



15º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE
CONDICIONANTES

CAPÍTULO 2 – ANDAMENTO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL

Anexo 13.3.4 - 10 – Monitoramento de Elementos-Traço em Peixes na Região de Influência da UHE Belo Monte

Anexo 13.3.4 - 10 – Monitoramento de Elementos-Traço em Peixes na Região de Influência da UHE Belo Monte

1. OBJETIVOS

- Avaliar as concentrações dos elementos-traço cádmio, chumbo, arsênio e mercúrio em tecidos musculares da ictiofauna;
- Avaliar os riscos de contaminação da população local, mediante consumo de peixes pescados na região, considerando a presença desses elementos-traço no pescados, com base nos limites de segurança da ANVISA;
- Verificar possíveis diferenças das concentrações desses elementos, entre os setores do monitoramento dentro de cada guilda trófica;
- Comparar as doses acumuladas destes elementos-traço nos peixes amostrados na AID da UHE de Belo Monte com os determinados na fase de pré enchimento.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em julho de 2018, foram coletados 148 indivíduos pertencentes à 15 espécies, distribuídos entre as guildas previamente estabelecidas: detritívoros, onívoros e piscívoros. De modo geral, as espécies apresentaram médias abaixo dos limites de segurança previstos na legislação brasileira em todos os setores e guildas. Considerando o nível de detecção, os elementos Hg e Pb apareceram em todas as amostras analisadas, já para As e Cd, grande parte das amostras apresentavam concentrações abaixo da metade do limite de detecção do equipamento ($< 1,8.10^{-6}$ e $< 2,1.10^{-6}$ respectivamente) (**Quadro 1 - 1**). Esses resultados são similares ou abaixo do resultado de trabalhos anteriores realizados no rio Xingu e seus tributários (Souza-Araujo *et al.*, 2016; Ribeiro *et al.*, 2017).

Para a guilda dos detritívoros, não houve diferenças significativas em nenhum dos quatro elementos-traço entre os setores (**Quadro 1 - 2; Figura 1 - 1**). Por ser uma guilda onde as espécies compõem níveis tróficos mais basais, a ausência de grande oscilação dos elementos-traço é esperada. Estas espécies se alimentam de detritos orgânicos quase sempre provenientes da decomposição da vegetação terrestre alagada perto das margens dos rios, que geralmente não acumula o mercúrio no sistema aquático.

Quadro 1 - 1 – Média ± DP, mínimo e máximo dos elementos traço Hg, Cd, As e Pb em espécies de diferentes guildas tróficas nos setores monitorados na área de influência da UHE de Belo Monte.

SETOR	Guilda	Espécie	n	Hg		Cd		As		Pb	
				Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx
2	Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	1	0,019	-	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0032	-	0,0002	-
		<i>Curimata inornata</i>	4	0,002 ± 0,0004	0,001 - 0,002	0,0002 ± 7,8687	0,0001 - 0,0003	0,0009 ± 0,0005	0,0005 - 0,0015	0,003 ± 0,0009	0,0024 - 0,0046
		<i>Prochilodus nigricans</i>	5	0,024 ± 0,004	0,019 - 0,031	0,0017 ± 0,0001	0,0015 - 0,0018	0,0067 ± 0,0010	0,0053 - 0,0084	0,004 ± 0,0027	0,0027 - 0,0092
	Onívoros	<i>Hemiodus sp. xingu</i>	5	0,009 ± 0,012	0,002 - 0,032	0,0000 ± 7,2791	0,0000 - 0,0002	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,008 ± 0,0119	0,0020 - 0,0294
		<i>Hemiodus unimaculatus</i>	5	0,012 ± 0,002	0,011 - 0,015	<2,1.10 ⁻⁶	-	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,002 ± 0,0012	0,0009 - 0,0042
	Piscívoros	<i>Boulengerella cuvieri</i>	1	0,026	-	<2,1.10 ⁻⁶	-	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,003	-
		<i>Plagioscion squamosissimus</i>	4	0,463 ± 0,087	0,338 - 0,523	0,0175 ± 0,0014	0,0153 - 0,0182	0,0688 ± 0,0117	0,0512 - 0,0758	0,031 ± 0,0047	0,0266 - 0,0379
<i>Serrasalmus rhombeus</i>		5	0,082 ± 0,079	0,015 - 0,212	0,0001	-	0,0003	-	0,001 ± 0,0008	0,0001 - 0,0021	
3	Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	4	0,030 ± 0,006	0,024 - 0,038	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0013 ± 0,0004	0,0007 - 0,0018	0,001 ± 0,0010	0,0002 - 0,0022
		<i>Curimata inornata</i>	1	0,003	-	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0004	-	0,0009	-
		<i>Prochilodus nigricans</i>	5	0,020 ± 0,002	0,017 - 0,024	0,0016 ± 0,0001	0,0015 - 0,0019	0,0063 ± 0,0001	0,0061 - 0,0066	0,002 ± 0,0009	0,0018 - 0,0041
	Onívoros	<i>Hemiodus sp. xingu</i>	5	0,003 ± 0,0008	0,002 - 0,004	0,0000 ± 2,4809	0,00005 - 0,0001	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,002 ± 0,0013	0,0004 - 0,0042
		<i>Hemiodus unimaculatus</i>	5	0,008 ± 0,0007	0,007 - 0,009	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0008 ± 0,0001	0,0006 - 0,0009	0,003 ± 0,0040	0,0011 - 0,0102
	Piscívoros	<i>Boulengerella cuvieri</i>	1	0,034	-	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0003	-	0,001	-
<i>Plagioscion squamosissimus</i>		3	0,161 ± 0,208	0,033 - 0,402	0,0067 ± 0,0088	0,0015 - 0,0169	0,0234 ± 0,0294	0,0061 - 0,0574	0,008 ± 0,0106	0,0018 - 0,0205	
<i>Serrasalmus rhombeus</i>		5	0,016 ± 0,005	0,009 - 0,024	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0006 ± 0,0006	0,0000 - 0,0012	0,002 ± 0,0016	0,0004 - 0,0037	
4	Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	5	0,020 ± 0,006	0,014 - 0,030	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0010 ± 0,0007	0,0001 - 0,0021	0,0008 ± 0,0004	0,0004 - 0,0013
	Onívoros	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	5	0,012 ± 0,004	0,008 - 0,020	0,0008 ± 0,0011	0,0000 - 0,0017	0,0027 ± 0,0039	0,0001 - 0,0072	0,003 ± 0,0027	0,0004 - 0,0073
		<i>Myloplus rubripinnis</i>	2	0,013 ± 0,006	0,008 - 0,018	0,0017	-	0,007	-	0,001 ± 0,0014	0,0001 - 0,0022
	Piscívoros	<i>Boulengerella cuvieri</i>	2	0,051 ± 0,013	0,041 - 0,060	0,0014	-	0,0064	-	0,0009 ± 0,0012	0,0000 - 0,0017

SETOR	Guilda	Espécie	n	Hg		Cd		As		Pb	
				Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx
		<i>Hydrolycus armatus</i>	2	0,045 ± 0,021	0,030 - 0,060	<2,1.10 ⁻⁶	-	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,0001 ± 5,7204	0,0001 - 0,0002
		<i>Plagioscion sp. vitoria</i>	5	0,039 ± 0,015	0,022 - 0,063	0,0000 ± 9,4752	-	0,0018 ± 0,0007	0,0008 - 0,0027	0,006 ± 0,0150	0,0000 - 0,0338
		<i>Pygocentrus nattereri</i>	5	0,037 ± 0,010	0,024 - 0,051	0,0016 ± 0,0001	0,0014 - 0,0017	0,0069 ± 0,0009	0,0058 - 0,0083	0,002 ± 0,0004	0,0017 - 0,0028
		<i>Serrasalmus manuei</i>	1	0,048	0,048 - 0,048	0,0014	-	0,006	-	0,002	0,0029 - 0,0029
		<i>Serrasalmus rhombeus</i>	2	0,031 ± 0,008	0,025 - 0,037	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0001	-	0,0005 ± 0,0005	0,0001 - 0,0009
5	Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	1	0,021	0,021 - 0,021	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0013	-	0,0007	0,0007 - 0,0007
		<i>Curimata inornata</i>	2	0,024 ± 0,029	0,004 - 0,045	0,0002 ± 0,0002	0,00007 - 0,0003	0,0009	-	0,008 ± 0,0107	0,0012 - 0,0165
		<i>Prochilodus nigricans</i>	1	0,019	0,019 - 0,019	0,0015	0,0015 - 0,0015	0,0089	0,0089 - 0,0089	0,002	0,0022 - 0,0022
	Onívoros	<i>Hemiodus sp. xingu</i>	5	0,003 ± 0,0004	0,003 - 0,004	0,0000 ± 3,5241	0,00004 - 0,0001	0,0020 ± 0,0010	0,0005 - 0,0027	0,001 ± 0,0014	0,0003 - 0,0042
		<i>Hemiodus unimaculatus</i>	2	0,008 ± 0,001	0,008 - 0,009	<2,1.10 ⁻⁶	-	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,002 ± 0,0003	0,0018 - 0,0022
		<i>Myloplus rubripinnis</i>	2	0,009 ± 0,0007	0,008 - 0,009	<2,1.10 ⁻⁶	-	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,001 ± 4,2709	0,0010 - 0,0010
	Piscívoros	<i>Boulengerella cuvieri</i>	1	0,029	0,029 - 0,029	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0002	-	0,001	0,0012 - 0,0012
		<i>Hydrolycus armatus</i>	4	0,116 ± 0,126	0,029 - 0,304	-	-	0,0007 ± 0,0005	0,0002 - 0,0014	0,001 ± 0,0008	0,0006 - 0,0024
		<i>Plagioscion squamosissimus</i>	5	0,047 ± 0,009	0,037 - 0,061	0,0016 ± 0,0001	0,0014 - 0,0018	0,0082 ± 0,0009	0,0069 - 0,0092	0,002 ± 0,0006	0,0020 - 0,0037
		<i>Serrasalmus manuei</i>	2	0,034 ± 0,003	0,031 - 0,037	0,0017 ± 0,0000	0,0017 - 0,0017	0,0066 ± 0,0003	0,0063 - 0,0069	0,003 ± 0,0011	0,0023 - 0,0040
		<i>Serrasalmus rhombeus</i>	5	0,093 ± 0,043	0,052 - 0,161	0,0016 ± 0,0001	0,0014 - 0,0017	0,0068 ± 0,0004	0,0063 - 0,0073	0,004 ± 0,0020	0,0025 - 0,0075
6	Detritívoros	<i>Curimata inornata</i>	2	0,052 ± 0,030	0,031 - 0,074	0,0004 ± 0,0001	0,0003 - 0,0005	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,016 ± 0,0074	0,0114 - 0,0219
		<i>Prochilodus nigricans</i>	4	0,020 ± 0,0007	0,019 - 0,020	0,0016 ± 6,6140	0,0015 - 0,0017	0,0067 ± 0,0008	0,0061 - 0,0080	0,002 ± 0,0005	0,0024 - 0,0036
	Onívoros	<i>Hemiodus sp. xingu</i>	5	0,003 ± 0,0003	0,002 - 0,003	0,0001 ± 0,0001	0,0000 - 0,0004	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,001 ± 0,0008	0,0012 - 0,0032
		<i>Hemiodus unimaculatus</i>	1	0,010	0,010 - 0,010	<2,1.10 ⁻⁶	-	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,002	0,0021 - 0,0021
		<i>Myloplus rubripinnis</i>	2	0,007 ± 0,0001	0,007 - 0,007	-	-	<1,8.10 ⁻⁶	-	0,001 ± 0,0006	0,0010 - 0,0020

SETOR	Guilda	Espécie	n	Hg		Cd		As		Pb	
				Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx	Média ± DP	Min - Máx
	Piscívoros	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	3	0,270 ± 0,255	0,031 - 0,539	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0042	0,0042 - 0,0042	0,006 ± 0,0030	0,0031 - 0,0091
		<i>Hoplias malabaricus</i>	5	0,040 ± 0,017	0,027 - 0,065	<2,1.10 ⁻⁶	-	0,0006 ± 0,0004	0,0001 - 0,0013	0,0006 ± 0,0008	0,0002 - 0,0022
		<i>Hydrolycus armatus</i>	1	0,027	0,027 - 0,027	<2,1.10 ⁻⁶	-	-	-	0,002	0,0027 - 0,0027
		<i>Plagioscion squamosissimus</i>	2	0,032 ± 0,0001	0,032 - 0,032	0,0017 ± 0,0001	0,0016 - 0,0018	0,0070 ± 0,0003	0,0067 - 0,0072	0,003 ± 0,0009	0,0026 - 0,0040
		<i>Serrasalmus rhombeus</i>	5	0,046 ± 0,009	0,039 - 0,063	0,0017 ± 8,4656	0,0016 - 0,0018	0,0070 ± 0,0006	0,0063 - 0,0079	0,003 ± 0,0006	0,0025 - 0,0039

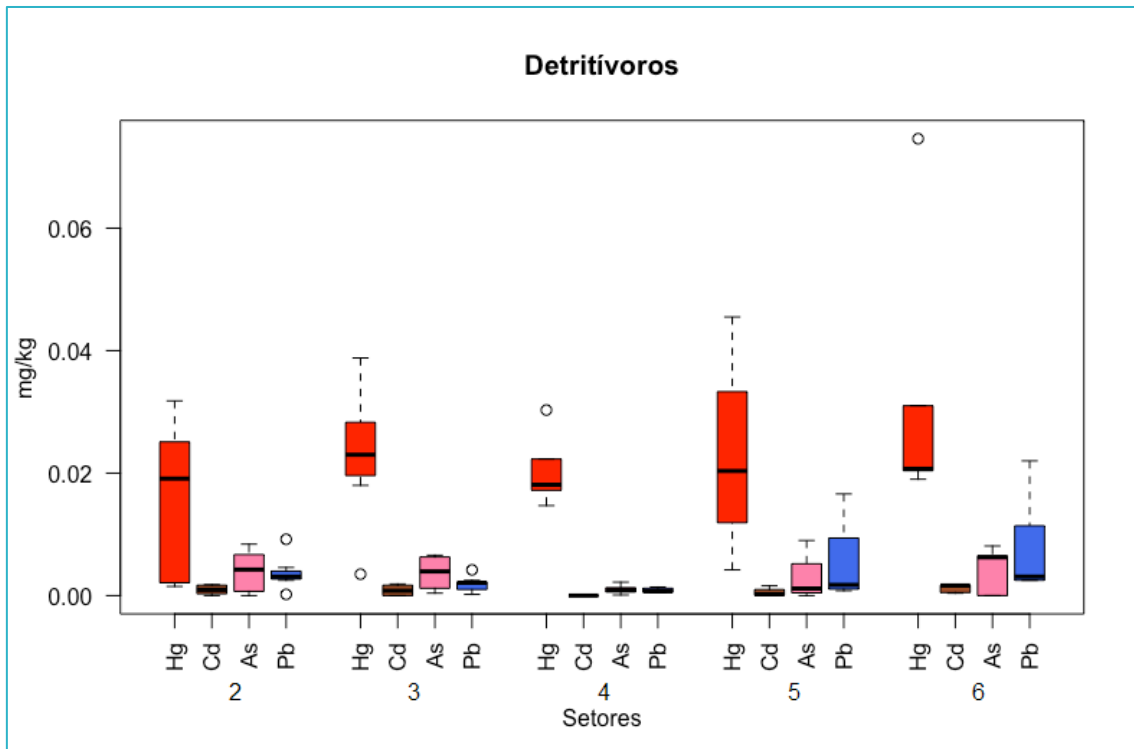


Figura 1 - 1 – Variação nas concentrações dos elementos traço Hg, Cd, As e Pb em peixes detritívoros em cinco setores de monitoramento no rio Xingu, julho 2018. Onde Setor 2: Reservatório Principal; 3: Trecho de Vazão Reduzida; 4: Jusante; 5: Reservatório Intermediário e 6: Bacajá.

Já a guilda dos onívoros apresentou diferença significativa entre os setores quanto às concentrações de Hg e As (**Quadro 1 - 2; Figura 1 - 2**). Os peixes onívoros do setor 4 apresentaram concentrações significativamente mais elevadas de Hg que os onívoros do setor 3 ($t = 3,549$; $p = 0,002$), setor 5 ($t = 3,460$; $p = 0,003$) e setor 6 ($t = 3,747$; $p = 0,002$). Quanto ao As, os onívoros do setor 2 apresentaram concentrações significativamente menores do que os peixes do setor 4 ($t = 2,04$; $p = 0,014$) e 5 ($t = 2,328$; $p = 0,033$). Os peixes onívoros do setor 4 apresentaram ainda valores maiores que dos do setor 6 ($t = 1,808$; $p = 0,024$).

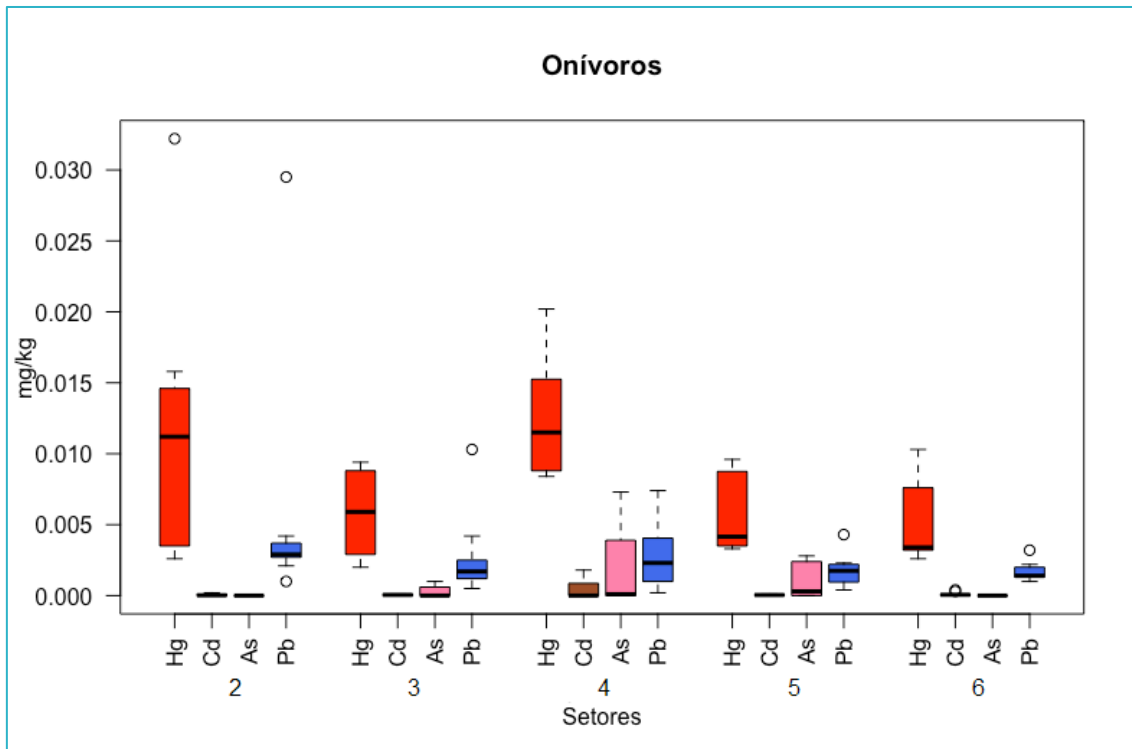


Figura 1 - 2 – Variação nas concentrações dos elementos traço Hg, Cd, As e Pb em peixes onívoros em seis setores de monitoramento no rio Xingu, julho 2018. Onde Setor 2: Reservatório Principal; 3: Trecho de Vazão Reduzida; 4: Jusante; 5: Reservatório Intermediário e 6: Bacajá.

Os níveis mais altos de mercúrio determinados para os peixes onívoros da região correspondente ao setor 4 é localizada nas proximidades às cidades de Belo Monte e Vitória do Xingu, regiões mais próximas à foz do rio Amazonas. Esse trecho do rio, portanto, é uma área permissiva à migração e forrageamento de espécies migradoras que podem apresentar concentrações de elementos traços oriundas do rio Amazonas. Em amostragens realizadas na foz do rio Amazonas, Scarpelli (2005) apontou que aproximadamente 0,6 t de As são levadas diariamente ao mar pela drenagem do rio Amazonas.

Com relação à guilda dos piscívoros, todos os elementos analisados apresentaram variações significativas entre os setores (**Quadro 1 - 2; Figura 1 - 3**). Os piscívoros do setor 2 apresentaram maiores concentrações de todos os elementos em relação aos piscívoros do setor 4 (Hg: $t = 3,657$; $p = 0,001$; Cd: $t = 2,912$; $p = 0,012$; As: $t = 2,787$; $p = 0,011$; Pb: $t = 2,325$; $p = 0,025$), do setor 5 (Hg: $t = 2,771$; $p = 0,006$; Cd: $t = 2,677$; $p = 0,011$; As: $t = 2,544$; $p = 0,011$; Pb: $t = 2,861$; $p = 0,010$) e do setor 6 (Hg: $t = 2,147$; $p = 0,043$; Cd: $t = 2,770$; $p = 0,016$; As: $t = 2,673$; $p = 0,014$; Pb: $t = 2,716$; $p = 0,015$). Os piscívoros do setor 5 ainda apresentaram concentrações de Hg maiores que no setor 4 ($t = 2,038$; $p = 0,011$).

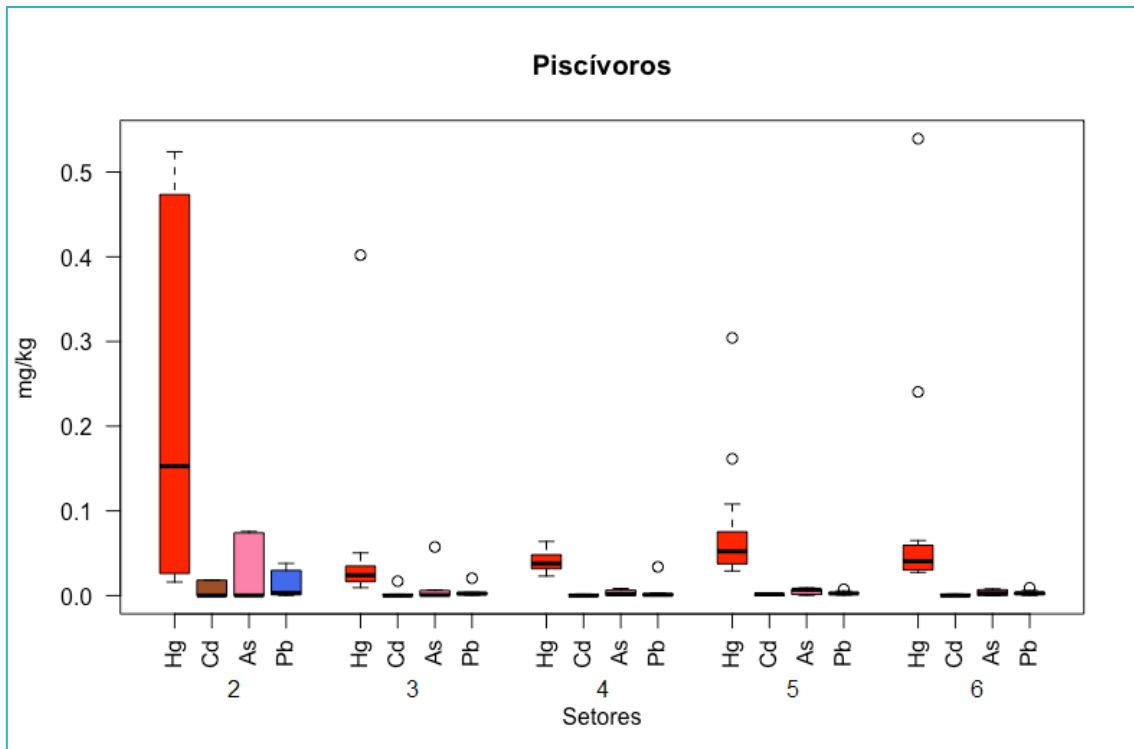


Figura 1 - 3 – Variação nas concentrações dos elementos traço Hg, Cd, As e Pb em peixes piscívoros em seis setores de monitoramento no rio Xingu, julho 2018.

Por estarem no topo da cadeia trófica, as espécies piscívoras estão mais suscetíveis à acumulação de elementos como Hg devido ao processo denominado biomagnificação (Beltran-Pedreiros *et al.*, 2011). Em bacias onde há presença de barragens e ocorre a formação de áreas permanentemente inundadas, foi observado o aumento gradual nas concentrações de elementos traço (Kasper *et al.*, 2012; 2014, Sim *et al.*, 2014). Esse aumento pode ser largamente influenciado pelas condições redox no ambiente aquático presente no reservatório. Além disso, a decomposição microbiana da matéria orgânica, juntamente às características limnológicas como pH ácido e baixos níveis de oxigênio, faz com que os reservatórios sejam locais ideais para metilação do Hg (Rogers *et al.*, 1995; Hylander *et al.*, 2006). O metilmercúrio (MeHg) pode ser facilmente assimilado pela biota e, portanto, em alguns reservatórios os peixes começam a apresentar teores mais elevados de Hg.

Um processo semelhante pode estar ocorrendo no Setor 2, tendo em vista que esse trecho do rio formou o Reservatório Principal da barragem. De modo semelhante pode ocorrer com o setor 5, já que esta área corresponde ao reservatório intermediário e possui vasta extensão de áreas de floresta permanentemente inundadas.

Quadro 1 - 2 – Resultados da PERMANOVA e nível de significância quanto à diferença entre os setores na concentração dos elementos traço dentro de cada guilda trófica.

Guilda	Elemento	PSEUDO-F	P
Detritívoros	Hg	1,413	0,256
	Cd	2,323	0,079
	As	1,124	0,360
	Pb	2,270	0,069
Onívoros	Hg	3,564	0,011
	Cd	2,524	0,050
	As	2,994	0,019
	Pb	1,156	0,310
Piscívoros	Hg	4,451	0,003
	Cd	5,001	0,003
	As	4,929	0,002
	Pb	4,156	0,005

Os resultados atuais apresentam valores bastante similares aos observados nos relatórios consolidados de julho de 2013, 2014 e 2015 (**Quadro 1 - 3, Quadro 1 - 4, Quadro 1 - 5 e Tabela 1 - 6**). Apenas algumas espécies, principalmente da guilda dos piscívoros, apresentaram um aumento na concentração de Hg em relação ao ano de 2013 (**Quadro 1 - 3**).

Quadro 1 - 3 – Comparação das concentrações de Hg encontrados na campanha de Julho/2018 com os relatórios anteriores de 2013-2015.

Guilda	Espécie	Hg (jul/2013)	Hg (jul/2014)	Hg (jul/2015)	Hg (jul/2018)
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	-	< 0,005	0,145 ± 0	0,0239 ± 0,0071
	<i>Curimata inornata</i>	0,037 ± 0,064	< 0,005	0,340 ± 0,172	0,0185 ± 0,0263
	<i>Prochilodus nigricans</i>	0,008 ± 0,009	< 0,005	< 0,005	0,0217 ± 0,0035
Onívoros	<i>Hemiodus</i> sp "Xingu"	0,023 ± 0,042	< 0,005	0,423 ± 0,049	0,0047 ± 0,0064
	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	0,022 ± 0,043	< 0,005	0,285 ± 0,165	0,0109 ± 0,0032
	<i>Myloplus rubripinnis</i>	0,023 ± 0,046	< 0,005	-	0,0099 ± 0,0040
Piscívoros	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	0,043 ± 0,053	< 0,005	-	0,2703 ± 0,2554
	<i>Boulengerella cuvieri</i>	0,034 ± 0,034	0,158 ± 0,143	0,549 ± 0,400	0,0385 ± 0,0136
	<i>Hoplias malabaricus</i>	0,087 ± 0,102	-	-	0,0409 ± 0,0179
	<i>Hydrolycus armatus</i>	-	0,118 ± 0,167	0,443 ± 0,462	0,0836 ± 0,0991
	<i>Plagioscion</i> sp "Vitória"	-	-	0,265 ± 0,086	0,0390 ± 0,0153
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,029 ± 0,039	0,062 ± 0,119	0,183 ± 0	0,1888 ± 0,2082
	<i>Pygocentrus nattereri</i>	0,005 ± 0,003	0,776 ± 0,510	-	0,0372 ± 0,0103
	<i>Serrasalmus manuei</i>	0,013 ± 0,010	0,435 ± 0,206	-	0,0392 ± 0,0083
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	0,025 ± 0,030	0,422 ± 0,423	0,401 ± 0,296	0,0570 ± 0,0503

Quadro 1 - 4 – Comparação das concentrações de Cd encontrados na campanha de Julho/2018 com os relatórios anteriores de 2013-2015.

Guilda	Espécie	Cd (jul/2013)	Cd (jul/2014)	Cd (jul/2015)	Cd (jul/2018)
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	Média ± DP
Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	-	< 0,01	< 0,01	< 2,1.10 ⁻⁶
	<i>Curimata inornata</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0002 ± 0,0001
	<i>Prochilodus nigricans</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0016 ± 0,0001
Onívoros	<i>Hemiodus</i> sp "Xingu"	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0001 ± 9,3052
	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0008 ± 0,0011
	<i>Myloplus rubripinnis</i>	< 0,01	< 0,01	-	0,0009 ± 0,0011
Piscívoros	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	< 0,01	< 0,01	-	< 2,1.10 ⁻⁶
	<i>Boulengerella cuvieri</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0014
	<i>Hoplias malabaricus</i>	< 0,01	-	-	< 2,1.10 ⁻⁶
	<i>Hydrolycus armatus</i>	-	< 0,01	< 0,01	< 2,1.10 ⁻⁶
	<i>Plagioscion</i> sp "Vitória"	-	-	< 0,01	< 2,1.10 ⁻⁶
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0073 ± 0,0078
	<i>Pygocentrus nattereri</i>	< 0,01	< 0,01	-	0,0016 ± 0,0001
	<i>Serrasalmus manuei</i>	< 0,01	< 0,01	-	0,0016 ± 0,0001
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0015 ± 0,0004

Quadro 1 - 5 – Comparação das concentrações de As encontrados na campanha de Julho/2018 com os relatórios anteriores de 2013-2015.

Guilda	Espécie	As (jul/2013)	As (jul/2014)	As (jul/2015)	As (jul/2018)
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	Média ± DP
Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	-	< 0,1	< 0,1	0,0013 ± 0,0008
	<i>Curimata inornata</i>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,0008 ± 0,0004
	<i>Prochilodus nigricans</i>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,0067 ± 0,0009
Onívoros	<i>Hemiodus</i> sp "Xingu"	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,0020 ± 0,0010
	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,0017 ± 0,0027
	<i>Myloplus rubripinnis</i>	< 0,1	< 0,1	-	0,007
Piscívoros	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	< 0,1	< 0,1	-	0,0042
	<i>Boulengerella cuvieri</i>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,0023 ± 0,0035
	<i>Hoplias malabaricus</i>	< 0,1	-	-	0,0006 ± 0,0004
	<i>Hydrolycus armatus</i>	-	< 0,1	< 0,1	0,0006 ± 0,0005
	<i>Plagioscion</i> sp "Vitória"	-	-	< 0,1	0,0018 ± 0,0007
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,0286 ± 0,0300
	<i>Pygocentrus nattereri</i>	< 0,1	< 0,1	-	0,0069 ± 0,0009
	<i>Serrasalmus manuei</i>	< 0,1	< 0,1	-	0,0064 ± 0,0004
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,0047 ± 0,0031

Quadro 1 - 6 – Comparação das concentrações de Pb encontrados na campanha de Julho/2018 com os relatórios anteriores de 2013-2015.

Guilda	Espécie	Pb (jul/2013)	Pb (jul/2014)	Pb (jul/2015)	Pb (jul/2018)
		Média ± DP	mg/kg	mg/kg	Média ± DP
Detritívoros	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	-	< 0,1	< 0,1	0,0009 ± 0,0007
	<i>Curimata inornata</i>	0,092 ± 0,006	< 0,1	< 0,1	0,0073 ± 0,0075
	<i>Prochilodus nigricans</i>	< 0,01	< 0,1	< 0,1	0,0031 ± 0,0017
Onívoros	<i>Hemiodus</i> sp "Xingu"	0,116 ± 0,072	< 0,1	< 0,1	0,0034 ± 0,0062
	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	0,109 ± 0,052	< 0,1	< 0,1	0,0030 ± 0,0024
	<i>Myloplus rubripinnis</i>	< 0,01	< 0,1	-	0,0012 ± 0,0007
Piscívoros	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	< 0,01	< 0,1	-	0,0061 ± 0,0030
	<i>Boulengerella cuvieri</i>	0,118 ± 0,060	< 0,1	< 0,1	0,0016 ± 0,0013
	<i>Hoplias malabaricus</i>	0,112 ± 0,030	-	-	0,0006 ± 0,0008
	<i>Hydrolycus armatus</i>	-	< 0,1	< 0,1	0,0011 ± 0,0010
	<i>Plagioscion</i> sp "Vitória"	-	-	< 0,1	0,0069 ± 0,0150
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,094 ± 0,014	< 0,1	< 0,1	0,0121 ± 0,0137
	<i>Pygocentrus nattereri</i>	0,107 ± 0,060	< 0,1	-	0,0023 ± 0,0004
	<i>Serrasalmus manuei</i>	0,222 ± 0,186	< 0,1	-	0,0031 ± 0,0008
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	< 0,01	< 0,1	< 0,1	0,0026 ± 0,0018

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, a ictiofauna amostrada possui até o momento baixo risco de contaminação. Os teores médios de elementos são consistentemente mais baixos do que os valores de literatura relatados e bem abaixo do limite de segurança previsto na legislação brasileira. A continuidade do monitoramento, especialmente dentro da área do reservatório, é indicada, tendo em vista que de modo

semelhante à demais rios Amazônicos, mudanças limnológicas podem ocorrer na região e podem acarretar no aumento da biodisponibilidade dos elementos-traço, em especial do Hg.

4. REFERÊNCIAS

Anderson, M. J. (2001). Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **58**, 626–639.

Anderson, M. J., Gorley, R. N. & Clarke, K. R. (2008). PERMANOVA for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth.

Beltran-Pedrerros, S., Zuanon, J., Leite, R. G., Peleja, J. R. P., Mendonca, A. B. & Forsberg, B. R. (2011). Mercury bioaccumulation in fish of commercial importance from different trophic categories in an Amazon floodplain lake. *Neotropical Ichthyology* **9**, 901-908.

Hylander, L. D., J. Grohn, M. Tropp, A. Vikström, H. Wolpher, E. C. Silva, M. Meili & L. J. Oliveira. (2006) . Fish Mercury increase in Lago Manso, a new hydroelectric reservoir in tropical Brazil. *Journal of Environmental Management* **81**, 155–166.

Kasper, D., Forsberg, B. R., Amaral, J. H. F., Leitão O, R. P., Py-Daniel, S. S., Bastos, W. R. & Malm, O. (2014). Reservoir Stratification Affects Methylmercury Levels in River Water, Plankton, and Fish Downstream from Balbina Hydroelectric Dam, Amazonas, Brazil. *Environmental Science Technology* **48** (2), 1032 – 1040.

Kasper, D., Palermo, E. F. A., Branco, C. W. C. & Malm, O. (2012). Evidence of elevated mercury levels in carnivorous and omnivorous fishes downstream from an Amazon reservoir. *Hydrobiologia* **694**, 87-98.

Ribeiro, D. R. G., Faccin, H., Molin. T. R. D., de Carvalho, L. M. & Amado, L. L. (2017). Metal and metalloid distribution in different environmental compartments of the middle Xingu River in the Amazon, Brazil. *Science of The Total Environment* **15**, 605-606:66-74.

Rogers, D. W., M. Dickman & X. Han. (1995). Stories from old reservoirs: sediment Hg and Hg methylation in Ontario hydroelectric developments. *Water, Air and Soil Pollution* **80**, 829–839.

Scarpelli, W. Arsenic in the rivers of the Amazon Basin. *TERRÆ* **2(1-2)**, 20-27.

Sim, S. F., Ling, T. Y., Nyanti, L., Ean Lee, T. Z., Mohd Irwan Lu, N. A., & Bakeh, T. (2014). Distribution of Major and Trace Elements in a Tropical Hydroelectric Reservoir in Sarawak, Malaysia. *International scholarly research notices* **2014**, 870187.

Souza-Araujo, J., Giarrizzo, T., Lima, M. O. & Souza, M. B. G. (2016). Mercury and methylmercury in fish from Bacajá River (Brazilian Amazon): evidence for bioaccumulation and biomagnification. *Journal of Fish Biology* **89(1)**, 249-63.