



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**ASPECTOS PRELIMINARES DA CONTAMINAÇÃO  
DE MERCÚRIO EM PEIXES COMERCIALIZADOS NA  
PRAIA DO MUCURIPE, FORTALEZA E NO  
ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE, CE.**

**TELMA MARIA BEZERRA BRAGA**

---

**Monografia apresentada ao Departamento de  
Engenharia de Pesca do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do Ceará,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Engenheiro de Pesca.**

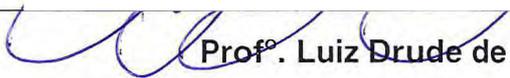
---

**FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL  
FEVEREIRO/2006**



**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---



**Prof. Luiz Druide de Lacerda, Dr.**

**Orientador**

---

**Eng.º de Pesca Henrique José Mascarenhas dos Santos Costa, M.Sc.**

**Membro**

---

**Prof.º Raimundo Nonato de Lima Conceição, Dr.**

**Membro**

**VISTO:**

---

**Prof.º Moisés Almeida de Oliveira**

**Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca**

---

**Prof.ª Artamízia Maria Nogueira Montezuma**

**Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B796 Braga, Telma Maria Bezerra.

Aspectos preliminares da contaminação de mercúrio em peixes comercializados na Praia do Mucuripe, Fortaleza e no estuário do Rio Jaguaribe, Ce / Telma Maria Bezerra Braga. – 2006.

48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2006.

Orientação: Prof. Dr. Luiz Drude de Lacerda.

1. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 639.2

---

**“Se eu vi mais longe foi porque  
subi nos ombros de gigantes.”**

Isaac Newton

**Dedico**

**Á minha mãe M<sup>a</sup> Lucielma B. Braga e  
ao meu pai Antônio B. Braga pela ajuda  
e conselhos durante toda minha vida,  
como prêmio por todas suas batalhas.  
Amo vocês!!!**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais um objetivo alcançado.

Ao Professor Doutor Luiz Drude de Lacerda, pela orientação e acompanhamento em todas as fases desse trabalho.

À Professora Rozane Valente Marins, pelas sugestões e conselhos durante as análises no laboratório.

Aos meus professores, em especial a Prof<sup>a</sup>. Silvana Saker, Prof<sup>a</sup>. Artamízia, Prof<sup>a</sup>. Selma Ribeiro, Prof<sup>o</sup>. Calíope, Prof<sup>o</sup>. Jarbas, Prof<sup>o</sup>. Manoel Furtado e Prof<sup>o</sup>. Moisés, pela amizade e conhecimentos profissionais adquiridos.

Ao Departamento de Engenharia de Pesca da UFC, funcionários, Leni, Zacarias, Sr. Edílson, Omar e “Chiquim” por todos os auxílios prestados nas dependências do departamento.

Ao meu namorado e amigo José Guimarães pelo companheirismo, o carinho, compreensão e ajuda no decorrer de todo o trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Biogeoquímica de Ambientes Costeiros do LABOMAR – Gardeny Pimenta, Ilene Abreu, Janaína Andrade, Danielle Lopes, Breno Gustavo, Franzé Dias, Edvar Aguiar, pela ajuda e sucesso do trabalho concluído.

Aos amigos de sempre Alessandra Cristina, Marcelo Freitas, Riedel e Thomas por horas de brincadeiras e conversas no DEP.

Ao LABOMAR pelas condições oferecidas de pesquisas.

Ao laboratório de Biologia Pesqueira e Biologia Aquática da UFC e aos amigos Tiago, Ronaldo e Wander pela companhia e auxílio nas identificações das espécies.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro obtido.

A todas as pessoas que contribuíram, não apenas com o trabalho, mas em toda minha vida, pessoas que de alguma forma contribuíram para que esse momento se tornasse possível.

<b>SUMÁRIO</b>	<b>Págs.</b>
RESUMO	III
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE QUADROS	VI
LISTA DE ANEXOS	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O Mercúrio e o Ambiente	2
1.2. O Mercúrio e a Biota	3
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo Geral	6
2.2. Objetivos Específicos	6
3. ÁREA DE ESTUDO	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
4.1. Amostragem	9
4.2. Preparo da Vidraria	10
4.3. Digestão das Amostras	11
4.4. Determinação de Hg Total	11

4.5. Validação da Metodologia	13
4.6. Análise Estatística	13
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	13
5.1. Resultado	13
5.2. Discussão	28
6. CONCLUSÃO	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

## RESUMO

Os metais são constituintes naturais da crosta terrestre, porém as atividades humanas alteram drasticamente os ciclos biogeoquímicos naturais destes elementos. Dentre eles, o metilmercúrio (MeHg) oferece maior risco a saúde humana, devido possuir alta toxicidade e poder de bioacumulação. Sabendo da importância de conhecer níveis seguros para o consumo humano, com relação à ingestão de alimentos contaminados por este metal, iniciou-se o projeto de pesquisa com a finalidade de determinar concentração de Hg em peixes da costa do Ceará. Os peixes foram comprados e trazidos para o laboratório de Biogeoquímica Costeira – LABOMAR (UFC), onde foram retiradas amostras para digestão ácida a partir da técnica analítica proposta por (ADAIR e COBB, 1999). A massa foi determinada a partir de leitura com auxílio do Bacharach – Coleman, utilizando Espectrofotometria de Absorção Atômica, pela técnica de vapor frio (GONÇALVES, 1993). Os resultados obtidos de concentração de Hg nas espécies coletadas variaram de 26,6 – 94,6ng.g<sup>-1</sup> em *Haemulon carbonarium*, de 11,4 – 19,8ng.g<sup>-1</sup> em *Syacium micrurum*, de 1,6 – 8,0ng.g<sup>-1</sup> em *Haemulon plumieri*, de 18,7 – 74,5ng.g<sup>-1</sup> em *Pomadasys corvinaeformis*, de 16,2 – 60,4ng.g<sup>-1</sup> em *Opisthonema oglinum*, de 31,4 – 90,8ng.g<sup>-1</sup> em *Cephalopholis fulva*, de 50,0 – 55,3ng.g<sup>-1</sup> em *Scomberomorus brasilienses*, de 35,8 – 75,6ng.g<sup>-1</sup> em *Lutjanus synagris*, de 19,9 – 94,9ng.g<sup>-1</sup> em *Holocentrus adscencionis*, de 39,1 – 116,8ng.g<sup>-1</sup> em *Diapterus rhombeus*, de 38,8 – 281,0ng.g<sup>-1</sup> em *Ocyurus chrysurus*, de 54,2 – 197,4ng.g<sup>-1</sup> em *Carangoides bartholomaei*, de 102,7 – 150,5ng.g<sup>-1</sup> em *Scomberomorus cavalla*, todos comercializados no Mucuripe. Enquanto para o Rio Jaguaribe essas concentrações variaram de 3,8 – 10,1ng.g<sup>-1</sup> em *Mugil curema*, de 6,9 – 13,2ng.g<sup>-1</sup> em *Archosargus rhomboidalis*, de 11,5 – 18,0ng.g<sup>-1</sup> em *Lutjanus synagris*, de 24,5 – 30,9ng.g<sup>-1</sup> em *Pomadasys corvinaeformis*, de 6,0 – 10,0ng.g<sup>-1</sup> em *Lutjanus cyanopterus*, de 12,7 – 26,5ng.g<sup>-1</sup> em *Opisthonema oglinum* e de 18,3 – 37,5ng.g<sup>-1</sup> em *Centropomus parallelus*, em peso úmido. Em todas as espécies, os valores encontram-se dentro do nível seguro para o consumo humano, entre valores de concentrações baixos, inferiores ao nível crítico permitido, 500ng.g<sup>-1</sup> a 1000ng.g<sup>-1</sup> estabelecido pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>Págs.</b>
FIGURA 01 – Ciclo do mercúrio no meio ambiente.	4
FIGURA 02 – Foto da costa do Ceará mostrando a região metropolitana de Fortaleza e a foz do Rio Jaguaribe (em detalhe). <a href="http://www.cameltour.com.br/mapas.htm">http://www.cameltour.com.br/mapas.htm</a> .	7
FIGURA 03 – Ictiômetro utilizado para medição dos peixes.	10
FIGURA 04 – Balança digital usada para pesagem dos peixes.	10
FIGURA 05 – Balança analítica usada para pesagem das amostras.	10
FIGURA 06 – Equipamento de leitura para determinação de mercúrio, usando a técnica de espectrofotetria de vapor frio (Bacharach).	12
FIGURA 07 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em cavala ( <i>Scomberomorus cavalla</i> ) comercializada na praia do Mucuripe.	15
FIGURA 08 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em guarajuba ( <i>Carangoides bartholomaei</i> ) comercializada na praia do Mucuripe.	15
FIGURA 09 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em guaiúba ( <i>Ocyurus chrysurus</i> ) comercializada na praia do Mucuripe.	16
FIGURA 10 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em mariquita ( <i>Holocentrus adscensionis</i> ) comercializada na praia do Mucuripe.	16

- FIGURA 11 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em carapeba (*Diapterus rhombeus*) comercializada na praia do Mucuripe. 16
- FIGURA 12 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em xira (*Haemulon carbonarium*) do Rio Jaguaribe. 17
- FIGURA 13 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes não-carnívoros comercializados na praia do Mucuripe, Fortaleza-CE. 23
- FIGURA 14 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes carnívoros comercializados na praia do Mucuripe, Fortaleza-CE. 24
- FIGURA 15 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes não carnívoros coletados no Rio Jaguaribe. 24
- FIGURA 16 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes carnívoros coletados no Rio Jaguaribe. 25
- FIGURA 17 – Médias de comprimento e concentração de mercúrio nas duas áreas de estudo para *Pomadasys corvinaeformis*. 25
- FIGURA 18 – Médias de comprimento e concentração de mercúrio nas duas áreas de estudo para *Opisthonema oglinum*. 26
- FIGURA 19 – Médias de comprimento e concentração de mercúrio nas duas áreas de estudo para *Lutjanus synagris*. 26
- FIGURA 20 – Relação entre níveis médios de Hg por espécie. 27

**LISTA DE QUADROS****Págs.**

- QUADRO 01 –Concentração de Hg em sedimentos (DE PAULA FILHO E MARINS, 2003) nas duas diferentes estações climáticas, obtido a partir da coleta de material das duas áreas de estudo. 9
- QUADRO 02 –Resultados da análise do Padrão de Referência NIST 2976 (músculo de peixe). 13
- QUADRO 03 –Espécies identificadas coletadas na praia do Mucuripe, Fortaleza-CE. 14
- QUADRO 04 –Espécies identificadas coletadas no estuário do Rio Jaguaribe-CE. 14
- QUADRO 05 –Peixes coletadas na praia do Mucuripe com suas variações de comprimento e de concentração de Hg, junto com os “r” tabelados e calculados, para cada uma delas. 18
- QUADRO 06 –Peixes coletados no Rio Jaguaribe com suas variações de comprimento e concentrações de Hg junto com os “r” tabelados e calculados, para cada uma delas. 19
- QUADRO 07 –Distribuição das espécies comercializadas no Mucuripe com relação à dieta alimentar e a distribuição no ambiente, as médias de mercúrio com desvio padrão da concentração de cada uma delas. 20
- QUADRO 08 –Distribuição das espécies do Rio Jaguaribe com relação ao hábito alimentar e a distribuição no ambiente, as médias de mercúrio com desvio padrão da concentração de cada uma delas. 21

- QUADRO 09 – Divisão entre hábito alimentar e níveis tróficos das espécies comercializadas no Mucuripe – Fortaleza – CE. 22
- QUADRO 10 – Divisão entre o hábito alimentar e níveis tróficos das espécies coletados no Rio Jaguaribe. 23
- QUADRO 11 – Resumo geral das espécies estudadas, seus comprimentos, variações de concentração [Hg] e classificação alimentar. 29

**LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1 – Produção, preço médio e valor total da produção de pescado desembarcada no Estado do Ceará, no ano de 2002 (Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil – 2002).

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos realizados sobre metais em organismos aquáticos nos fornecem dados abundantes sobre níveis seguros para o consumo de organismos contaminados. Para o mercúrio em peixes estes níveis variam de  $500\text{ng.g}^{-1}$  a  $1000\text{ng.g}^{-1}$  (ANVISA, 1998). Porém os estudos, a maioria, são provenientes de peixes de mar aberto, ou seja, de espécies com hábitos geralmente migratório e carnívoro (DUSEK et al, 2004). Outra fonte de dados importantes sobre o estudo de metais pesados em peixes é relatada nas regiões onde se pratica o garimpo, por exemplo, a região Amazônica. Por outro lado, o estudo sobre o mercúrio e outros metais, em peixes comercializados em mercados locais e/ou cidades litorâneas, mais especificamente no litoral cearense, onde o comércio e a pesca de subsistência resultam em grande consumo de peixes pela população local, pode gerar uma elevada exposição a este metal. Por outro lado, a grande diversidade de espécies, algumas possuindo hábito não migratório, pode fornecer exemplos de biomonitores para a contaminação por mercúrio (RAINBOW, 1995). Entretanto, a escassez de dados no que se refere aos níveis de mercúrio em espécies de peixes do litoral cearense ainda impede uma estimativa da exposição a este poluente da população consumidora local.

De um modo geral, metais traço, ocorrem na natureza em pequenas concentrações, da ordem de parte por bilhão (ppb) a partes por milhão (ppm) (ESTEVES, 1998). O elemento mercúrio é amplamente distribuído na natureza originado em fontes naturais como vulcanismo, intemperismo de rochas e solos e deposição atmosférica. Entretanto, as fontes antrópicas são atualmente as principais fontes deste elemento para a biosfera, resultando em concentrações elevadas em diversos compartimentos ambientais (SELLANES et al, 2002).

O interesse das autoridades sanitárias na determinação dos níveis de mercúrio está diretamente relacionado ao consumo de peixes e outros organismos devido ao seu alto poder de bioacumulação e biomagnificação. Dentre outros organismos, os peixes estão sujeitos à contaminação desse metal, podendo o mesmo ser facilmente incorporado ao seu alimento. A sua acumulação ao longo da cadeia alimentar ocorre através da transformação do íon  $\text{Hg}^{2+}$  em metilmercúrio (MeHg) por um processo de metilação, onde o  $\text{Hg}^{2+}$

recebe um agrupamento metila, que é a forma orgânica mais comum do mercúrio (RODRIGUES e CASTILHO, 2003). O metilmercúrio (MeHg) é o composto orgânico do mercúrio que oferece maior risco na ingestão de alimentos contaminados por causa da sua toxidez. Sua toxicidade é definida pela elevada meia – vida biológica – 70 dias, levando à bioacumulação no organismo (KITAHARA et al, 2000).

A acumulação de metilmercúrio em peixes e em outros organismos vivos pode ocorrer de inúmeras formas. Diferentes espécies incorporam as diversas estruturas químicas de mercúrio, dependendo de vários fatores tais como o seu metabolismo, o seu habitat (pelágicos, bentônicos, etc) e dos parâmetros ambientais (salinidade, material em suspensão, etc) que podem afetar tanto sua biodisponibilidade quanto o próprio metabolismo dos organismos em questão (VAISMAN, 2003). Segundo VIEIRA, NUNES e CAMPOS (2004), o consumo continuado de peixes com altas concentrações de metilmercúrio constitui-se em um fator de risco para as populações que os consomem, devendo estes níveis ser monitorados.

### **1.1. O Mercúrio e o Ambiente**

O mercúrio é um contaminante com presença ubíqua em efluentes de atividades humanas estando presente em efluentes, urbanos, industriais e agropecuários. Além disso, é componente natural da deposição atmosférica, da lixiviação de solos, rochas e está presente em concentrações variáveis em águas e na biota (LACERDA et al, 2004a).

O mercúrio é um metal pesado que além do seu estado elementar, se apresenta nos estados  $Hg^{1+}$  ou  $Hg^{2+}$ , provenientes de fontes naturais como intemperismo, atividades vulcânicas e a vaporização da crosta e de fontes antrópicas, incluindo a agricultura, extração mineral e as atividades industriais (RAMOS et al, 2003). Pode se apresentar ainda sob duas formas organometálicas principais: o metilmercúrio e o dimetilmercúrio, que são muito mais tóxicas se comparados com seus compostos inorgânicos. Além de sua alta toxicidade, a característica mais importante do mercúrio frente a outros metais pesados é sua capacidade de ser emitido ou retido para a atmosfera, principalmente na sua forma gasosa ( $Hg^0$ ) (OLIVARES, 2003). Pelas suas

propriedades (baixa reatividade, baixa solubilidade em água pura), o  $\text{Hg}^0$  apresenta um tempo de residência na atmosfera da ordem de um ano, permitindo a sua distribuição e deposição numa escala global, razão pela qual foi desenvolvido o conceito de “global pollutant” para este elemento (SCHROEDER e MUNTHE, 1998). A especiação do Hg determinará suas propriedades físicas, químicas e biológicas, isto é a forma como este metal se comportará no meio ambiente (MARINS, et al., 2002b).

Com a intensificação da mineração assim como das atividades industriais próximas de regiões litorâneas e em leitos de rios observou-se alterações nas concentrações e na mobilidade do mercúrio presente naturalmente no ecossistema. Estes fatores fizeram com que os níveis de mercúrio se elevassem nos solos e nos rios, aumentando assim o contato potencial com os organismos vivos, e como ocorrem com tantas substâncias, os microorganismos desempenham um papel importante, neste caso, as formas insolúveis do mercúrio são transformadas em metilmercúrio solúvel, muito tóxico e bastante móvel (ODUM, 1988).

## **1.2. O Mercúrio e a Biota**

Alterações e interações, químicas e biológicas no ambiente aquático, podem determinar a ionização do metal e viabilizar a formação de metilmercúrio (GUIMARÃES et al., 2000; HYLANDER et al. 2000a; RAVICHANDRAN, 2004). Nesta forma torna-se disponível aos organismos, podendo ser biomagnificado através da cadeia alimentar (SALOMONS e FORSTNER, 1984). O processo de biomagnificação ocorre pela transferência do metilmercúrio (MeHg) acumulado no primeiro nível trófico (produtores) para os consumidores, sendo que quanto mais longa a cadeia trófica, maior será a concentração acumulada pelo consumidor (SELLANES et al, 2002).

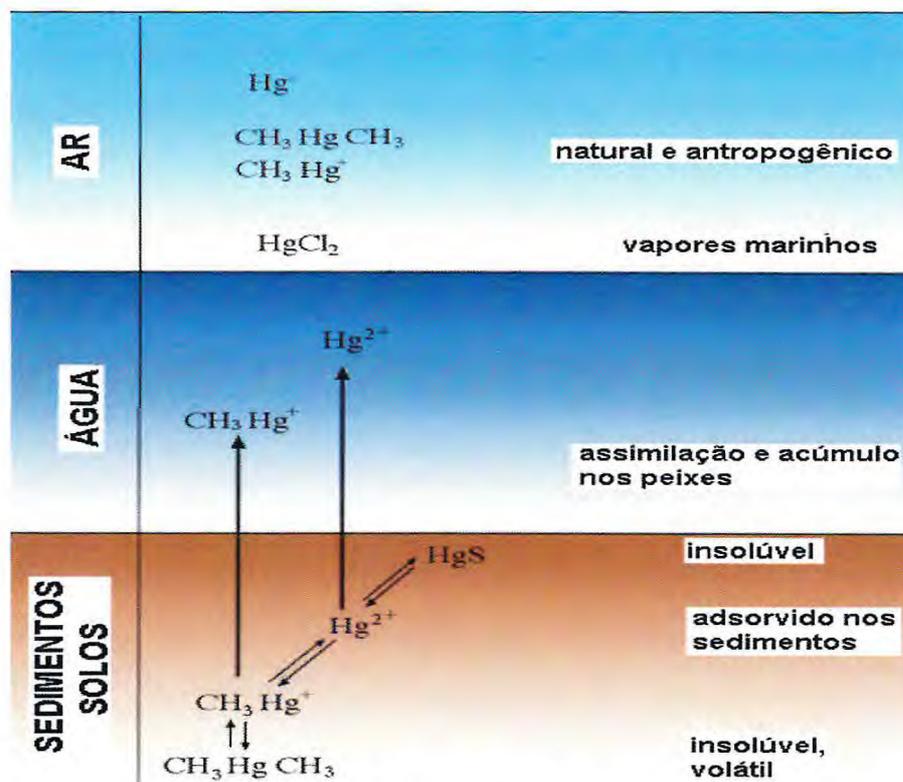


Figura 1 – Ciclo do mercúrio no meio ambiente.

Os organismos podem incorporar metais através da água e da dieta, cada uma destas duas vias de absorção variará com a biologia das espécies e com o metal envolvido (KITAHARA et al, 2000). Por exemplo, organismos pelágicos absorvem Hg principalmente pela dieta, enquanto aqueles pertencentes à infauna bentônica absorvem uma proporção importante do Hg da água intersticial, onde as concentrações de Hg dissolvido podem chegar a ser 10 vezes maiores das águas superficiais (WRINGHT e MANSON, 2000).

Os peixes se constituem em importantes agentes concentradores e, por isso, se prestam muito bem como indicadores de contaminação por mercúrio em sistemas aquáticos (CLARKSON, 1998). O mercúrio na forma de (MeHg) liga-se fortemente às proteínas, o que pode facilitar a sua passagem através dos tecidos (SELLANES et al, 2002).

O perigo associado ao consumo de peixes contaminados é bem conhecido e há algumas evidências sugerindo que este composto pode causar disfunções neurológicas leves quando ingerido, mesmo em níveis moderados, principalmente no período pré-natal e na infância, que são estágios de vida mais vulneráveis devido à sensibilidade do sistema nervoso que está em

desenvolvimento. O incidente ocorrido na Baía de Minamata, Japão, na década de 60, ilustra claramente o potencial tóxico do mercúrio como contaminante em pescado. A contaminação ambiental foi causada pelo despejo de subprodutos de uma indústria química diretamente na referida baía, a contaminação da água e posteriormente dos organismos aquáticos teve conseqüências drásticas para a população local, que tinha como base de sua dieta o pescado, Na ocasião foram relatados 2520 casos de intoxicação, dos quais 1043 resultaram em óbitos (HARADA, 1995).

Os detalhes do mecanismo de ação do (MeHg) ao nível molecular, porém, não são conhecidos, como também se desconhece a causa da seletividade do metil-mercúrio pelo cérebro (CLARKSON, 1994).

O uso de bioindicadores para quantificar o grau de contaminação dos ambientes aquáticos obteve vantagens práticas e teóricas sobre as análises de água e sedimentos em programas de monitoramento. No ambiente aquático, os peixes representam alguns dos organismos mais frequentemente empregados em programas de monitoramento de metais pesados (ALLEN-GIL e MARTYNOV, 1995; ALLEN-GIL et al, 1997; IKINGURA e AKAGI, 2003; NEUMANN et al, 1997; WATRAS et al, 1998).

Estes organismos além de fornecerem informações a respeito da biodisponibilidade dos elementos analisados, fornecem também indicações sobre as concentrações disponíveis ao homem, uma vez que fazem parte da dieta humana (TOMAZELLI, 2003). A diferença entre a utilização de um bioindicador e de compartimentos abióticos do mesmo local consiste em que o primeiro apresenta as concentrações efetivamente biodisponíveis, isto é a fração potencialmente tóxica e ecotoxicologicamente relevante, enquanto as concentrações nos compartimentos abióticos não estão na sua totalidade disponíveis para incorporação pela biota (KITAHARA et al, 2003). Além disso, estudos demonstraram que mais de 90% do Hg total determinado em peixes é representado pelo metilmercúrio (MeHg) (BLOOM, 1997).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Detectar a presença de mercúrio na ictiofauna comercializada na praia do Mucuripe em Fortaleza e nas espécies de peixes selecionadas de pescarias realizada no Rio Jaguaribe.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar e caracterizar os peixes coletados, tomando como base características merísticas e morfométricas de cada espécie.
- Relacionar o tamanho e o nível trófico de cada espécie com a concentração de mercúrio (Hg) presente em peixes.
- Realizar a análise quantitativa de mercúrio (Hg) nas espécies amostradas comparando-o ao admitido pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).
- Testar espécies de características não migratórias como bioindicadores de Hg a fim de testar sua resposta à variação regional de mercúrio (Hg) nas áreas estudadas com o objetivo de utilizá-las como biomonitores.

## **3. ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo compreende o litoral cearense, especificamente o município de Fortaleza no Ceará e a foz do Rio Jaguaribe, inserida no litoral leste do Ceará a cerca de 130km da cidade de Fortaleza, acessos pelas rodovias CE-040 e BR-116.



Figura 2 – Foto da costa do Ceará mostrando a região metropolitana de Fortaleza e a foz do Rio Jaguaribe (em detalhe).

O município de Fortaleza conta atualmente com uma população em torno de 1,5 milhões de habitantes, que produz por dia um mínimo de 30 milhões de litros de poluentes sob a forma de dejetos humanos e águas provenientes de limpeza. Os despejos lançados aos esgotos da zona leste da cidade têm como ponto final, depois de devidamente tratados, o emissários submarino, mas, no restante da cidade estes são jogados aos rios ou diretamente ao mar, sem nenhum tratamento.

Fortaleza possui 15 cursos d'água que chegam às suas praias, constituídas de 5 rios e 10 esgotos. Dentre os rios, dois são de pequeno porte: Cocó e o Ceará; e três são riachos: Maceiozinho, Pajeú e Jacarecanga. Dos 10 esgotos existentes, seis lançam seus dejetos ao mar durante todo o ano. Estes esgotos estão localizados nas Praias do Meireles, Iracema, Ponte Metálica, Areia Grossa, Casa Nova e Formosa. Os quatro restantes mantêm cursos d'água no período de estiagem, formando grandes poças de material poluente na praia ou bem próximo a ela; são esgotos das Praias da Volta da Jurema, Comercial, Poço da Draga e Pirambu (VASCONCELOS, 1984).

As áreas costeiras sofrem influência de rios e estuários, provocando o aumento de turbidez e a diminuição da salinidade. Por sua vez, o litoral nordestino não possui rios com desembocaduras de grande magnitude

suficientes para ocasionar modificações nas características físicas e químicas do mar adjacente próximo à região oceânica. A exportação do material de manguezais, via descarga fluvial, e a ressurgência de borda de plataforma são mecanismos que contribuem para a produtividade das águas do Nordeste (MEDEIROS et al, 1999), uma vez que também promovem um aumento nas concentrações de clorofila e conseqüentemente também promovem um aumento da produção secundária zooplanctônica.

Segundo o Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil (2002), foram relatadas 35 espécies de pescado de maior valor comercial na pesca do Estado do Ceará (Anexo 1).

O Rio Jaguaribe é o principal curso de água do Estado do Ceará (Figura 2), possui uma extensão de 610km e uma bacia de cerca de 72.043Km<sup>2</sup> que drena as partes meridional e oriental do Estado do Ceará (SANTOS, 2005). O mesmo vem sendo estudado em detalhe nos últimos anos. MULLER et al. (1999), estudando os sedimentos ultrafinos (< 2µm) de diferentes rios do nordeste e sudeste brasileiro, acharam o nível de Hg em sedimentos coletados na foz do rio de 80ng.g<sup>-1</sup>. DE PAULA FILHO E MARINS (2003) trabalhando no mesmo estuário e com a fração silte-argila dos sedimentos, encontraram níveis entre 5,5 e 11,4ng.g<sup>-1</sup>. Este estudo propôs uma possível alteração dos teores de mercúrio total em sedimentos coletados nas duas diferentes estações climáticas que dominam o setor Leste da LME (“Large Marine Ecosystem”) brasileira, que define regiões extensas de acordo com suas similaridades batimétricas, hidrográficas, de produtividade e de dependência trófica das cadeias alimentares costeiras. Os resultados obtidos nesse estudo de coletas feitas no estuário do Rio Jaguaribe e na costa da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), na época de chuva e seca são mostrados no quadro 1.

	RMF (Região Metropolitana de Fortaleza)		Rio Jaguaribe	
	Estiagem	Seca	Estiagem	Seca
[Hg] nos Sedimentos (ng.g <sup>-1</sup> )	0,3 – 9,7	0,5 – 4,5	9,1 – 11,4	5,5 – 7,1

Quadro 1 – Concentração de Hg em sedimento, nas duas diferentes estações climáticas, obtido a partir da coleta de material das duas áreas de estudo (DE PAULA FILHO E MARINS, 2003).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.1. Amostragem

As amostras utilizadas para a detecção de mercúrio na ictiofauna comercializada na praia do Mucuripe, foram adquiridas a partir da compra em uma banca de venda de pescado localizada na própria praia, no município de Fortaleza-CE. Enquanto que as espécies coletadas no Rio Jaguaribe, foram adquiridas por intermédio de pescarias realizadas por um pescador local. A partir desse ponto o tratamento com as amostras permaneceu o mesmo para todas as espécies coletadas.

Nesse estudo foram analisadas 17 espécies, 13 do Mucuripe e 7 do Rio Jaguaribe, sendo 3 capturadas nas duas áreas de estudo. Foram elas, sardinha (*Opisthonema oglinum*), cocoroca (*Pomadasys corvinaeformis*), ariacó (*Lutjanus synagris*), cavala (*Scomberomorus cavalla*), biquara (*Haemulon plumieri*), linguado (*Syacium micrucum*), vermelho (*Lutjanus cyanopterus*), guarajuba (*Carangoides bartholomaei*), piraúna (*Cephalopholis fulva*), guaiúba (*Ocyurus chrysurus*), serra (*Scomberomorus brasilienses*), mariquita (*Holocentrus adscensionis*), carápeba (*Diapterus rhombeus*), xira (*Haemulon carbonarium*), tainha (*Mugil curema*), sargo-de-dente (*Archosargus rhomboidalis*), e camurim (*Centropomus parallelus*).

Os peixes foram acondicionados em isopor com gelo e trazidos para o Laboratório de Biogeoquímica Costeira – LABOMAR. Após ter sido descongelado, o material foi medido e pesado com auxílio de um ictiômetro e

balança digital (Figura 3 e 4). As espécies foram identificadas através da observação e coleta de dados merísticos e morfométricos de cada peixe, usando chave de identificação de FIGUEREDO; MENEZES, (1978 e 2000), MENEZES e FIGUEREDO, (1980 e 1985) e SZPILMAN (1992).

Com auxílio de uma tesoura e bisturi uma amostra de 2g foi removida da região média dorsal do peixe. A pesagem do material foi realizada em uma balança analítica (Figura 5) de quatro casas decimais, arredondando a leitura para o centésimo de grama mais próximo, tendo, portanto um erro máximo de leitura de +/- 0,005g. Estas amostras foram acondicionadas a uma temperatura de -20°C até a hora da análise iniciando com o procedimento da digestão.



Figura 3 – O ictiômetro utilizado para medição dos peixes.



Figura 4 – Balança digital usada para pesagem dos peixes.



Figura 5 – Balança analítica usada para pesagem das amostras.

#### 4.2. Preparo da Vidraria

As vidrarias utilizadas nas análises receberam lavagens com água destilada, passando por um banho com detertec e posteriormente deixadas imersas em uma solução de ácido nítrico a 10% durante 24h. Depois desse período foram enxaguadas novamente com água destilada e deixadas secar.

### **4.3. Digestão das Amostras**

Para a digestão das amostras a técnica analítica utilizada foi de acordo com ADAIR e COBB (1999). As amostras de 2g após serem descongeladas à temperatura ambiente, fizeram-se duplicatas em erlenmeyers para cada peixe coletado, a fim de obter uma média da concentração de Hg. Em seguida foi adicionado ao material um volume de 20ml de mistura concentrada de ácido ( $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (1:1)) para a digestão das amostras.

Após a adição do ácido nos erlenmeyers a vidraria foi coberta com “dedos frios” para se evitar a perda de material volátil (VAISMAN, 2003). As amostras foram deixadas com a mistura ácida por aproximadamente 24 horas. No dia seguinte, foram adicionados 1ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (peróxido) ao material digerido, visando separar as membranas lipídicas residuais e dessa maneira disponibilizar o mercúrio ao ataque do ácido (ADAIR e COBB, 1999). Os extratos foram deixados descansar por mais uma hora. Passando este período, os erlenmeyers foram colocadas em uma chapa aquecedora em “banho maria” permanecendo por uma hora a uma temperatura de  $70^\circ\text{C}$ , finalmente foram retiradas para possibilitar que atingissem a temperatura ambiente a fim de proporcionar posterior leitura dos extratos.

### **4.4. Determinação de Hg Total**

Na leitura dos extratos para detectar a concentração de mercúrio nas amostras utilizou-se a técnica de vapor frio num Espectrofotômetro de Absorção Atômica de Vapor Frio, marca Bacharach – Coleman, modelo, MAS-50D (Figura 6), com uma sensibilidade de detecção nominal de 1ng. O modelo descrito é baseado em Gonçalves (1993 apud VAISMAN, 2003). O princípio da técnica de geração de vapor frio é a redução do  $\text{Hg}^{2+}$  presente na solução para  $\text{Hg}^0$  utilizando  $\text{SnCl}_2$  (cloreto estanhoso) como agente redutor, e a posterior volatilização da forma elementar mediante o borbulhamento da amostra. O fluxo do Hg gasoso é incorporado no sistema analítico e passado entre uma lâmpada de Hg e uma célula de detecção sensível à radiação ultravioleta. Um filtro óptico, que permite a passagem de radiação num comprimento de onda de 253,7nm, isto é o pico de absorção do Hg gasoso, faz a célula de detecção

captar só a radiação cuja intensidade é proporcional à quantidade do Hg liberado da solução (BACHARACH, 1994).



Figura 6 – Equipamento para determinação de mercúrio, usando a técnica de espectrofotetria de vapor frio (BACHARACH, 1994).

Uma solução redutora de  $\text{SnCl}_2$  (cloreto estanhoso) foi preparada pesando 4g da substância para 20ml de água destilada, sendo 10ml de HCl (ácido clorídrico), logo em seguida a solução foi colocada em aeração no aparelho por 1h para eliminar qualquer resíduo de Hg (mercúrio) possível de contaminação. Após o aquecimento do aparelho foi feita uma curva de calibração utilizando solução padrão de Hg de 10ppb, obtida a partir de uma solução padrão de Hg de 1000ml/L (Merck). A curva foi obtida adicionando volumes de 1, 2, 3, 4, 5 e 6ml da solução padrão junto com 5ml de  $\text{SnCl}_2$  dentro de uma vidraria adequada, acoplada ao aparelho, onde havia um volume de água determinado.

Posterior a determinação da curva de calibração a qual foi expressa em massa de Hg por unidade de absorbância, seguiu-se com as análises dos extratos no espectrofotômetro. Foram utilizadas alíquotas de 2ml a 8ml de extrato proveniente da digestão das amostras de peixes. As alíquotas foram adicionadas dentro da vidraria de leitura previamente cheia, com água destilada até a altura do borbulhador (~200ml). Em seguida, 5ml da solução de cloreto estanhoso foi adicionado devendo o frasco de leitura ser imediatamente fechado. O pico de leitura foi obtido, registrado e anotado.

#### 4.5. Validação da Metodologia

A metodologia foi validada através da análise de padrões de material biológico de molusco (NIST 2976). Os resultados obtidos são apresentados no quadro 2. A exatidão referente ao material de referência certificado foi satisfatória atingindo variações de médias de recuperação para Hg no material biológico de 33,9% acima de 100%, visto que trabalhamos admitindo um valor até 35% acima do certificado.

	NIST 2976	
	Tecido de Molusco	
	Mucuripe (n = 5)	Rio Jaguaribe (n = 3)
Concentração Certificada	61,0 ± 3,6	61,0 ± 3,6
Concentração Obtida	80,4 ± 10,9	83,8 ± 13,8

Quadro 2 – Resultados da análise do Padrão de Referência NIST 2976 (músculo de peixe).

#### 4.6. Análise Estatística

Foi utilizada a análise de correlação de Spermán com confiabilidade de 5% ou  $\alpha = 0,05$  a fim de detectar a existência de correlação entre tamanho das espécies estudadas e a quantidade de Hg acumulada no músculo dos peixes, usando o Excel versão 2003.

### 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

#### 5.1. Resultado

Foram analisados 96 exemplares de peixes, sendo 67 no Mucuripe e 29 no Rio Jaguaribe, dentre as 17 espécies selecionadas.

Nos quadros 3 e 4 são dados os nomes científicos de cada espécie selecionada, o nome comum e o número de indivíduos (n) analisados em cada área.

<u>Espécies do Mucuripe</u>		
Nome Científico	Nome Comum	n
<i>Haemulon carbonarium</i> (Poey, 1860)	Xira	4
<i>Syacium micrurum</i> (Ranzani, 1840)	Linguado	5
<i>Haemulon plumiere</i> (Lacepede, 1802)	Biquara	5
<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	Cocoroca	5
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	Sardinha	6
<i>Cefalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	Piraúna	4
<i>Scomberomorus brasilienses</i> (Collet, et al 1978)	Serra	3
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus 1758)	Ariacó	7
<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbek, 1765)	Mariquita	6
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	Carapeba	8
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	Guaiúba	5
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	Guarajuba	4
<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	Cavala	5

Quadro 3 – Espécies identificadas da praia do Mucuripe, Fortaleza-CE.

<u>Espécies do Rio Jaguaribe</u>		
Nome Científico	Nome Comum	n
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	Tainha Verdadeira	4
<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	Sargo-de- Dente	4
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	Ariacó	3
<i>Pomadasys corvinaeformes</i> (Steindachner, 1868)	Cocoroca	6
<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1818)	Vermelho	6
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	Sardinha	3
<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	Camurim	3

Quadro 4 – Espécies identificadas no estuário do Rio Jaguaribe-CE.

Para todas as espécies relacionamos Lt (cm)  $\times$  [Hg] ( $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Os resultados mais elevados de concentração ( $> 90\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ) foram representados nos gráficos abaixo (Figura 7, 8, 9, 10, 11, 12). Observaram-se níveis de mercúrio mais elevados nas espécies carnívoras coletadas na praia do Mucuripe. Nas espécies carnívoras do Rio Jaguaribe os níveis de mercúrio também foram relativamente altos, porém em menor valor de concentração se comparadas aos peixes comercializados no Mucuripe. Os níveis variaram em torno de  $102,7 - 150,5\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$  em cavala,  $54,2 - 197,4\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$  em guarajuba,  $38,8 - 281,0\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ , em guaiúba,  $39,1 - 116,8\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$  em carapeba e  $18,9 - 94,9\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$  em mariquita e  $26,6 - 94,6\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$  em xira.

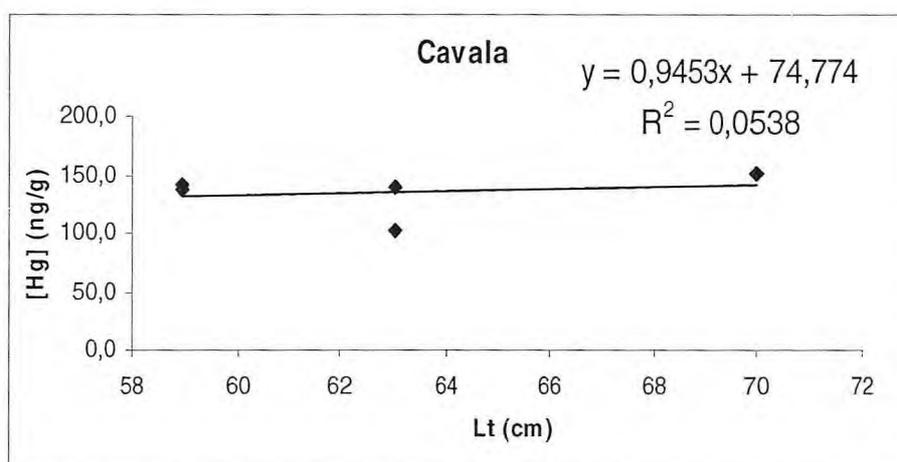


Figura 7 – Gráfico da concentração de [Hg]  $\times$  Lt em cavala (*Scomberomorus cavalla*) comercializada na praia do Mucuripe.

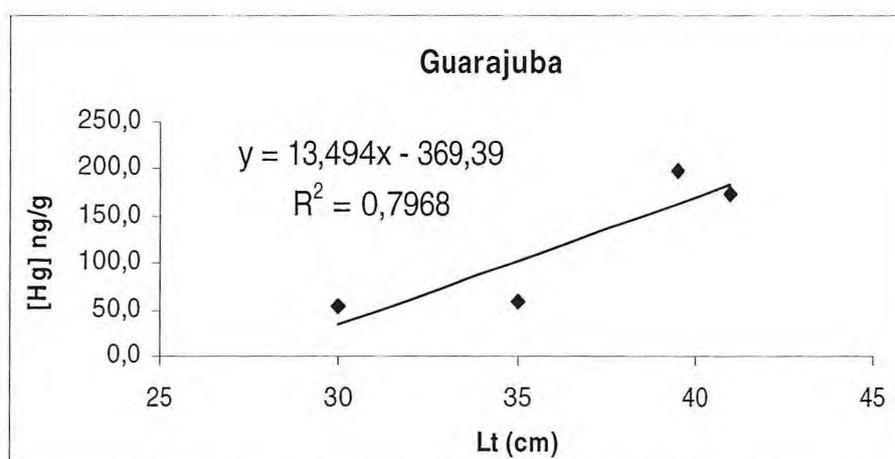


Figura 8 – Gráfico da concentração de [Hg]  $\times$  Lt em guarajuba (*Carangoides bartholomaei*) comercializada na praia do Mucuripe.

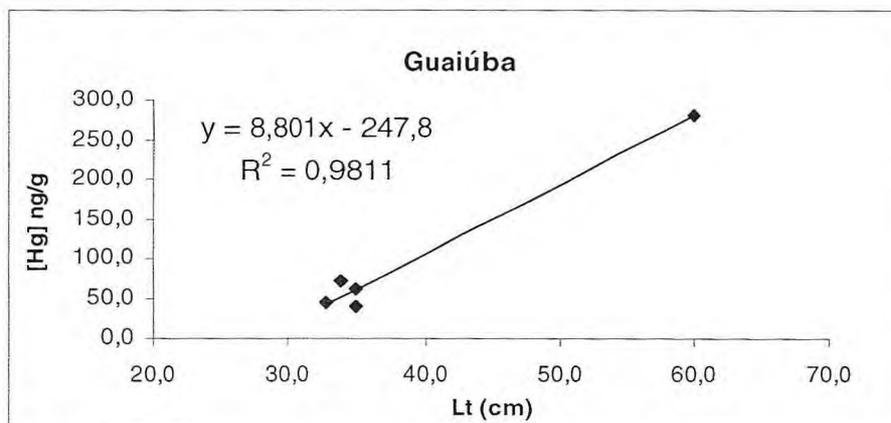


Figura 9 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em guaiúba (*Ocyurus chrysurus*) comercializada na praia do Mucuripe.

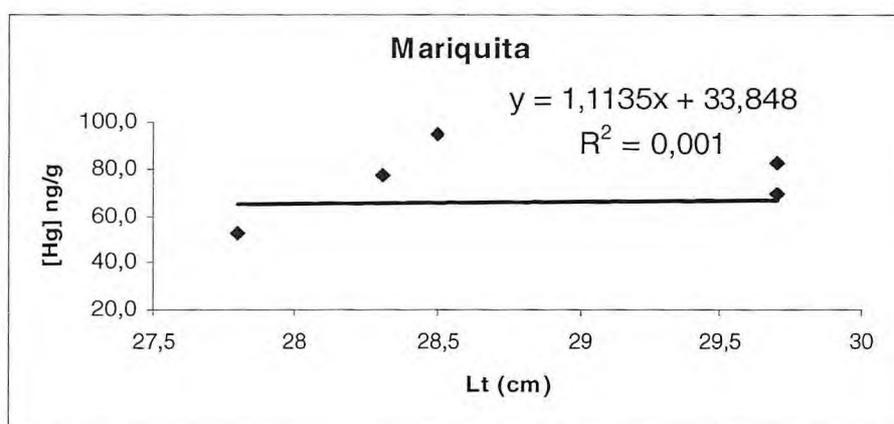


Figura 10 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em mariquita (*Holocentrus adscensionis*) comercializada no Mucuripe.

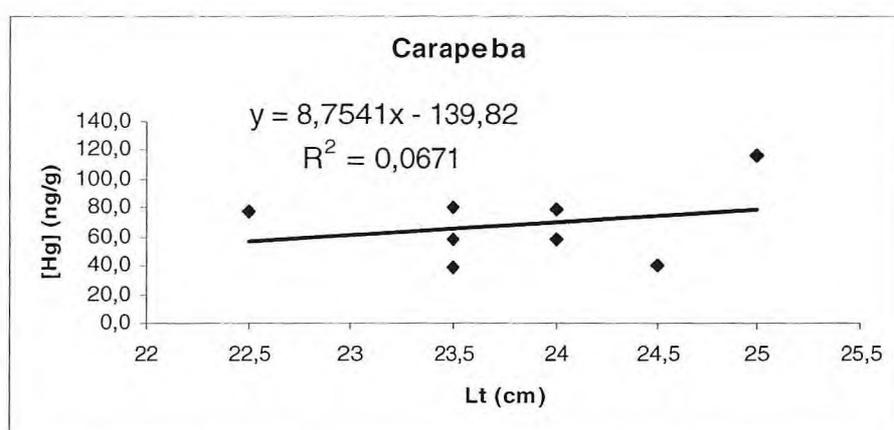


Figura 11 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em carapeba (*Diapterus rhombeus*) comercializada no Mucuripe.

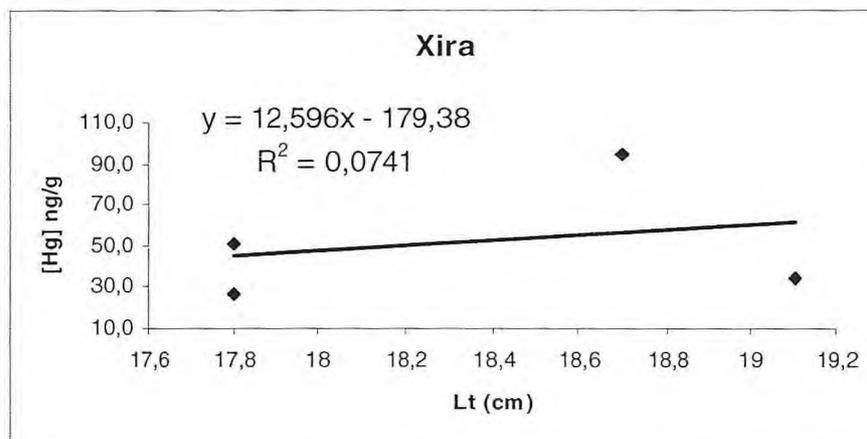


Figura 12 – Gráfico da concentração de [Hg] × Lt em xira (*Haemulon carbonarium*) do Rio Jaguaribe.

Os dados coletados de comprimento e da concentração de mercúrio para todas as espécies, tanto do Mucuripe quanto do Jaguaribe estão expostos nos quadros 5 e 6. Foi observada uma relação significativa ( $\alpha = 0,05$ ) entre o comprimento e a concentração [Hg] para os peixes do Mucuripe, piraúna, ariacó, guaiúba e guarajuba e para os peixes do Rio Jaguaribe somente a tainha apresentou correlação.

<b>Mucuripe</b>						
	Comprimento Padrão (cm)		Concentração Hg (ng.g <sup>-1</sup> )		“r” (α = 0,05)	
	Variação	Média	Variação	Média	Tabelado	Calculado
Xira	17,8 – 19,1	18,4	26,6 – 94,6	51,8	0,878	0,2725
Linguado	30,5 – 34,0	32,5	11,4 – 19,8	14,1	0,811	0,3383
Biguara	24,4 – 29,0	27,1	1,6 – 8,0	14,9	0,811	0,6849
Cocoroca	23,0 – 25,0	23,9	18,7 – 74,5	38,5	0,811	-0,1511
Sardinha	23,5 – 25,2	24,3	10,2 – 60,4	40,9	0,755	0,2619
Piraúna	26,0 – 28,5	26,8	31,4 – 90,8	50,9	0,878	0,9975
Serra	57,0 – 67,0	62,2	50,0 – 59,3	54,8	0,950	0,4100
Ariacó	29,5 – 36,5	32,9	35,8 – 79,6	58,1	0,707	0,7714
Mariquita	28,3 – 29,7	28,9	18,9 – 94,9	66,0	0,755	0,0321
Carapeba	22,5 – 25,0	23,8	39,1 – 116,8	68,6	0,707	0,2591
Guaiúba	33,0 – 60,0	39,4	38,8 – 281,0	99,0	0,811	0,9905
Guarajuba	30,0 – 39,5	36,4	54,2 – 97,4	121,4	0,878	0,8925
Cavala	59,0 – 70,0	62,8	102,7 – 150,5	134,1	0,811	0,2308

Quadro 5 – Peixes coletadas na praia do Mucuripe com suas variações de comprimento e de concentração de Hg, junto com os “r” tabelados e calculados, para cada uma delas.

Rio Jaguaribe						
	Comprimento Padrão (cm)		Concentração Hg (ng.g <sup>-1</sup> )		"r" (α = 0,05)	
	Variação	Média	Variação	Média	Tabelado	Calculado
Tainha	28,1 – 30,5	29,4	3,8 – 10,1	3,0	0,878	0,9135
Sargo-de-Dente	18,8 – 22,1	20,0	6,9 – 13,2	0,3	0,878	0,3686
Cocoroca	14,3 – 16,7	15,7	11,5 – 18,0	1,3	0,755	0,7344
Sardinha	14,4 – 17,6	15,4	24,5 – 30,9	3,1	0,950	0,8370
Ariacó	11,8 – 13,3	12,6	6,0 – 10,0	2,0	0,950	0,1998
Vermelho	15,0 – 19,4	17,2	12,7 – 26,5	2,1	0,755	0,1834
Camurim	19,2 – 26,3	23,1	18,3 – 37,5	12,4	0,950	0,2078

Quadro 6 – Peixes coletadas no Rio Jaguaribe com suas variações de comprimento e de concentração de Hg, junto com os "r" tabelados e calculados, para cada uma delas.

Estas concentrações podem ainda variar de acordo com o hábito alimentar e distribuição da espécie no ambiente.

Com base no hábito alimentar de cada espécie, sua distribuição e de dados bibliográficos já descritos, pôde-se elaborar uma tabela a fim de facilitar o entendimento sobre a distribuição de mercúrio no ambiente. Esta classificação encontra-se nos quadros 7 e 8.

Mucuripe			
Espécies	Dieta Alimentar	Distribuição Ambiente	Valores Médios de [Hg] e os Desvios (ng.g <sup>-1</sup> )
<i>Haemulon carbonarium</i>	Zooplâncton	Epi-Pelágico	51,8 ± 6,0
<i>Syacium micrurum</i>	Zooplâncton / crustáceos	Bati-Pelágico	14,1 ± 1,2
<i>Haemulon plumierii</i>	Peixes / crustáceos / invertebrados	Meso-Pelágico	14,9 ± 8,0
<i>Pomadasy corvinaeformis</i>	Crustáceos / peixes	Bati-Pelágico	38,5 ± 7,6
<i>Opisthonema oglinum</i>	Peixes / zooplâncton	Epi-Pelágico	40,9 ± 3,0
<i>Cefalopholis fulva</i>	Peixes / caranguejo / lagosta / polvo	Bati-Pelágico	50,9 ± 5,0
<i>Scomberomorus brasilienses</i>	Invertebrados / crustáceos	Meso-Pelágico	54,8 ± 9,8
<i>Lutjanus synagris</i>	Peixes / moluscos / crustáceos	Bati-Pelágico	58,1 ± 11,6
<i>Holocentrus adscensionis</i>	Zooplâncton / crustáceos / moluscos	Bati-Pelágico	66,0 ± 8,0
<i>Diapterus rhombeus</i>	Invertebrados	Epi-Pelágico	68,6 ± 14,5
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Peixes / algas / zooplâncton	Bati-Pelágico	99,0 ± 33,2
<i>Carangoides bartholomaei</i>	Peixes / crustáceos / invertebrados	Bati-Pelágico	121,4 ± 21,2
<i>Scomberomorus cavalla</i>	Sardinha / savelha / manjuba	Epi-Pelágico	134,1 ± 17,2

**Fonte:** FIGUEREDO e MENEZES (1978 e 2000), MENEZES e FIGUEREDO (1980 e 1985) e SZPILMAN (1992). [www.fishbase.com.br](http://www.fishbase.com.br).

Quadro 7 – Distribuição das espécies comercializadas no Mucuripe com relação à dieta alimentar e a distribuição no ambiente, as médias de mercúrio com desvio padrão da concentração de cada uma delas.

Rio Jaguaribe			
Espécies	Dieta Alimentar	Distribuição Ambiente	Valores Médios de [Hg] e os Desvios (ng.g <sup>-1</sup> )
<i>Mugil curema</i>	Algas / plâncton / detritos	Meso-Pelágico	7,0 ± 3,0
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Plâncton / zooplâncton	Bati-Pelágico	9,8 ± 0,3
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Crustáceos / peixes	Bati-Pelágico	13,9 ± 1,3
<i>Opisthonema oglinum</i>	Peixes / zooplancton	Epi-Pelágico	26,7 ± 3,1
<i>Lutjanus synagris</i>	Peixes / moluscos / crustáceos	Bati-Pelágico	8,1 ± 2,0
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Peixes / crustáceos	Bati-Pelágico	19,8 ± 2,3
<i>Centropomus parallelus</i>	Peixes	Epi-Pelágico	28,8 ± 12,4

**Fonte:** FIGUEREDO e MENEZES (1978 e 2000), MENEZES e FIGUEREDO (1980 e 1985) e SZPILMAN (1992). [www.fishbase.com.br](http://www.fishbase.com.br).

Quadro 8 – Distribuição das espécies do Rio Jaguaribe com relação ao hábito alimentar e a distribuição no ambiente, as médias de mercúrio com desvio padrão da concentração de cada uma delas.

As informações obtidas sobre a distribuição dos indivíduos no ambiente poderão ser de grande importância. A determinação ou caracterização da possível contaminação de mercúrio nesse ecossistema, poderia ser prevista. Visto que as amostras foram coletadas em regiões próximo da costa, onde alguns peixes coletados são característicos da região, não realizando grandes migrações ou podendo estas restringir-se a entrada e saída de estuários. Peixes como a piraúna, o ariacó, a guaiúba, a biquara, a mariquita e o carapeba, são comuns no litoral cearense, habitam áreas de corais e não atingem grandes profundidades. A piraúna habita fundos rochosos, até 40m de profundidade, enquanto que o ariacó pode ser encontrado até profundidades de cerca de 400m, porém quando jovens são relativamente comuns em recifes e regiões de pedras do litoral, característico da nossa costa. A guaiúba, os adultos ocorrem em águas mais afastadas, porém os mais jovens vivem agrupados próximos à costa, também é uma espécie que está associada aos

recifes e alimentam-se de organismos planctônicos (FIGUEREDO e MENEZES, 1980).

Ainda com base nos dados dos quadros 7 e 8, referentes ao hábito alimentar das espécies estudadas, pôde-se dividi-las em dois níveis tróficos possíveis, a fim de facilitar a relação entre a concentração de mercúrio [Hg] e o nível trófico ocupado por cada uma delas.

Nome Vulgar	Hábito Alimentar	Nível Trófico
Xira	Onívoro – iliófago (Plânc.)	Não – Carnívoros
Linguado	Onívoro – iliófago (Plânc.)	
Mariquita	Onívoro – iliófago (Plânc.)	
Sardinha	Onívoro – iliófago (Pisc.)	
Cocoroca	Onívoro – iliófago (Carc.)	
Carapeba	Onívoro – iliófago (Pisc.)	
Piraúna	Carnívoro – ictiófago	Carnívoros
Serra	Carnívoro (Malac.)	
Ariacó	Carnívoro (Pisc.)	
Biquara	Carnívoro (Pisc.)	
Guaiúba	Carnívoro – predador (Pisc.)	
Guarajuba	Carnívoro – voraz (ictiófago)	
Cavala	Carnívoro – voraz (Pisc.)	

**Notação:** Plânc. – planctófagos; Malac – Malacófago; Carc. – Carcinófago;  
Pisc. – Piscinófago.

Quadro 9 – Divisão entre hábito alimentar e níveis tróficos das espécies comercializadas no Mucuripe – Fortaleza – CE.

Nome Vulgar	Hábito Alimentar	Nível Trófico
Tainha	Iliófago – detritivo (Plânc.)	Não – Carnívoros
Sargo-de-Dente	Iliófago (Plânc.)	
Cocoroça	Onívoro – iliófago (Carc.)	
Sardinha	Onívoro – iliófago (Pisc.)	
Ariacó	Carnívoro (Pisc.)	Carnívoro
Vermelho	Carnívoro (Pisc.)	
Camurim	Carnívoro – voraz (ictiófago)	

**Notação:** Plânc. – planctófagos; Carc. – Carcinófago; Pisc. – Piscinófago.

Quadro 10 – Divisão entre hábito alimentar e níveis tróficos das espécies do Rio Jaguaribe.

Usando os resultados obtidos e relacionando-os com a divisão elaborada dos níveis tróficos das espécies comercializadas no Mucuripe e as espécies coletadas no Rio Jaguaribe, foram construídos gráficos onde relacionamos a média de comprimento e de concentração de mercúrio para cada espécie estudada.

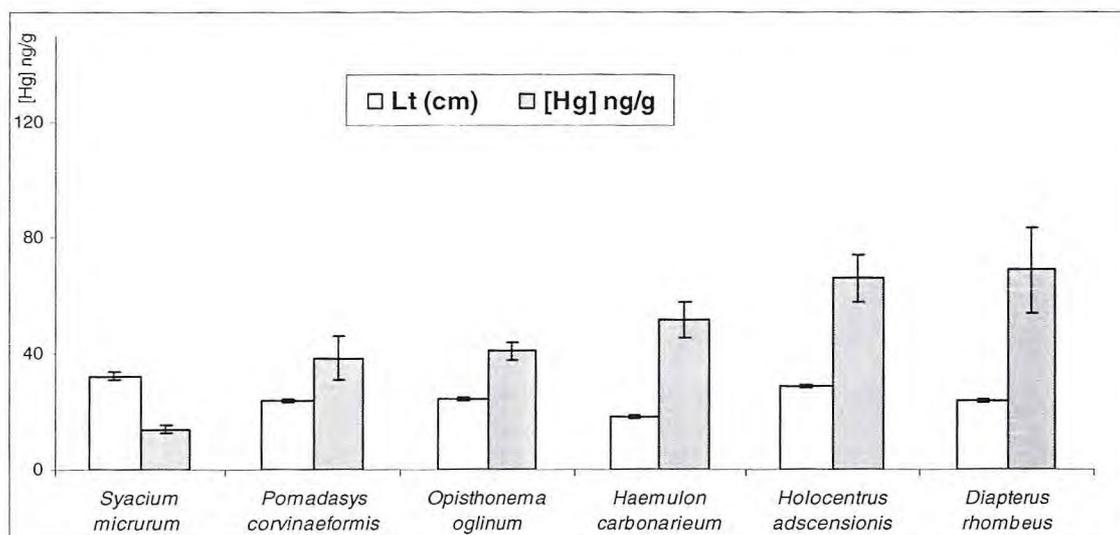


Figura 13 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes não-carnívoros comercializados na praia do Mucuripe, Fortaleza.

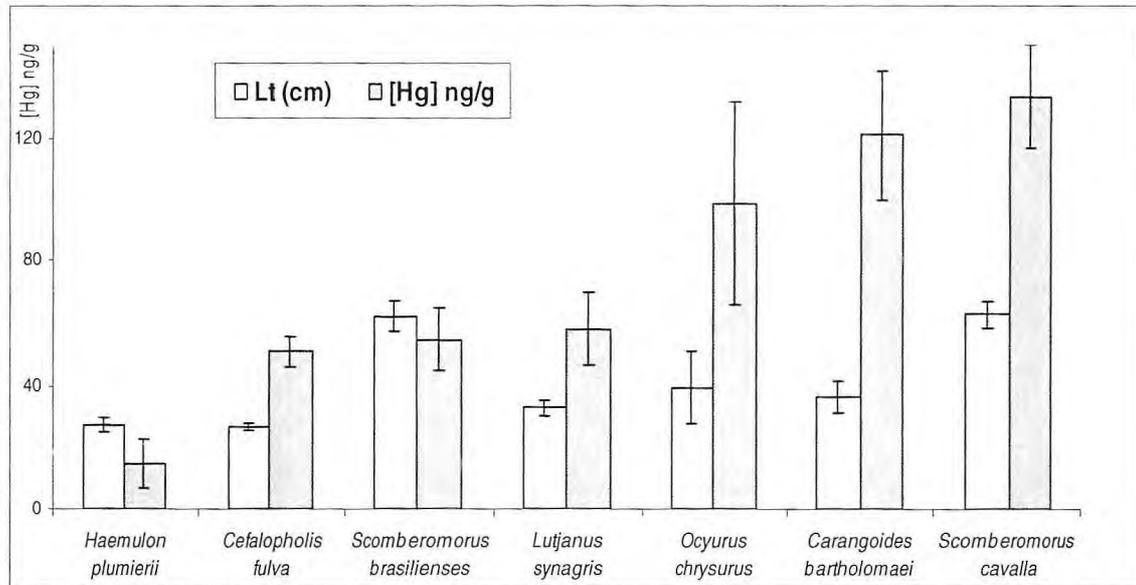


Figura 14 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes carnívoros comercializados na praia do Mucuripe, Fortaleza.

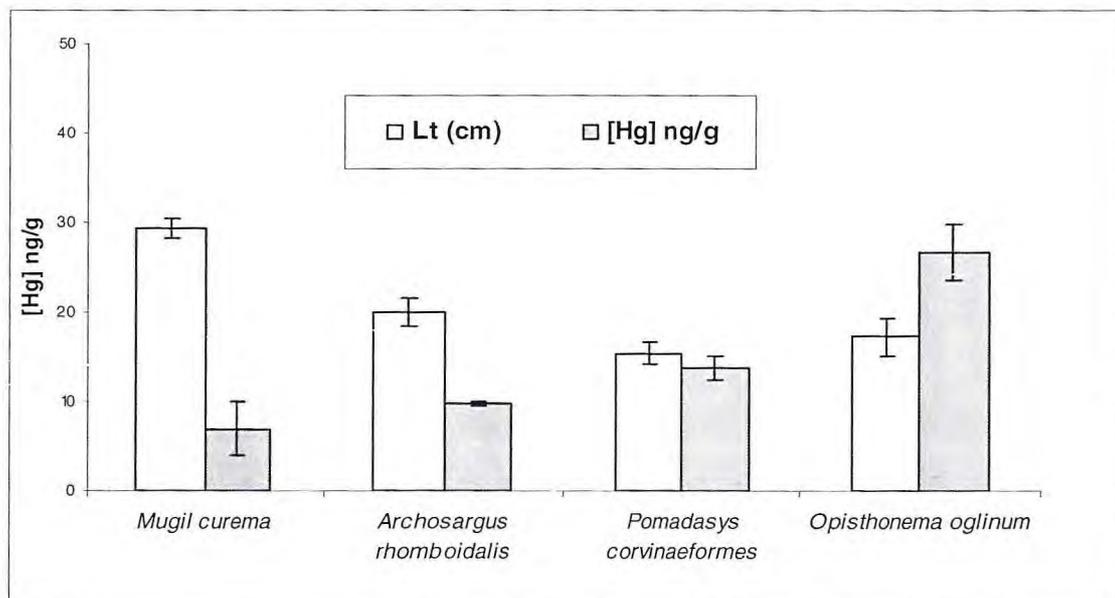


Figura 15 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes não-carnívoros coletados no Rio Jaguaribe.

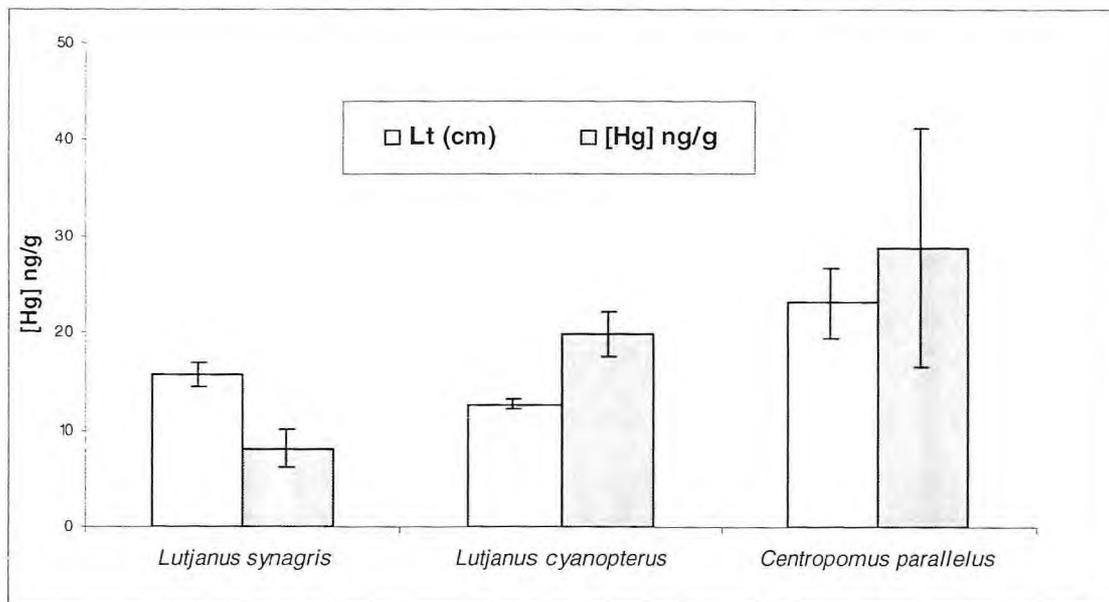


Figura 16 – Comprimento médio e os níveis médios de mercúrio em peixes carnívoros coletados no Rio Jaguaribe.

Após retirados os dados dos peixes, observou-se nas áreas de estudo três espécies comuns, *Pomadasys corvinaeformes*, *Opisthonema oglinum* e *Lutjanus synagris*. Favorecendo assim a comparação entre o tamanho e a concentração de mercúrio para os exemplares, nas duas áreas de coleta. Os gráficos a seguir mostram os resultados obtidos.

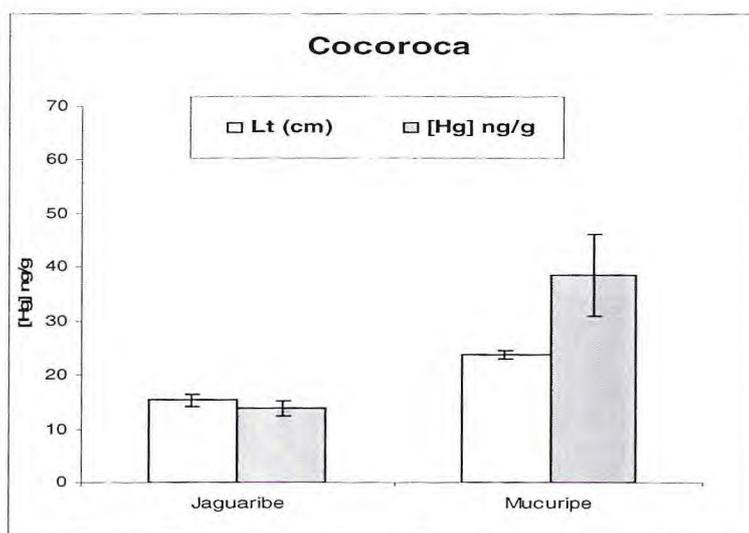


Figura 17 – Médias de comprimento e concentração de mercúrio nas duas áreas de estudo para cocoroca (*Pomadasys corvinaeformes*).

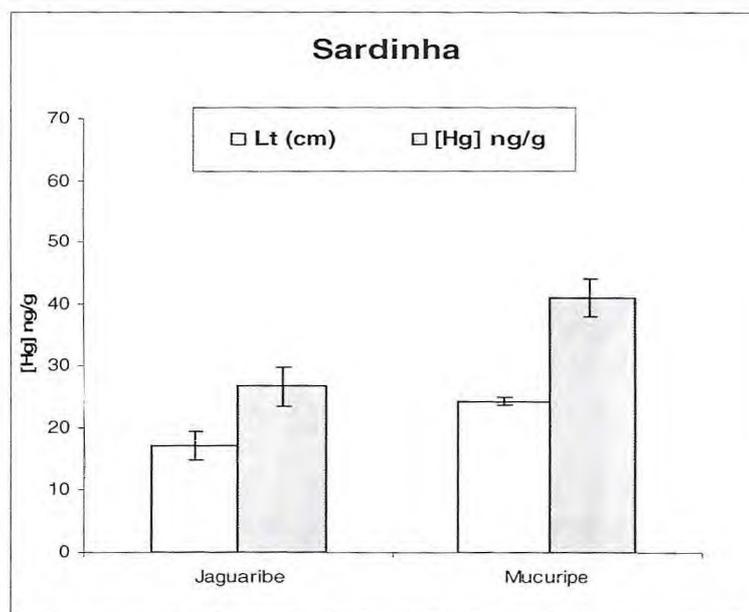


Figura 18 – Médias de comprimento e concentração de mercúrio nas duas áreas de estudo para sardinha (*Opisthonema oglinum*).

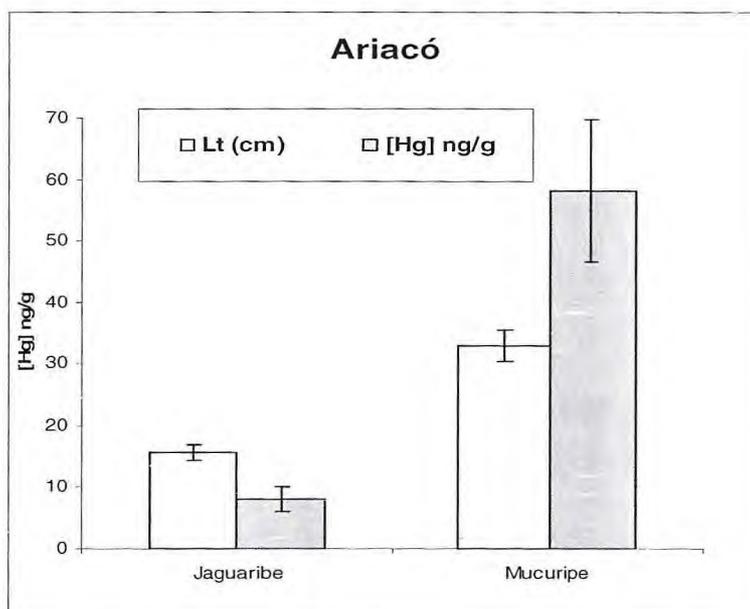


Figura 19 – Médias de comprimento e concentração de mercúrio nas duas áreas de estudo para ariacó (*Lutjanus synagris*).

A relação entre as médias de mercúrio calculado para cada espécie, está exposta na figura a seguir.

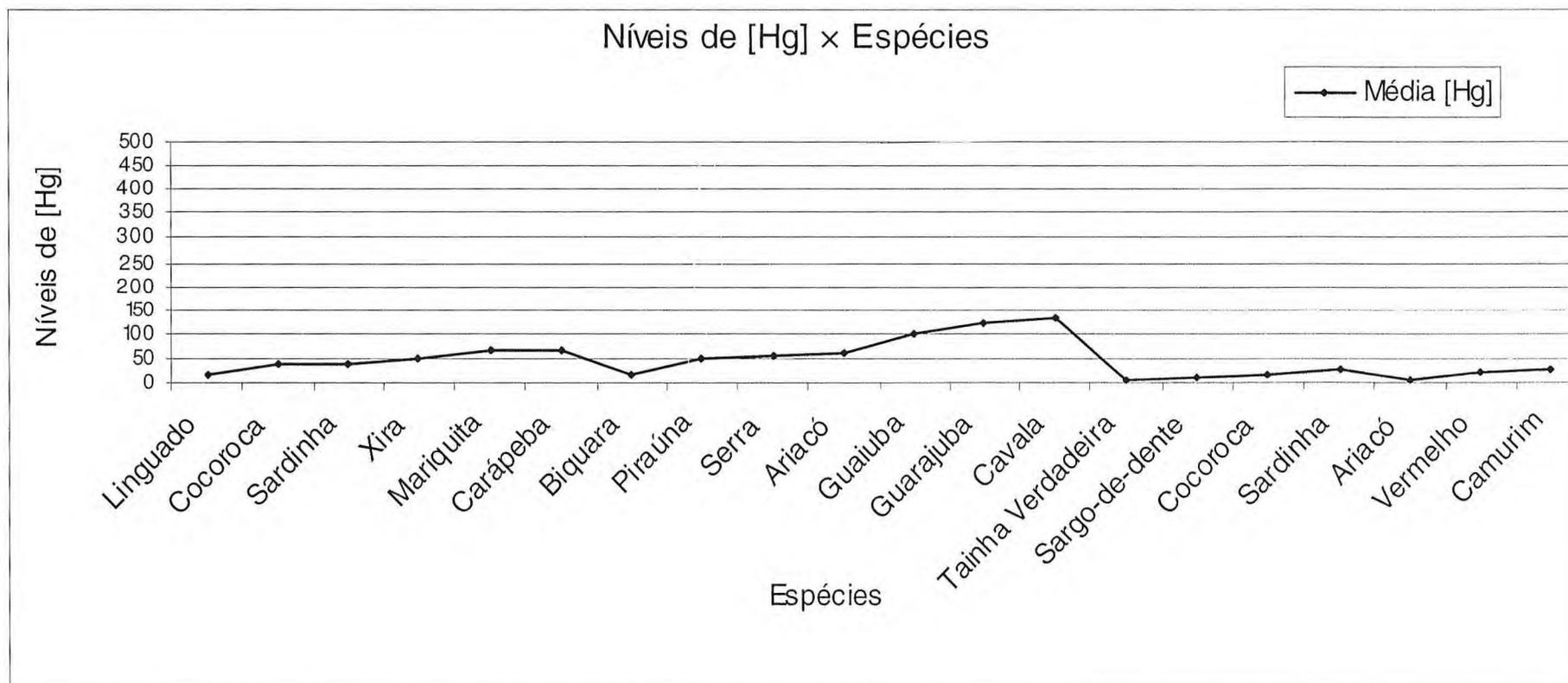


Figura 20 – Relação entre níveis médios de Hg por espécie.

## 5.2. Discussão

Observaram-se com maior nitidez as correlações feitas entre teor de Hg e o tamanho das espécies, nos peixes do Mucuripe, onde analisamos provavelmente peixes adultos. Houve uma correlação positiva não significativa para a maioria das espécies, podendo indicar inexistência da relação do acúmulo do metal com o crescimento do peixe. Entretanto, isto pode ser resultado também do pequeno intervalo de tamanho dos espécimes coletados, não permitindo a expressão da correlação.

No Jaguaribe, não é nítido a relação entre o teor de Hg e o tamanho dos peixes, provavelmente pelo fato de somente peixes jovens terem sido analisados. É bastante lógico pensar-se em encontrar mais mercúrio nos peixes maiores, sendo esse metal acumulativo, porém para relacionar com segurança tamanho x teor de Hg, é necessário um maior número de amostras de uma mesma espécie para o mesmo tamanho, e distribuir os exemplares em todas as idades (curva de idade x crescimento).

No entanto, é importante sabermos que a existência de correlações positivas entre concentrações de Hg e parâmetros morfométricos, como o comprimento de peixes, reflete no acúmulo gradativo do metal ao longo da vida do animal, uma vez que, em geral, tais parâmetros estão diretamente relacionados à idade do organismo, por isso, muitas vezes concentrações positivas entre tamanho e níveis de Hg no tecido dos peixes são relatadas (TOMAZELLI, 2003).

A ausência de correlações significativas entre as concentrações de Hg e o comprimento dos peixes, permite a comparação entre as duas áreas estudadas.

Outro resultado relevante são os níveis elevados de Hg verificados nas espécies carnívoras, biquara (*Haemulon plumieri*), piraúna (*Cefalopholis fulva*), serra (*Scomberomorus brasilienses*), ariacó (*Lutjanus synagris*), guaiúba (*Ocyurus chrysurus*), guarajuba (*Carangoides bartholomaei*), cavala (*Scomberomorus cavalla*), vermelho (*Lutjanus cyanopterus*) e camurim (*Centropomus parallelus*), resultados que confirmam observações anteriores, de que peixes carnívoros possuem maiores concentrações se comparados aos peixes onívoros e herbívoros (VIEIRA, 2004).

Dentre as espécies não carnívoras, cujas concentrações foram relativamente mais baixas, sobressaem-se as espécies, sardinha (*Opisthonema oglinum*), cocoroça (*Haemulon carbonarium*), mariquita (*Holocentrus adscensionis*), carapeba (*Diapterus rhombeus*), tainha (*Mugil curema*), sargo-de-dente (*Archosargus rhomboidales*), xira (*Pomadasys corvinaeformes*).

Enquanto o primeiro grupo possui um grande valor comercial e um mercado certo, o segundo é geralmente mais consumido por populações carentes de cidades litorâneas e/ou pequenos mercados locais cearenses. Os níveis altos de Hg nos músculo das espécies carnívoras comercializadas no Mucuripe sugerem uma maior disponibilidade desse metal para incorporação nos peixes dessa região.

Quando comparamos o nível de Hg nas espécies carnívoras coletadas no Rio Jaguaribe, com as espécies carnívoras coletadas no Mucuripe observa-se uma diferença nítida, a qual nos faz acreditar que seja pelo fato dos peixes coletados no Mucuripe serem de maior tamanho, ou melhor, sejam indivíduos adultos enquanto que os peixes do Jaguaribe são exemplares jovens.

Os resultados relatados no trabalho (Quadro 11), entre as espécies (*Lutjanus synagris*) ariacó, (*Haemulon carbonarium*) cocoroça e (*Opisthonema oglinum*) sardinha, espécies presentes nas duas áreas de estudo, mostraram concentrações mais elevadas no Mucuripe, que pode estar diretamente ligada ao fator tamanho entre os exemplares analisados nas duas áreas, maior nos peixes oriundos do Mucuripe.

Por outro lado, não foram observadas nestas espécies correlações significativas entre tamanho e a concentração de Hg. Portanto, não é possível excluir uma maior disponibilidade e/ou concentração de Hg na região do Mucuripe, afetada pela zona urbana de Fortaleza, em relação ao Rio Jaguaribe.

Espécies	Tamanho (cm)		[Hg] (ng.g <sup>-1</sup> )		N.T
	Mucuripe	Jaguaribe	Mucuripe	Jaguaribe	
<i>Haemulon carbonarium</i>	17,0 – 19,1	–	26,2 – 94,6	–	NC
<i>Syacium micrurum</i>	30,5 – 34,0	–	11,4 – 19,8	–	NC
<i>Haemulon plumierii</i>	24,4 – 29,0	–	1,6 – 8,0	–	C
<b><i>Pomadasys corvinaeformis</i></b>	23,0 – 25,0	14,4 – 17,6	18,7 – 74,5	24,5 – 30,9	NC
<i>Cefalopholis fulva</i>	26,0 – 28,5	–	31,4 – 90,8	–	C
<i>Scomberomorus brasilienses</i>	57,0 – 67,0	–	50,0 – 59,3	–	C
<b><i>Lutjanus synagris</i></b>	29,5 – 36,5	14,3 – 16,7	35,8 – 79,6	11,5 – 18,0	C
<i>Holocentrus adscensionis</i>	28,3 – 29,7	–	18,9 – 94,9	–	NC
<i>Diapterus rhombeus</i>	22,5 – 25,0	–	39,1 – 116,6	–	NC
<i>Ocyurus chrysurus</i>	33,0 – 60,0	–	38,8 – 281,0	–	C
<i>Carangoides bartholomaei</i>	30,0 – 39,5	–	54,2 – 197,4	–	C
<i>Scomberomorus cavalla</i>	59,0 – 70,0	–	102,7 – 150,5	–	C
<i>Mugil curema</i>	–	28,1 – 30,5	–	3,8 – 10,1	NC
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	–	18,8 – 22,1	–	6,9 – 13,2	NC
<b><i>Opisthonema oglinum</i></b>	23,0 – 25,0	15,0 – 19,4	10,2 – 60,4	12,7 – 26,5	NC
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	–	11,8 – 13,3	–	6,0 – 10,0	C
<i>Centropomus parallelus</i>	–	19,2 – 26,8	–	18,3 – 37,5	C

**Notação:** NT – nível trófico; NC – não – carnívoro; C – carnívoro.

Quadro 11 – Resumo geral das espécies estudadas, seus comprimentos, variações de concentração [Hg] e classificação alimentar.

Os poucos dados referentes à correlação dos níveis de Hg na região Nordeste do Brasil, aparecem como dificuldade nas comparações dos resultados com trabalhos anteriores, pois os estudos existentes concentram-se em resultados de análises feitas na região amazônica e na região sudeste do Brasil, sendo a grande maioria dos dados referentes à peixes de água doce.

As espécies utilizadas como biomonitoras, possuem características relevantes. Estes organismos devem ser de fácil identificação, de tempo de vida relativamente longo, abundantes, disponíveis ao longo do ano inteiro, capazes de fornecer suficiente tecido para realizar análises individuais, tolerantes as mudanças dos diferentes parâmetros (salinidade, temperatura, etc.), devem ser característicos do local, preferencialmente sedentários e principalmente, serem acumuladores das substâncias que se tem interesse de avaliar (RAINBOW, 1995).

De acordo com os resultados obtidos, as espécies carnívoras jovens do Rio Jaguaribe, exemplo camurim, ariacó e vermelho entre outras, que na sua fase jovem utilizam o estuário como refúgio, pode nos servir como ótimo biomonitores daquela área.

As tainhas jovens do estuário também seriam bons indicadores de poluição deste metal, não tão boas por possuírem característica migratória e não serem carnívoras, porém o fato de seu tamanho ter relações positivas significativas com a concentração de Hg e por servir de alimento para peixes carnívoros, seu estudo passa a ser importante com relação à acumulação desse metal nessa espécie, sugestão essa que também serve para peixes como a xira e a cocoroca. Estas últimas espécies comercializadas no Mucuripe que apresentaram níveis elevados de Hg mesmo, sendo espécies não carnívoras.

Nos peixes comercializados no Mucuripe as espécies carnívoras, exemplo ariacó guaiúba, biquara, piraúna, peixes adultos de recifes e característicos da costa do Ceará, seriam biomonitores da contaminação por mercúrio nos peixes pescados na costa cearense e conseqüentemente comercializados.

Porém, para o aprimoramento destes resultados teríamos que coletar um maior número de amostras, para serra, cavala e guarajuba principalmente, pois são peixes que realizam deslocamentos constantes (pelágicos) além de

que teremos que ter a certeza do local de captura desses peixes. Isso não foi feito no estudo.

## 6. CONCLUSÃO

Os valores de mercúrio detectados nos músculos dos peixes avaliados no Mucuripe e no Rio Jaguaribe foram, de modo geral, baixos. Porém, nas espécies comercializadas no Mucuripe os valores apresentaram-se mais elevados se compararmos com os peixes do Rio Jaguaribe.

As espécies identificadas apresentaram-se como sendo espécies características da costa do Ceará.

A relação feita entre o parâmetro morfométrico  $Lt \times$  concentração de Hg mostrou distribuição nítida apenas para as espécies comercializadas no Mucuripe, onde avaliamos peixes adultos, porém a mesma relação feita nos peixes do Rio Jaguaribe não se mostrou nítida devido um número muito reduzido de amostras do mesmo tamanho. As espécies carnívoras representantes das duas áreas de estudo apresentaram maior capacidade de concentrar mercúrio, em conformidade com a literatura.

Nenhuma das espécies estudadas, independente de serem espécies carnívoras ou não – carnívoras, apresentou concentrações de mercúrio acima do permitido pela (ANVISA, 1998) que seria acima de  $500\text{ng.g}^{-1}$ . Entretanto, o fato do metilmercúrio participar relativamente da biota, estando naturalmente no ecossistema e biomagnificando-se através da cadeia alimentar poderia trazer risco de intoxicação, por esse motivo é importante investir em seu monitoramento nesse sentido.

Das espécies estudadas as mais indicadas para monitoramento seriam os juvenis de ariacó, vermelho e camurim para Rio Jaguaribe e biquara, piraúna, ariacó e guaiúba para a costa do Ceará. Porém, como os peixes foram comprados em uma banca de venda de pescado na praia do Mucuripe os peixes como serra, cavala e guarajuba que apresentaram níveis elevados de Hg, também servem como biomonitores, necessitando, entretanto um estudo mais aprofundado, por serem peixes de deslocamento variado, hábito pelágico.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ADAIR B. M. e COBB G. P. Improved preparation of small biological samples for Mercury analysis using cold vapor atomic absorption spectroscopy. *Chemosphere* 38(12): 2951-2958, 1999.

ALLEN-GIL, S. M.; GUBALA, C. P.; LARDERS, D. H.; LASORSA, B. K.; GRECELIUS, E. A.; CURTIS, L. R. Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Articlakes. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v.16, n. 4, p. 733-741, 1997.

ALLEN-GIL, S. M.; MARTYNOV, V. G. Heavy Metal burdens in nine species of water anadromus fish from the Pechora River, Nrthem Russia. *The Science of the Total Enviroment*, v.160/161, p. 653-659, 1995.

BACHARACH, Inc. Instruction 33-9030 – Mercury Analyzer System – Model MAS 50D. Rev. 0, Pittsburgh, 1994.

BLOOM, N. S. On the chemical formo f mercury in edible fish and marine invertebrate tissue. *Canadian Journal of fisheries and aquatic science*, v. 49, p. 1010-1017, 1997.

Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil, 198p, 2002.

CLARKSON, T. W. Human toxicology of mercury. *J. Trace Elem. Ex. Med.*, v.11, p. 303-317. 1998.

CLARKSON, T. W. The toxicology of and its compounds, In Watras C.J. and Huckabee J.W. (Eds.) *Mercury Pollution – Integration and Synthesis*. Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 631-641, 1994.

DE PAULA FILHO, F. J. e MARINS, R. V. Distribuição do mercúrio total e partição geoquímica do fósforo em sedimentos do estuário do Rio Jaguaribe/CE. Em *Anais da reunião anual da Sociedade Brasileira de Química – 2003*, Poços de Caldas, 1p, 2003.

DUSEK, L.; SVOBODOVÁ, Z.; JANOUSKOVÁ, D.; VYKUSOVÁ, B.; JARKOVSKY, J.; SMID, R.; PAVLIS, P. (2004) – Bioaccumulation of mercury in muscle tissue of fish in the Elbe River (Czech Republic): multispecies monitoring study 1991 - 1996.

ESTEVEES, F. A. – *Fundamentos de Limnologia*. Editora Interciência, 2º ed., 602 p., Rio de Janeiro, 1998.

FIGUEREDO, J. L.; MENEZES, N. A. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleósteos*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, v.2, n.1, 105 p., 1978.

FIGUEREDO, J. L.; MENEZES, N. A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleósteo. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, v.3, n.2, 110 p., 1980.

FIGUEREDO, J. L.; MENEZES, N. A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleósteo. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, v.6, n.5, 87 p., 2000.

GONÇALVES G. O. Determinação de mercúrio total em amostras sólidas. I.T. 03/93, CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, 1993.

GUIMARÃES, J. R. D.; MEILI, M.; HYLANDER, L. D. CASTRO E SILVA, E.; ROULET, M.; MAURO, B. N.; LEMOS, R. A. Mercury net methylation in five tropical flood plain regions of Brazil: high in the root zone of floating macrophyte mats but low in surface sediments and flooded soils. *The Science of the Total Environment*, v.261, p.99-107, 2000.

HARADA, M. Minamata disease: Methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. *Critical Reviews in Toxicology*. v. 25, n.1, p. 1-24, 1995.

<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=90>

– Portaria n° 685, de 27 de Agosto de 1998. (acessado – 02/01/2006).

[https://srmors.nist.gov/view\\_cert.cfm?srm=2976](https://srmors.nist.gov/view_cert.cfm?srm=2976). (acessado – 10/02/2006)

HYLANDER, L. D.; MEILI, M.; OLIVEIRA, L. J.; CASTRO E SILVA, E.; GUIMARÃES, J. R. D.; ARAÚJO, D. M.; NEVES, R. P.; STACHIW, R.; BARROS, A. R.; SILVA, G. D. Relationship of mercury with aluminum, iron, and manganese ox-hydroxides in sediments from the Alto Pantanal, Brazil. *The Science of the Total Environment*, v. 260, p.97-107, 2000a.

IKINGURA, J. R.; AKAGI, H. Total mercury and methylmercury levels in fish from hydroelectric reservoirs in Tanzânia. *The Science of The Total Environment*, v. 304, p. 355-368, 2003.

KITAHARA, S. E.; OKADA, I. A.; SAKUMA, A. M.; ZENEBON, O.; JESUS, R. S.; TENUTA FILHO, A. Mercúrio Total em Pescado de Água-Doce. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 267-273, 2000.

LACERDA, L. D.; SANTOS, J. A.; MARINS, R. V.; MIA, S. R. R. e VAISMAN, A. G. Impacto potencial da emissão antrópica de Cu e Zn sobre a carcinicultura na bacia inferior do Rio Jaguaribe, CE. *Revista da ABCC*, ano 6, n. 1, p. 30-36, 2004(a).

MARINS, R. V.; PARAQUETTI, H. M. M. e AYRES, G. A. Alternativa analítica para especiação físico-química de mercúrio em águas costeiras tropicais. *Química Nova* 25(3): 372-378, 2002b.

MEDEIROS, C. et al, Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of North East Brazilian waters. Archive of Fishery and Marina Research. V. 47, n.2/3, p 133-151, 1999.

MENEZES, N. A.; FIGUEREDO, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleósteo. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, v.5, n.4, 105 p., 1985.

MÜLLER, G.; IRION, G., MORAIS, J. O. e TINTELNOT, M. Heavy metal concentrations in fine grained sediments in the lower course of Brazilian rivers between the states of Piauí and Espírito Santo. In Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Environmental Geochemistry in Tropical Countries. Nova Friburgo, 1999.

NEUMANN, C. M.; KAUFFMAN, K. W.; GILROY, D. J. Methylmercury in fish from Owyhee reservoir in southeast Oregon scientific uncertainty and fish advisories. The Science of the Total Environment, v.204, p. 205-214, 1997.

ODUM, Eugene P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OLIVARES, I. R. B. Emissões Antrópicas de Mercúrio para a Atmosfera na Região de Paulínia – Campinas, SP. Dissertação de mestrado - 2003.

RAINBOW, P. S. Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. Marine Pollution Bulletin 31(4-12): 183-192, 1995.

RAMOS, A. S.; CASTILHO Z. C.; RODRIGUES A. P. C. Determinação de Teores de Mercúrio em Corvinas Jovens da Bahia da Ribeira. Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003.

RAVICHANDRAN, M. Interactions between mercury and dissolved organic matter – a review. Chemosphere, v.55, p. 319-331, 2004.

RODRIGUES, A. P. C e CASTILHOS, Z. C. Avaliação de Risco Ecológico em Ecossistemas Aquáticos Contaminados por Mercúrio, Estudo de caso: Ilha das Enxadas, Baía de Guanabara, RJ. Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003.

SALOMONS, W.; FORSTNER, W. Metals in the hydrocycle. Berlin; Springer – Verlag, 349p, 1984.

SANTOS, A. D. S. Determinação de Cu e Zn em Fazendas Produtoras de Camarão do Litoral Leste do Estado do Ceará. (Dissertação de Mestrado – 2005).

SCHROEDER, W. H. e MUNTH, J. Atmospheric mercury – an overview. Atmospheric Environment, 32: 809-822, 1998.

SELLANES, A. G.; MÁRSICO T. E.; NEBEL N.; SANTOS; CLEMENTE, S. C. S; OLIVEIRA, G. A. e MONTEIRO, A. B. S Mercúrio em peixes Marinhos. *Acta Scientiae Veterinariae*. 30(2): 107-112, 2002.

SZPILMAN, M. Aqualung guide to fishes. A practical guide to the identification of Brazilian coastal fishes, 1992.

TOMAZELLI, A. C. Estudo Comparativo das Concentrações de Cádmiu, Chumbo e Mercúrio em Seis Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, Ribeirão Preto, p.124. (Tese de Doutorado – 2003).

VAISMAN, A. G. Contaminação da Ostra de Mangue, *Crassostrea rhizophorea*, como Biomonitor de contaminação por mercúrio em estuários cearences. Dissertação de Mestrado – 2003.

VASCONCELOS, F. P. Aspectos da Poluição nas Praias do Município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar – LABOMAR*, 1984.

VIEIRA, L. M.; NUNES, V. S.; CAMPOS, R. C. Níveis de mercúrio total na carne de peixes como indicadores de contaminação em sistemas aquáticos do Pantanal. *Anais do IV Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-econômico do Pantanal Corumbá/MS – 23 e 26 Nov. 2004*.

WATRAS, C. J.; BACH, R. C.; HALVORSEN, S.; HUDSON, R. J. M.; MORRISON, K.A.; WENTE, S.P. Bioaccumulation of mercury in pelagic freshwater food webs. *The Science of the Total Environment*, v.219, p.183-208, 1998.

WRIGHT, D. A. e MASON, R. P. Biological and chemical influences on trace metal toxicity and bioaccumulation in the marine and estuarine environment. *International Journal of Environment and Pollution* 13(1-6): 226-248, 2000.

[www.fishbase.com](http://www.fishbase.com).

Anexo 1 – Produção, preço médio e valor total da produção de pescado desembarcada no Estado do Ceará, no ano de 2002.

Espécie	Produção estimada (t)	Preço médio (R\$/kg)	Valor total da produção (R\$)	%
Agulhinha	41,5	1,96	81.534,41	0,1
Albacora	111,6	2,41	269.331,50	0,2
Arabaiana	43,7	3,98	173.678,00	0,1
Ariacó	604,3	3,22	1.946.820,13	1,6
Arraia	502,2	1,62	815.125,46	0,7
Bagre	126,7	1,48	187.018,78	0,2
Beijupirá	183,7	3,15	578.432,72	0,5
Biquara	388,8	2,21	858.528,61	0,7
Bonito	260,1	1,48	386.009,00	0,3
Cação	134,9	2,11	285.198,07	0,2
Camarão	470,0	12,79	6.012.211,25	5,0
Camurim	28,4	4,48	127.109,77	0,1
Camurupim	191,0	3,99	761.912,47	0,6
Cangulo	32,0	2,05	65.512,30	0,1
Carapitanga	234,5	3,60	843.968,10	0,7
Cavala	1.258,9	4,49	5.651.693,01	4,7
Cioba	130,7	3,64	475.599,94	0,4
Dentão	96,1	3,50	336.623,14	0,3
Dourado	187,4	2,12	398.075,70	0,3
Garoupa	61,9	3,75	232.191,30	0,2
Guaiuba	1.336,3	3,10	4.145.505,00	3,4
Guarajuba	263,8	2,48	653.157,40	0,5
Guaraximbora	166,3	2,18	362.835,54	0,3
Lagosta	2.965,3	27,78	82.385.636,34	68,0
Mero	12,1	2,12	25.657,42	0,0
Palombeta	1.172,7	1,45	1.704.050,63	1,4
Pargo	776,1	4,12	3.198.584,46	2,6
Pescada	67,6	3,17	214.280,08	0,2
Polvo	12,2	2,27	27.730,00	0,0
Sardinha	1.528,3	0,84	1.290.783,46	1,1
Serra	616,7	3,31	2.040.617,09	1,7
Sirigado	280,4	4,71	1.319.419,37	1,1
Vermelho	15,6	2,81	43.833,63	0,0
Xaréu	58,7	2,35	137.984,29	0,1
Caico	1.021,4	1,41	1.441.337,11	1,2
Outros	874,5	1,94	1.695.878,98	1,4
<b>TOTAL</b>	<b>16.256,4</b>	<b>xxx</b>	<b>121.173.864,46</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil – 2002.