

## XV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe

### ANÁLISE DE MERCÚRIO EM PEIXES NATIVOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO, BRASIL

Paulo Tarcio Silva do Nascimento <sup>1</sup>; Érica Alves de Oliveira Santos <sup>2</sup>; Rayanne Aparecida de Sousa Pires <sup>3</sup>; Andrielle dos Santos de Jesus <sup>4</sup>; Thauane Mayara Silva de Jesus <sup>5</sup>; Nikolas Rebelato Rodrigues <sup>6</sup>; Paulino Estevez Rocha <sup>7</sup>; Carlos Alexandre Borges Garcia <sup>8</sup>; Carlos Alberto da Silva <sup>9</sup>; Marcos Vinicius Teles Gomes <sup>10</sup> & Silvânio Silvério Lopes da Costa <sup>11</sup>.

**RESUMO:** Com o objetivo de analisar o nível de mercúrio (Hg) no músculo dos peixes *Acestrorhynchus lacustris* (lambiá), *Schizodon knerii* (piauí branco) e *Sternopygus macrurus* (Sarapó macrurus), capturadas no Baixo São Francisco, entre os municípios de Propriá/SE e Porto Real do Colégio/AL, foi utilizado para captura dos indivíduos um conjunto de redes de espera, com malhas de 3 à 16 cm entre nós opostos. Na análise de Hg foi utilizado o equipamento Direct Mercury Analyser - DMA-80, para análise direta sem a necessidade de digestão ou pré-tratamento da amostra. Os resultados mostraram que todos os espécimes analisados apresentaram teores de Hg abaixo do limite máximo de 0,5 mg kg<sup>-1</sup> em peixes não predadores e 1,0 mg kg<sup>-1</sup> em peixes predadores prescritos pela ANVISA. O consumo humano das espécies de peixes *Acestrorhynchus lacustris* (lambiá), *Schizodon knerii* (piauí branco) e *Sternopygus macrurus* (Sarapó macrurus), capturadas no Baixo São Francisco, não apresenta risco a saúde humana, visto que os valores médios de mercúrio no músculo dos peixes se enquadram abaixo dos limites máximos estabelecidos pela ANVISA. Uma vez que, o Hg é um metal não eliminado pelos organismos e que pode biomagnificar ao longo da cadeia alimentar, sugere-se que seja estabelecido um programa de biomonitoramento dos níveis de Hg nos peixes.

**Palavras-chave:** Músculo do peixe, Mercúrio, Legislação.

<sup>1</sup>) Graduando no Curso de Química Industrial, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe- UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, paulotata22@gmail.com;

<sup>2</sup>) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe - UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, ericaevellyn\_alves@hotmail.com;

<sup>3</sup>) Graduando no Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe- UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, Raynneray@gmail.com;

<sup>4</sup>) Graduando no Curso de Química Industrial, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe- UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, andriellesantos2017@gmail.com;

<sup>5</sup>) Graduando no Curso de Química Industrial, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe- UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, thauane.mayara@gmail.com;

<sup>6</sup>) Graduando no Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe- UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, nikolasrebelato13@gmail.com;

<sup>7</sup>) Graduando no Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe- UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, paulinoestevrozocha@gmail.com;

<sup>8</sup>) Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe- UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, carlosabgarcia@gmail.com;

<sup>9</sup>) Pesquisador na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, nº 3250, Aracaju, SE, CEP: 49025-040, carlos-alberto.silva@embrapa.br;

<sup>10</sup>) Pesquisador no Centro de Referência em Aquicultura e Recursos Pesqueiros de Itiúba, 5ª CII – CODEVASF, Perímetro irrigado do Itiúba, s/n, Porto Real do Colégio, AL, CEP: 7290-000, marcos.teles@codevasf.gov.br;

<sup>11</sup>) Pesquisador no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe - UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 491000-000, silvanioslc@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

A poluição de ecossistemas aquáticos geralmente está ligada a múltiplas fontes, como efluentes domésticos e industriais, drenagem agrícola e despejos de produtos químicos, de forma acidental ou não acidental, segundo Silva *et al.* (2021). Os corpos hídricos são contaminados diariamente com o lançamento de contaminantes orgânicos e inorgânicos, e dentre as fontes poluidoras inorgânicas a contaminação por elementos traço é a mais preocupante, devido à bioacumulação e à biomagnificação dos metais na flora e fauna aquáticas, respectivamente (SCHILLER *et al.*, 2017). Dentre os elementos traço o mercúrio destaca-se por ser altamente tóxico, sendo um elemento que transpassa toda cadeia trófica aquática podendo atingir níveis elevados nos predadores de topo de cadeia. Como os peixes têm amplo espectro alimentar, estudos de biomagnificação podem ser realizados analisando peixes com diferentes hábitos alimentares (Kasper *et al.* 2007).

O mercúrio pode estar presente no meio ambiente através de fontes naturais, como emissões vulcânicas, incêndios florestais e intemperismo da crosta terrestre. Como também por fonte antropogênica, incluindo associação com processos de alta temperatura (fusão, combustão de carvão e incineração) combinados com usos comerciais do Hg (pilhas e termômetros), descarte de resíduos carregados de Hg (por exemplo, operações de mineração) que são convertidos em formas voláteis no meio ambiente (LEÓN-CAÑEDO *et al.*, 2019). É um metal que se caracteriza por ser volátil à temperatura ambiente e quando atinge a atmosfera, seu vapor pode ser transportado para regiões distantes, ampliando a área de contaminação (SILVA & ESTANISLAU 2015), isso pode explicar porque o Hg pode ser encontrado em locais que não possuem fontes originárias de contaminação (AMARO *et al.* 2014).

O mercúrio presente na água é absorvido pelos peixes através da via respiratória, dérmica ou digestiva e se concentra em vários tecidos, especialmente no músculo (KEHRIG *et al.*, 2011). Para Campos (2015) os peixes onívoros, carnívoros e herbívoros absorvem quantidades diferentes de elementos traço através da alimentação conforme sua posição trófica e acabam apresentando diferentes concentrações de elementos por apresentarem características físicas e biológicas distintas, existindo diferença na relação entre peso, comprimento e nível trófico. O mesmo autor conclui que essas diferenças tornam necessária a utilização de mais de uma espécie para avaliar se há bioacumulação de elementos traço.

O presente estudo visou a análise e determinação de níveis de mercúrio em amostras de músculo de peixes nativos das espécies *Acestrorhynchus lacustris* (lambião), *Schizodon knerii* (piauí branco) e *Sternopygus macrurus* (sarapó macrurus) de ampla distribuição na Bacia do São Francisco. Os resultados de concentração média de mercúrio nos músculos dos espécimes foram comparados com os limites máximos de tolerância de contaminantes químicos, estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013). Com o objetivo de encontrar possíveis riscos à saúde humana foi realizado o cálculo do Quociente de Risco (QR) associado ao consumo dessas espécies.

## MATERIAL E MÉTODOS

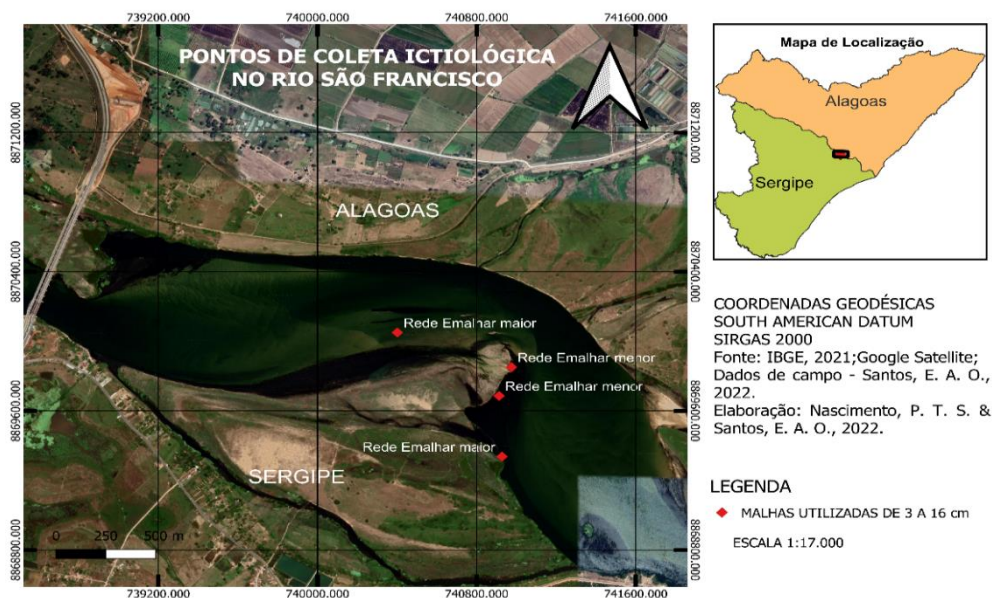
### Área de estudo

A região do Baixo São Francisco inicia a partir da usina hidrelétrica de Xingó até a foz, no Oceano Atlântico. Sua área é de 32.013 km<sup>2</sup>, ocupando 5,1% da bacia hidrográfica do rio São Francisco onde abrange os estados de Pernambuco, Bahia, Alagoas e Sergipe (ANA, 2022). Devido às alterações no ambiente aquático dessa região, atividades econômicas ligadas a agricultura (rizicultura, e cana de açúcar) e a atividade pesqueira acabam sendo prejudicadas. Essas alterações possivelmente estão associadas a contaminação da água gerada por efluentes domésticos, industriais e agrícolas como também, variações no nível do rio provocadas pelas barragens e o avanço da cunha salina. A figura 1 destaca a localização das redes de captura dos peixes e a tabela 1 o georreferenciamento dos pontos de coleta de peixes com GPS Garmin, GPSmap 76 (Brasil).

**Tabela 1.** Pontos de coleta de peixes no Baixo São Francisco.

Localidade	Longitude (UTM)	Latitude (UTM)
Porto Real do Colégio/ Alagoas	740402 W	8870050 S
Porto Real do Colégio/ Alagoas	740975 W	8869851 S
Propriá/ Sergipe	740927 W	8869337 S
Propriá/ Sergipe	740913 W	8869686 S

**Figura 1.** Mapa localizando as redes de captura de peixes no Baixo São Francisco.



### Coleta dos exemplares e preparação das amostras

Devido ao período de piracema e os tamanhos de malhas utilizados, foi necessário o licenciamento do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para a coleta das espécies, que foram pescadas em dezembro de 2021 e maio de 2022. A arte de pesca utilizada para captura dos indivíduos foi rede de emalhar com malhas de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 e 16 cm entre nós opostos com 50 m de comprimento cada, onde foi feita a coleta entre os municípios de Propriá/SE e Porto Real do Colégio/AL. Após a captura os indivíduos foram transportados, em caixas térmicas, até a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), localizada no Município de Porto Real do Colégio/AL. Na base, os indivíduos foram identificados com literaturas existentes de Britski et al. (1998), e Barbosa et al. (2017). Posteriormente os indivíduos foram submetidos a biometria, aferindo o peso corporal (PC) e comprimento total (CT), em seguida, foram removidos de 1,5 a 2,0 g do tecido muscular próximo à nadadeira dorsal usando lâminas de bisturi. As amostras foram então acondicionadas em microtubos e foi feito o armazenamento em freezer, aguardando a análise.

### Análise química e garantia de qualidade

A análise do mercúrio total nas amostras de músculo dos peixes foi realizada utilizando o equipamento DMA-80 (Direct Mercury Analyser, Milestone) com o limite de detecção de 0,005 ng de mercúrio (Hg), sendo feita a análise direta das amostras sem a necessidade do pré-tratamento, empregando o método USEPA 7473, recomendado pela United States Environmental Protection Agency- USEPA (2007). Para a validação do método analítico foi utilizado o material de referência certificado de proteína de peixe DORM-4 da National Research Council Canada (NRC).

### Análise dos dados

Na análise dos dados foi utilizado o programa BioEstat 5.0 for Windows, sendo submetidos à regressão linear e a determinação do grau de correlação entre as variáveis por meio do coeficiente de correlação de Pearson.

### Quociente de Risco (QR)

O cálculo do Quociente de Risco (QR) para o mercúrio associado ao consumo de pescado foi realizado com base na metodologia estabelecido pela USEPA (1989) a partir da equação (1):

$$QR = \frac{(FE \times DE \times TI \times C)}{(DOR \times PMC \times TE)} \times 10^{-3}$$

Sendo:

FE = Frequência de exposição (365 dias ano<sup>-1</sup>);

DE = Duração de exposição para a estimativa de duração de vida humana média (70 anos);

TI = Taxa de ingestão de pescado (36 g pessoa<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>);

C = Concentração de metal no peixe (µg g<sup>-1</sup>);

DOR = Referência de dose oral do mercúrio é 0,5 x 10<sup>-3</sup> µg g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>;

PMC = Peso médio corporal de um adulto (70 kg);

TE = Tempo médio de exposição para não cancerosa (365 dias ano<sup>-1</sup> x DE)

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram feitas as análises de mercúrio total em 124 indivíduos (Tabela 1), sendo 59 pertencentes a espécie *Acestrorhynchus lacustris* (lambiá), 27 a espécie *Schizodon knerii* (piauí branco) e 38 a espécie *Sternopygus macrurus* (sarapó macrurus) capturados no Baixo São Francisco no período seco e chuvoso (Figura 2 e Tabela 2). Foram utilizados os limites máximos de mercúrio em consumo humano de peixes estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013), como referência para os dados biométricos obtidos.

**Figura 2.** Espécies capturadas durante a coleta.



**Tabela 2.** Classificação e hábito alimentar das espécies capturadas nos pontos amostrais na região do Baixo São Francisco

Nº	Nome científico e comum	Hábito Alimentar	Status das espécies
20 S 39 C	<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) Lambiá	Carnívoro	Nativo
7 S 20 C	<i>Schizodon knerii</i> (Steindachner, 1875) Piauí branco	Herbívoro	Nativo
10 S 28 C	<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1847) Sarapó macrurus	Onívoro	Nativo

**Legenda:** Nº: número de espécimes capturadas por espécie, S: período seco e C: período chuvoso

**Fonte:** elaborado com os dados do autor (2022), com base em Britski *et al.* (1988) e Barbosa *et al.* (2017)

Para certificar o método analítico, foram realizados ensaios com o material de referência composto de proteína de peixe (DORM- 4), com teor de Hg de 0,410 ± 0,055 mg kg<sup>-1</sup> e elaborado pelo National Research Council Canada (NRC). A recuperação dos teores de mercúrio total foi de 97,7 ± 102 %, mostrando assim boa exatidão e demonstrando que o método adotado é adequado para a análise de mercúrio total.

Os resultados obtidos no período seco e chuvoso (Tabela 3) revelam que a espécie *Acestrorhynchus lacustris* (lambiá) com hábito alimentar carnívoro apresentou as maiores



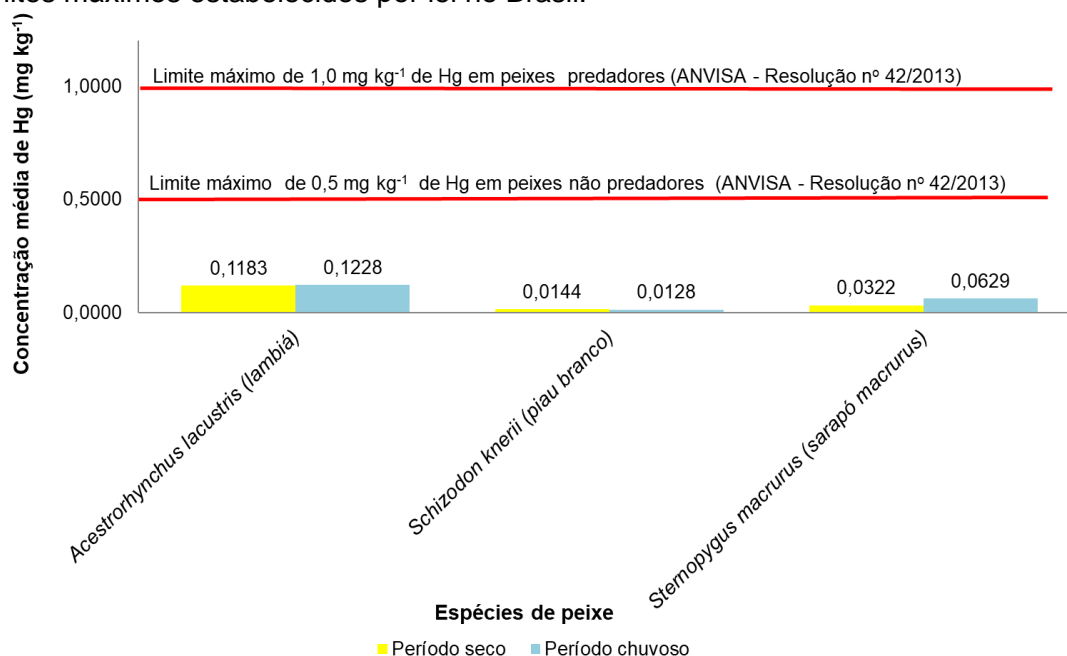
concentrações médias de mercúrio (Hg) no músculo de 0,1183 mg kg<sup>-1</sup> e 0,1228 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Foi possível observar uma tendência do aumento da concentração de mercúrio com o nível trófico, onde as maiores concentrações de Hg ocorrem nos elos superiores da cadeia alimentar aquática. Essa maior concentração pode estar relacionada às características biológicas específicas, como tamanho e composição da dieta. Segundo o estudo de KASPER *et al.* (2012) os peixes de hábito alimentar herbívoro e onívoro apresentam menores taxas de acumulação de Hg, devido a sua dieta ser à base de vegetais e algas, alimentos que bioacumulam pouco Hg.

**Tabela 3.** Concentrações média de mercúrio (mg.kg<sup>-1</sup>) no músculo das espécies capturadas nos períodos seco e chuvoso no Baixo São Francisco.

Espécie/Nome popular	Período	
	Seco	Chuvoso
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> Lambiá	<b>0,1183</b> ± 0,0737 (0,0271 - 0,3160)	<b>0,1228</b> ± 0,1055 (0,0368 - 0,6888)
<i>Schizodon knerii</i> Piau branco	0,0144 ± 0,0118 (0,0061 - 0,0398)	0,0128 ± 0,0193 (0,0016 - 0,0939)
<i>Sternopygus macrurus</i> Sarapó macrurus	0,0322 ± 0,0132 (0,0180 - 0,0603)	0,0629 ± 0,0353 (0,0228 - 0,1617)

Em todas as espécies estudadas (Figura 3), as concentrações médias ficaram abaixo do limite máximo tolerável do mercúrio no pescado para consumo de 0,5 mg kg<sup>-1</sup> de Hg em peixes não predadores e 1,0 mg kg<sup>-1</sup> em peixes predadores prescritas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (2013). Os resultados do presente estudo corroboram com os estudos realizados por Silva *et al.* (2022) em que encontraram concentrações de Hg variando de 0,27 mg kg<sup>-1</sup> a 0,007 mg kg<sup>-1</sup> em espécies de diferentes níveis tróficos do Baixo São Francisco.

**Figura 3.** Concentrações médias de mercúrio no músculo dos indivíduos analisados em relação aos limites máximos estabelecidos por lei no Brasil.



Soares *et al.* (2016) em seu estudo observou que a espécie *Acestrorhynchus falcirostris* (lambiá), apresentou valores médios de mercúrio (0,577 mg kg<sup>-1</sup>) acima dos limites estabelecidos pela FAO e OMS, e relatam que não houveram espécies com concentrações acima dos limites estipulados pela ANVISA. No entanto, Silva *et al.* (2020) mostrou que a concentração média de Hg nos peixes foi de 0,08 mg kg<sup>-1</sup> ± 0,01 mg kg<sup>-1</sup>, com o menor nível de 0,03 mg kg<sup>-1</sup> ± 0,003 mg kg<sup>-1</sup> nas espécies de piau pintado *Megaleporinus obtusidens* e piau branco *Schizodon knerii* e o maior de 0,16 mg kg<sup>-1</sup> ± 0,02 mg kg<sup>-1</sup> no *Eugerres brasiliensis* (carapeba). Ademais, Silva *et al.* (2020), concluiu que os peixes robalo, tucunaré e traíra capturados no Baixo São Francisco

apresentaram maiores concentrações de Hg, como era esperado para as espécies de nível trófico elevado, devido à biomagnificação ao longo da cadeia alimentar, como também, mostrou que nenhuma das espécies de peixes analisadas apresentaram concentração de Hg acima do LMT estabelecido pela legislação brasileira.

Os resultados obtidos no período seco, neste trabalho, indicaram correlação positiva e altamente significativa (Tabela 4) entre o comprimento total e o peso corporal do *Schizodon knerii* (piauí branco) ( $r=0,9772$  e  $p<0,0001$ ) e *Acestrorhynchus lacustris* (lambíá) ( $r=0,9704$  e  $p<0,0001$ ). Correlação moderada foi observada entre o comprimento total e o peso corporal do *Sternopygus macrurus* (sarapó macrurus) ( $r= 0,6650$  e  $p= 0,0358$ ); houve forte correlação entre o comprimento total e as concentrações musculares do lambíá ( $r=0,7074$  e  $p= 0,0005$ ), foi possível constatar correlação moderada entre peso corporal e as concentrações musculares do lambíá ( $r=0,6437$  e  $p<0,0022$ ).

**Tabela 4.** Correlação de Pearson para o período seco.

Espécie (n)	Nome comum Hábito alimentar	r (Pearson)/(P)		
		CT e PC	CT e Hg-M	PC e Hg-M
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> 20	Lambíá	<b>0,9704</b>	<b>0,7074</b>	<b>0,6437</b>
	Carnívoro	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0022</b>
<i>Schizodon knerii</i> 7	Piauí branco	<b>0,9772</b>	0,2858	0,2018
	Herbívoro	<b>&lt; 0,0001</b>	0,4926	0,6317
<i>Sternopygus macrurus</i> 10	Sarapó macrurus	<b>0,6650</b>	-0,1358	-0,0887
	Onívoro	<b>0,0358</b>	0,7084	0,8075

**Legenda:** n: número de Espécimes r: Coeficientes de determinação (r) das regressões lineares em músculo de peixe, CT: comprimento total PC: peso corporal e Hg-M: concentrações de mercúrio no músculo (Hg-M). Os valores em negrito evidenciam uma tendência significativa de bioacumulação.

**Fonte:** Autoria própria.

Já no período chuvoso os resultados obtidos indicaram que houve correlação positiva altamente significativa (Tabela 5) entre o comprimento total e o peso corporal do *Schizodon knerii* (piauí branco) ( $r= 0,9261$  e  $p<0,0001$ ); correlação positiva entre o comprimento total e o peso corporal do *Sternopygus macrurus* (sarapó macrurus) ( $r= 0,8869$  e  $p<0,0001$ ) e do *Acestrorhynchus lacustris* (lambíá) ( $r=0,8769$  e  $p<0,0001$ ). Correlação negativa entre o comprimento total e as concentrações musculares do sarapó macrurus ( $r= - 0,7512$  e  $p<0,0001$ ), correlação negativa entre peso corporal e as concentrações musculares do sarapó macrurus ( $r = - 0,6668$  e  $p= 0,0001$ ), mostrando assim uma correlação inversamente proporcional para essa espécie.

**Tabela 5.** Correlação de Pearson para o período chuvoso.

Espécie (n)	Nome comum Hábito alimentar	r (Pearson)/(P)		
		CT e PC	CT e Hg-M	PC e Hg-M
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> 39	Lambíá	<b>0,8769</b>	0,1802	0,2023
	Carnívoro	<b>&lt; 0,0001</b>	0,2724	0,2167
<i>Schizodon knerii</i> 20	Piauí branco	<b>0,9261</b>	<b>0,8417</b>	<b>0,9722</b>
	Herbívoro	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
<i>Sternopygus macrurus</i> 28	Sarapó macrurus	<b>0,8869</b>	<b>-0,6668</b>	<b>-0,7512</b>
	Onívoro	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>

**Legenda:** Nome científico e número de Espécimes (n), Nome comum e Hábito alimentar, Coeficientes de determinação (r) das regressões lineares em músculo de peixe, comprimento total (CT), peso corporal (PC) e concentrações de mercúrio no músculo (Hg-M). Os valores em negrito evidenciam uma tendência significativa de bioacumulação.

**Fonte:** Autoria própria.

No trabalho realizado por Gomes *et al* (2021) os mesmos observaram que houve correlação positiva entre as concentrações musculares e o comprimento total do *Schizodon Knerii* Piau branco ( $r = 0,7883$  e  $P < 0,0014$ ). Por outro lado, no estudo realizado por Silva *et al.* (2022) em relação ao peixe de habito alimentar onívoro *Megaleporinus obtusidens* (piau três pintas), não foi observado correlação entre a concentração de Hg e o peso corporal dos exemplares coletados.

**Tabela 6.** Valores do QR associado ao consumo de pescado para o mercúrio.

Espécies	Período	
	Seco	Chuvoso
	QR	QR
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	0,1217	0,1263
<i>Schizodon knerii</i>	0,0148	0,0132
<i>Sternopygus macrurus</i>	0,0332	0,0646

Em relação ao QR foi possível observar que tanto no período seco como no período chuvoso todas as espécies apresentaram QR inferiores a 1. De acordo com USEPA (1989), valores de QR menores que 1 não representam situação de risco à saúde humana associado ao consumo das espécies estudadas.

O resultado obtido corrobora com os relatados por Silva *et al.* (2020), onde os mesmos constataram que nenhuma das espécies capturadas no Baixo São Francisco apresentou quociente de risco maior que 1 ( $QR > 1$ ), e não representam risco à saúde humana associado ao consumo do pescado.

## CONCLUSÕES

O consumo humano das espécies de peixes *Acestrorhynchus lacustris* (lambiá), *Schizodon knerii* (piau branco) e *Sternopygus macrurus* (Sarapó macrurus), capturadas no Baixo São Francisco, não apresenta risco a saúde, visto que os valores médios de mercúrio no músculo dos peixes se enquadram abaixo dos limites máximos estabelecidos pela ANVISA) e os valores de QR corroboram com esse fato. É destacável a importância do conhecimento ao potencial risco de consumo de peixes com elevada concentração de mercúrio que ultrapassem os limites máximos estabelecidos por órgãos de vigilância à saúde, para que possam estabelecer recomendações de níveis seguros de consumo.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa e a Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – FAPITEC, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF e ao Centro de Referência em Aquicultura e Recursos Pesqueiros de Itiúba – 5ª SR/CODEVASF.

## REFERÊNCIAS

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). (2022). “ÁGUA SUPERFICIAL”.
- ANVISA (Brasil). (2013). Resolução nº 42, de 29 de agosto de 2013. Adaptação sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. república Federativa do Brasil, Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, n. 168, pp. 33-30.
- AMARO, C.S.O.; RODRIGUES, D.; SILVA, M.C.F.; SANTOS, G.F.S.; PINHEIRO, M.C.N. 2014. Concentração de mercúrio total (HgT) em peixes comercializados em diferentes períodos sazonais no Mercado do Ver-o-Peso, Belém, Estado do Pará, Brasil. *Pan-Amazônica de Saúde (Impresso)*, (1): 53 - 60.
- BARBOSA, J, M. et al. Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, v. 1, n. 6, pp. 70- 90, 2017.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias:** com chaves de identificação para peixes da Bacia do São Francisco. Brasília: CODEVASF, 1988.
- CAMPOS, S. A. B. **Metais pesados em peixes de diferentes níveis tróficos na área de**

- influência do reservatório do AHE foz do Chapecó.** 2015. 45p. Dissertação - Mestrado em Ciências Ambientais – Universidade Comunitária Regional de Chapecó, 2015.
- KASPER, D.; BOTARO, D.; PALERMO, E. F. A.; MALM, O. Mercúrio em peixes e fontes de contaminação. **Oecologia brasiliensis**. v. 11, n. 2, pp. 228-239, 2007.
- KASPER, D.; PALERMO, E. F. A.; BRANCO, C. W. C.; MALM, O. Evidence of elevated mercury levels in carnivorous and omnivorous fishes downstream from an Amazon reservoir. **Hydrobiologia**, v. 694, n. 1, p.87-98, 2012.
- KEHRIG, H. A.; MALM, O.; PALERMO, E. F. A.; SEIXAS, T. G.; BAETA, A. P.; MOREIRA, I. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Química Nova**, v. 34, n. 3, pp. 377-384, 2011.
- LEÓN-CAÑEDO, J. A.; ALARCÓN-SILVAS, S. G.; FIERRO-SAÑUDO, J. F.; OCA, G. A. R.-M. de; PARTIDA-RUVALCABA, L.; DÍAZ-VALDÉS, T.; PÁEZ-OSUNA, F. Mercury and other trace metals in lettuce (*lactuca sativa*) grown with two low-salinity shrimp effluents: accumulation and human health risk assessment. **Science of the Total Environment, Elsevier**, v. 650, p. 2535–2544, 2019. ISSN 0048-9697.
- MUNIR, T.; SADDIQUE, M.; REHMAN, H. U.; RAMAZAN, S.; AZEEM, T.; AHMAD, I. Heavy metal analysis in fishes and water of Changhoz dam district Karak, KPK, Pakistan. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 4, n. 2, p. 321-325, 2016.
- SCHILLER, A. P.; SCHWANTES, D.; GONÇALVES Jr., A. C.; MANFRIN, J.; KLAIS, B. T.; PARRALES, A. F.; KUHN, A. Teores de metais em cursos hídricos de Toledo – PR. **Revista de Ciências Ambientais**, Unilassale, Canoas, v. 11, n. 3, 2017.
- SILVA, C.A. et al. Níveis de mercúrio, cádmio, chumbo, zinco, cobre, cromo, ferro, manganês e arsênio em importantes espécies de peixes do Baixo São Francisco. In: SOARES, E.C.; SILVA, J.V.; NAVAS, R. (Orgs.). O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais. Maceió: Edufal, p.184-98.2020.
- SILVA, C. A.; GARCIA, C. A. B.; SANTANA, H. L. P.; PONTES, G. C.; WASSERMAN, J. C.; COSTA, S. S. L. (2021). “*Metal and metalloid concentrations in marine fish marketed in Salvador, BA, northeastern Brazil, and associated human health risks*”. *Regional studies in marine science*, v. 43, pp. 101-171.
- SILVA, C.A. et al. Distribuição de mercúrio em peixes de diferentes níveis tróficos do Baixo São Francisco. In: SOARES, E.C.; SILVA, J.V.; NAVAS, R. (Orgs.). O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais. Maceió: Edufal, p.84-98.2022.
- Silva, M.W.; Estanislau, C.A.M. 2015. Concentração de mercúrio em peixes da Amazônia. *Boletim ABLimno*,41(1): 08-14.
- SOARES, J. L.F.; GOCH, Y. G. F.; PELEJA, J. R. P.; FORSBURG, B. R.; LEMOS, E. J. S.; SOUSA, O. P. Bioacumulação de Mercúrio Total (HgT) e hábitos alimentares de peixes da bacia do Rio Negro, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**. v. 6, n. 1, pp. 102-106. 2016.
- TUZEN, M. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Food chemistry*, v.80, p. 119-123, 2003.
- USEPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY **Assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish: a guidance manual**. Washington, DC: US EPA Office of Marine and Estuarine Protection, 1989.
- USEPA - United States Environmental Protection Agency. Method 7473 (SW-846), Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry. February, 2007.