05 \mu\text{g.g}^{-1}$ e o valor médio de comprimento total foi de $30.814 \pm 1.51\text{cm}$, além de apresentar um peso total médio de $453.857 \pm 106.765 \text{g}$. Os dados biométricos e o teor médio de Hg-Total em tecido muscular da espécie estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Variáveis biométricas versus concentração de mercúrio total em tecido muscular de Tambaqui proveniente de tanque de Piscicultura da APA.

	Comp. Total (cm)	Peso Total (g)	Hg-Total Músculo ($\mu\text{g.g}^{-1}$)
n	11	11	11
Val. Mínimo	28.80	386.00	0.07
Val. Máximo	33.40	670.00	0.20
Média \pm DP	30.814 ± 1.51	453.857 ± 106.765	0.15 ± 0.05

Embora em nenhuma amostra tenha sido constatada concentrações acima do que é permitido ($0,5 \mu\text{g.g}^{-1}$) pela legislação brasileira (BRASIL, 1965), vale ressaltar que o peixe é uma das bases da alimentação da população que vive nessa região e o seu consumo é bastante

intenso. Logo é imperativo alertar para o risco da frequência que esse alimento é ingerido, visto que o mercúrio é um elemento com alto poder de acumulação e mesmo em baixas concentrações, o seu consumo recorrente pode ser prejudicial a saúde.

A determinação de mercúrio na porção muscular de peixes é de grande importância para que se possa analisar e identificar possíveis níveis tóxicos presente nesses organismos aquáticos, que é uma das principais fontes de alimento do ser humano (DURAL *et al.*, 2007). Além disso, identificar possíveis contaminações e poluições no ambiente aquático, com base nas concentrações deste elemento presente na biota do ecossistema estudado.

ÁREA CONTROLE

Já para a área controle, considerando a espécie estudada, verificou-se que a concentração média de Hg-Total encontrada no tecido muscular foi de $0.03 \pm 0.01 \mu\text{g.g}^{-1}$. Os valores médios de comprimento total e peso total foram de 29.72cm e de 450.81g, respectivamente. Os dados biométricos e os teores médios de Hg-Total em tecido muscular da espécie estudada estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2: Variáveis biométricas versus concentração de mercúrio total em tecido muscular de Tambaqui proveniente de área controle – UFRA Castanhal.

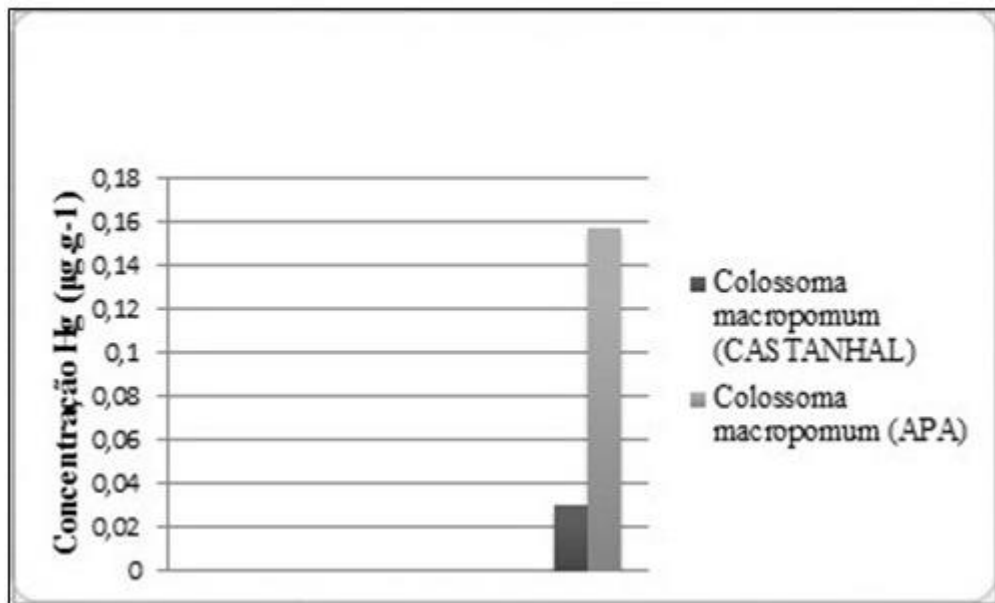
	Comp.Total (cm)	Peso Total (g)	Hg-Total Músculo ($\mu\text{g.g}^{-1}$)
n	11	11	11
Val. Mínimo	27	380	0.012
Val. Máximo	33	570	0.064
Média \pm DP	29.72 ± 1.95	450.81 ± 53.58	0.030 ± 0.01

DP: desvio padrão.

Com base nos resultados, pode-se inferir que apesar das concentrações das amostras da APA do Igarapé Gelado não ultrapassarem o limite permitido pela legislação (BRASIL, 1965), as mesmas apresentam valores acima das médias controles e, portanto, indicam possível influência da mineração no ambiente aquático e na ictiofauna da região.

Para as amostras de *Colossoma macropomum*, observou-se pelo teste ANOVA que as mesmas diferiram significativamente para as concentrações de mercúrio totais entre as áreas estudadas ($F = 50.86$, $F_{\text{crítico}} = 4.49$). Conforme é observado na figura 1, o teor médio de concentração de mercúrio total foi maior para as amostras do tanque de piscicultura da APA, apresentando $0.157 \pm 0.05 \mu\text{g.g}^{-1}$, enquanto que as amostras de área controle – UFRA Castanhal apresentaram $0.030 \pm 0.01 \mu\text{g.g}^{-1}$.

Figura 1: Dados de concentrações médias de mercúrio total em *Colossoma macropomum*.



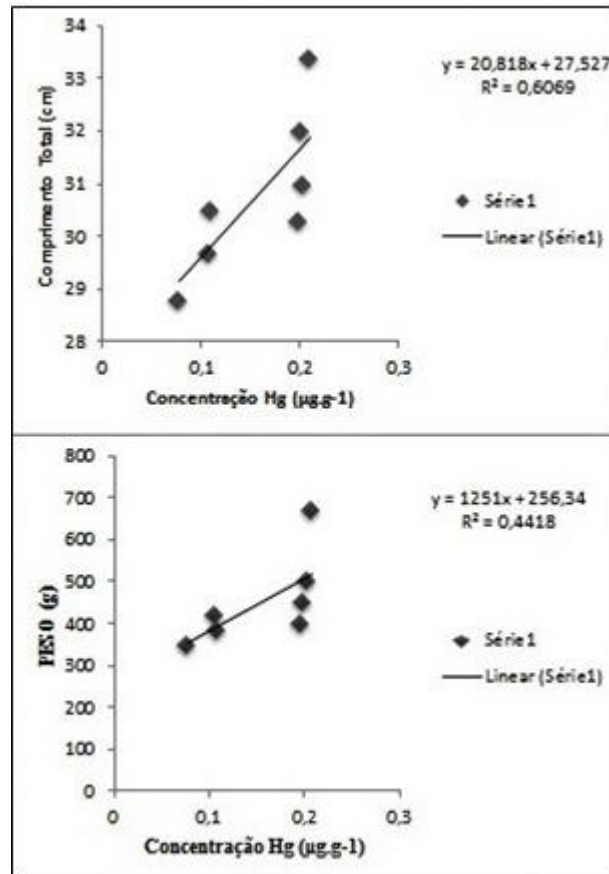
Fonte:

Dados da pesquisa.

Os dados das concentrações médias de mercúrio total, de ambas as áreas, apresentaram valores abaixo do limite máximo permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 1965). Costa *et al.*, (2011) analisaram níveis de mercúrio total em amostras de tecido muscular em *Colossoma macropomum* proveniente da APA do igarapé gelado, Parauapebas, e encontraram o valor de $0,09954 \pm 0,0003 \mu\text{g/g}^{-1}$, limite aceitável pela legislação brasileira para concentrações em peixes. Já Morgano *et al.*, (2005) encontram uma média de mercúrio total de $0,012 \text{ mg/kg}$ para amostras de *Colossoma macropomum* provenientes de tanques de piscicultura em São Paulo.

Com base nos resultados obtidos para as amostras de *Colossoma macropomum* das áreas estudadas, percebeu-se que os dados de concentração de mercúrio total possuem uma correlação positiva e significativa com os dados de comprimento total e peso total ($r = 0,77$, $p < 0,05$; $r = 0,66$, $p < 0,05$, respectivamente). Essa correlação pôde ser observada na figura 2.

Figura 2: Dados de correlação entre concentração Hg/comprimento e peso total de *Collossoma macropomum*.



Fonte: Dados da pesquisa.

Com base nisso, pode-se inferir que à medida que o espécime de tambaqui cresce em peso e comprimento, provavelmente o teor médio de concentração de mercúrio total também aumentará em seu tecido muscular. Fato que pôde ser observado em outros estudos também como Liparisi *et al.* (2000) e Sellanes *et al.* (2002) observaram em amostras de peixes do litoral fluminense no Rio de Janeiro, fortalecendo a teoria de bioacumulação.

Neste trabalho foram comparados os teores médios de mercúrio em peixes provenientes de área impactada por mineração e de área controle, sem influencia de mineração. A espécie observada no presente estudo foi *Collossoma macropomum*.

As amostras de ambas as áreas não ultrapassaram o limite máximo permitido de concentração de mercúrio em peixes ($0.5 \mu\text{g.g}^{-1}$), estabelecido pela legislação vigente no Brasil. As amostras da APA do Igarapé gelado apresentaram, em sua maioria, concentrações maiores de mercúrio total do que as amostras das áreas controle.

O peixe constitui a base da alimentação de muitas comunidades ribeirinhas na Amazônia, por isso o estudo da determinação de mercúrio em peixes localizados nesse ecossistema é de grande importância para a saúde pública, visto os malefícios que altas concentrações desse metal podem trazer a saúde humana.

Embora as concentrações encontradas nas áreas estudadas estejam dentro do limite padrão estabelecido pelas legislações nacionais e internacionais, o presente trabalho apoia a importância do monitoramento regular de áreas expostas e não expostas a mineração no ambiente Amazônico, visto o processo de bioacumulação e possíveis quadros de contaminação para o homem e também para a biota aquática.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 55.871 de 26 de Março de 1965 do Ministério da Saúde. Modifica o Decreto nº 50.040 de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF**, 9 de abril de 1965.

BELGER, L.; FORSBERG, B. R. Factors controlling hg levels in two predatory fish species in the Negro river basin, Brazilian Amazon. **Science of the Total Environment**, v. 367, p. 451-459. 2006.

BARTHEM, R. B; GOULDING, M. An unexpected ecosystem: The amazon as revealed by fisheries, (ACA) Missouri Botanical Garden Press, 241p. 2007.

COUNTER, S. A.; BUCHANAN, L. H. **Mercury exposure in children: a review**. Toxicol. Appl. Pharmacol., v. 198, p. 209-230. 2004.

COSTA, D. C. **Avaliação dos níveis de metais tóxicos alumínio e mercúrio em peixes de água doce *Leporinus elongatus* (piauí) e *Colossoma macropomum* (tambaqui) oriundos do município de Parauapebas-Pa**. 2011. 32f. (Graduação em Medicina Veterinária) Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.

DURAL, M.; GÖKSU, M. Z. L.; OZAK, A. A. **Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon**. Food Chemistry, v. 102, p. 415-421. 2007.

JAHANBAKHT, S.; LIVARDJANI, F.; JAEGER, A. **An experimental ecotoxicological study and its application to the behavioural study of organic mercury (CH₃HgCl) in the environment: influence of temperature and pH**. *Chemosphere*, v. 49, p. 1399-1405. 2002.

MORGANO, M. A. et al. **Mercury levels in freshwater fishes from piscicultures established in São Paulo state**. Food Science and Technology. v.25 no.2 Campinas Apr./June 2005.

WASSERMAN, J. C.; HACON, S.; WASSERMAN, M. A. Biogeochemistry of mercury in the Amazonian environment. **AMBIO**, v. 32, n. 5, p. 336-342. 2003.

SILVA-FILHO, E. V. et al. Mercury deposition through litterfall in an Atlantic Forest at Ilha Grande, Southeast Brazil. *Chemosphere*, v. 65, n. 11, p. 2477-2484, 2006.

SLACK-SMITH, R. J. Fishing with traps and pots. Roma, Itália: **FAO**, 2001. 62p.

LIPARISI, F. et al. **Determinação dos teores de mercúrio em amostras de peixe-espada (*Trichurus lepturus*), coletadas na praia de Itaipu – Niterói, RJ.** *Revista de Higiene Alimentar*, v. 14, n. 77, p. 37-39, 2000.

SELLANES, A. G. et al. Mercúrio em peixes marinhos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 30, n. 2, p. 107-112, 2002.

Recebido em: 05/10/2018

Aceito em: 10/10/2018

Endereço para correspondência:

Nome: Luís Felipe Neves dos Prazeres

email: neves.ufra@hotmail.com



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)