



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

BRENO GUSTAVO BEZERRA COSTA

**EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO PELO CONSUMO DE PESCADO NAS
COMUNIDADES PESQUEIRAS/RIBEIRINHAS DA BACIA INFERIOR DO
RIO JAGUARIBE – CEARÁ – NORDESTE – BRASIL**

FORTALEZA

2014

BRENO GUSTAVO BEZERRA COSTA

**EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO PELO CONSUMO DE PESCADO NAS
COMUNIDADES PESQUEIRAS/RIBEIRINHAS DA BACIA INFERIOR DO
RIO JAGUARIBE – CEARÁ – NORDESTE – BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Ciência Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Marinhas Tropicais. Orientador: Prof. Dr. Luiz Drude de Lacerda

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Rui Simões de Menezes

C87e Costa, Breno Gustavo Bezerra.

Exposição ao mercúrio pelo consumo de pescado nas comunidades
pesqueiras/ribeirinhas da bacia inferior do Rio Jaguaribe - Ceará - Brasil /
Breno Gustavo Bezerra Costa. – 2014.

105 f.: il. color., enc. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências
do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais,
Fortaleza, 2014.

Área de Concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e
Estuarinos.

Orientação: Prof. Dr. Luiz Drude de Lacerda.

1. Mercúrio – Exposição humana. 2. Comunidade Pesqueira – Rio
Jaguaribe (Ceará). I. Título.

CDD 615.925663

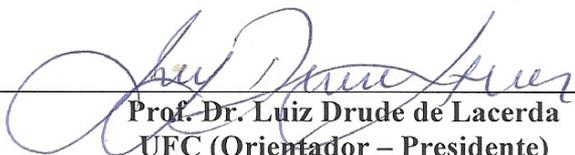
BRENO GUSTAVO BEZERRA COSTA

“EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO PELO CONSUMO DE PESCADO NAS COMUNIDADES PESQUEIRAS/RIBEIRINHAS DA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE – CEARÁ – NORDESTE – BRASIL”

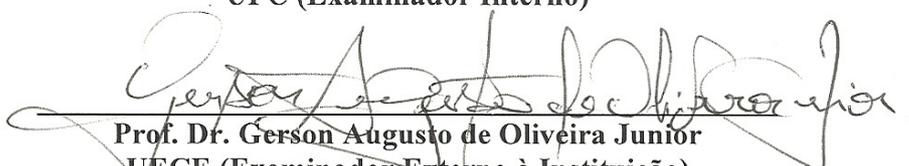
Tese submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR – Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de DOUTOR em Ciências Marinhas Tropicais, área de concentração em Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Aprovada em, 25 de fevereiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Luiz Drude de Lacerda
UFC (Orientador – Presidente)


Prof. Dr. Jorge Ivan Sanchez Botero
UFC (Examinador Interno)


Prof. Dr. Gerson Augusto de Oliveira Junior
UECE (Examinador Externo à Instituição)


Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos
UFR (Examinador Externo à Instituição)


Dr. Rodrigo de Salles
IFCE Examinador Externo à Instituição)

Dedico à minha família.

AGRADECIMENTOS

Todos sabem que um trabalho como este não se faz sozinho. E, mesmo que a responsabilidade pelas falhas e deleções seja minha, uma vez que sou o redator desta tese e que boa parte do que está aqui documentado seja produto das minhas ponderações, há pessoas que colaboraram imensamente com sua elaboração de tal forma que preciso creditar um pouco do resultado a elas. Agradeço a todos com o mesmo sentimento.

Ao CNPq, CAPES e FUNCAP pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos, auxiliando enormemente a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Drude de Lacerda, pois com ele aprendi quase tudo que sei sobre questões teóricas e práticas da área ao qual me propus pesquisar, agradeço imensamente a parceria e amizade que já dura dez anos.

À Prof^ª Dra. Rozane Marins, por sua enorme contribuição com materiais bibliográficos pertinentes ao trabalho e por sua amizade.

Agradeço, aos membros da banca que disponibilizaram seu tempo, avaliando o trabalho e tecendo considerações riquíssimas.

Ao Prof. Dr. Jorge Botero que se envolveu pessoalmente com meu trabalho, colaborando com materiais e conselhos, colaborando na minha orientação, numa época bastante difícil. Espero poder conviver mais tempo com ele e, assim, poder aprender mais do muito que ele tem a ensinar.

Ao Prof. Dr. Wanderley Bastos, ao técnico de laboratório Vitor e ao pesquisador Dr. Ronaldo de Almeida pela ajuda durante a realização de parte dos experimentos na Universidade Federal de Rondônia.

Ao Prof. Dr. Gerson Augusto de Oliveira Junior, que deixou seus afazeres para ler meus textos finais e, com isso, fez com que me sentisse mais seguro. Seus conselhos também me ajudaram, muitas vezes, a enxergar mais claro e mudar de rumo quando necessário, aumentando minhas chances de sucesso.

Ao Prof. Dr. Rodrigo de Salles, por sua contribuição e sugestões durante a qualificação e defesa desta tese.

Aos meus colegas de laboratório, verdadeiros amigos, que contribuíram imensamente na aquisição dos dados e realização das análises laboratoriais.

A Nadsa Cid, minha grande amiga, que vasculhou a biblioteca do Labomar para me trazer os textos e livros pertinentes ao tema.

Ao meu pai (*in memoriam*) e à minha mãe, que me incentivaram a prosseguir com o propósito de crescimento pessoal e profissional. Foi a voz deles que me trouxe até aqui, e, por isso, eu só tenho a agradecer.

E, por fim, mas não menos importante, à minha família, Gabriele Gruska, Matilda e Maya. Minha amada esposa e amiga, pela compreensão dos momentos que não podíamos estar juntos e que colocou-se à minha disposição para ajudar na revisão, correção final do texto da tese e que, tantas vezes me falou palavras de incentivo ou justando para que eu retomasse os trabalhos. Sua inteligência me inspirou muitas vezes e me ajudou a superar fases difíceis. E às minhas cadelas, Matilda e Maya, por me fazerem companhia na mesa do computador, atravessando as noites em claro.

“Não importa o que aconteça, continue a nadar”.

(WALTERS GRAHAM, 2003)

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Mapa de localização da área de estudo destacando-se a Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ) e localidades visitadas. Pontal do Maceió (PM), Jardim de Baixo (JB); Jardim de Cima (JC); Nova Esperança (NE), Volta (VT), Boca do Forno (BF).	24
Figura 2.2	Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade do Pontal do Maceió, Fortim, BIRJ, Ceará.	25
Figura 2.3	Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade do Jardim de Baixo, Fortim, BIRJ, Ceará	26
Figura 2.4	Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade do Jardim de Cima, Fortim, BIRJ, Ceará.	27
Figura 2.5	Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade da Nova Esperança, Aracati, BIRJ, Ceará.	28
Figura 2.6	Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade da Volta, Aracati, BIRJ, Ceará.	29
Figura 2.7	Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade da Boca do Forno, Itaiçaba, BIRJ, Ceará.	30
Figura 3.1	Frequência percentual do Índice de Massa Corporal (IMC) das comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	35
Figura 3.2	Frequência absoluta da origem do pescado consumido pela comunidade pesqueira/ribeirinha da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	38
Figura 3.3	Frequência absoluta de espécies consumidas reportadas pelas comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ)	40
Figura 4.1	Frequência percentual das espécies capturadas na BIRJ por região e hábito alimentar.	50
Figura 4.2	Concentração média de mercúrio total (Hg-T) das espécies analisadas na BIRJ agrupadas por hábito alimentar e área de captura.	54
Figura 4.3	Concentração de mercúrio total ([Hg]-T) e metil mercúrio ([Hg]-Org) e	65

	Limites Máximos Permitidos (LMP) para o metal em peixes estabelecidos pelos órgãos regulamentadores.	
Figura 4.4	Correlação da [Hg]-T (ng/g) p.u. e comprimento (cm), coeficiente de Pearson, número de espécimes e equação de regressão para Piranha (<i>Serrasalmus rhombeus</i>) capturadas na BIRJ.	67
Figura 5.1	Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP ou PTWI) médio (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) para as localidades entrevistadas na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ). ANOVA <i>one-way</i> ; $\alpha = 5\%$.	75
Figura 5.2	Frequência Acumulada percentual das espécies consumidas pela população pesqueira/ribeirinha da BIRJ.	76
Figura 5.3	Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP - PTWI) médio (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) para as espécies capturadas na BIRJ. ANOVA <i>one-way</i> ; $\alpha = 5\%$.	77
Figura 5.4	Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP ou PTWI) médio (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) para os grupos de risco da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ). ANOVA <i>one-way</i> ; $\alpha = 5\%$.	79
Figura 5.5	Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Pontal do Maceió.	80
Figura 5.6	Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Jardim de Baixo.	81
Figura 5.7	Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Jardim de Cima.	81
Figura 5.8	Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade de Nova Esperança.	82
Figura 5.9	Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Volta.	83
Figura 5.10	Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade da Boca do Forno.	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Localidades, número de entrevistados (N°), Índice de Massa Corporal (IMC), consumo semanal médio <i>per capita</i> de pescado por residência (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> de pescado (CSP2) das comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	36
Tabela 3.2	Localidade, e frequência percentual em função do gênero (M: masculino; F: Feminino) e faixa etária das comunidades pesqueira/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	37
Tabela 4.1	Valores de referência dos padrões certificados (NIST 2976 – Mussel Tissue) e os analisados para [Hg]-T e MeHg.	49
Tabela 4.2	Nome comum e científico, hábito alimentar, número de espécimes capturados e valor médio, desvio e amplitude dos dados biométricos de peso (g) e comprimento (cm) das espécies fluviais capturadas na BIRJ.	51
Tabela 4.3	Nome comum e científico, hábito alimentar, número de espécimes capturados e valor médio, desvio e amplitude dos dados biométricos de peso (g) e comprimento (cm) das espécies estuarinas capturadas na BIRJ.	52
Tabela 4.4	Nome comum e científico, hábito alimentar, número de espécimes capturados e valor médio, desvio e amplitude dos dados biométricos de peso (g) e comprimento (cm) das espécies marinhas capturadas na BIRJ.	53
Tabela 4.5	Mananciais, localidades, espécies, comprimento, nível de Hg (ng/g) na musculatura de peixes de distintas regiões e na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	58
Tabela 4.6	Nome científico, hábito alimentar e amplitude e valor médio da concentração de Hg-T, MeHg e %MeHg em músculo de espécies da região fluvial da BIRJ.	61
Tabela 4.7	Nome científico, hábito alimentar e amplitude e valor médio da concentração de Hg-T, MeHg e %MeHg em músculo de espécies da região estuarina da BIRJ.	62
Tabela 4.8	Nome científico, hábito alimentar e amplitude e valor médio da concentração de Hg-T, MeHg e %MeHg em músculo de espécies da região marinha da BIRJ.	63
Tabela 5.1	Nome popular e nome científico das espécies utilizadas para a estimativa dos níveis de exposição das comunidades pesqueiras ribeirinhas da BIRJ.	74
Tabela 5.2	Localidades e respectivas doses de Provisão Semanal Máxima Tolerável (PTWS) da BIRJ e diferentes grupos populacionais.	84

LISTA DE ABREVIATURAS

Hg	Metal pesado pertencente à família 12 da tabela periódica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
Hg	Elemento químico pertencente ao grupo 11 da tabela periódica. Metal Pesado
IMC	Índice de Massa Corporal
ISPT	Ingestão Semanal Provisional Tolerável; Provisional Tolerable Week Ingestion; (PTWI).
MeHg	Uma das formas orgânicas do metal pesado mercúrio.
OMS	Organização Mundial de Saúde
PTWI	Provisional Tolerable Week Ingestion; Ingestão Semanal Provisional Tolerável (ISPT)

RESUMO

Na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ), maior manancial hídrico do estado do Ceará, identificou-se, por meio de entrevista a 112 residências de seis localidades de comunidades pesqueiras/ribeirinhas (Pontal do Maceió, Jardim de Baixo, Jardim de Cima, Voltas, Nova Esperança e Boca do Forno), que a idade média de 293 pessoas foi $33,3 \pm 22,1$ (0 - 87 anos), peso de $55,4 \pm 20,1$ (9,0 - 107,4 kg) e altura de $1,48 \pm 0,21$ (0,6 - 1,80 m). Composta em sua maioria de homens e mulheres adultos (> 15 anos), as comunidades revelaram consumo de pescado *per capita* semanal (CSP1) de $1,0 \pm 0,7$ (0,0 - 3,7 Kg/*per capita*/semana) e individual (CSP2) de $0,3 \pm 0,3$ (0,0 - 2,2 Kg/*per capita*/semana), acima das recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), mostrando que apenas 39,2% desta população tem Índice de Massa Corpórea (IMC) dentro da normalidade. Ademais, observou-se uma elevada diversidade de espécies aquáticas na alimentação destas populações (62 espécies), como por exemplo, crustáceos, moluscos e peixes, das quais 30 foram analisadas e 20 foram estimadas a exposição humana ao mercúrio. As análises das concentrações de mercúrio total (Hg-T) apontaram valores de 1,14 ng/g (L.D.) a $104,9 \pm 10,0$ ng/g, identificando-se que 75,9% do mercúrio presente nessas espécies está sob a forma de metil-mercúrio (Me-Hg). O consumo de Salema (*Archosargus rhomboidalis*) revelou o maior nível de exposição semanal ao Hg (1.0 ng Hg/peso corporal/semana), sobretudo, para adultos do gênero masculino (M >15), mostrando-se tênue quando comparado aos níveis máximos de exposição estabelecidos (3.300 ng Hg/peso corporal/semana).

Palavras-chaves: Mercúrio, Rio Jaguaribe, comunidade pesqueira, exposição humana.

ABSTRACT

In Lower Basin Jaguaribe River (LBJR), most water sources in the state of Ceará, was identified through interview 112 households from six localities of fishing/coastal communities (Pontal do Maceió, Jardim de Baixo, Jardim de Cima, Volta, Nova Esperança e Boca do Forno), the average age of 293 persons was 33.3 ± 22.1 (0-87 years), weight 55.4 ± 20.1 (9.0 to 107.4 kg) and height of 1.48 ± 0.21 (0.6 to 1.80 m). Composed mostly of adult men and women (> 15 years), the communities showed fish consumption per capita weekly (CSP1) of 1.0 ± 0.7 (0.0 to 3.7 kg/per capita/week) and individual (CSP2) of 0.3 ± 0.3 (0.0 - 2.2 kg/per capita/per week), most of the recommendations of the World Health Organization (WHO), showing that only 39.2 % of this population have a Body Mass Index (BMI) within the normal range. Furthermore, there is a high diversity of species in the water supply of these populations (62 species), such as crustaceans, mollusks and fish, of which 30 were analysed and 20 were estimated human exposure to mercury. Analyses of concentrations of total mercury (Hg -T) showed values of 1.14 ng/g (LD) to 104.9 ± 10.0 ng/g, identifying that 75.9 % of the mercury present in these species is in the form of methyl-mercury (Me-Hg). The consumption of Salema (*Archosargus rhomboidalis*) showed the highest level of weekly exposure to mercury (1.0 ng Hg/body weight/week), especially for adult males (M > 15), showing up fine when compared to the maximum levels the display set (3,300 ng Hg/body weight/week).

Key works: Mercury, Jaguaribe River, fishing community, human exposure

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A	Questionário estruturado aplicado às comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	97
APÊNDICE B	Nome das localidades visitadas na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ) com frequência absoluta percentual de entrevistados com suas respectivas, idades, peso (kg), altura (cm) consumo semanal de pescado por residência (kg/semana), Índice de Massa Corpórea (IMC), consumo semanal <i>per capita</i> (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> por biomassa (CSP2).	98
APÊNDICE C	Frequência absoluta e percentual de entrevistados por localidade (%L), por grupo de risco (%G) e por gênero (%GR) com suas respectivas, idades, peso (kg), altura (cm) consumo semanal de pescado por residência (kg/semana), Índice de Massa Corpórea (IMC), consumo semanal <i>per capita</i> (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> por biomassa (CSP2) da localidade do Pontal do Maceio na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	99
APÊNDICE D	Frequência absoluta e percentual de entrevistados por localidade (%L), por grupo de risco (%G) e por gênero (%GR) com suas respectivas, idades, peso (kg), altura (cm) consumo semanal de pescado por residência (kg/semana), Índice de Massa Corpórea (IMC), consumo semanal <i>per capita</i> (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> por biomassa (CSP2) da localidade de Jardim de Baixo na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	100
APÊNDICE E	Frequência absoluta e percentual de entrevistados por localidade (%L), por grupo de risco (%G) e por gênero (%GR) com suas respectivas, idades, peso (kg), altura (cm) consumo semanal de pescado por residência (kg/semana), Índice de Massa Corpórea (IMC), consumo semanal <i>per capita</i> (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> por biomassa (CSP2) da localidade de Jardim de Cima na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	101
APÊNDICE F	Frequência absoluta e percentual de entrevistados por localidade (%L), por grupo de risco (%G) e por gênero (%GR) com suas respectivas, idades, peso (kg), altura (cm) consumo semanal de pescado por residência (kg/semana), Índice de Massa Corpórea (IMC), consumo semanal <i>per capita</i> (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> por biomassa (CSP2) da localidade de Nova Esperança na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	102

APÊNDICE G	Frequência absoluta e percentual de entrevistados por localidade (%L), por grupo de risco (%G) e por gênero (%GR) com suas respectivas, idades, peso (kg), altura (cm) consumo semanal de pescado por residência (kg/semana), Índice de Massa Corpórea (IMC), consumo semanal <i>per capita</i> (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> por biomassa (CSP2) da localidade da Volta na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	103
APÊNDICE H	Frequência absoluta e percentual de entrevistados por localidade (%L), por grupo de risco (%G) e por gênero (%GR) com suas respectivas, idades, peso (kg), altura (cm) consumo semanal de pescado por residência (kg/semana), Índice de Massa Corpórea (IMC), consumo semanal <i>per capita</i> (CSP1) e consumo semanal <i>per capita</i> por biomassa (CSP2) da localidade de Boca do Forno na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	104
APÊNDICE I	Grupos de risco, faixa etária e Ingestão Semanal Provisória Tolerável (ISPT – PTWI) (ngHg/peso corporeo/semana) de 20 espécies analisadas nas respectivas localidades da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).	105

SUMÁRIO

	Pág.
CAPÍTULO 1	19
1. INTRODUÇÃO	19
1.1 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	19
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 OBJETIVO GERAL	22
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.3 HIPÓTESE	23
CAPÍTULO 2	24
2. ÁREA DE ESTUDO	24
2.1 PONTAL DO MACEIÓ	26
2.2 JARDIM DE BAIXO	27
2.3 JARDIM DE CIMA	28
2.4 NOVA ESPERANÇA	29
2.5 VOLTA	30
2.6 BOCA DO FORNO	31
CAPÍTULO 3	32
CONSUMO DE PESCADO E STATUS ANTROPONUTRICIONAL DE COMUNIDADES PESQUEIRAS/RIBEIRINHAS DA BACIA INFERIOR DO BAIXO JAGUARIBE, CEARÁ – NORDESTE – BRASIL	32
3.1 INTRODUÇÃO	32
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.4 CONCLUSÕES	42
CAPÍTULO 4	43
MERCÚRIO (Hg) EM PEIXES DA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE, CEARÁ – NORDESTE – BRASIL	43
4.1 INTRODUÇÃO	43
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS	48
4.2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA	50
4.2.2 VALIDAÇÃO ANALÍTICA	50
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51

4.4 CONCLUSÃO	69
CAPÍTULO 5	70
NÍVEL DE EXPOSIÇÃO AO Hg DE COMUNIDADES PESQUEIRAS/RIBEIRINHAS DA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE PELO CONSUMO DE PESCADO.	70
5.1 INTRODUÇÃO	70
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS	72
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
5.4 CONCLUSÃO	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

CAPÍTULO 1

1. APRESENTAÇÃO

1.1 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

No Estado do Ceará, assim como em outras regiões situadas no semiárido nordestino, a quantidade de recursos hídricos é restrita. Devido a sazonalidade pluviométrica há grande período de estiagem nos principais cursos hídricos da região, controlados, em grande parte, pela presença de reservatórios ao longo do seu curso. O Rio Jaguaribe, principal manancial hídrico do estado Ceará, encontra-se na porção leste deste estado, sendo-lhe conferido o título de “maior rio seco do mundo”. Com pequena parcela no estado de Pernambuco, este rio drena cerca de 50% da área do estado do Ceará (72.440 km²), tendo o seu curso principal uma extensão de aproximadamente 633 km, com foz na porção do Oceano Atlântico Equatorial Ocidental (PAULA *et al.*, 2006).

O atual cenário da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (BHRJ) é resultado de sucessivas mudanças ao longo da sua área de drenagem. Desde 1906, com a construção de um forte em sua região costeira (hoje reconhecido pelo nome de Fortim), a população tem desbravado e se estabelecido ao longo de seu curso (IBGE-Cidades, 2012), originando agrupamentos sociais. De acordo com a sazonalidade marcante da região nordeste, estas populações iniciaram suas ocupações com a prática de atividades da agricultura (feijão, milho e mandioca), exploração da argila, e extração da cera de carnaúba, que teve o seu declínio no final da década de 1950 (LIMA, 1997). Com a perenização deste manancial, houve o favorecimento da intensificação de atividades de produção, além do crescimento de áreas urbanas e aumento populacional (IBGE-

CENSO, 2010). Dentre as comunidades que se estabeleceram ao longo do Rio Jaguaribe podem-se citar as comunidades pesqueiras/ribeirinhas. A atividade pesqueira é de fundamental importância para estas populações, sendo realizada nas embarcações artesanais, como canoa, jangada e paquete, fazendo uso de instrumentos com anzóis, redes e armadilhas para captura do pescado.

A área ocupada por estes indivíduos tem grande interesse social, econômico e ecológico, pois abriga uma rica fauna de peixes, crustáceos e moluscos de elevada relevância para as populações tradicionais que, por meio de práticas artesanais, perpetram uma pesca de subsistência (BARLETTA e COSTA, 2009; BARBOSA *et al.*, 2011). Ademais, os ambientes fluviais são alterados pela construção empreendimentos aquícolas ao longo dos seus canais, além de bares, restaurantes e residências, os quais ao mesmo momento que usufruem de seus benefícios promovem a sua degradação.

Além dos distúrbios supracitados, a intensificação destas atividades tem implicado em prejuízos ecológicos (redução e/ou contaminação de espécies e alteração das teias tróficas), perdas culturais, resultando na introdução de substâncias antrópicas aos mananciais hídricos (BARLETTA e COSTA, 2009). Dentre estas substâncias estão os metais pesados, a exemplo do Hg conhecido por sua alta toxicidade e capacidade de acumular-se ao longo da cadeia trófica. Ressalta-se que o consumo de peixes contaminados por este metal resultou na morte de cerca de 1000 habitantes e prejuízos à saúde de outros milhares residentes na Baía de Minamata – Japão (LACERDA, 2006; KASPER *et al.*, 2007). No Rio Jaguaribe o Hg foi identificado em efluentes/resíduos antrópicos, estimando-se lançamento anual de aproximadamente 225 kg, dos quais 75 kg foram provenientes do esgoto urbano, 150 kg da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e 0,35 kg da carcinicultura, principalmente na forma de Hg particulado (LACERDA *et al.*, 2011). Cerca de 95% dos Hg presente em resíduos sólidos são provenientes de pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos (lâmpadas de mercúrio) termômetros e termostatos (DPPEA, 2014).

Depositado no leito dos mananciais, as partículas em suspensão na coluna d'água passam a compor o sedimento de fundo, os quais revelam a tendência crescente do aporte do Hg para este compartimento biogeoquímico, quando analisados os testemunhos sedimentares (COSTA *et al.*, 2013). Intermediado por processos biológicos (bactérias sulfato redutoras, bioturbação) físicos e químicos, o Hg aprisionado nos

sedimentos pode ser disponibilizado para a coluna d'água em forma química mais biodisponíveis, sendo incorporado à cadeia alimentar na qual o homem está inserido.

Deste modo, o consumo de organismos aquáticos é percebido como a principal forma de exposição humana ao metal, cuja severidade de seus efeitos no organismo difere em função de grupos de risco (etário e gênero), grupo social (comunidades pesqueira, ribeirinha e urbana), *status* nutricional e concentração do Hg no pescado, ocasionando prejuízos de funções renais, cardíacas, respiratórias e do sistema nervoso central, podendo levar, inclusive, à morte (LACERDA, 2006).

É importante ressaltar que comunidades pesqueira e ribeirinha, bem como crianças até quinze anos e mulheres grávidas ou em fase de amamentação estão mais susceptíveis às implicações da contaminação pelo mercúrio (NRC, 1991; EPA, 1998; ESTEBAN-VASALLO *et al.*, 2012; CHANNA *et al.*, 2013). Portanto, a quantificação de Hg em espécies consumidas pela população local faz-se útil para a estimativa dos níveis de exposição desta população (MALM *et al.*, 1995; BARBOSA *et al.*, 2011), e/ou consumidores que às utilizem na alimentação.

Uma vez que a Bacia Inferior do Rio Jaguaribe recebe os efluentes da maior bacia de drenagem do estado do Ceará, na qual ocorreram sucessivas mudanças no uso e ocupação do solo com atividades potencialmente emissoras de mercúrio, que pode acumular-se nos organismos aquáticos, apontados como principal veículo de contaminação humana, torna-se necessário a avaliação do risco de exposição das comunidades pesqueiras e ribeirinhas da BIRJ, indicando os grupos mais susceptíveis aos seus efeitos deletérios em função do status antroponutricional para os diferentes grupos etários, de gênero e localidade que tem o pescado como uma de suas fontes alimentares.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a exposição ao mercúrio de populações humanas que vivem em torno da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe, Ceará.

1.2.2 Objetivos Específicos

- i. Identificar as localidades pesqueiras e ribeirinhas na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe caracterizando suas populações humanas quanto a idade, peso, altura e gênero, caracterizando a unidade amostral (residências);
- ii. Calcular o índice antropnutricional para estas populações;
- iii. Investigar as espécies de peixes consumidas por estas populações, bem como sua origem;
- iv. Quantificar o consumo de pescado destas comunidades;
- v. Quantificar a concentração do mercúrio no tecido muscular do pescado;
- vi. Estimar o nível de exposição destas populações resultante do consumo de pescado.

1.3 HIPÓTESE

Por ser transportado ao longo dos rios e acumulando-se em regiões costeira/estuarina o Hg tende a acumular-se com maior intensidade nos organismos desta região, tornando as comunidades pesqueiras/ribeirinhas que ai habitam mais suscetíveis aos seus efeitos no organismo.

CAPÍTULO 2

2. ÁREA DE ESTUDO

A história de uso e ocupação do solo do Rio Jaguaribe é marcada por períodos distintos. Ocupado inicialmente na sua foz em 1603, por Pero Coelho de Souza para o engajamento de tropas indígenas, no atual município de Fortim, o Rio Jaguaribe foi desbravado concomitantemente com o desenvolvimento da pecuária e extração de cera de carnaúba, atividades rentáveis até a década de 50 (IBGE-Cidades, 2012).

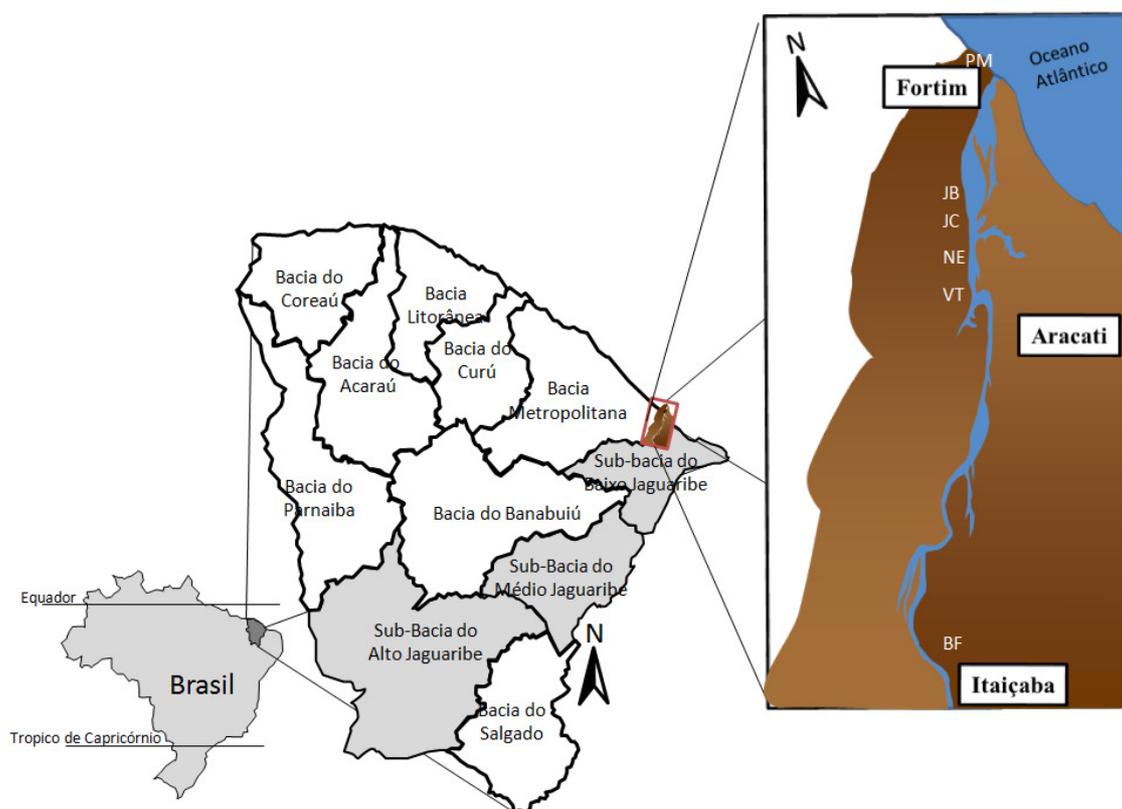
A Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (BHRJ) está situada na porção leste do Estado do Ceará, nordeste do Brasil. Subdividida em três regiões (Alto, Médio e Baixo Jaguaribe) a BHRJ apresenta em sua totalidade 72.440 km², correspondendo a 31,24% das bacias hidrográficas do estado (PAULA *et al.*, 2006) e seus municípios a 31,74% da sua extensão territorial (IBGE, 2012). Gatto (1999) aponta que esta bacia tem extensão territorial de 75.669 km², sendo 37,54% (28.406 km²) pertencente ao Estado do Pernambuco, nos municípios de Exu, Moreilândia e Serrita.

Da sua nascente (no sudoeste do Estado do Ceará) até sua foz (na costa leste do Estado), o manancial possui 633 Km de extensão, perpassando uma região dominada pela vegetação da caatinga e desaguando no Oceano Atlântico Equatorial Ocidental. Com quatro tipos climáticos, úmido, subúmido, semiárido e árido, cujos dois últimos ocupam 60% da bacia, são observados períodos pluviométricos distintos ao longo do ano. A pluviosidade da região apresenta dois períodos distintos, um chuvoso e curto, nos meses de março a junho, e outro seco e longo, com duração média de oito meses (julho a fevereiro). A temperatura média anual gira em torno de 26°C a 27°C e a pluviosidade média anual da região do semiárido é de 700 a 800 mm, sendo que uma parcela permeia os solos, compondo o lençol freático e outra parcela esco superficialmente, formando os rios, nos quais são construídas barragens para o

armazenamento de água nos períodos de estiagem, sendo gerenciados pela COGERH além de outros particulares (COGERH, 2009).

A região da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe está situada na microrregião que engloba os municípios de Fortim, Aracati e Itaiçaba, totalizando uma população de cerca de 90 mil habitantes. A Bacia Inferior está sob influência das cargas geradas à montante (sub-bacia do médio e alto Jaguaribe) e recebe influência à jusante, onde se liga ao Oceano Atlântico Equatorial Ocidental (Figura 2.1). Também está sob a influência dos impactos gerados no seu interior, sendo identificadas dentre outras, fontes difusas e pontuais de metais pesados, compostos nitrogenados e fosforados, e outros contaminantes provenientes de atividades antrópicas (IBGE-CENSO, 2010). Nesta sub-bacia as localidades estudadas são descritas em detalhe a seguir.

FIGURA 2.1 – Mapa de localização da área de estudo destacando-se a Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ) e localidades visitadas. Pontal do Maceió (PM), Jardim de Baixo (JB); Jardim de Cima (JC); Nova Esperança (NE), Volta (VT), Boca do Forno (BF).



Fonte: O autor.

2.1- Pontal do Maceió

Pertencente ao município de Fortim, a localidade do Pontal do Maceió está a cerca de 5 km ao norte da sede do município, com grande parcela das ruas desprovidas de pavimentação; ao caminhar somos arremetidos ao ambiente de praia, área na qual a localidade se estabeleceu. Com acesso direto ao mar os residentes da localidade dispõem de uma frota pesqueira modesta, utilizada principalmente na prática da pesca artesanal. Praticada diariamente, a pesca é controlada pelo movimento das marés, determinando o horário de saída e chegada das embarcações (dados informais). Consumidor de uma grande variedade de pescado, esta população tem preferências por espécies marinhas, possivelmente por sua maior disponibilidade, em virtude da pesca ser praticada na região costeira adjacente na plataforma continental. Para compor os dados desta localidade (Figura 2.2), para esta pesquisa, 60 residências foram visitadas, totalizando 135 indivíduos entrevistados.

FIGURA 2.2 - Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade do Pontal do Maceió, Fortim, BIRJ, Ceará.

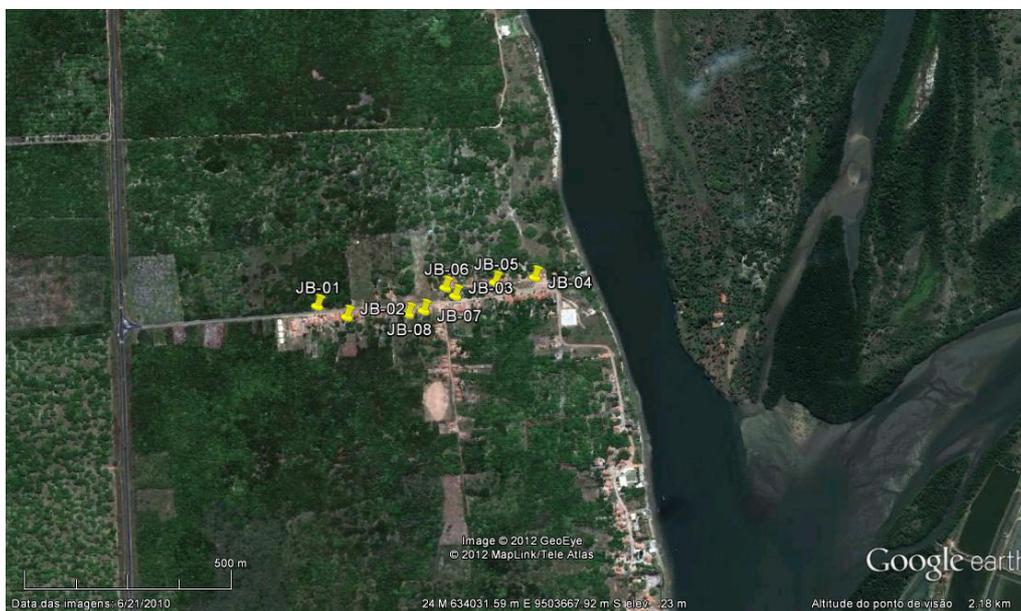


Fonte: Google Earth, 2010.

2.2 - Jardim de Baixo

Também pertencente ao município de Fortim, a localidade do Jardim de Baixo, está situada a cerca de 7 km ao sul da sede do município. A catação de mariscos, em especial o sururu (*Mitilus edulis*), é a principal atividade pesqueira desenvolvida por esta comunidade, cuja prática é sempre realizada em grupos familiares, sendo a comercialização, o destino final da produção. Os grupos identificaram a migração destes organismos ao longo do ano, evidenciando que no período de maior pluviosidade (fevereiro a junho), a exploração dos mariscos é intensificada, especialmente na porção mais a norte, junto à “pedra do chapéu”¹, e, à medida que as precipitações diminuem “o sururu vai subindo o rio”, ficando próximo a região onde a localidade (Figura 2.3) se estabeleceu. Nesta localidade visitou-se 4 residências, que somaram 20 entrevistados.

FIGURA 2.3 - Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade do Jardim de Baixo, Fortim, BIRJ, Ceará.



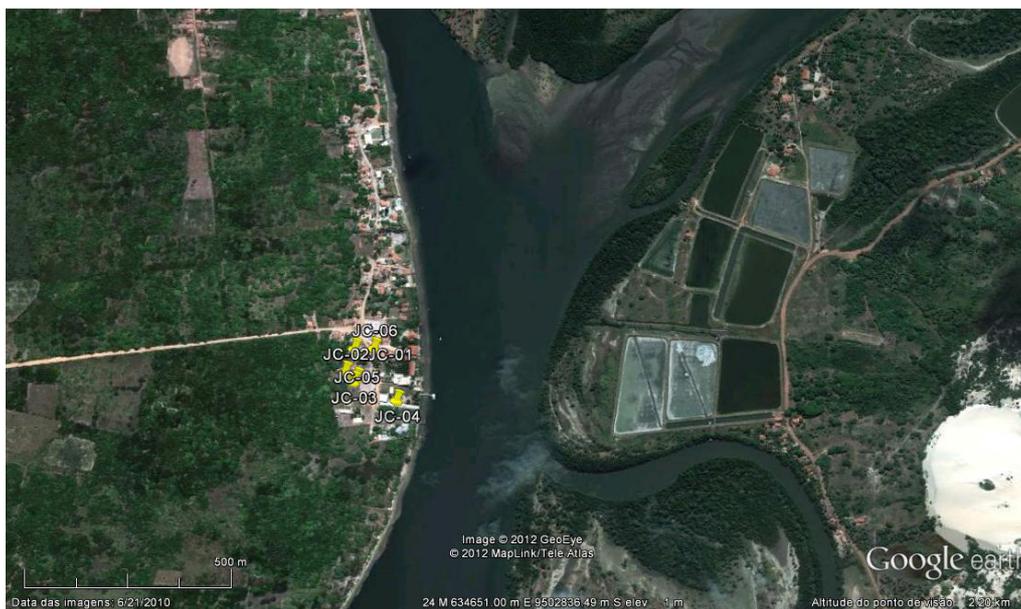
Fonte: Google Earth, 2010.

¹ Formação geológica com aparência semelhante a um chapéu, na margem esquerda da região estuarina do Rio Jaguaribe, sentido rio-mar.

2.3 - Jardim de Cima

A 1 km ao sul do Jardim de Baixo, o Jardim de Cima (Figura 2.4) está situado na margem oposta ao maior empreendimento de carcinicultura do Estado (LACERDA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2013;), distribuindo-se em sentido paralelo ao rio, que, ao longo deste, pode-se observar diversas embarcações artesanais, especialmente as canoas. Para a captura dos organismos aquáticos os pescadores fazem uso de artefatos artesanais como linha de mão, tarrafas e redes de espera. É importante mencionar que apesar da pouca distância entre estas duas localidades, a catação de marisco não está presente do mesmo modo no cotidiano da população do Jardim de Cima. Cito, ainda, que nesta região situa-se a pousada utilizada como base de apoio no período do estudo, além de ser utilizada pelo Laboratório de Biogeoquímica Costeira em muitos outros trabalhos de campo. Ademais, saliento que 6 residências foram visitadas, totalizando 16 indivíduos entrevistados.

FIGURA 2.4 - Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade do Jardim de Cima, Fortim, BIRJ, Ceará.



Fonte: Google Earth, 2010.

2.4 - Nova Esperança

Esta localidade (Figura 2.5) é pertencente ao município de Aracati e, por estar situada na margem oposta à sede do município, o acesso torna-se mais simplificado pela CE-085, a 6 km da primeira entrada da cidade de Fortim, sendo facilmente avistada a vegetação de mangue. Com acesso direto ao rio, uma parcela significativa de seus habitantes realizam a pesca diariamente, obtendo do manancial o pescado que foi utilizado em sua alimentação. É interessante mencionar que, mesmo com poucas residências instaladas nesta região, existe considerável diferença estrutural das casas, tornando-se destoantes visivelmente, pois enquanto umas são de sapé outras são de alvenaria. Talvez este tenha sido o motivo da denominação de “Córrego da Inveja” à região, cujo nome foi citado por alguns dos 40 entrevistados, moradores das 15 residências visitadas.

FIGURA 2.5 - Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade da Nova Esperança, Aracati, BIRJ, Ceará.



Fonte: Google Earth

2.5 – Volta

Assim como Nova Esperança, a localidade da Volta pertence ao Município de Aracati, com fácil acesso por Fortim, estando a 11 Km do 1º acesso do município. Situada em um dos meandros (voltas) do Rio Jaguaribe, esta distribui-se paralelamente ao rio, que, é dotado de porto para embarcações utilizadas na pesca de pargo e lagosta, além de pequenas embarcações, do tipo pacote e canoas. Assim como nas localidades supracitadas, nesta localidade é possível perceber a influência da maré, encontrando-se, com exceção do Pontal do Maceió, no domínio estuarino. Nesta localidade (Figura 2.6) foram entrevistados 53 indivíduos, de 17 residências.

FIGURA 2.6 - Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade da Volta, Aracati, BIRJ, Ceará.



Fonte: Google Earth

2.6 - Boca do Forno

Pertencente ao município de Itaiçaba, a localidade da Boca do Forno (Figura 2.7) é assim nomeada pela elevada quantidade de fornos de olaria instalados outrora na região. A ocorrência de espécies de “água doce” revela o domínio fluvial na região, entretanto, em períodos de grande estiagem os efeitos da maré podem ser sentidos, mesmo situando-se a 34 km da foz do Rio Jaguaribe (MARINS *et al.*, 2003).

Nesta região foram observados empreendimentos de aquicultura de grande proporção e grande quantidade de carnaúbas, vegetação características de zonas de alagado. É possível, também, encontrar a passagem molhada², barramento do curso do rio destinado à elevação do nível hídrico da região. Vários são os usos dessa água, que vão desde práticas de pesca, banho (balneário) etc. Todavia, a construção teve outro propósito, a de elevação do nível da água para captação para o canal do trabalhador³. Para esta localidade, 29 indivíduos, de 14 residências foram entrevistados.

FIGURA 2.7 - Imagem de satélite com distribuição espacial das residências visitadas (pontos em amarelo) na localidade da Boca do Forno, Itaiçaba, BIRJ, Ceará.



Fonte: Google Earth, 2010.

² Passagem molhada: construção de uma barragem no curso do rio, que com a elevação do nível da água, esta perpassa por cima da edificação.

³ Canal do Trabalhador: construção, com uma extensão de 102 km, para a transposição da água do Rio Jaguaribe para o açude Pacajus (seu destino final), atendendo a população nos distritos ao longo do canal e áreas irrigada e pequenas propriedades com agricultura familiar (COGERH, 2014).

CAPÍTULO 3

Consumo de pescado e status antroponutricional de comunidades pesqueiras e ribeirinhas da Bacia Inferior do Baixo Jaguaribe, Ceará – Nordeste – Brasil

3.1 INTRODUÇÃO

O pescado é a principal fonte de proteína animal consumida no mundo. Segundo a FAO (2010), em 2009 a disponibilidade de organismos aquáticos para a alimentação humana foi em torno de 126 milhões de toneladas, sendo um terço consumido por países asiáticos, revelando consumo *per capita* médio anual de 20,7 kg. Mesmo o pescado não sendo a preferência alimentar dos brasileiros, o consumo médio *per capita* anual estimado para o ano de 2011 foi de 11,17 kg, observando-se o incremento da 14,5% em relação ao ano anterior (MPA, 2014). Entretanto, algumas particularidades regionais são identificadas, a citar a região amazônica, cujo consumo médio *per capita* é 36 kg/ano, enquanto na região sul os níveis estimados são 4,6 kg/hab/ano. No nordeste e sudeste os consumos estimados são 5 e 2 kg/hab/ano respectivamente, enquanto no centro oeste chega a um pouco mais de 1,5 kg/hab/ano (SILVA-FILHO *et al.*, 2008).

Pode-se identificar que o consumo de pescado está relacionado, dentre outros fatores, à sua disponibilidade, questões culturais (BARLETTA e COSTA, 2009; GARCEZ *et al.*, 2009). Observa-se que os maiores consumos de pescado ocorrem em comunidades pesqueiras/ribeirinhas, que revelam índices maiores que os valores regionais, atingindo, em alguns casos, níveis superiores aos recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que preconiza 12 kg/ano. Lembrando que, em geral, os pescados são ricos em proteína de alto valor nutricional e importante fonte de ácidos graxos poliinsaturados (ω -3 e ω -6), cálcio, ferro e iodo, além de apresentar baixos teores de gordura, oferecendo inúmeros benefícios à saúde, reduzindo problemas cardíacos, perda óssea, anemia e bócio. Por apresentar baixos teores de gordura e por

reduzir a incidência de doenças cardiovasculares, é indicado, ainda, para pessoas com sobrepeso ou obesidade (MARCEDO-VIEGAS, 2001).

Segundo o WHO (1995), o cálculo do índice antropométrico, ou Índice de Massa Corpórea (IMC), é um importante indicador da saúde individual, apontando que elevados valores de IMC são decorrentes de ingestão excessiva de alimentos associada a quantidade insuficiente de exercícios e doenças. Vale salientar que o IMC não é útil somente para avaliação individual, mas, também, indicador do status da saúde e das condições sociais e econômicas de grupos populacionais, como por exemplo, casos de diabetes em adultos e 40% dos casos de doenças coronárias são atribuídos ao excesso de peso.

Como mencionado, o consumo de pescado traz inúmeros benefícios, contudo, alguns autores apontam os seus riscos (DOMINGO *et al.*, 2007; FAO/WHO, 2010), que estão associados, em muitos dos casos, a contaminação por metais pesados, destacando-se o Hg ingerido, devido a sua grande afinidade com células lipídicas e tecido nervoso, que pode acarretar em problemas de ordem neurológica, causando tremores musculares, perda de visão, má formação fetal e, em casos extremos, a morte.

Além disto, de acordo com os dados fornecidos pela Agência de Proteção Ambiental Norte americana (EPA, 2000), o Hg pode perpassar a membrana fetal e ser excretada pelas glândulas mamárias, sendo, portanto, mais restritivos para mulheres no período gestacional, assim como para crianças, por estarem em formação, configurando estes indivíduos como grupo de risco, estando mais susceptíveis aos efeitos do metal no organismo.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou investigar o consumo quali-quantitativo de pescado das comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ), bem como a definição do status antropométrico destas para os diferentes grupos etários e de gênero.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A aquisição dos dados de altura, peso, idade, gênero, espécies consumidas (quali-quantitativamente) nas comunidades pesqueiras da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe ocorreu durante o período de 11 de agosto a 05 de outubro de 2010. As residências foram utilizadas com unidades amostrais, às quais foram aplicados questionários estruturados para obtenção das informações referentes aos dados de posicionamento geográfico das residências, informações biométricas e etária dos entrevistados, além de elementos que permitem a estimativa do consumo semanal de pescado e quais as espécies consumidas nas localidades (APÊNDICE I- Quadro A).

Após obtidos os dados foram tabulados estimando-se os parâmetros de interesse a mencionar: o nome da localidade entrevistada, local da residência o consumo médio *per capita* semanal de pescado por residência (CSP1), este mesmo consumo ponderado pela biomassa corporal individual (CSP2), bem como *status* antroponutricional, ou Índice de Massa Corporal (IMC).

A definição do nome das localidades visitadas foi obtido a partir da nomenclatura informada pelos entrevistados. Para estimativa do IMC e sua respectiva classificação utilizou-se as definições parametrizadas pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1995), enquanto o cálculo de CSP1 foi a partir da quantidade de pescado consumido semanalmente na residência é distribuída igualmente para todos os integrantes da residência, deste modo, dividindo-se o consumo semanal de pescado residencial pelo número de habitantes por residência. Considerando-se que o consumo de alimentos é proporcional a biomassa individual, o CSP1 foi dividido pelo peso relativo de cada entrevistado, adotando-se para os ausentes peso igual a média do peso dos entrevistados, obtendo, deste modo, o CSP2.

Após obtenção das informações etárias e biométricas dos entrevistados, bem como seus consumos de pescado (CSP1 e CSP2) e status antroponutricional os dados foram agrupados por localidade. Após agrupamento os dados foram submetidos a análises estatísticas (Correlação de *Pearson* e regressão linear) a fim de identificar padrões de consumo de pescado e/ou valores representativos das populações entrevistadas. Para a realização de tais cálculos, compilação dos dados e confecção de tabelas foram utilizados os softwares Statistica7 e Excel 2007.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

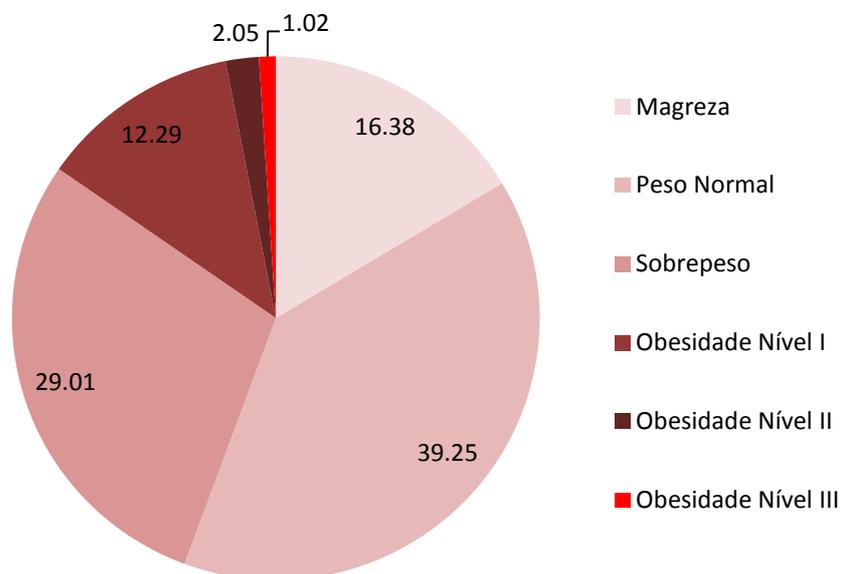
Nas seis localidades foram visitadas 112 residências, totalizando 293 pessoas entrevistadas. A idade média dos entrevistados foi de $33,3 \pm 22,1$ (0 – 87 anos), enquanto o peso foi $55,4 \pm 20,1$ kg (9,0 - 107,4 kg) e a altura $1,48 \pm 0,21$ m (0,6 - 1,8 m).

O cálculo de IMC variou de 13,3 (magreza) a 47,3 (obesidade grau III), com valores médios de $24,2 \pm 5,7$ e o de consumo semanal de pescado (CSP1 e CSP2) variou de 0,0 a 3,7 ($1,0 \pm 0,7$ kg de pescado/*per capita*/semana) e de 0,0 a 2,2 ($0,3 \pm 0,3$ Kg de pescado/*per capita*/semana), respectivamente.

Ao calcular o IMC, utilizando os dados da OMS para comparação, verificou-se que aproximadamente 40% desta população se enquadraram na categoria de “peso normal”, revelando significativa parcela, enquanto que 44,4% mostraram sobrepeso e obesidade nos seus distintos graus e 16,4 % dos entrevistados apresentaram status de “magreza” (Figura 3.1).

A observação de status de magreza e/ou obesidade estão relacionados em grande parte a distúrbios alimentares, ocasionado pelo consumo de alimentos com valor energético inferior às demandas individuais e/ou acima destas sem a que realize atividade física de forma a consumir a energia “excedente”, que será convertida em tecido adiposo. Uma das possíveis causas da observação de tal cenário nestas comunidades pode ser a modificação da estrutura destas comunidades no tocante a substituição de pescado por outros tipos de alimentos como frango, carne e produtos industrializados, como reportado por alguns entrevistados. Contudo, para que se realize tal afirmativa torna-se necessário estudo mais aprofundado, uma vez que tal perspectiva não foi abordada no desenho experimental deste trabalho.

FIGURA 3.1 - Frequência percentual do Índice de Massa Corporal (IMC) das comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).



Fonte: O autor.

Recomendações da OMS indicam que um consumo *per capita* semanal de aproximadamente 0,23 kg fornecem quantidades necessárias ao bom desenvolvimento do corpo humano. Considerando-se o consumo de pescado médio *per capita* por residência (CSP1), todas as localidades mostram níveis superiores aos recomendados pelo referido órgão. No entanto, quando avaliado de forma ponderada (CSP2), são observados valores médios inferiores nas localidades de Jardim de Baixo, Jardim de Cima, Volta e Boca do Forno (Tabela 3.1). Os dados agrupados por localidade, gênero e faixa etária estão apresentados nas Tabelas A-F do APÊNDICE I.

O consumo médio *per capita* semanal de pescado estimado para a região nordeste é de aproximadamente 0,10 kg (SILVA-FILHO *et al*, 2008). Os valores médios observados para CSP1 nas localidades entrevistadas ultrapassam os valores regionais em cinco a treze vezes, contudo assemelham-se aos observados para CSP2, sobretudo nas localidades de Jardim de Baixo e Boca do Forno, onde foram observados os menores consumos (Tabela 3.1).

Na localidade do Jardim de Baixo a atividade da pesca é desenvolvida em grande parte para atender a demandas externas, a exemplo da catação de sururu (*Mytella*

falcata), sendo consumido pela população pequena variedade de organismos aquáticos como observado para Boca do Forno onde a atividade pesqueira é pouco representativa observando-se poucas embarcações destinadas a tal atividade. Ademais, a introdução de alimentos industrializados tem sido apontado como um dos fatores modificadores da dieta alimentar de comunidades pesqueiras/ribeirinhas, mesmo em regiões isoladas e/ou de difícil acesso (BASTOS *et al*, 2008).

TABELA 3.1 - Localidades, número de entrevistados (N°), Índice de Massa Corporal (IMC), consumo semanal médio *per capita* de pescado por residência (CSP1) e consumo semanal *per capita* de pescado (CSP2) das comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).

Localidade	N°	IMC	CSP1	CSP2
Pontal do Maceió	135	13,5 – 39,7 (24,3±5,4)	0,0 – 2,7 (1,3 ± 0,7)	0,0 – 2,2 (0,3 ± 0,3)
Jardim de Baixo	20	13,7 – 33,1 (21,6 ± 5,3)	0,5 – 1,7 (1,0 – 0,6)	0,0 – 0,4 (0,1 ± 0,1)
Jardim de Cima	16	14,1 – 33,2 (23,6 ± 5,7)	0,2 – 1,5 (0,6 ±0,4)	0,0 – 0,8 (0,2 ±0,2)
Nova Esperança	40	13,4 – 40,9 (22,6 ± 5,1)	0,0 – 3,7 (1,0 ± 0,9)	0,0 – 1,9 (0,3 ± 0,4)
Volta	53	15,0 – 47,3 (25,1 ± 6,3)	0,0 – 2,1 (0,9 ± 0,9)	0,0 -0,6 (0,2 ± 0,2)
Boca do Forno	29	19,0 – 43,6 (26,8 ± 5,5)	0,1 – 1,0 (0,5 ± 0,3)	0,0 – 0,4 (0,1 ± 0,1)
Geral	293	13,4 – 47,3 (24,2 ± 5,7)	0,0 – 3,7 (1,0 ±0,7)	0,0 – 2,2 (0,3 ± 0,3)

Como observado o consumo médio de pescado na BIRJ (0,3 kg/*per capita*/semana) é superior ao reportado para a região nordeste, contudo estão bem abaixo dos observados para a região populações de ribeirinhos do Baixo Solimões com valores variando de 3.470 a 4.050kg/pessoa/semana (GARCEZ *et al*, 2009) ou da Indonésia, com valores médios em torno de 3,5 kg por semana (CASTILHOS *et al.*, 2006). Tais níveis de consumo aqui observados devem-se em parte a baixa diversidade de espécies consumidas em algumas localidade e substituição do pescado na alimentação por outras fontes de proteína animal, possivelmente são as causas dos diminutos valores observados na BIRJ.

O agrupamento dos entrevistados em função do gênero e estrutura etária faz-se útil para identificar grupos mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de substâncias presentes no ambiente e nos alimentos, os quais são definidos como grupo de risco. Neste grupo estão inseridos gêneros masculinos e femininos no período da infância (idade menos que 15 anos) e mulheres no período gestacional (idade entre 15 e 40 anos) (FAO/WHO, 2010). A maior parcela da população é constituída por indivíduos do sexo masculino e maiores de 15 anos, destacando-se a localidade de Nova Esperança, representando 45% dos entrevistados. Considerando-se todos os entrevistados o percentual pertencente ao grupo de risco foi de aproximadamente 50% (Tabela 3.2).

O percentual de entrevistados que apresentaram níveis de IMC fora do “peso normal” foi de 62,5%, dos quais 31,2% é composto de indivíduos com *status* de magreza e as demais com sobrepeso ou obesas.

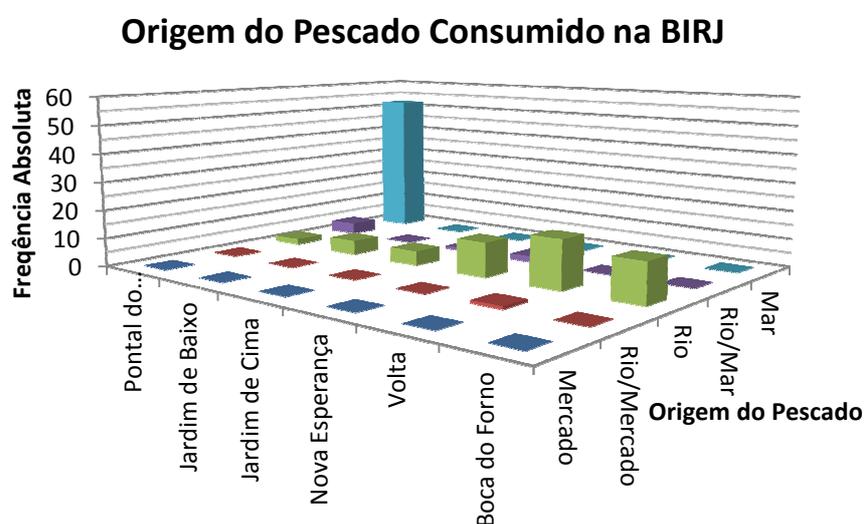
TABELA 3.2 - Localidade, e frequência percentual em função do gênero (M: masculino; F: Feminino) e faixa etária das comunidades pesqueira/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).

Freq. %	0 < M < 15	M > 15	0 < F < 15	15 < F < 40	F > 40
Pontal do Maceió	8,9	29,6	13,3	23,0	25,2
Jardim de Baixo	25,0	20,0	35,0	15,0	5,0
Jardim de Cima	0,0	25,0	31,2	12,5	31,2
Nova Esperança	10,0	45,0	7,5	20,0	17,5
Volta	9,4	22,6	24,5	20,7	22,6
Boca do Forno	6,9	17,2	17,2	34,5	24,1
Total	9,6	28,3	17,4	22,2	22,5

O CSP1 e CSP2 não mostraram correlações significativas com o IMC. Isto sugere que, apesar destas comunidades mostrarem níveis de consumo de pescado maiores que as médias regionais, isso não é suficiente para determinar o *status* antropométrico satisfatório, segundo preconizado pela OMS, uma vez que o pescado constitui apenas um dos itens da dieta alimentar. Em contrapartida, recomenda-se um maior consumo de pescado para indivíduos com sobrepeso ou obesidade e seus distintos graus. Vale lembrar que a utilização de pescado na alimentação reduz a incidência de doenças cardiovasculares, auxiliando na redução dos níveis de colesterol (KRISTHERTON *et al.*, 2002).

A quase totalidade das espécies de pescados consumidos pelas comunidades pesqueiras/ribeirinhas da BIRJ provém deste manancial hídrico, das regiões fluvial, estuarina e marinha. Em apenas uma das residências entrevistadas (Volta) foi reportado que a aquisição deste item alimentar é oriunda de mercados locais (Figura 3.2). A obtenção desta informação não impossibilita a estimativa do consumo de pescado, contudo, para a avaliação da exposição torna-se imprescindível que se tenha os teores do analito de interesse (Hg) em pescados consumidos pela população.

FIGURA 3.2 - Frequência absoluta da origem do pescado consumido pela comunidade pesqueira/ribeirinha da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).

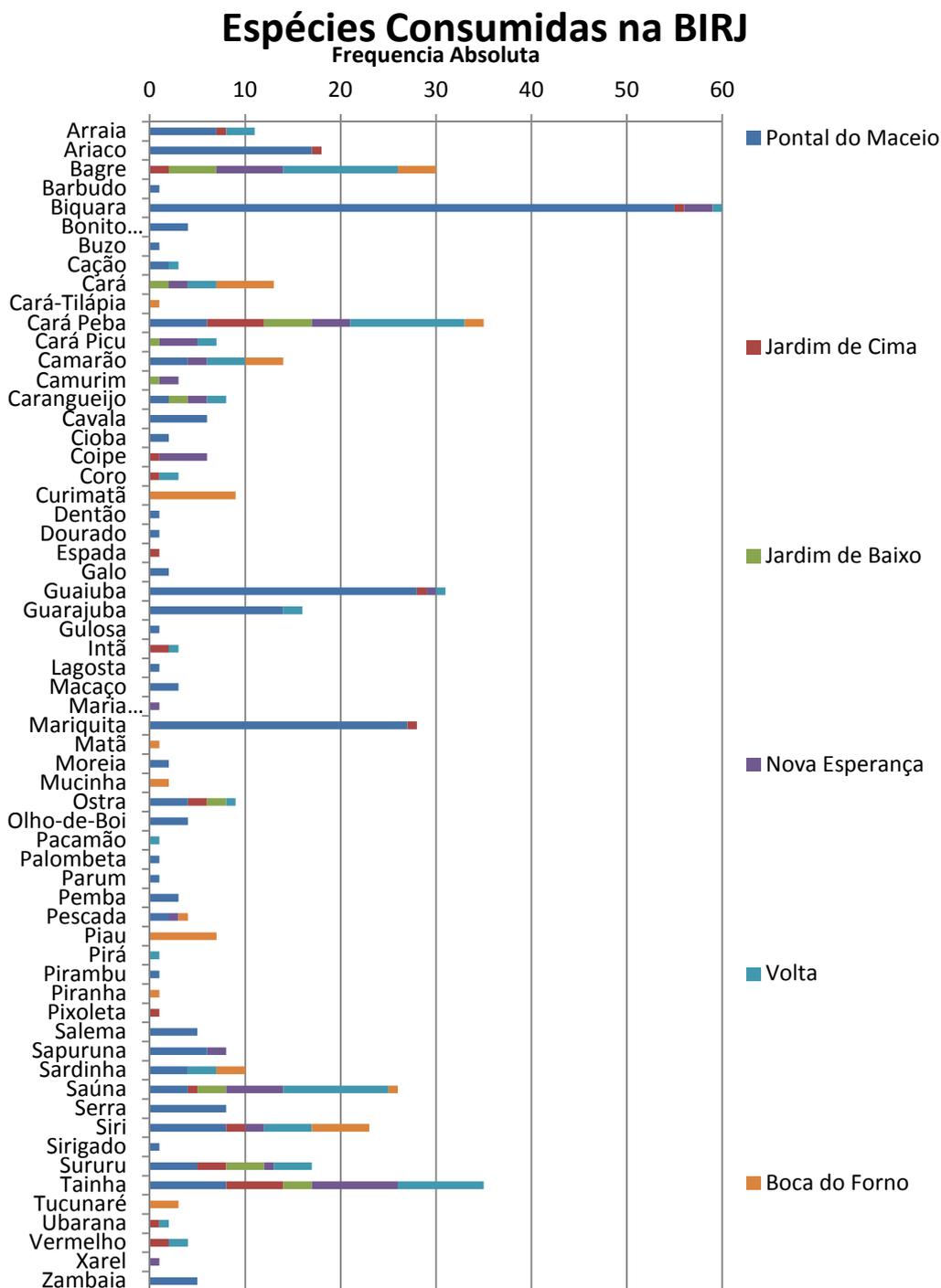


Dos 61 organismos aquáticos consumidos pelas comunidades pesqueiras/ribeirinhas, foram citados em dez ou mais residências da BIRJ (Figura 3.3), as espécies: arraia, ariacó, bagre, biquara, cará, cará-peba, camarão, guaiuba, guarajuba, mariquita, sardinha, sauna, siri e tainha, totalizando treze. De acordo com o último relatório do Zoneamento Econômico-Ecológico da Zona costeira do Estado do Ceará (ZEE, 2005), a diversidade ictia da região estuarina do Rio Jaguaribe aponta a existência de 129 espécies, das quais 31 são de interesse comercial, 47 de subsistência, 4 de importância ecológica e 4 ameaçadas. Isto é, cerca de 50% da fauna íctia da região é em algum momento consumido pela população local e 10% com elevada frequência.

É importante ressaltar que a preferência alimentar das comunidades varia em função de seus hábitos culturais e abundância, dentre outros fatores. Comunidades indígenas da região do Pará mostram mais adeptos ao tucunaré, reportando o seu

consumo por 86,4% dos entrevistados (BRABO *et al.*, 1999), enquanto que no presente trabalho sua representatividade percentual é bem diminuta, onde somente na comunidade da Boca do Forno (região fluvial) revelou consumi-lo, representando apenas cerca de 1% das espécies consumidas na BIRJ.

FIGURA 3.3 - Frequência absoluta de espécies consumidas reportadas pelas comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ)



Fonte: O autor.

Deve-se observar que as espécies consumidas pela população do BIRJ tem estreita relação com a proximidade do domínio hídrico, sendo observada a predominância de organismos aquáticos marinhos na localidade do Pontal do Maceio, espécies fluviais na Boca do Forno e estuarinas nas demais localidades.

3.4 CONCLUSÕES

O consumo médio *per capita* semanal por residência (CSP1) e consumo médio *per capita* de pescado (CSP2) das comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ) foram de $1,0 \pm 0,7$ kg/semana/habitante/residência e $0,3 \pm 0,3$ kg/semana/habitante, respectivamente. Portanto, atingindo níveis superiores à média nacional. A inexistência de correlação significativa entre tais consumos e o IMC sugere que a alimentação destas comunidades é constituída de outros itens que não atendem às demandas nutricionais da população.

Destaca-se ainda que as espécies consumidas são em sua grande maioria proveniente de áreas próximas às que habitam, sendo consumidas espécies marinhas por comunidades que habitam regiões costeiras, fluviais pela que habitam esta região e espécies estuarina para as localidades situadas na zona de transição entre estes dois domínios.

Mercúrio (Hg) em peixes da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe, Ceará, NE, Brasil

4.1 INTRODUÇÃO

O mercúrio (Hg) é um elemento químico amplamente distribuído na natureza. Com complexo ciclo biogeoquímico, o Hg pode ser registrado em concentração traço na atmosfera, sedimento, água e biota. Sua principal forma de exploração ocorre pela mineração do cinábrio (SHg), explorado especialmente na região de Almadén na Espanha, desde o período antes de Cristo (AZEVEDO, 2003).

Devido a sua capacidade de formar amalgamas com outros metais, sobretudo, ouro e prata, o Hg foi amplamente empregado no garimpo destes metais além de ser bastante utilizado na alquimia, o que lhe atribuiu propriedades “mágicas” e medicinais. Por possuir características físico-químicas peculiares, é largamente utilizado na confecção de componentes elétricos (pilhas, eletrodos, interruptores, lâmpada fluorescente), fabricação de cloro-soda, equipamentos de precisão (termômetro, barômetro, esfigmomanômetro) (JACKSON, 1997) tintas e amalgamas dentários, além de ser utilizado em vacinas, devido a sua propriedade fungicida, podendo estar presente em rações e/ou produtos utilizados na alimentação de organismos cultivados, na forma de impureza (BARBOSA *et al.*, 2011). Entretanto, o descarte inadequado deste metal resulta na contaminação dos cursos hídricos.

Tal contaminação, no ambiente aquático, ocorre, principalmente, sob as formas elementar (Hg^0) e ionizada (Hg^{1+} e Hg^{2+}) (AZEVEDO *et al.*, 2009). Alguns processos podem transformar o mercúrio inorgânico em orgânico (metilação), como por exemplo, bactérias sulfato redutoras e condições ambientais favoráveis, tornando-o mais biodisponível e tóxico (BAEYENS *et al.*, 2003).

Dentre os parâmetros ambientais que favorecem essa transformação tem-se as condições anóxicas, predominância de sulfato redução, baixos valores de pH, e elevada quantidade de matéria orgânica, que podem ocorrer nos ambientes marinho, estuarino e fluvial, com taxas variáveis em função das características hidrológicas, hidroquímicas e aporte do metal (BLOOM *et al.*, 1991; GILMOUR e HENRY, 1991; MUHAYA *et al.*, 1997; BAEYENS *et al.*, 2003), além de quantidade apropriada de sulfato, que passa a ser o agente limitante deste processo em solos salinos (CRAIG e MORETON, 1986; COMPEAU e BARTHA, 1987).

Ainda que, atualmente, a contaminação com mercúrio seja amplamente reconhecida, ganhou maior visibilidade a partir da década de 50, na região de Minamata, Japão, em decorrência aos efeitos da toxicidade deste metal em humanos que consumiram organismos aquáticos contaminados, ocasionando a morte de milhares de pessoas. Posteriormente, na década de 70, desta vez no Iraque, mais uma vez o Hg veio à tona, onde inúmeras pessoas foram contaminadas por consumirem alimentos que continham trigo em sua composição, pois este cereal havia sido tratado com agrotóxicos que tinham o metal em sua constituição (KASPER *et al.*, 2007).

Em estudo realizado por Silva-Filho *et al.* (2008), foi verificado que ambientes fluviais tendem a apresentar maiores níveis de mercúrio no pescado, seguido de espécies marinhas e estuarinas. Já em trabalho realizado por Guimarães *et al.* (2000) nas águas do rio Tapajós⁴, verificou-se que quanto mais próximos às fontes de mercúrio (a citar: áreas de mineração), mais facilmente ocorrerão os processos de metilação, principalmente devido ao pH naturalmente mais ácido, a concentração de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, favorecendo, assim, tais processos intermediados por bactérias e macrófitas aquáticas, tornando o Hg mais biodisponível às espécies que possuem hábitos alimentares bentônicos. É importante ressaltar que em áreas fluviais variações sazonais, não influenciaram nos níveis de mercúrio no pescado (CASTILHOS, 1999; CASTILHOS *et al.*, 2001).

No entanto, a variação pluviométrica observada na região sudeste tem sido apontada por Azevedo *et al.* (2009) como uma das fontes de variação na disponibilidade do Hg para os organismos aquáticos, assim como foi observado em estuário do semiárido brasileiro (BARBOSA *et al.*, 2011).

⁴ Rio do Brasil que nasce no estado de Mato Grosso, banha parte do estado do Pará e deságua no rio Amazonas ainda no estado do Pará.

Além da sazonalidade, diferença de temperatura, maiores níveis de oxigênio dissolvido e produtividade aquática, ocasionam a variação dos níveis de mercúrio em pescado (HUCHABEE *et al.*, 1979; WEIS *et al.*, 1986; KEHRIG *et al.*, 1998; WEIS e ASHLEY, 2007; BARBOSA *et al.*, 2011).

Em períodos de maior precipitação os estuários tendem a apresentar condições eutróficas, que juntamente com constante aporte hídrico e de partículas em suspensão favorecem o transporte do Hg para a região costeira (KEHRING *et al.*, 1998; BARBOSA *et al.*, 2011).

Os organismos aquáticos assimilam, principalmente, o mercúrio metilado. Por apresentarem taxas de excreção menores que as de ingestão, o Hg pode acumular-se no organismo, sendo observado o incremento da concentração do metal nos tecidos à medida que os organismos tornam-se mais velhos, cujo comportamento é conhecido como bioacumulação (AZEVEDO *et al.*, 2009). Não obstante, a assimilação do metal pode ser influenciada por fatores como a idade, genética e status nutricional, taxa de crescimento, disponibilidade quali-quantitativa de alimento, sexo, comprimento, estágio de maturação (HUCHABEE *et al.*, 1979; KEHRING *et al.*, 1998; BAEYENS *et al.*, 2003; BARBOSA *et al.*, 2011). Assim como ocorre nos organismos, o metal pode acumular-se ao longo da cadeia trófica, sendo observados os maiores níveis nos organismos do topo, principalmente os carnívoros, configurando-se a biomagnificação.

Ressalta-se, ainda, que os processos de bioacumulação e biomagnificação são observados em organismos aquáticos de ambientes estuarino, marinho e fluvial (KEHRIG *et al.*, 1998; PINHO *et al.*, 2002; KEHRIG *et al.*, 2004; WEIS e ASHLEY, 2007; KEHRIG *et al.*, 2009; SEIXAS *et al.*, 2009; GONÇALVES, 2011).

Dentre as formas conhecidas de mercúrio, a orgânica (Hg-Org) é a que apresenta maior toxicidade, em especial o monometilmercúrio (MMHg), que tem a capacidade, assim como as outras formas, de acumular-se no organismos, retardando funções vitais desempenhadas por vários órgãos, principalmente o sistema nervoso central, causando problemas de ordem neurológica, cujos principais sintomas são tremores musculares, perda de visão, ataxia e, em casos extremos, morte (CLARCKSON *et al.*, 1984; SCHEUHAMMER, 1991).

É amplamente difundido no meio científico que a ingestão de alimentos contaminados por Hg constitui a principal fonte de exposição humana às formas orgânicas (BAEYENS *et al.*, 2003), podendo ocorrer, ainda, com menor frequência, por vias aéreas e/ou cutâneas, pois nestes casos estão comumente relacionados às atividades laborais (BASTOS *et al.*, 2006). Devido à sua elevada afinidade com moléculas orgânicas, o metil-Hg permanece um período longo no organismo, com tempo de meia vida de 44 a 80 dias. Todavia, as principais formas de excreção do metal pelo organismo se dão por meio das fezes, urina e leite materno, este que, por sua vez, pode ser veículo de contaminação para lactentes (BISINOT e JARDIM, 2004).

Com relação ao Rio Jaguaribe, apesar do baixo nível de industrialização e baixa densidade populacional, é possível identificar Hg na água, na biota e no sedimento, ao longo de seu curso e áreas adjacentes. Estimativas da emissão de Hg por fontes antrópicas para a BIRJ apontam que a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos é a principal fonte de Hg para a região, com cargas anuais de cerca de 150 kg. A segunda principal fonte de Hg é a liberação de águas servidas e esgotos sanitários, com carga anual estimada em 75 kg. A atividade da carcinicultura lança anualmente na região adjacente, através de seus efluentes, em torno 0,35 kg de Hg, entretanto, seus efluentes são liberados diretamente na região estuarina e a atividade vem crescendo a taxas anuais médias de 10%. Este quadro sugere um aumento relativo desta fonte para a BIRJ (LACERDA *et al.*, 2011). Comparativamente, áreas de mineração da Indonésia lançam anualmente ao ambiente cerca de 20 – 30 toneladas de Hg (CASTILHOS *et al.*, 2006), sendo bastante superior portanto ao reportado para esta área de estudo.

A especiação do Hg realizada por Costa *et al.* (2013), nos efluentes da carcinicultura, mostrou que 78% está na forma dissolvida, que é a mais biodisponível, além disso, as análises de peixes (*Sphoeroides testudíneos*) oriundos desta região revelaram níveis do metal na musculatura em torno de 40 ng/g, evidenciando-se, ainda, efeito de bioacumulação. Vaisman *et al.* (2005), avaliando a musculatura de ostras, observou níveis de até 123 ng/g, com valores médios de 52 ng de Hg por grama de músculo, enquanto que no sedimento superficial foi de 10 ng/g, evidenciando níveis resultantes de aporte crescente para a região estuarina do Rio Jaguaribe (COSTA *et al.*, 2013).

Deste modo, embora a BIRJ receba cargas relativamente baixas de Hg, este metal pode representar um risco às comunidades pesqueiras e ribeirinhas que utilizam na alimentação o pescado proveniente deste manancial, tornando-se necessária a caracterização e identificação quali-quantitativo dos organismos aquáticos consumidos, que após avaliação de seus níveis de mercúrio torna possível estimar-se a exposição destas populações.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Durante o período de 24 de setembro de 2010 e 22 de outubro de 2011 foram realizadas incursões às localidades da BIRJ para aquisição de organismos aquáticos capturados por pescadores locais. Para a captura destes organismos fez-se uso de artes de pesca como tarrafas, rede de emalhar e anzol.

Depois de capturados os espécimes foram acondicionados em caixas térmicas com gelo e levados ao Laboratório de Biogeoquímica Costeira da Universidade Federal do Ceará - UFC/ Labomar. Os espécimes foram identificados taxonomicamente com uso de referência específica (FIGUEIREDO e MENEZES, 2000 e FISHBASE, 2011) e, posteriormente, pesados, medidos e filetados.

O peso total (Wt) foi obtido com balança (FILIZOLA – MOD: CS), enquanto para o comprimento fez-se uso de Ictiômetro. Os tecidos foram removidos utilizando faca de aço inox previamente lavados (Extran – Detergente Neutro 10%), placa de prolietileno e luvas não cirúrgicas de látex sem talco. No intervalo entre um espécime e outro os artefatos utilizados foram lavados com Extran e lavados em água corrente, a fim de se evitar contaminação cruzada.

Depois da remoção, os tecidos musculares (filés) foram pesados em balança de precisão (MARCONY-MOD320) e, em seguida, congelados em freezer a -18°C. Após congelamento, as amostras foram liofilizadas (LIOTOP) e seu teor de umidade quantificado para cada espécime. Posteriormente, foram retiradas subamostras para digestão e quantificação de mercúrio total (Hg-T) e mercúrio orgânico (MeHg). Foram pesados, em tubos de teflon, aproximadamente 0,5 g de amostra de tecido e levado ao microondas MARS com 10 mL de ácido nítrico concentrado (HNO₃), conforme recomendação do equipamento (MARS), para realizar digestão e quantificação de Hg total (Hg-T), cuja técnica utilizada foi a de Espectrometria de Absorção Atômica com sistema de Geração de Vapor Frio (CVAAS) no equipamento NIPON (MOD RA3).

Para avaliação do MeHg as amostras foram levadas ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental, da Universidade de Rondônia (LBA-UNIR). A digestão e quantificação de Hg-Org, cujas subamostras, de aproximadamente 50 mg de tecido, foram colocados em estufa a 68 °C por 3-4 horas para lixiviação (BLOOM e FITZGERALD, 1988; LIANG *et al.*, 1994; EPA, 2001). As amostras foram digeridas

em solução alcalina de 25% KOH/metanol com grau de HPLC e, em seguida, adicionado água Milli-Q.

Após este procedimento, 30 µl da amostra foram transferidos para um frasco âmbar, aos quais foram acrescentados 200 mL de solução tampão ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 2M) para ajustar o pH a 4,9 e, em seguida, aferida com água Milli-Q para o volume de 40 mL. Posteriormente, foi etilada com 50 µl de NaBEt_4 .

A quantificação do MeHg foi realizada pela técnica de Cromatografia Gasosa com detecção por Espectrometria de Fluorescência Atômica, ou GC-AFS (MERX™ Automated Metil Mercúrio Sistema Analítico, Brooks Rand) (TAYLOR *et al.*, 2011).

Os resultados foram expressos em peso úmido. Para tanto, utilizou-se os percentuais de umidade quantificados para cada espécie. Vale salientar o MeHg foi quantificado somente nas amostras obtidas no período que antecede a minha ida ao LBA-UNIR, totalizando cerca de 50% das amostras analisadas.

Após obtenção dos dados as espécies foram agrupadas por região (fluvial, estuarina e marinha), utilizando-se como critério o seu local de captura.

4.2.1 Análise estatística

Para análise estatística dos dados foi utilizado o software STATISTICA 7.0 disponível para Windows 2007 (StatSoft, Inc. 2001-0000, USA). Para calcular a correlação de Pearson entre as variáveis biométricos (comprimento e peso), e destes com a concentração de [Hg]-T no músculo, utilizou-se os cálculos da média, desvio padrão, amplitude e correlação linear foram obtidos utilizando o software Microsoft Excel. Para o cálculo das medidas de tendência central e dispersão dos dados desconsiderou-se os níveis de Hg menores que o Limite de Detecção (< L.D.).

A ANOVA “one-way”, feita no STATISTICA 7.0, foi empregada para a identificação de diferença significativa ($\alpha = 5\%$) entre a [Hg]-T nas distintas áreas de captura (fluvial, estuarino e marinho). Quando observada diferenças significativas,

utilizou-se o teste de Tukey, útil à detecção de onde ocorrem as diferenças (BARBOSA *et al.*, 2011).

4.2.2 Validação Analítica

A precisão e exatidão dos métodos analíticos foram determinados e monitorados, para as duas técnicas adotadas, pelo uso de material de referência certificado da NIST (National Institute of Standard & Technology) de Tecido de molusco (NIST 2976- Mussel Tissue). Os resultados analíticos mostraram boa precisão e exatidão (Tabela 4.1).

TABELA 4.1 - Valores de referência dos padrões certificados (NIST 2976 – Mussel Tissue) e os analisados para [Hg]-T e MeHg.

	Valor Certificado (ng/g)	Valor Obtido (ng/g)	Recuperação (%)
[Hg]-T ¹	61,0 ± 3,6	60,80	99,80
MeHg.	28,09 ± 0,31	28,0	99.67

[Hg]-T¹.: Quantificado por CVAAS; MeHg: Quantificado por .GC-AFS.

Diariamente foram preparadas curvas padrões a partir da solução padrão de 1000 ± 1ppm (MERCK). As amostras digeridas foram postas em balões volumétricos de 100 mL, adicionado 1mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), e aferidos com água destilada.

O cálculo do limite de detecção foi alcançado de acordo com a função do EXCEL 2007 EpadYX das variáveis do par ordenado, concentração de mercúrio e absorbância, obtendo-se como resultado os valores de 1,14 ng/g para mercúrio total (Hg-T) e 0,75 ng/g para Metil-mercúrio (Me-Hg).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 30 espécies de organismos aquáticos, sendo 28 de peixes e duas de crustáceos (camarões), cujos nomes, comum e científico, hábito alimentar, frequência e dados biométricos (peso e comprimento) estão representados separadamente para as espécies fluviais (Tabelas 4.2), estuarinas (Tabela 4.3) e marinhas (Tabela 4.4), que, apesar da possibilidade de migração destas espécies entre os distintos ambientes, este foi o agrupamento adotado para fins estatísticos.

O estudo apontou uma predominância de espécies carnívoras para os três ambientes de amostragem, representando 70,0% dos espécimes capturadas (Figura 4.1). Espécies carnívoras representam o grupo de organismos que estão no topo das cadeias tróficas de ambientes aquáticos. Apesar de tal abundância possivelmente não representar de forma fidedigna a abundância de espécies das guildas tróficas da BIRJ, tal cenário deve assemelhar-se a abundância de espécies consumidas pela população desta região, uma vez que a os petrechos de pesca utilizados para a captura dos organismos aquáticos foram os mesmos utilizados na pratica diária da atividade pesqueira pelos moradores locais.

FIGURA 4.1 - Frequência percentual das espécies capturadas na BIRJ por região e hábito alimentar.

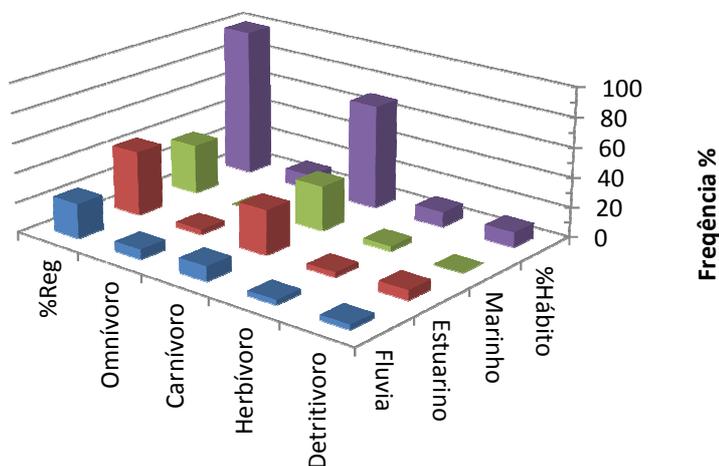


TABELA 4.2 - Nome comum e científico, hábito alimentar, número de espécimes capturados e valor médio, desvio e amplitude dos dados biométricos de peso (g) e comprimento (cm) das espécies fluviais capturadas na BIRJ.

	Nome comum	Nome Científico	Hábito Alimentar	n	Comprimento (cm)	Peso (g)
Fluvial	Curimatã	<i>Prochilodus argenteus</i>	Detritívoro	9	23,2 ± 4,5 (19,0 – 31,0)	264,6 ± 160,2 (128,0 – 578,4)
	Piau	<i>Leporinus friderici</i>	Onívoro	4	20,6 ± 1,6 (18,5 – 23,0)	162,9 ± 19,4 (140,0 – 180,0)
	Piranha	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Carnívoro	10	17,6 ± 2,5 (13,3 – 21,0)	130,5 ± 57,4 (40,0 – 204,0)
	Tainha	<i>Mugil curema</i>	Planctívoro	2	28,5 ± 6,4 (24,0 – 33,0)	213,0 ± 103,2 (140,0 – 286,0)
	Tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Onívoro	8	20,2 ± 2,6 (15,0 – 23,5)	215,5 ± 73,7 (94,0 – 300,0)
	Traira	<i>Hoplias malabaricus</i>	Carnívoro	1	33,0	619,6
	Tucunará	<i>Cichla ocellaris</i>	Carnívoro	10	25,3 ± 2,6 (21,5 -29,0)	242,6 ± 88,1 (130,0 – 362,0)
	Total de Espécimes Fluviais (TEF)				44	

TABELA 4.3 - Nome comum e científico, hábito alimentar, número de espécimes capturados e valor médio, desvio e amplitude dos dados biométricos de peso (g) e comprimento (cm) das espécies estuarinas capturadas na BIRJ.

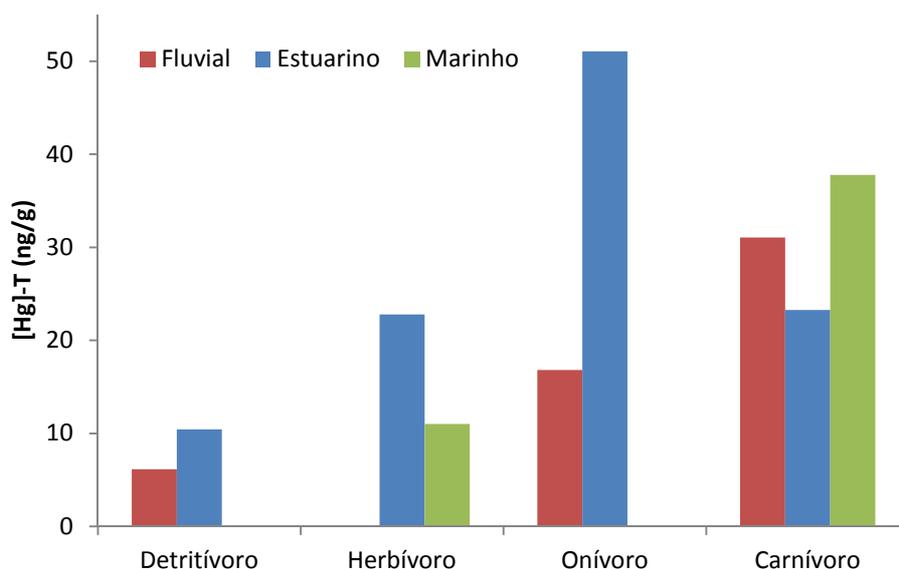
	Nome comum	Nome Científico	Hábito Alimentar	n	Comprimento (cm)	Peso (g)
Estuarino	Bagre	<i>Cathorops spixii</i>	Carnívoro	11	27,1 ± 12,5 (10,8 – 50,0)	222,2 ± 274,2 (1,8 – 762,0)
	Baiacu	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Carnívoro	1	14,5	66,0
	Carapeba	<i>Eugerres brasilianus</i>	Carnívoro	27	19,6 ± 5,3 (11,4 – 27,5)	125,9 ± 88,7 (22,0 – 322,0)
	Judeu	<i>Menticirrhus americanos</i>	Carnívoro	3	23,7 ± 1,0 (22,5 – 24,5)	131,3 ± 23,2 (110,0 – 156,0)
	Pescada	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Carnívoro	4	25,2 ± 2,9 (22,5 – 29,0)	163,5 ± 52,9 (88,0 – 204,0)
	Robalo	<i>Centropomus paralelus</i>	Carnívoro	11	31,1 ± 7,0 (23,0 – 47,0)	285,3 ± 159,2 (140,0 - 724,0)
	Salema	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Onívoro	4	27,2 ± 3,4 (24,0 – 32,0)	352,5 ± 133,0 (260,0 – 550,0)
	Camarão	<i>Litopenaeus schmitti</i>	Detritívoro	4	8,9 ± 0,5 (8,5 – 9,5)	5,2 ± 0,6 (4,4 – 6,0)
	Ubarana	<i>Elops saurus</i>	Carnívoro	1	27,5	110,0
	Camarão	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Detritívoro	11	11,2 ± 0,8 (9,5 – 12,5)	10,2 ± 2,5 (4,5 – 13,3)
	Pescada	<i>Ophioscion punctatissimus</i>	Planctvoro	1	10,0	8,0
	Coró-Branco	<i>Pomadasy corvinaeformis</i>	Carnívoro	1	16,0	64,0
Total de Espécimes Estuarinos (TEE)				79		

TABELA 4.4 - Nome comum e científico, hábito alimentar, número de espécimes capturados e valor médio, desvio e amplitude dos dados biométricos de peso (g) e comprimento (cm) das espécies marinhas capturadas na BIRJ.

	Nome comum	Nome Científico	Hábito Alimentar	n	Comprimento (cm)	Peso (g)
Marinho	Ariacó	<i>Lutjanus synagris</i>	Carnívoro	2	31,0 ± 5,6 (27,0 – 35,0)	500,0 ± 141,4 (600,0 – 400,0)
	Baiacu caixão	<i>Lactophrys trigonus</i>	Herbívoro	1	45,0	1.400,0
	Biquara	<i>Haemulon plumierii</i>	Carnívoro	7	20,5 ± 1,5 (19,0 – 23,0)	135,7 ± 24,4 (100,0 – 175,0)
	Carapitanga	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Carnívoro	6	16,5 ± 2,3 (14,0 – 19,6)	78,7 ± 34,4 (40,0 – 130,0)
	Cioba	<i>Lutjanus analis</i>	Carnívoro	2	23,5 ± 6,4 (19,0 – 28,0)	150,0 ± 70,7 (100,0 – 200,0)
	Espada	<i>Trichiurus lepturus</i>	Carnívoro	1	78,0	210,0
	Mariquita	<i>Holocentrus adscensions</i>	Carnívoro	3	24,8 ± 1,4 (24,0 – 26,5)	133,3 ± 38,2 (100,0 - 175,0)
	Moreia	<i>Gymnothorax mordax</i>	Carnívoro	1	63,0	575,0
	Parum	<i>Chaetodipterus faber</i>	Carnívoro	2	12,7 ± 0,3 (12,5 - 13,0)	100,0 ± 0,0 100,0 – 100,0
	Voador	<i>Dactylopterus volitans</i>	Carnívoro	1	30,5	400,0
	Zambaia	<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	Carnívoro	2	66,0 ± 0,0 (63,0 – 63,0)	500,0 ± 0,0 (500,0 – 500,0)
Total de Espécimes Marinhos (TEM)				28		

No ambiente estuarino verificar-se as maiores concentrações médias de Hg-T para as espécies com hábito alimentar detritívoro, herbívoro, onívoro, e carnívoro. Contudo, nos ambientes fluvial (31,1 ng/g) e marinho (37,8 ng/g), as espécies carnívoras apresentaram os maiores níveis de concentração do metal, como por exemplo o *Leporinus friderici* ($160,0 \pm 22,0$ ng/g) em ambiente fluvial e *Trichiurus lepturus* ($104,9 \pm 10,0$ ng/g) em ambiente marinho. Já no estuário, os onívoros se sobressaíram (média de 51,0 ng/g), como pode ser observado na Figura 4.2 e nas tabelas 4.6, 4.7 e 4.8.

FIGURA 4.2 - Concentração média de mercúrio total (Hg-T) das espécies analisadas na BIRJ agrupadas por hábito alimentar e área de captura.



Os níveis de Hg observados nos espécimes estudados revelaram-se menores que os das demais bacias hidrográficas do Brasil, apontando níveis comparáveis entre as espécies onívoras de região estuarina e herbívoras da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental (SILVA-FILHO *et al.*, 2008). É interessante observar que, nos organismos marinhos e fluviais, os níveis relativamente elevados de mercúrio observados nas espécies carnívoras sugerem o efeito da biomagnificação.

Em estudo realizado por Costa *et al.* (2013), foi identificado que cerca de 80% do Hg lançado por atividades aquícolas na região estão na forma dissolvida, mostrando elevada biodisponibilidade, sugerindo ser um dos motivos para as maiores

concentrações do metal nos organismos deste ambiente. A demasiada quantidade de sulfetos presentes na região estuarina sugere o desenvolvimento de bactérias sulfato-redutoras, as quais são importantes mediadoras do processo de metilação do mercúrio no compartimento sedimentar destes ambientes, tornando-o mais disponível para espécies bentófagas onívora, como a Salema (*A. rhomboidalis*).

Um estudo realizado por Dorea *et al.* (1998), com espécies de peixe piscívoros, onívoros e herbívoros ao longo do Rio Madeiras revelou valores de Hg-T que variaram de 90 a 1.450 ng/g. Os níveis de Hg observados em espécies do reservatório de Munduruku, no rio Tapajós estado do Pará, foram de 293 ± 104 ng/g enquanto em espécies não-carnívoras foi de 112 ± 36 ng/g (BRABO *et al.*, 1999). Enquanto que as concentrações de Hg observadas por Castilho *et al.* (2001) são semelhantes aos observados por Brabo *et al.* (1999), estando sob o mesmo tipo de influência (mineração) na região do Pará.

Quanto às espécies que habitam áreas sob influência da mineração, durante trabalho de Maurice-Bourgoin *et al.* (2000), observou-se níveis Hg-T entre 330 a 2.300 ng/g, enquanto peixes onívoros e os que se alimentavam de lama revelaram valores entre 20 a 190 ng/g.

Como pode ser observado na Tabela 4.2, dentre as espécies analisadas, a *S. rhombeus* revelou as maiores concentrações médias de Hg-T ($40,9 \pm 24,3$ ng/g). Ao analisar espécimes de tucunaré (*C. ocellaris*), também na região fluvial, observou-se valores de 31,2 ng/g e, comparando-se com os obtidos no Rio Tapajós (100 ng/g, em regiões “background” e 300 ng/g em regiões sob influência da mineração (CASTILHO *et al.*, 2001), indicou que os níveis observados no semiárido nordestino são inferiores aos encontrados em regiões não contaminadas do referido manancial amazônico, sugerindo que a região do presente estudo trata-se de uma zona de baixo impacto (Tabela 4.5).

Os níveis de Hg-T analisados em *Centropomus undecimalis* da costa sudeste do Brasil, revelaram valores médios de 62,15 ($32,1 - 172,4$ ng/g) em espécimes com comprimento variando de 14,0 – 35,5 cm (KEHRING *et al.*, 2013), enquanto a avaliação de espécimes do mesmo gênero (*Centropomus paralellus*) nesse estudo revelaram valores médios de $34,4 \pm 12,4$ ($2,2 - 67,1$) ng/g em indivíduos com comprimento variando entre 23,0 – 47,0 cm ($31,2 \pm 7,0$ cm).

A análise de tilápias (*Oreochromis mossambicus*) da costa da China (foram observados valores médios regionais em torno de 0,02 mg/kg (~18 ng/g) (CHEUNG *et al.*, 2008), enquanto os espécimes do mesmo gênero (*Oreochromis*) analisados nesse estudo (*O. niloticus*) mostraram valores de $5,6 \pm 2,3$ ng/g.

Os níveis médios de Hg em Piranha (*S. rhombeus*) apresentados no presente trabalho ($40,9 \pm 24,3$ ng/g) foram uma ordem de grandeza menor que os observados para esta espécie avaliada no Rio Negro, Amazonas (~479,6 ng/g) (DOREA *et al.*, 2004). Bastos *et al.* (2006) estudando esta espécie no Rio Madeira observaram níveis de Hg superiores aos níveis máximos permitidos, definida pela OMS para consumo humano (500 ng/g).

A concentração de Hg-T observado na musculatura de *A. rhomboidalis* neste estudo são maiores que as observadas por Braga (2006) de 27,7 ng/g e 10,0 ng/g respectivamente, sugerindo uma maior assimilação/disponibilidade do Hg aos organismos. Entretanto, por tratar-se de espécimes maiores, a biomagnificação seria mais provável. Este mesmo comparativo pôde ser observado para *L. synagris*, *C. paralelus* comparando-se os dados deste e daquele trabalho.

Espécimes de *L. synagris* de mesmo intervalo de comprimento analisados na BIRJ apresentaram concentrações de Hg-T semelhantes $63,8 \pm 47,2$ ng/g, corroborando com os valores encontrados por Braga (2006) para a região costeira de Fortaleza (CE) (58,1 ng/g).

Os espécimes de *H. plumierii* apresentaram comprimento médio foi de 20,5 cm com valores médios de 22,6 ng/g de Hg, no músculo. Já em estudo realizado por Braga (2006), na região costeira de Fortaleza (CE), os espécimes apontaram comprimento médio de 27,1 cm e concentrações médias de 15 ng/g. Tais dados sugerem que os efeitos da bioacumulação são influenciados, dentre outros fatores, pela região na qual estes organismos ocorrem, de forma que para o uso destas espécies como biomonitores faz-se útil à avaliação dos níveis do metal no ambiente.

No ambiente marinho os maiores níveis de Hg foram notados em espécies carnívoras, corroborando com os dados apresentados por Braga (2006) para a mesma região. Ainda de acordo com Braga (2006), a urbanização na zona costeira tem influenciado mais na contaminação do pescado por mercúrio do que as observadas na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

Com relação aos níveis de Hg-T em curimatã (*Prochilodus argenteus*), foram encontrados valores de $24,5 \pm 5,8$ ng/g, (12,5 – 36,9 ng/g), mostrando-se

inferiores aos apontados por Bastos *et al.* (2006), em *P. nigricans*, no rio Madeira (83 ± 58 ng/g). A qualidade e quantidade de alimentos disponível para as espécies, que por sua vez influenciam em diferentes estágios metabólicos e do desenvolvimento de tais espécies, pode ser um dos fatores que influenciam nas diferenças observadas no tocante aos níveis de Hg presente na musculatura.

Os níveis de Hg em *S. rhombeus* observados para a BIRJ foram de 40,9 ng/g, enquanto espécies deste mesmo gênero de região de mineração no Pará foram de 219,0 ng/g (BRABO *et al.*, 1999).

A espécie *C. spixi* vem sendo utilizada como bioindicadora de contaminação de Hg em áreas sob influência de atividades industrial e urbana, bem como as de baixo impacto (Cananéia) (AZEVEDO *et al.*, 2009), cujos valores médios na musculatura variaram 28 e 35 ng/g, no inverno e verão, respectivamente, assemelhando-se ao encontrado no presente trabalho (28,7 ng/g). Entretanto, o mesmo autor avaliou a mesma espécie no canal estuarino de São Vicente, encontrando níveis bem mais elevados (77 a 48 ng/g e 136 a 73 ng/g, para os respectivos períodos), cuja média geral foi de 83,5 ng/g.

Os fatores que influenciam na guilda das espécies de peixe, dependem, dentre outros fatores, da disponibilidade de alimentos, bioregião que habita e estágio de desenvolvimento dos organismos (Elliott *et al.*, 2007). No presente trabalho foi negligenciado o estudo dos itens alimentares, o que possibilitaria uma melhor avaliação dos efeitos de biomagnificação do Hg nas espécies de organismos aquáticos da BIRJ.

TABELA 4.5 - Mananciais, localidades, espécies, comprimento, nível de Hg (ng/g) na musculatura de peixes de distintas regiões e na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ).

Manancial	Localidade	Espécie	Comprimento (cm)	[Hg] (ng/g)	Referência
Rio Negro	Carvoeiro	<i>S. rhombeus</i>		609,77 ± 275,5	DOREA et al., 2004
Rio Negro	Foz	<i>S. rhombeus</i>		377,67 ± 174,9	DOREA et al., 2004
Rio Negro	Vila as Cota	<i>S. rhombeus</i>		451,27 ± 229,1	DOREA et al., 2004
Rio Tapajos	Reservatório Manduruku	<i>Serrasalmus sp.</i>		219,0 ± 204,0	BRABO et al. 1999
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>S. rhombeus</i>		40,92 ± 24,25	Este estudo
Rio Tapajos		<i>Cichla ocellaris</i>		300	CASTILHOS et al, 2001
Rio Tapajos		<i>Cichla ocellaris</i>		100	CASTILHOS et al, 2001
	Reservatório Manduruku	<i>Cichla ocellaris</i>		267,0 ± 49	BRABO et al. 1999
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>Cichla. sp</i>		31,2	Este estudo
Mar de Cananeia	Cananéia	<i>Cathorops spixi</i>		31,5	AZEVEDO et a.l, 2009
Baía de São Vicente	São Vicente	<i>Cathorop spixi</i>		83,5	AZEVEDO et a.l, 2009
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>Cathorop spixi</i>		28,7	Este estudo
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>A. rhombidalis</i>	20,0 (18,8 – 22,1)	10,00 (6,9 – 13,2)	BRAGA, 2006
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>A.rhombidalis</i>	27,25 ± 3,40 (24,00 – 32,00)	27,67 ± 36,90 (19,23 – 109,60)	Este estudo
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>Lutjanus synagris</i>	12,6 (11,8 – 13,3)	9,0 (6,0 – 10,0)	BRAGA, 2006
Região costeira de Fortaleza	Mucuripe	<i>Lutjanus synagris</i>	32,9 (29,5 – 36,5)	58,1 (35,8 – 79,6)	BRAGA, 2006

Continua

TABELA 4.5 - Mananciais, localidades, espécies, número de indivíduos analisados (n), comprimento, nível de Hg (ng/g) na musculatura de peixes de distintas regiões e na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ). (Continuação)

Manancial	Localidade	Espécie	Comprimento (cm)	[Hg] (ng/g)	Referência
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>Lutjanus synagris</i>	31,00 ± 5,66 (27,00 – 35,00)	63,79 ± 47,18 (19,07 – 114,72)	Este estudo
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>C. parallelus</i>	23,1 (19,2 – 26,3)	28,0 (18,3 – 37,5)	BRAGA, 2006
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>C. parallelus</i>	31,15 ± 6,98 (23,00 – 47,00)	34,43 ± 12,44 (2,18 – 67,09)	Este estudo
Região costeira de Fortaleza	Mucuripe	<i>H. plumierii</i>	27,1 (24,4 – 29,0)	15,0 (7,00 - 22,0)	BRAGA, 2006
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>H. plumierii</i>	20,50 ± 1,5 (19,00 – 23,00)	22,6 ± 10,90 (13,35 – 51,27)	Este estudo
Rio Madeira		<i>P. nigricans</i>		83 ± 58	BASTOS <i>et al.</i> , 2006
Rio Jaguaribe	BIRJ	<i>P. argenteus</i>	23,17 ± 4,53 (19,00 – 31,00)	24,50 ± 5,77 (12,46 – 36,94)	Este estudo

Como exposto por alguns autores, a fração orgânica do Hg (Me-Hg) é a forma predominante na musculatura de peixes. No presente trabalho, esta corresponde a 75,9% da fração total do Hg analisado em algumas espécies da BIRJ. Lacerda *et al.* (2007), em estudo na região “offshore” e costeira do estado do Ceará, revelaram valores entre 100% e 98%. Em espécies fluviais, Brabo *et al.* (1999), consideraram que o percentual de Hg-Org variou de 60 a 95%. De acordo com Bloom (1992), cerca de 95% do Hg presente na musculatura de peixes marinhos e estuarinos estão na forma de metilmercúrio.

TABELA 4.6 - Nome científico, hábito alimentar e amplitude e valor médio da concentração de Hg-T, MeHg e %MeHg em músculo de espécies da região fluvial da BIRJ.

	Nome Científico	Hábito Alimentar	n	[Hg]-T (ng/g) pu ¹	MeHg pu ²	%MeHg
Fluvial	<i>Prochilodus argenteus</i>	Detritívoro	9	3,1 - 10,6 (6,2 ± 1,6)	0,6 – 9,5 (3,7 ± 9,5)	18,3 – 89,5 (59,9 ± 38,7)
	<i>Leporinus friderici</i>	Onívoro	4	12,1 – 56,5 (28,1 ± 14,7)	N.A.	N.A.
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Carnívoro	10	7,2 – 77,8 (40,9 ± 24,2)	N.A.	N.A.
	<i>Mugil curema</i>	Planctívoro	2	<L.D. ₁	N.A.	N.A.
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Onívoro	8	1,2 – 11,3 (5,6 ± 2,3)	2,5 – 8,6 (4,8 ± 2,3)	76,00 – 206,5 (85,3 ± 47,5)
	<i>Hoplias malabaricus</i>	Carnívoro	1	14,9 – 27,7 (21,1 ± 6,9)	16,6 – 16,8 (16,7 ± 0,1)	60,63 – 111,62 (85,3 ± 2,15)
	<i>Cichla ocellaris.</i>	Carnívoro	10	7,7 – 83,9 (31,2 – 16,4)	N.A.	N.A.

¹NIC-RA3210A; ²Orgânico; L.D.₁= 1,14 ng/g; L.D.₂= 0,75 ng/g; N.A.: Não Analisado.

TABELA 4.7 - Nome científico, hábito alimentar e amplitude e valor médio da concentração de Hg-T, MeHg e %MeHg em músculo de espécies da região estuarina da BIRJ.

	Nome Científico	Hábito Alimentar	n	[Hg]-T (ng/g) pu ¹	MeHg pu ²	%MeHg
Estuarino	<i>Cathorops spixii</i>	Carnívoro	11	7,1 – 94,1 (28,7 ± 23,3)	N.A.	N.A.
	<i>Spherooides testudineus</i>	Carnívoro	1	19,5 – 26,1 (22,8 ± 3,2)	N.A.	N.A.
	<i>Eugerres brasilianus</i>	Carnívoro	27	3,1 – 110,8 (20,5 ± 17,5)	N.A.	N.A.
	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Carnívoro	6	18,8 – 40,7 (26,6 ± 6,2)	N.A.	N.A.
	<i>Menticirrhus americanos</i>	Carnívoro	3	5,8 – 10,3 (7,9 ± 1,1)	N.A.	N.A.
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Carnívoro	4	10,4 – 57,4 (29,6 ± 16,4)	N.A.	N.A.
	<i>Centropomus paralelus</i>	Carnívoro	11	2,2 – 67,0 (34,4 ± 12,4)	N.A.	N.A.
	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Onívoro	4	19,2 – 109,6 (51,0 ± 27,4)	3,1 – 140,2 (54,9 ± 42,1)	16,1 - 127,9 107,6 ± 76,6
	<i>Litopenaeus schmitti</i>	Detritívoro	4	N.A.	0,1 – 2,4 (0,9 ± 0,9)	N.A.
	<i>Elops saurus</i>	Carnívoro	1	10,8 – 14,6 (12,3 ± 1,7)	N.A.	N.A.
	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Detritívoro	11	9,3 – 11,5 (10,4 ± 0,9)	0,6 – 16,0 (8,9 ± 4,6)	21,23 – 10,28 (13,8 ± 51,46)
	<i>Ophioscion punctatissimus</i>	Planctívoro	1	21,5 – 24,1 (22,8 ± 1,8)	N.A.	N.A.
	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Carnívoro	1	27,7 – 31,9 (29,7 ± 1,9)	N.A.	N.A.

¹NIC-RA3210A; ³Orgânico; L.D.₁= 1,14 ng/g; L.D.₂= 0,75 ng/g; N.A.: Não Analisado.

TABELA 4.8 - Nome científico, hábito alimentar e amplitude e valor médio da concentração de Hg-T, MeHg e %MeHg em músculo de espécies da região marinha da BIRJ.

	<i>Nome Científico</i>	Hábito Alimentar	n	[Hg]-T (ng/g) pu ¹	MeHg pu ²	%MeHg
Marinho	<i>Lutjanus synagris</i>	Carnívoro	2	19,1 – 114,7 (63,8 ±47,2)	61,5 – 149,1 (100,3 ± 44,5)	N.A.
	<i>Lactophrys trigonus</i>	Herbívoros	1	9,3 – 11,7 (11,0 ± 1,1)	2,0 – 9,5 (7,4 ± 2,1)	21,5 – 81,2 (67,3 ± 28,4)
	<i>Haemulon plumierii</i>	Carnívoro	7	13,3 – 51,3 (22,6 ± 10,9)	1,0 – 109,5 (27,5 ± 25,1)	N.A.
	<i>Lutjanus analis</i>	Carnívoro	2	15,9 – 53,7 (34,4 ± 16,4)	26,8 – 62,7 (45,9 ± 17,7)	N.A.
	<i>Trichiurus lepturus</i>	Carnívoro	1	96,4 – 119,2 (104,9 ±10,0)	N.A.	N.A.
	<i>Holocentrus adscensions</i>	Carnívoro	3	25,5 – 41,2 (31,9 ± 4,9)	N.A.	N.A.
	<i>Gymnothorax mordax</i>	Carnívoro	1	18,5 – 48,3 (28,9 ± 7,7)	28,4 – 31,4 (29,9 ± 2,1)	153,7 – 65,1 (103,6 ± 7,2)
	<i>Chaetodipterus faber</i>	Carnívoro	2	16,2 – 36,3 (25,2 ± 8,8)	7,4 – 43,5 (25,8 ± 13,4)	45,4 – 119,9 (102,3 ± 52,0)
	<i>Dactylopterus volitans</i>	Carnívoro	1	4,7 – 9,5 (6,6 ± 1,8)	N.A.	N.A.
	<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	Carnívoro	2	18,6 – 25,2 (21,6 ± 3,1)	18,6 – 22,9 (20,8 ± 3,1)	99,7 – 91,1 (96,1 ± 14,8)

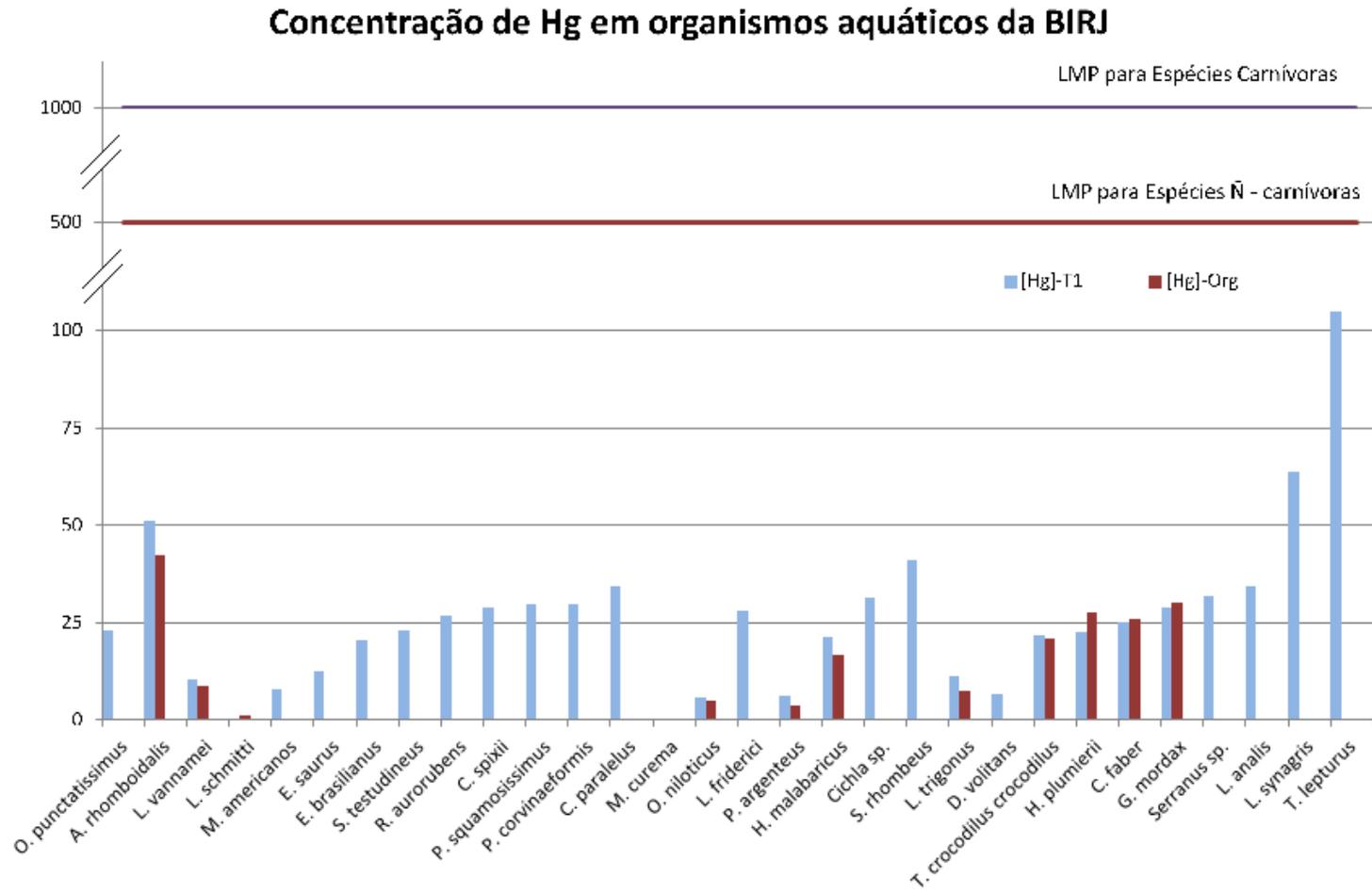
¹NIC-RA3210A; ³Orgânico; L.D.₁= 1,14 ng/g; L.D.₂= 0,75 ng/g; N.A.: Não Analisado.

Quanto aos predadores planctônicos, avaliados neste trabalho, observou-se concentração inferior ao limite de detecção para o *Mugil curema* e de 22,8 ng/g em *Ophioscion punctatissimus*, das regiões fluvial e estuarina, respectivamente. Tais resultados corroboram com Baeyens *et al.* (2003), quando informam que algumas desta espécies tendem a mostrar baixa assimilação de Hg.

Com relação à concentração analisada em camarão, observou-se 10,4 ng/g de Hg-T, enquanto que em estudos realizados nos EUA a concentração média encontrada foi de 460 ng/g, legitimando que as concentrações obtidas neste estudo são baixas quando comparadas a áreas sob maior impacto de contaminação (NASCIMENTO e CHASIN, 2001; BISINOT e JARDIM, 2004).

É importante mencionar que nenhum dos espécimes analisados no presente estudo revelou concentrações de Hg acima dos limites máximos permitidos (500 ng/g em peixes não carnívoros e 1000 ng/g em carnívoros) (BRASIL, 1998) definido a partir de normas e diretrizes ou recomendações da Comissão do Codex Alimentarius, União Européia e FDA. (Figura 4.3).

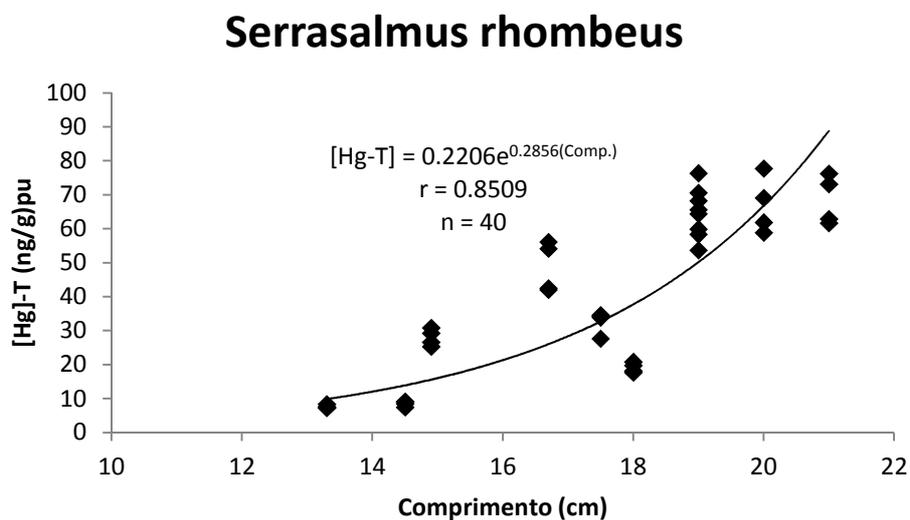
FIGURA 4.3 - Concentração de mercúrio total ([Hg]-T) e metil mercúrio ([Hg]-Org) e Limites Máximos Permitidos (LMP) para o metal em peixes estabelecidos pelos órgãos regulamentadores.



Um trabalho sobre níveis de Hg relacionados às sazonalidades pluviométricas em *Trichiurus lepturus* em estuários do semiárido brasileiro revelaram, os maiores índices no período “seco” ($773,4 \pm 207,5$ ng/g) (BARBOSA *et al.*, 2011). Este mesmo autor verificou que a função logarítmica do peso dos indivíduos ($\log W_t$) e o comprimento (L_t) revelam correlação positiva com a concentração logarítmica de mercúrio total ($\log[\text{Hg}]-T$). Fazendo-se uso de tais regressões, os níveis estimados para o espécime capturado seriam em torno de 47,4 ng/g e 145,0 ng/g para os respectivos parâmetros biológicos. Os valores obtidos no presente estudo estão situados em uma região intermediária de tais estimativas (104,9 ng/g), sugerindo que a disponibilidade do metal para esta espécie é semelhante às duas regiões, mostrando similaridade entre as zonas estuarinas do semiárido brasileiro (BARBOSA *et al.*, 2011).

Mesmo sendo notadas tendências de bioacumulação do metal em alguns dos organismos analisados, somente na piranha (*Serrasalmus rhombeus*) observa-se correlação significativa com o comprimento. Com base na regressão pôde-se inferir que o acúmulo do metal nos organismos desta espécie ocorre por volta dos doze centímetros de comprimento, havendo incremento de 0,5 ng/g no tecido a cada centímetro adquirido (Figura 4.4). MERCKX *et al.* (2000) definiram na região amazônica, onde *S. rhombeus* é endêmica, comprimento máximo teórico de 41,5 cm. Exemplares com estas dimensões não foram obtidos no presente estudo, no entanto, pode-se considerar, com ressalvas, que se os espécimes da região do BIRJ atingissem este comprimento, os níveis de Hg-T na musculatura seriam em torno 250 ng/g, ainda inferiores aos estabelecidos pelos órgãos governamentais.

FIGURA 4.4 - Correlação da [Hg]-T (ng/g) p.u. e comprimento (cm), coeficiente de Pearson, número de espécimes e equação de regressão para Piranha (*Serrasalmus rhombeus*) capturadas na BIRJ.



Apesar dos valores de consumo de pescado sejam superiores aos recomendados pela OMS, os níveis de mercúrio encontrados nas regiões estudadas são inferiores aos preconizados pelos órgãos governamentais. Entretanto, uma estimativa de exposição das populações das localidades da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe permite a identificação de quais localidades, considerando os grupos de risco, estão mais susceptíveis ao efeito do metal.

4.4 CONCLUSÃO

Pela representatividade amostral das guildas trófica pode-se sugerir que as comunidades pesqueiras/ribeirinhas da BIRJ consomem essencialmente espécies carnívoras esma vez que esta é a de maior representatividade na amostra obtida, contudo é importe ressaltar que não foram avaliadas questões sazonais e/ou esforço de pesca aplicada, uma vez que tais informações não fazem parte do desenho amostral proposto.

Os organismos aquáticos avaliados na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe não apresentaram níveis de Hg-T e MeHg alarmantes, estando abaixo dos limites preconizados pelos órgãos regulamentadores, o que configura um baixo risco de contaminação à população que habita e/ou consome pescados dessa região.

CAPÍTULO 5

Nível de exposição ao Hg de comunidades pesqueiras/ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe pelo consumo de pescado

5.1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o Hg, na maioria dos ambientes do semiárido Brasileiro, é proveniente de fontes difusas. No entanto, a lixiviação dos compartimentos geoquímicos (sedimentos e atmosfera) e lançamento de efluentes antrópicos carregam o metal para o ambiente aquático, tornando-o disponível para os organismos, acumulando-se no indivíduo (bioacumulação), bem como ao longo da cadeia trófica (biomagnificação).

Entretanto, para uma avaliação dos perigos que o Hg pode causar ao ambiente é imprescindível que se tenha uma ampla compreensão das vias de exposição para os diferentes níveis tróficos do ecossistema, incluindo o homem (BAEYENS *et al*, 2003). Dentre os perigos que este metal pode ocasionar aos humanos, temos prejuízos de funções renais, cardíacas, respiratórias e do sistema nervoso central, podendo levar à morte (CLARO *et al.*, 2003).

O primeiro grande caso de contaminação humana por Hg, surgiu na década de 50, na região de Minamata, Japão, quando foram observados efeitos tóxicos em humanos que consumiram pescados contaminados por este metal, levando milhares de pessoas a morte (KASPER *et al*, 2007).

Desde então, o uso de organismos aquáticos na alimentação foi percebido como a principal forma de exposição humana ao metal, cuja severidade de seus efeitos

no organismo diferem em função de grupos de risco (etário e gênero), grupo social (comunidades pesqueira, ribeirinha e urbana), status nutricional e concentração do Hg no pescado. Dentre estes grupos, as comunidades pesqueira e ribeirinha, bem como crianças até quinze anos, por estarem em fase de formação, e mulheres grávidas ou em fase de amamentação, por transferirem o metal para o feto ou lactente, estão mais susceptíveis às implicações da contaminação (NRC, 1991; EPA, 1998; ESTEBAN-VASALLO *et al.*, 2012; CHANNA *et al.*, 2013). Um estudo realizado em Granada, na Espanha, avaliou a exposição de crianças ao Hg proveniente da ingestão de pescado, revelando diferenças significativas no seu desenvolvimento (FREITAS *et al.*, 2010).

A quantificação de Hg em espécies consumidas pela população local, faz-se útil para a estimativa dos níveis de exposição desta dada população (MALM *et al.*, 1995; BARBOSA *et al.*, 2011), e/ou consumidores que às utilizem na alimentação.

Para tanto, a avaliação dos níveis de Hg em populações humanas tem sido realizada através da quantificação dos teores do metal em suas estruturas (unha, cabelo, urina, sangue). Contudo, muitas destas técnicas são invasivas, tornando indispensável a presença de um profissional da área de saúde (BIRGISTDOTTIR *et al.*, 2013). Existem, ainda, para a avaliação crônica, métodos não invasivos, com base no valor de referência diária (RfD), definida como a “estimativa da exposição diária provável”, sem riscos significativos de efeitos deletérios ao longo da vida. Além desta, tem-se a estimativa que utiliza o cálculo da Provisão Máxima Semanal Tolerável (PMST), baseado na quantidade de pescado ingerida, níveis do metal e massa corpórea individual, permitindo uma avaliação da exposição ao Hg (RISHER e DeWOSKIN, 1999; BAEYENS *et al.*, 2003).

De tal maneira, o presente trabalho estima o nível de exposição das comunidades pesqueiras ribeirinhas da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ) considerando os grupos etários e de gênero, bem como as localidades, espécies consumidas e suas respectivas concentrações de mercúrio.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A estimativa de exposição (RfD e PTWI) das localidades da BIRJ foram definidas a partir do cruzamento de informações das sessenta espécies consumidas com as trinta espécies analisadas, resultando na estimativa para vinte espécies, às quais foram associadas doses calculadas utilizando a equação descrita abaixo (OMS, 1989):

$$PTWI = \frac{[Hg] \left(\frac{ng}{g} \right) * \text{consumo de pescado} \left(\frac{kg}{semana} \right)}{\text{Peso corpóreo (kg)}}$$

O cálculo de estimativa de exposição foi realizado para cada indivíduo, de acordo com metodologia demonstrada por trabalhos que estimam, com base em dados genéricos, o nível de exposição individual (BAEYENS *et al*, 2003; BARBOSA *et al*, 2011). Do mesmo modo, a Ingestão Semanal Tolerável Provisória (Provisional Tolerable Weekly Intake – PTWI), ou Ingestão Semanal Tolerada Provisória (ISTP), foi calculada.

No cálculo de PTWI-ISTP foram utilizados os dados do consumo semanal de pescado (CSP₂), considerando o consumo de pescado proporcional à biomassa individual dentro de uma unidade amostral (residência). Algumas considerações foram estabelecidas nas estimativas:

- i. Todos os integrantes da unidade amostral consomem o mesmo pescado durante as refeições;
- ii. A diversidade de espécie não foi considerada para efeito de estimativa, o que poderia subestimar os níveis de exposição, uma vez que a frequência alimentar de cada espécie não foi questionada;
- iii. Uma vez que a frequência de consumo de determinada espécie não foi considerada, adotou-se que a ingestão semanal foi exclusiva para cada espécie, resultando em dados superestimados, expondo o pior cenário.

A fim de avaliar os resultados de PTWI-ISTP, os valores foram agrupados em função das localidades visitadas, espécies consumidas e grupos de risco.

A análise estatística dos dados foi realizada a partir da ANOVA (*one-way*), do software Statistica 7.0, com uso do teste de Tukey, quando reveladas diferenças significativas.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em torno de 95% do Hg presente na musculatura de peixes marinho e estuarinos estão na forma de metilmercúrio (Me-Hg) (BLOOM, 1992). A dose de referência para este metal é de 0,1µg/kg peso corpóreo/dia (U.S. EPA, 2005) e o valor de Ingestão Semanal Provisória Tolerável (ISPT – PTWI) definida pela JECFA (2003, 2006) é de 1,6 µg/kg peso corpóreo/semana (0,2 µg/kg peso corpóreo/dia).

Embora existam valores estabelecidos por órgãos mundialmente conhecidos, são restritos os estudos que avaliam a contaminação mercurial de espécies de peixe com importância social e econômica em regiões costeiras e estuarinas. Tal fato se dá pelo limitado número de indivíduos e períodos avaliação (BARBOSA *et al.*, 2011).

No presente estudo, o número de espécies analisadas e as consumidas resultou num rol de avaliação dos níveis de exposição ao Hg para 20 espécies. Os nomes popular e científico destas espécies adotados para cálculo de exposição estão descritos na Tabela 5.1.

O presente estudo apontou que 62 espécies são consumidas na região do BIRJ, das quais 20 foram analisadas em laboratório, entre estas, 6 representam cerca de 50% de espécies reportadas como consumidas pela população desta região, a citar: Cará Peba (10,4%), Bagre (9,7%), Tainha (9,6%), Saúna (6,8%), Sururu (5,2% - não analisada) e Biquara (5,1%), como pode ser observado na Figura 5.2.

TABELA 5.1 - Nome popular e nome científico das espécies utilizadas para a estimativa dos níveis de exposição das comunidades pesqueiras ribeirinhas da BIRJ.

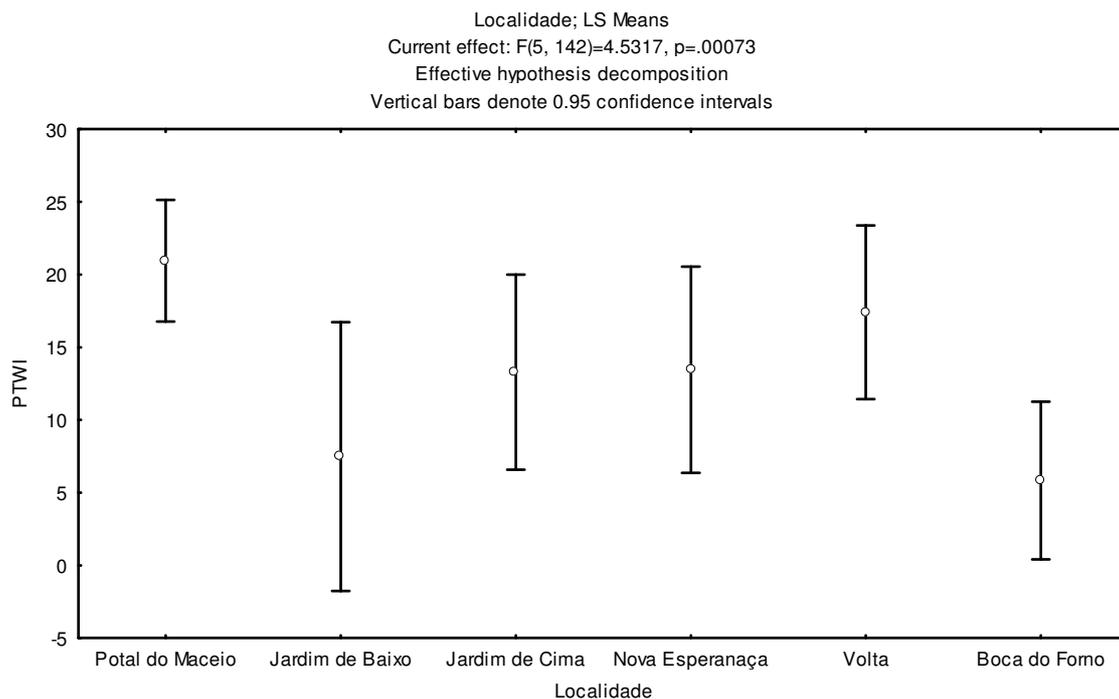
Nome Comum	Nome Científico	Nome Comum	Nome Científico
Ariacó	<i>Lutjanus synagris</i>	Mariquita	<i>Holocentrus adscensions</i>
Bagre	<i>Cathorops spixii</i>	Moreia	<i>Gymnothorax mordax</i>
Biquara	<i>Haemulon plumierii</i>	Parum	<i>Chaetodipiterus faber</i>
Cará-Tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Pescada	<i>Plagioscion squamosissimus</i>
Cará-Peba	<i>Eugeris brasilianus</i>	Piau	<i>Leporinus friderici</i>
Camarão	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Piranha	<i>Serrasalmus rhombeus</i>
Cioba	<i>Lutjanus analis</i>	Salema	<i>Archosargus rhomboidalis</i>
Coró	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Tucunaré	<i>Chicla sp.</i>
Curimatã	<i>Prochilodus argenteus</i>	Ubarana	<i>Elops saurus</i>
Espada	<i>Trichiurus lepturus</i>	Zambaia	<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>

Localidade

Verificou-se, por ANOVA (one-way), que as localidades do Pontal do Maceió, Jardim de Baixo, Jardim de Cima, Nova Esperança e Volta, situadas na região marinha e estuarina, revelaram Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP ou PTWI) semelhantes ($20,9 \pm 2,1$; $7,5 \pm 4,7$; $13,3 \pm 3,4$; $13,4 \pm 3,6$; $17,4 \pm 3,0$ ng Hg-T/semana/peso corpóreo, respectivamente), diferindo da Boca do Forno ($5,8 \pm 2,7$ ng

Hg-T/semana/peso corpóreo), posicionada na porção fluvial da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ) (Figura 5.1).

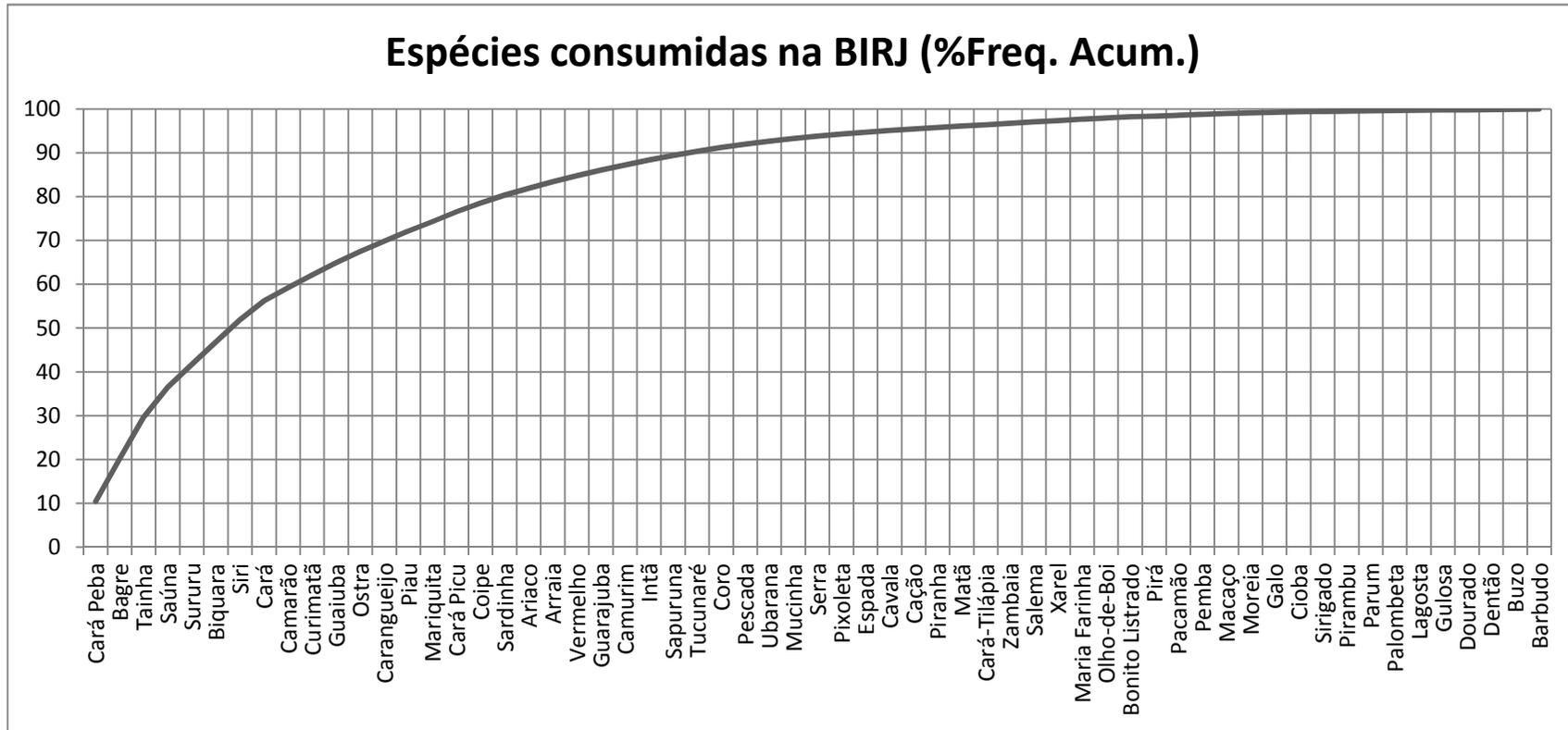
FIGURA 5.1 - Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP ou PTWI) médio (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) para as localidades avaliadas na Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ). ANOVA *one-way*; $\alpha = 5\%$.



Estimativa de ingestão diária de Hg proveniente do consumo de pescado do rio Tapajós, revelaram valores de 190 ng/kg/dia em áreas contaminadas pela mineração de ouro e 80 ng/kg/dia em regiões onde tal atividade não é praticada (CASTILHOS *et al.*, 2001).

No Estado de Nova Jersey, Burger (2013) verificou que comunidades pesqueiras consumiam durante ao ano cerca de 5 a 36 diferentes espécies de pescado em suas refeições, observado níveis de exposição variando de 0,0 a 200 ngHg/kg/dia.

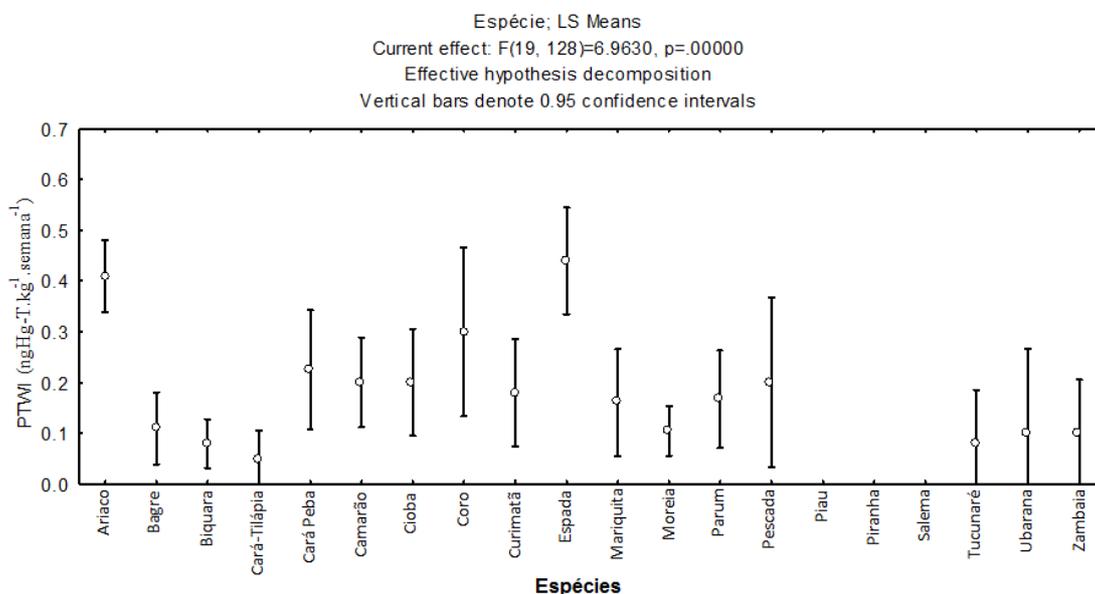
FIGURA 5.2 - Frequência acumulada percentual das espécies consumidas pela população pesqueira/ribeirinha da BIRJ.



A Análise de Variância (ANOVA - one-way) revelou a existência de dois grandes grupos de espécies, o que apresenta maiores níveis de mercúrio e os que revelam menores teores (Figura 5.3).

O primeiro grupo é composto pelas espécies *A. rhomboidalis* (Salema), *L. synagris* (Ariacó), *C. faber* (Parum), *T. lepturus* (Espada), *L. analis* (Cioba), *G. mordax* (Moreia), *O. niloticus* (Cará-Tilápia), ordenados em ordem decrescente de PTWI, variando de 0,4 a 0,005 ngHg-T.kg⁻¹ por semana. O segundo é representado pelas demais espécies, totalizando treze: *Holocentrus adscensions* (Mariquita), *P. squamosissimus* (Pescada), *P. corvinaeformis* (Coró), *T. crocodilus crocodilus* (Zambaia), *H. plumierii* (Biquara), *C. spixii* (Bagre), *Chicla sp.* (Tucunaré), *E. brasilianus* (Cará-peba), *L. friderici* (Piau), *S. rhombeus* (Piranha), *L. vannamei* (Camarão), *E. saurus* (Ubarana) e *P. argenteus* (Curimatã), cujos valores de PTWI variaram de 0,2 a 0,005 ngHg-T.kg⁻¹.semana⁻¹.

FIGURA 5.3 - Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP - PTWI) médio (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) para as espécies capturadas na BIRJ. ANOVA *one-way*; $\alpha=5\%$.



Das espécies analisadas, a Salema (*A. rhomboidalis*) apresentou maior risco, com 0,4 ngHg-T.kg⁻¹.semana⁻¹, enquanto que a Moreia (*G. mordax*) exibiu o menor, com 0,2 ngHg-T.kg⁻¹. Entretanto, vale salientar que, a inclusão do Cará-Tilápia

(*O. niloticus*) neste grupo ocorre principalmente pela grande variabilidade dos dados, sendo esta a única espécie pertencente ao ambiente fluvial neste grupo.

Consumido em todas as localidades a espécie Cará-Peba (*E. brasilianus*) revelou seus maiores níveis de exposição ($0,1 \text{ ngHg-T.kg}^{-1}.\text{semana}^{-1}$) na localidade do Pontal do Maceió, principalmente para homens com idade maior do que quinze anos.

O Bagre (*C. spixii*), foi consumido em praticamente todas as localidades, exceto no Pontal do Maceió. Em Nova Esperança foram observados os maiores níveis de exposição ($0,4 \text{ ngHg-T.kg}^{-1}.\text{semana}^{-1}$), particularmente para o gênero feminino com idade entre 15 e 40 anos (período gestacional).

O Cará-Tilápia (*O. niloticus*), consumido apenas na localidade da Boca do Forno, obteve estimativa de exposição de $0,005 \text{ ngHg-T.kg}^{-1}$ por semana. Contudo considerando o peso e consumo médio de pescado, assim como o limite de detecção para o metal em músculo, temos um nível de exposição mínima de $0,005 \text{ ngHg-T.kg}^{-1}$

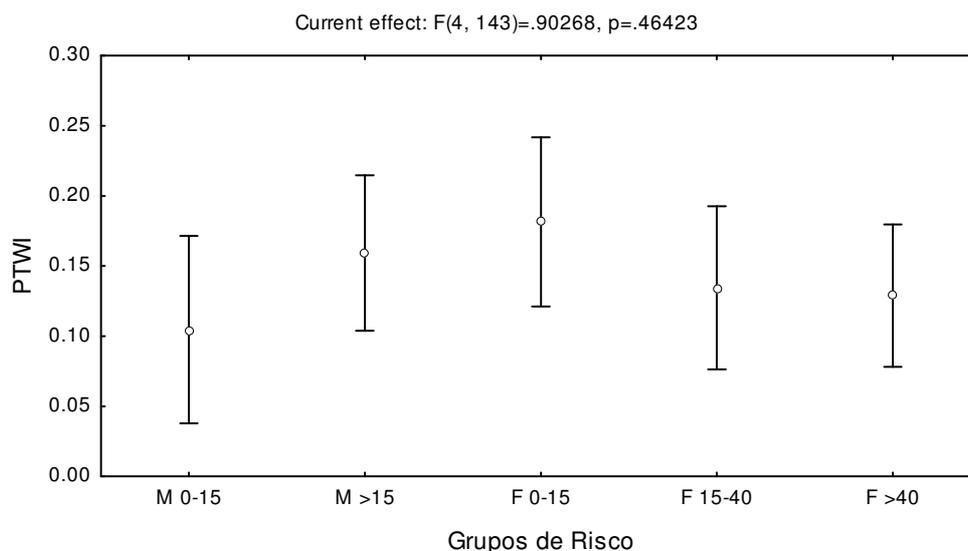
O PTWI-ISTP referente ao *T. lepturus* (espada) obtido na BIRJ foi de $0,2 \text{ } \mu\text{gHg-T.kg}^{-1}.\text{semana}^{-1}$, mostrando-se inferior ao encontrado por Barbosa *et al.* (2011) no estuário de Goiana (semiárido brasileiro), que foi de $1,26 \text{ } \mu\text{gHg-T.kg}^{-1}.\text{semana}^{-1}$;

Os resultados supracitados sugerem que as comunidades que consomem espécies marinhas estão mais susceptíveis aos efeitos do Hg do que as que consomem os pescados da região fluvial, corroborando com os dados observados na avaliação das localidades.

Grupos de Risco

Avaliadas em função do grupo de risco, as localidades entrevistadas não revelaram diferença significativa. A grande diversidade de espécies consumidas pela população mostrou níveis variáveis de exposição aos quais estas comunidades estão sujeitas (Figura 5.4).

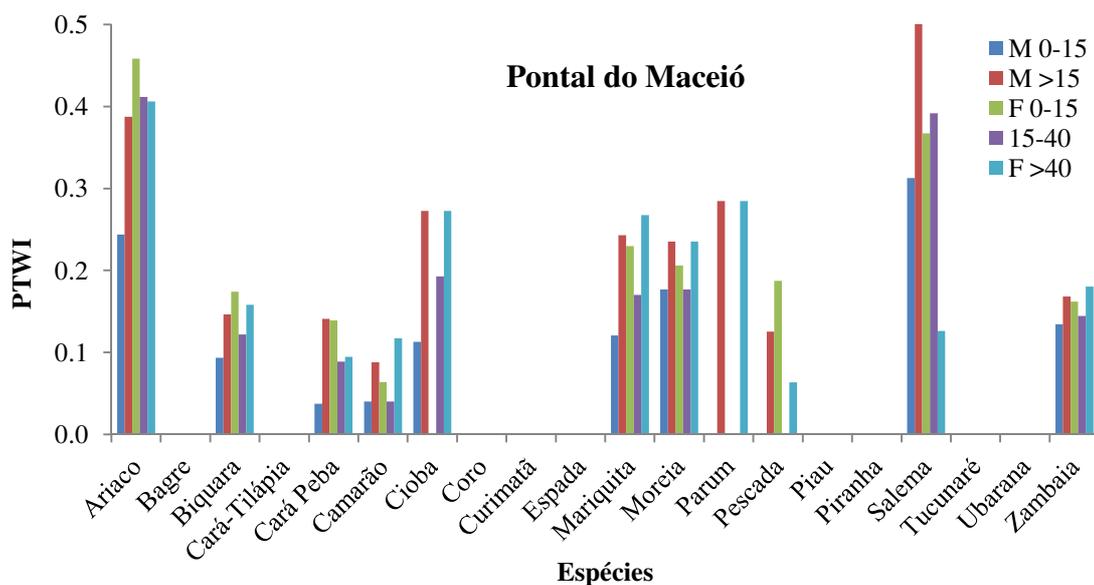
FIGURA 5.4 - Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP ou PTWI) médio (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) para os grupos de risco da Bacia Inferior do Rio Jaguaribe (BIRJ). ANOVA *one-way*; $\alpha = 5\%$.



Ao avaliar a PTWI geral da BIRJ, observa-se que esta possui teor de Hg-T muito inferior (0,1 ngHg-T/semana/peso corpóreo) ao encontrado por Birgisdottir *et al.* (2013), que avaliando populações da Noruega, considerando todos os itens alimentares, estimaram exposição a níveis em torno de 40 ng Hg-T /dia/peso corpóreo, equivalente a 280 ng Hg-T/semana/peso corpóreo.

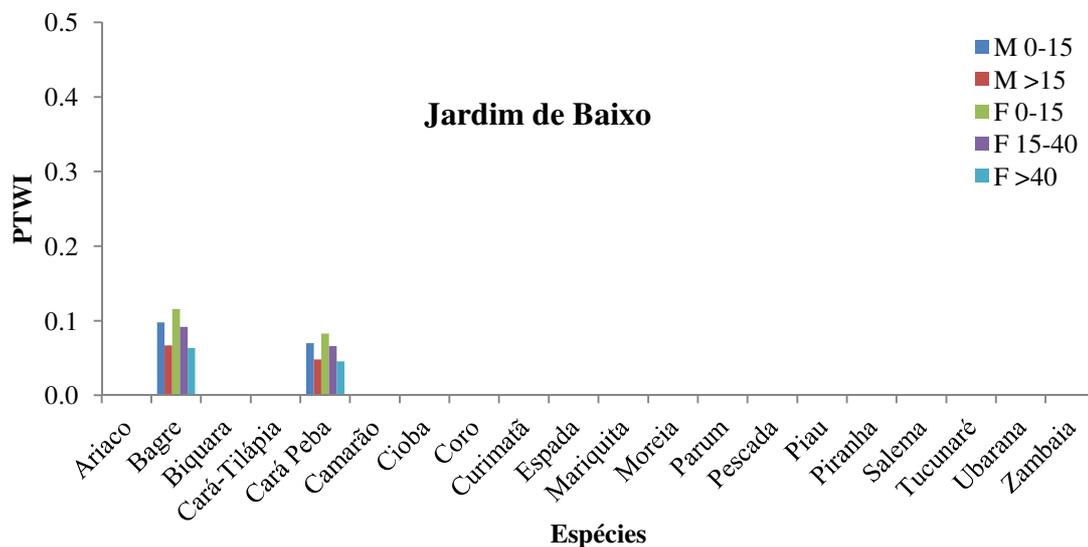
A figura 5.5 aponta que na localidade de Pontal do Maceió os maiores níveis de PTWI ocorreram na Salema com valor de 1,0 ng Hg-T/semana/peso corpóreo, para o grupo de risco do sexo masculino com idade superior a 15 anos.

FIGURA 5.5 - Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Pontal do Maceió.



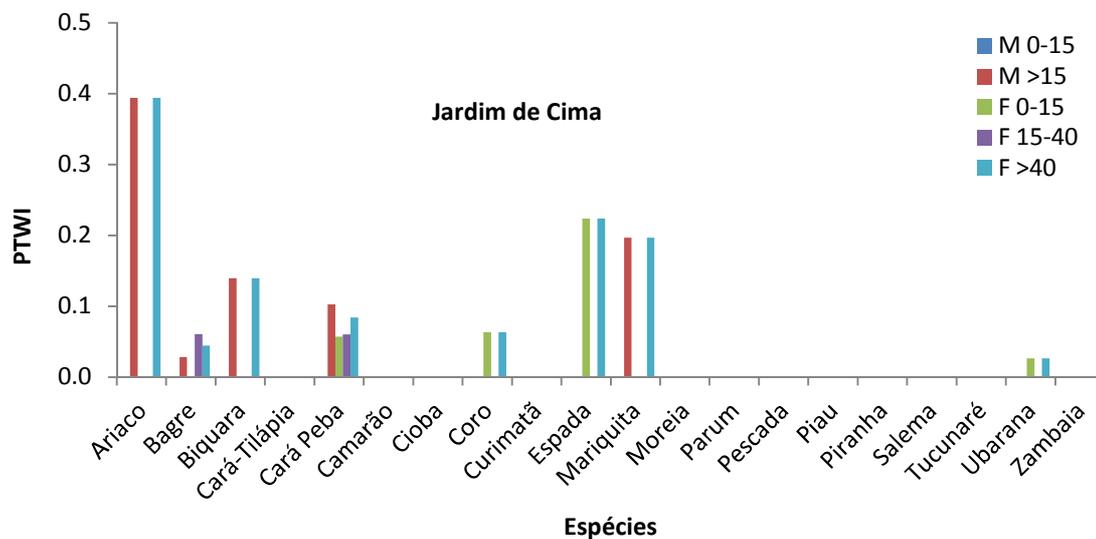
Na localidade de Jardim de Baixo, por sua vez, o grupo de mulheres com idade menor do que quinze anos está exposto aos maiores níveis de mercúrio pela ingestão de bagre (0,1 ng Hg-T/semana/peso corpóreo) (Figura 5.6).

FIGURA 5.6 - Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Jardim de Baixo.



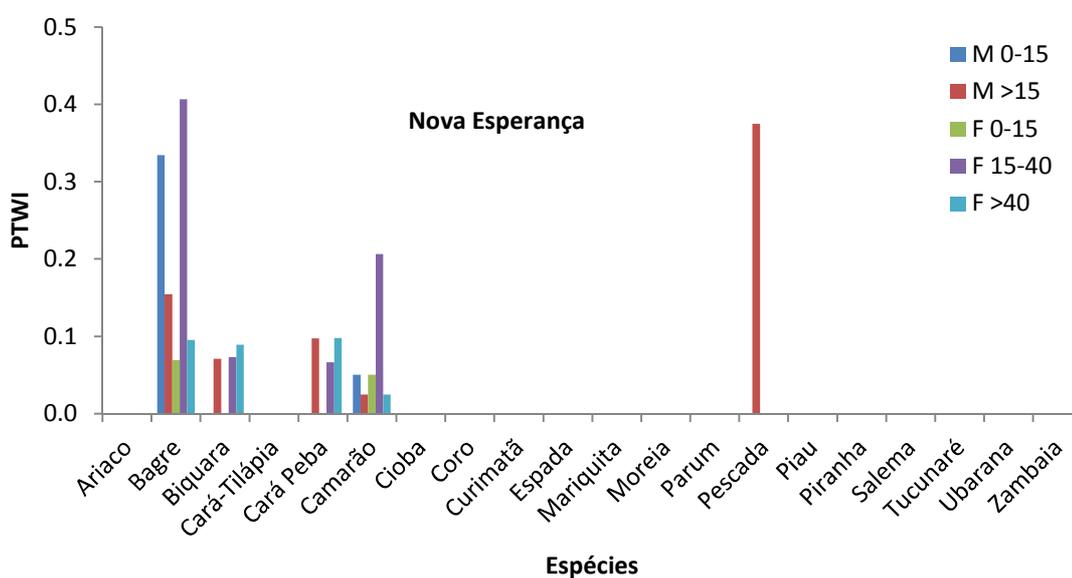
A espécie de Ariaco apresentou resultados de exposição semelhante (0,4 ng Hg-T/semana/peso corpóreo) para os grupos de mulheres e homens, com idade superior a 40 e 15 anos, respectivamente (Figura 5.7).

FIGURA 5.7 - Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Jardim de Cima.



Assim como na localidade de Jardim de Baixo, os maiores níveis de exposição foram observados pelo consumo de bagre, na região de Nova Esperança, entretanto, o grupo de risco foi o de mulheres no período gestacional (15 a 40 anos), mostrando-se quatro vezes superiores aos notados naquela localidade (Figura 5.8).

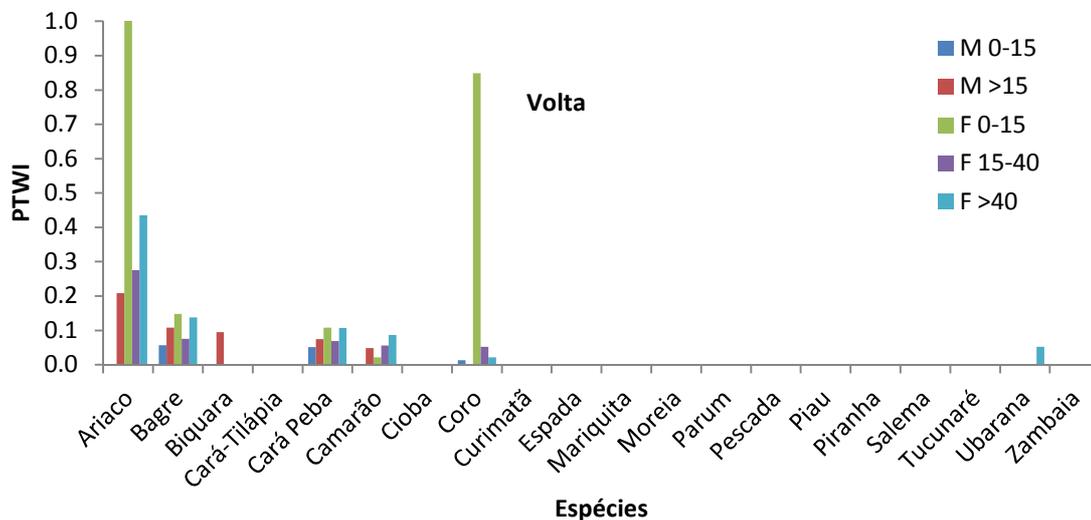
FIGURA 5.8 - Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade de Nova Esperança.



Os maiores níveis de exposição deste estudo foram verificados no grupo de crianças do sexo feminino residentes na localidade da Volta, as quais consumiam Ariacó (*L. synagris*), com teores de $1,0 \text{ ngHg-T.kg}^{-1}$ por semana (Figura 5.9).

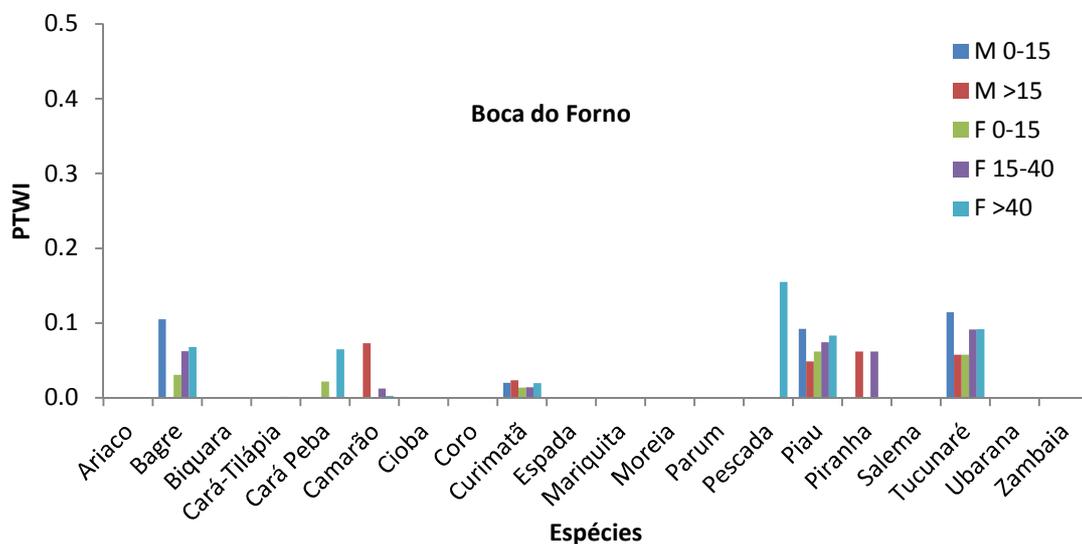
Todavia, os níveis resultantes da ingestão desta espécie nesta região são três ordens de grandeza menores que os limites estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde, que preconiza níveis máximos de exposição do Hg total de $3.300 \text{ ng Hg/ peso corpóreo/semana}$.

FIGURA 5.9 - Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade do Volta.



O consumo de pescada manifestou-se como o peixe responsável pelo maiores níveis de exposição na localidade da Boca do Forno, em mulheres com idade maior que quarenta anos, apresentando valor médio de 0,1 ng Hg-T/semana/peso corpóreo.

FIGURA 5.10 - Valores médios de PTWI (ng Hg-T/semana/peso corpóreo) das espécies consumidas na BIRJ em função dos grupos de risco da localidade da Boca do Forno.



Birgisdottir *et al.* (2013) corroboram que o maior consumo de organismos aquáticos implicam no aumento dos níveis de Hg no organismo humano. Entretanto, ainda que algumas diferenças significativas tenham sido notadas, no tocante às localidades e às espécies consumidas, os níveis de Hg presente nos organismos aquáticos e o nível de consumo de pescado dessa região são insuficientes para causar efeitos deletérios.

Costa (2007) estimou que a ingestão média de Hg de *S. cavalla* (espécie carnívora), foi de 8.700 ng/mês. Considerando-se que os consumidores apresentam peso médio corpóreo de 70 kg, a estimativa de PTWI para esta região é de 31,1 ng Hg-T/semana/peso corpóreo. Como anteriormente mencionado, os maiores valores de PTWI foram observados para Salema no Pontal do Maceio e Ariacó na localidade da Volta, ambas com 1,0 ng Hg-T/semana/peso corpóreo, entretanto, o valor médio de PTWI para a BIRJ foi de 0,1 ng Hg-T/semana/peso corpóreo (Tabela 5.2).

No estado de “New Jersey” Burger (2013) verificou que comunidades pesqueiras consumiam entre 5 a 36 diferentes espécies de pescado em suas refeições ao longo do ano, observando níveis de exposição variando de 0,01 a 0,22 ugHg/kg/dia (70 -1540 ngHg/Kg/semana), mostrando-se muito superior aos níveis encontrados no presente estudo.

TABELA 5.2 - Localidades e respectivas doses de Provisão Semanal Máxima Tolerável (PTWS) da BIRJ e diferentes grupos populacionais.

Local	PTWI (ng Hg/semana/ kg peso corpóreo)	Referência
BIRJ - CE	0,1	Este Estudo
New Jersey	70 -1540	Burguer,2013
Fortaleza - CE	31,1	Costa, 2007
Indonésia	70*10 ⁹	Castilhos <i>et al.</i> , 2006
Noruega	280	Birgisdottir <i>et al.</i> , 2013

*Valos de referencia: 1.600 ng/ semana/kg peso corpóreo (WHO, 2007)

5.4 CONCLUSÃO

Os níveis de PTWI observados na BIRJ são inferiores aos observados nas comunidades e localidades citadas como área de estudo deste trabalho, o que se deve principalmente, aos baixos níveis de mercúrio observados na musculatura das espécies consumidas, pois os consumos de pescado nesta região são superiores aos recomendados pela OMS, que preconiza o consumo de 12 Kg por ano.

Dentre as espécies citadas pelos entrevistados, seis (Cara Peba, Bagre, Tainha, Saúna, Sururu e Biquara) representam cerca de 50% das espécies consumidas na BIRJ, todavia, estas não apresentam maior risco de exposição ao Hg à população desta região.

Ademais, as espécies que apresentaram maior risco, quanto ao consumo, foram Salema, Ariacó, Parum, Espada, Cioba e Moreia, todas de região marinha. Entretanto, mesmo apresentando os maiores níveis, estas espécies não representam, de fato, risco proeminente para estas comunidades, uma vez que os valores apontaram de três a cinco ordens de grandeza menores que os estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde. Portanto, o presente estudo revelou que não há restrição quanto ao consumo dos peixes provenientes da BIRJ, podendo ser ingeridos por todos os integrantes da população, independente do grupo de risco ao qual pertençam.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CSP1 e CSP2 das comunidades pesqueiras/ribeirinhas da BIRJ atingiram níveis superiores à média nacional, principalmente de espécies de baixo valor comercial, que são de grande importância para a pesca artesanal de subsistência. Ainda que estes dados alcancem ou ultrapassem o consumo da média nacional, o percentual elevado de entrevistados com sobrepeso ou obesidade é grande, sendo este item alimentar é um dos principais inseridos em dietas de perda de peso, fazendo-nos crer que as formas de consumo, bem como outros itens alimentares possam interferir neste quadro. Dados referentes a estas informações poderiam ser estudadas posteriormente.

No tocante a avaliação do nível de exposição destas comunidades observou-se que na localidade do Pontal do Maceio foram identificados os maiores níveis médios de exposição (0,2 ngHg/peso corpóreo/semana), sobretudo pelo consumo de espécies como Ariacó (0,5 ngHg/peso corpóreo/semana) e Salema (1,0 ngHg/peso corpóreo/semana) para o sexo feminino com idade menor que 15 anos (F 0 – 15) e homens maiores de 15 anos (M >15) respectivamente, como pode ser observado no Apêndice I.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, J.S.; SERAFIM, A.; COMPANY, R.; BRAGA, E.S.; FÁVARO, D.I.; BEBIANNO, M.J. **Biomarker of exposure to metal contamination and lipid peroxidation in the benthic fish *Cathoropis spixii* from two estuaries in South America, Brazil.** *Ecotoxicology*, v. 18, pp. 1001 – 1010, 2009. DOI: 10.1007/s10646-009-0370-x.
- AZEVEDO, F.A.de **Toxicologia do mercúrio** – São Carlos, São Paulo Ed. RiMa: InterTox, 2003.
- BAEYENS, W.; LEERMAKERS, M.; PAPINA, T.; SAPRYKIN, A.; BRION, N.; NOYEN, J.; GIETER, M. DE; ELSKENS, M. **Bioconcentration and biomagnification of mercury and methylmercury in North Sea and Scheld Estuary Fish.** *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, v.45, pp. 498 – 508, 2003.
- BARBOSA, S.C.T.; COSTA, M.F.; BARLETTA, M.; DANTAS, D.V.; KEHRING, H.A.; MALM, O. **Total mercury in the fish *Trichiurus lepturus* from a tropical estuary in relation to length, weight, and season.** *Neotropical Ictiology*, v. 9, n° 1, pp. 183 – 190, 2011.
- BARLETTA, M.; COSTA, M.F. **Living and non-living resources exploitation in a tropical semi-arid estuary.** *Journal of Coastal Research*, v. 56, pp. 371 - 375, 2009. ISSN 0749-0258.
- BASTOS, W.B.; GOMES, J.P.O.; OLIVEIRA, R.C.; ALMEIDA, R.; NASCIMENTO, E.L.; BERNARDI, J.V.E.; LACERDA, L.D.; SILVEIRA, E.G.; PFEIFFER, W.C. **Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil.** *Science of the Total Environment*, v. 368, pp. 344 – 351, 2006. doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.09.048.
- BASTOS, W.R.; REBELO, M.DEF.; FONSECA, M.DEF.; ALMEIDA, R.; MALM, O. **A description of Mercury in fishers from the Madeira River Basin, Amazon, Brazil** – *Acta Amazonica*, vol. 38, n. 3, pp. 431 – 438, 2008.
- BIRGISDOTTIR, B.E. H.K. KNUTSEN^A, H.K.; HAUGEN, M.; GJELSTAD, I.M.; JENSSEN, M.T.S.; ELLINGSEN, D.G.; THOMASSEN, Y.; ALEXANDER, J.; H.M. MELTZER, H.M.; BRANTSÆTER, A.L. **Essential and toxic element concentrations in blood and urine and their associations with diet: Results from a Norwegian population study including high-consumers of seafood and game.** *Science of The Total Environment*, v. 463–464, pp 836–844, 2013.

- BISINOT, M.C.; JARDIM, W.F. **O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente.** Química Nova, vol. 27, n. 4, pp. 593 – 600, 2004.
- BLOOM, N.S.; FITZGERALD, W.F. **Determination of volatile mercury species at the pictogram level by low temperature gas chromatography with cold vapor atomic fluorescence detections.** Analitica Chimica Acta, v. 208, pp. 151 – 161, 1998.
- BLOOM, N.S.; WATRAS, C.J. HURLEY, J.P. **Impact of acidification on the methylmercury cycle in remote seepage lakes.** Water Air Soil Pollut, v. 56, pp. 477-491, 1991.
- BLOOM, N.S. **On the chemical form of mercury in edible fish and marine invertebrate tissue.** Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 49, pp 1010 – 1017, 1992.
- BRABO, E.S.; SANTOS, E.O.; JESUS, I.M.; MASCARENHAS, A.F.; FAIAL, K.F. **Mercury levels in fish consumed by the Sai Cinza indigenous community, Munduruku Reservation, Jacarecanga Country, State of Pará, Brazil.** 1999
- BRASIL – Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. **Princípios Gerais para o estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos em Alimentos.** D.O.U. – Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 28 de agosto de 1998.
- BRAGA, T.M.B. **Aspectos preliminares da contaminação de mercúrio em peixes comercializados na praia do Mucuripe, Fortaleza, e no Estuário do Rio Jaguaribe, CE.** 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, 49p, 2006.
- BURGUER, J. **Role of self-caught fish in total fish consumption rates for recreational fishermen: average consumption for some species exceeds allowable intake.** Journal of Risk Research, v. 16, n. 8, pp. 1057 – 1075, 2013.
- CASTILHOS, Z.C.; BIDONE, E.D.; HARTZ, S.M. **Bioaccumulation of Mercury by Tucunaré (*Chichla ocellaris*) from Tapajós River Region, Brazilian**

Amazon: A Field dose-response Approach. Bull. Environ. Contam. Toxicol., v. 66, pp. 631-637, 2001.

CASTILHOS, Z.C.; RODRIGUES-FILHO, S.; RODRIGUES, A.P.C.; VILAS-BÔAS, R.C.; SIEGEL, S.; VEIGA, M.M.; BEINHOFF, C. **Mercury contamination in fish from gold mining areas in Indonesia and human health risk assessment.** Science of the Total Environment, v.368, pp. 320 – 325, 2006.

CASTILHOS, Z.C. **Gestão em poluição ambiental: Análise da contribuição dos garimpos de ouro na contaminação por mercúrio da ictiofauna e das águas fluviais na região do rio Tapajos, Estado do Pará, Brasil.** PhD thesis, 200p, 1999.

CHANNA, K.; ODLAND, J; KOOTBODIEN, T.; THEODOROU, P; NAIK, I; SANDANGER, T.M.; RÖLLIN, H.B. **Differences in prenatal exposure to mercury in South African communities residing along the Indian Ocean.** Scienc of total Environmental, v. 463 – 464, pp. 11 - 19, 2013.

CHEUNG, K.C.; LEUNG, H.M.; WONG, M.H. **Metal Concentrations of Common Freshwater and Marine Fish.** Arch Environ Contam Toxicol, V. 54, pp. 705 – 715, 2008. Doi: 10.1007/s00244-007-9064-7.

CLARCKSON, TW; HAMADA, R.; AMIN-ZAKI, L. Mercury: In: Nriagu J.O. (ed) **Changing metal cycles and human health.** Springer, New York, pp 285 – 309, 1984.

COGERH Companhia de Gestão de Recursos Hídricos. **Anuário de Monitoramento Quantitativo de Açudes Gerenciados pela COGERH,** 63p, 2009.

COSTA, B.G.B.; SOARES, T.M.; TORRES, R.F.; LACERDA, L.D. **Mercury distribution in a mangrove tidal creek affected by intensive shrimp farming.** Bull. Environm. Contam. Toxicol., v. 90, pp. 537 – 541, 2013. DOI: 10.1007/s00128-012-0957-4.

COSTA, B.G.B. **Concentração de mercúrio total em Cavala (*Scomberomorus cavalla* -Cuvier, 1829) e Serra (*Scomberomorus brasiliensis* - Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) comercializados nas bancas bancas de pescado do Mucuripe, Fortaleza, CE.** Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca, 52p, 2007.

COGERH **Companhia de Gestão de Recursos Hídricos – Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe: Características Gerais.** Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/categoria2/Ger-BaixoJaguaribe.pdf>. Acessado em 01 de março de 2014.

COMPEAU GC; BARTHA, R **Effect of salinity on mercury methylating activity of sulfate reducing bacteria in estuarine sediments.** Appl. Environ Microbiol, v. 53, pp 261 – 265, 1987.

CRAIG, JP; MORETON PA **Total mercury, methylmercury and sulfide levels in British estuarine sediments.** III. Water Res., v. 20, n. 9, pp 1111 - 1118, 1986.

DOREA, J.G.; MOREIRA, M.B.; BARBOSA, A.A.C. Biol. Trace Elem. Res., vol. 65, n. 211, 1998.

DOREA, J.G.; BARBOSA, A.C.; SOUZADE,J.; FADINI, P.; JARDIM, W.F. **Piranhas (Serrasalmus spp.) as markers of mercury bioaccumulation in Amazonian ecosystems.** Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 59, pp. 57 – 63, 2004.

DOMINGO, J.L.; BOCIO,A.; FALCÓ, G; LLOBET, J.M. **Benefits and risks of fish consumption: Part I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants.** Toxicology, v. 230, pp. 219-226, 2007.

DPPEA **Nort Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance.** Disponível em: <http://www.owr.ehnr.state.nc.us>. Acessado em 02 de janeiro de 2014.

ELLIOT, M; WHITFIELD,A.K.; POTTER, I.C.; BLABER, S.J.M.; CYRUS, D.P.; HARISON, T.D. **The Guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review.** Journal compilation, Blackwell Publishing Ltd, FISH and FISHERIES, v 8, pp 241 – 268, 2007

EPA - Environmental Protection Agency **Method 1630: Methyl Mercury in Water by Distillation, Aqueous Ethylation, Purge and Trap, and Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry.** U.S. Environmental Protection Agency – Office of Water – Office of Science and Technology – Engineering and Analysis Division (4303) – 401 M Street SW - Washington, D.C. 20460, 55p, 2001.

- EPA – Environmental Protection Agency **Assessing human health risk from chemically contaminated fish and shellfish: a guidance manual**. EPA-503/8-89-002, Appendix F, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, 1998.
- EPA – Environmental Protection Agency **Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories** – Vol. 2: Risk Assessment and Fish Consumption Limits, Third Edition. United States - Environmental Protection Agency – Office of Water (4305) – EPA 823-B-00-008, 383p, 2000.
- ESTEBAN-VASALLO M.D.; ARAGONÉS N.; POLLAN, M.; LÓPEZ-ABENTE., G; PEREZ-GOMEZ, B. **Mercury, Cadmium, and Lead Levels in Human Placenta: A Systematic Review**. Environ Health Perspect, v. 120, pp. 1369–1377, 2012 <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1204952>
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations **The state of world fisheries and aquaculture**. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, 2010. ISBN 978-92-5-106675-1.
- FAO/WHO – Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization. **Join FAO/WHO Expert Consultation on the risk and benefits of fish consumption** - Executive Summary, Rome, Italy, 6p, 2010.
- FIGUEIREDO, J.L.; Menezes, N.A. **Manual de peixes marinhos dos Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 116p, 2000.
- FISHBASE. Disponível em: <http://www.fishbase.org>. Acessado em: 01 fevereiro de 2011.
- FREITAS, C.; RAMOS, R. LOPEZ-ESPINOSA, M-J; DÍEZ, S.; VIOQUE, J.; BALLESTER, F.; FERNANDEZ, M-F **Hair mercury levels, fish consumption, and cognitive development in preschool children from Granada, Spain**, Environmental Research, v. 110, pp 96 – 104, 2010.
- GARCEZ, D.S.; Botero, J.I.S.; Fabér, N.N. **Caracterização das pescarias de subsistência e comercial praticada por ribeirinhos de áreas de várzea em Manacapuru, Baixo Solimões, Amazonas, Brasil** – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Belem, v. 9, 2009.

- GILMOUR, C.C.; HENRY, E.A. **Mercury methylation in aquatic systems affected by acid deposition. Environmental Pollution**, v. 71, pp. 131-169, 1991.
- GUIMARÃES, J.R.D.; ROULET, M.; LUCOTTE, M.; MERGLER, D. **Mercury methylation along a lake-forest transect in the Tapajos river floodplain, Brazilian Amazon: seasonal and vertical variations.** *The Science of the Total Environment*, v. 261, pp. 91-98, 2000.
- HUCHABEE, J. W.; ELWOOD, J. W.; HILDEBRAND, S. C. **Accumulation of mercury in freshwater biota.** pp. 277-302, 1979. In: Nriagu, J.O.(Ed.). *The biogeochemistry of mercury in the environment.* Amsterdam, Elsevier, 696p,
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: **CENSO 2010.** Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acessado em 27 de agosto de 2012.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: **Cidades: Fortim.** Disponível em: [ww.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1). Acessado em 29 de novembro de 2012.
- JECFA Joint FAO/WHO expert Committee on Food Additives. **Summary and conclusions, Sexy-frist meeting, Rome**, 10-19 June 2003. Food and Agriculture Organization of the United Nation and the World Health Organization, 2003.
- JECFA. Summary and conclusions. **Joint FAO/WHO expert committee on food additives, Sexy-seventh meeting**, Rome, 20-29 June 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nation and the World Health Organization, pp. 1-11, 2006.
- KASPER, D.; BOTARO, D, PALERMO, E.F.A.; MALM, O **Mercúrio em peixes – fontes de contaminação.** *Oecol. Bras.*, v. 11, n°. 2, pp. 228 – 239, 2007.
- KEHRIG, H.A.; MALM,O.; MOREIRA, I. **Mercury in a widely consumed fish *Micropogonias furnieri* (Demarest, 1823) from four main Brazilian estuaries.** *Science of the Total Environment*, v. 213, pp. 263 – 271, 1998.
- KEHRIG, H. A.; BRITO JR., J. L, MALM, O; MOREIRA, I. **Methyl and total mercury in the food chain of a tropical estuary-Brazil.** *RMZ - Materials and Geoenvironment*, v. 51, pp.1099-1102, 2004.

- KEHRIG, H.A.; FERNANDES, K.W.G.; MALM, O.; SEIXAS, T.G.; DE BENEDITO, A.P.M.; SOUZA, C.M.M. **Transferência trófica de mercúrio e selênio na costa norte do Rio de Janeiro**. Química Nova, v. 32, pp. 1822 – 1828, 2009.
- KEHRING, H.A.; SEIXAS, T.G.; BENEDITO, A.P.M.D.; MALM, O. **Selenium and mercury in widely consumed seafood from South Atlantic Ocean**. Ecotoxicology and Environmental Safety, v.93, pp. 156 – 162, 2013.
- KRIS-ETHERTON, P.M.; HARRIS, W.S.; APPEL, L.J. **Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acid, and cardiovascular disease**. Journal of the American Heart Association, pp. 2747 – 2757, 2002. DOI: 10.1161/01.
- LACERDA, L.D. – Amargo Pesadelo **Há 50 anos a doença de Minamata era oficialmente descoberta**. Ciência Hoje, v.38, n° 226, 2006.
- LACERDA, L. D.; SANTOS, J.A.; CAMPOS, R.C.; GONÇALVES, R.A., SALLES, R. **Total-Hg and organic-Hg in Cephalopholis fulva (Linnaeus, 1758) from inshore and offshore waters of Ne Brazil**. Braz. J. Biol., v.67, n°3, pp. 493 – 498, 2007.
- LACERDA, L.D.; SOARES, TM; COSTA, B.G.B.; GODOY, M.D.P. **Mercury emission factors from intensive shrimp aquaculture and their relative importance to the Jaguaribe River Estuary, NE, Brazil**. Bull. Environ. Contam. Toxicol, v. 87, pp. 657 – 661, 2011. DOI: 10.1007/s00128-011-0399-4.
- LIANG, L; BLOOM, N.S.; HORVAT, M **Simultaneous Determination of mercury speciation in biological materials by GC/CVAFS after ethylation and room-temperature precollection**. Clinical Chemistry, v. 40, pp 602 – 607, 1994.
- LIMA, L DE O; **Na ribeira do Rio das Onças (Limoeiro do Norte)**. Fortaleza-CE: Editora Assis Almeida, 1997.
- MALM, O; BRANCHES, F.J.P.; AKAGI, H.; CASTRO, M.B.; PFEIFFER, W.C.; HARADA, M.; BASTOS, W.B.; KATO, H. **Mercury and methylmercury in fish and human hair, from the Tapajos river basin. Brazil**. Science of the total Environment, v. 175, pp. 141 – 150, 1995.
- MARINS, R.V.; LACERDA, L.D.; ABREU, I.M.; DIAS, F.J.S. **Efeitos da açudagem no rio Jaguaribe**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 33, n. 197, p. 66-70, 2003.

- MAURICE-BOURGOIN, L.; QUIROGA, I.; CHINCHEROS, J.; COURAU, P.; Sci. Total Environ., vol. 260, n. 211, 2000
- MERCKX, A., M. JÉGU AND G. MENDES DOS SANTOS, 2000. **Une nouvelle espèce de *Serrasalmus* (Teleostei: Characidae: Serrasalminae), *S. altispinis* n. sp., décrite du rio uatumã (Amazonas, Brésil) avec une description complémentaire de *S. rhombeus* (Linnaeus, 1766) du plateau Guyanais.** Cybium 24(2):181-201 (fishbase).
- MUHAYA BBM, LEERMAKERS, M. BAEYENS, W. **Total mercury and methylmercury in sediments and in the polychaete *Nereis diversicolor* at Groot buitenschoor (Scheldt estuary, Belgium).** Water Air Soil Pollution, v. 94, pp. 109 – 123, 1997.
- NASCIMENTO, E.S.; CHASIN, A.A.M. **Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos** – Série Cadernos de Referência Ambiental, Salvador, vol. 1, 2001.
- NIST – National Institute of Standards & Technology **Certificate of Analysis: Standard Reference Material® 2976** – Mussel Tissue (Traces Elements and Methylmercury), 8 p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL Seafood Safety. National Academy Press, Washington, DC, 1991.
- PAULA, D.P.; MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S. **Análise Geoambiental do Estuários do Rio Jaguaribe – CE: Tensores Naturais e Antrópicos**, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos, métodos e técnicas. Goiânia, 6 a 10 de setembro de 2006, 11p, 2006.
- PINHO, A. P.; GUIMARÃES, J. R. D ; MARTINS, A. S.; COSTA, P. A. S.; OLAVO, G.; VALENTIN, J. **Total mercury in muscle tissue of five shark species: effects of feeding habits, sex, and length.** Environmental Research, v. 89: pp. 250-258, 2002
- RICHER, J.R.; DEWOSKIN, R. **Toxicological profile of mercury** (update). US Department of Health and Human Service, Atlanta, 617p, 1999.
- SCHEUHAMMER, AM **Effects of acidification on the availability of toxic metals and calcium to wild birds and mammals.** Environ Pollut, v. 71, pp. 329 – 375, 1991.

SEIXAS, T.G.; KEHRING,H.A.; DI BENEDITO, A.P.M.; SOUZA, C.M.M **Traces element in the different species of cetacean from Rio de Janeiro.** Journal of Brazilian Chemical Society, v. 20, pp. 243 – 251, 2009.

SILVA-FILHO, E.V.; KÜTTER, M.T.; KÜTTER, VT; LACERDA, L.D. **Mercúrio em peixes no Brasil e sua implicação ecológica: revisão bibliográfica.** III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO 2008; I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia – I CIAO, Fortaleza, CE, 20 a 24 de maio de 2008.

TAYLOR V.F.; CARTER A.; DAVIES C.; JACSON, B.P. **Trace-level automated mercury speciation analysis.** Analytical Methods, v. 3, pp. 1143 – 1148, 2011.

VAISMAN, A.G.; MARINS, R.V.; LACERDA, L.D. **Characterization of the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae*, as a biomonitor form mercury in tropical estuarine systems, Northeast Brazil.** Bull. Environ. Contam. Toxicol., v. 74, pp. 582 – 588, 2005. DOI: 10.1007/s00128-005-0623-1.

WEIS, P.; ASHLEY, J.T.F. **Effects of environmental factors on release of mercury from Berry's Creek (new Jersey) sediments and its uptake by killifish *Fundulus heteroclitus*.** Environmental Pollution, v. 40, pp. 303 – 315, 1986.

WEIS, P.; ASHLEY, J.T.F. **Contaminants in fish of the hackensack meadowland, New Jersey: size, sex, and seasonal relationship as related to health risk.** Archives of Environmental Contamination and Toxicology, v. 52, pp. 80-89, 2007.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION **Physical status: the use and interpretation of anthropometry,** WHO Technical Report Series, n. 854. Report of a WHO Expert Committee. Geneva, 1995.

ZEE - **Zoneamento Ecológico e Econômico da zona costeira do estado do Ceará –** Identificação da Ictiofauna dos Estuários, 179p, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE B: NOME DAS LOCALIDADES VISITADAS NA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE (BIRJ) COM FREQUÊNCIA ABSOLUTA PERCENTUAL DE ENTREVISTADOS COM SUAS RESPECTIVAS, IDADES, PESO (KG), ALTURA (CM) CONSUMO SEMANAL DE PESCADO POR RESIDÊNCIA (kg/semana), ÍNDICE DE MASSA CORPÓREA (IMC), CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* (CSP1) E CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* POR BIOMASSA (CSP2). #N/D E #DIV/0! = DADOS NÃO COMPUTÁVEIS.

Localidade	N°	%	Idade (aa)		Peso (kg)		Altura (m)		Kg/semana		IMC		CSP1		CSP2	
			Max Media Mediana C.V.	Min Desvio Moda												
Pontal do Maceio	135	46.08	1.00	87.00	9.00	97.10	0.60	1.82	0.00	27.50	13.54	39.68	0.00	2.75	0.00	2.25
			35.25	22.31	56.13	20.22	1.49	0.22	6.25	5.77	24.27	5.44	1.28	0.71	0.33	0.30
			32.00	21.00	59.40	55.00	1.53	1.60	4.50	3.00	24.00	27.84	1.25	1.75	0.27	0.00
			63.30		36.03		14.61		92.36		22.41		55.61		88.98	
Jardim de Baixo	20	6.83	1.00	48.00	9.50	80.60	0.77	1.73	2.50	14.00	13.70	33.12	0.50	1.75	0.02	0.40
			18.95	13.41	47.35	22.05	1.42	0.28	7.25	5.66	21.61	5.29	1.01	0.62	0.14	0.10
			14.50	32.00	50.55	#N/D	1.53	1.56	3.00	14.00	20.64	#N/D	0.56	0.50	0.12	#N/D
			70.79		46.58		19.73		78.04		24.48		61.13		69.92	
Jardim de Cima	16	5.46	3.00	61.00	15.60	85.00	0.94	1.74	1.00	4.00	14.14	33.20	0.25	1.50	0.03	0.77
			33.81	21.98	51.31	23.34	1.42	0.24	2.25	1.20	23.57	5.75	0.64	0.40	0.22	0.24
			37.00	61.00	55.70	#N/D	1.49	1.62	1.75	1.75	25.13	#N/D	0.55	0.35	0.11	#N/D
			65.01		45.48		16.79		53.52		24.40		62.78		107.58	
Nova Esperança	40	13.65	3.00	81.00	14.00	81.60	0.90	1.73	0.25	10.00	13.37	40.82	0.04	3.75	0.01	1.88
			35.85	22.27	53.57	17.71	1.51	0.20	4.04	3.18	22.59	5.15	0.97	0.88	0.28	0.37
			31.00	25.00	56.70	58.00	1.58	1.65	2.75	2.00	22.27	#N/D	0.63	0.20	0.15	#N/D
			62.12		33.06		13.20		78.83		22.81		91.35		134.59	
Volta	53	18.09	0.00	76.00	11.20	102.30	0.72	1.70	0.00	17.50	15.04	47.31	0.00	2.19	0.00	0.60
			30.67	21.92	55.74	21.66	1.45	0.22	5.76	6.04	25.13	6.33	0.95	0.82	0.18	0.16
			22.00	13.00	61.10	#N/D	1.51	1.53	3.50	0.75	24.96	#N/D	0.71	0.08	0.16	0.00
			71.45		38.86		15.39		104.82		25.17		85.86		87.21	
Boca do Forno	29	9.90	9.00	80.00	37.00	107.40	1.32	1.67	0.19	4.00	19.05	43.57	0.06	1.00	0.01	0.38
			35.62	23.52	61.55	15.31	1.51	0.09	1.76	1.30	26.84	5.52	0.49	0.32	0.15	0.10
			30.00	9.00	59.60	#N/D	1.50	1.50	1.13	1.00	26.49	#N/D	0.38	0.25	0.13	0.38
			66.03		24.88		5.83		73.95		20.57		63.89		66.17	
Geral	293	100.00	0.00	87.00	9.00	107.40	0.60	1.82	0.00	27.50	13.37	47.31	0.00	3.75	0.00	2.25
			33.35	22.10	55.38	20.13	1.48	0.21	5.26	5.30	24.23	5.69	1.05	0.75	0.26	0.27
			30.00	3.00	58.40	59.60	1.53	1.50	3.50	3.00	24.11	17.66	0.83	1.75	0.19	0.00
			66.27		36.34		14.43		100.76		23.48		71.83		104.10	

APÊNDICE C: FREQUÊNCIA ABSOLUTA E PERCENTUAL DE ENTREVISTADOS POR LOCALIDADE (%L), POR GRUPO DE RISCO (%G) E POR GÊNERO (%GR) COM SUAS RESPECTIVAS, IDADES, PESO (KG), ALTURA (CM) CONSUMO SEMANAL DE PESCADO POR RESIDÊNCIA (kg/semana), ÍNDICE DE MASSA CORPÓREA (IMC), CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* (CSP1) E CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* POR BIOMASSA (CSP2) DA LOCALIDADE DO PONTAL DO MACEIO NA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE (BIRJ). #N/D E #DIV/0! = DADOS NÃO COMPUTÁVEIS.

Localidade	Nº	%L	%G	%GR	Sexo	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
						Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio
						Mediana	Moda	Mediana	Moda	Mediana	Moda	Mediana	Moda	Mediana	Moda	Mediana	Moda	Mediana	Moda
						C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
Localidade	Nº	%L	%G	%GR	Sexo	Idade (aa)	Peso (kg)	Altura (m)	Kg/semana	IMC	CSP1	CSP2							
Pontal do Maceio	12	8.89	38.52	45.19	M	2.00	15.00	13.00	73.80	0.95	1.80	0.20	10.50	13.54	22.78	0.10	2.63	0.02	0.29
						6.50	4.56	27.26	17.26	1.22	0.28	4.43	3.04	16.98	2.33	0.94	0.69	0.10	0.09
						4.50	3.00	20.95	#N/D	1.13	#N/D	4.38	#N/D	16.47	#N/D	0.75	0.75	0.08	#N/D
	70.20					63.33		22.71		68.53		13.73		72.86		82.77			
	16.00	77.00				49.10	97.10	1.46	1.82	1.00	27.50	18.00	33.15	0.33	2.75	0.08	1.25		
	42.78	18.77				67.83	13.16	1.64	0.08	6.81	6.76	25.08	3.88	1.38	0.73	0.42	0.29		
	37.50	21.00	64.80	70.00	1.65	1.60	4.50	3.00	24.51	#N/D	1.25	2.00	0.41	0.11					
	43.89		19.40		5.03		99.32		15.48		53.06		68.74						
	18	13.33	61.48	54.81	F	1.00	15.00	9.00	62.50	0.60	1.62	2.50	27.50	14.15	26.70	0.83	2.75	0.06	0.61
						7.33	4.60	27.03	15.00	1.19	0.27	9.06	5.68	17.96	3.77	1.74	0.53	0.20	0.13
						6.50	4.00	21.40	#N/D	1.19	0.94	7.00	7.00	16.35	#N/D	1.75	1.75	0.20	#N/D
						62.75		55.50		22.98		62.74		20.99		30.69		63.55	
						16.00	40.00	51.50	90.60	1.46	1.68	0.60	14.00	19.49	36.29	0.20	2.70	0.03	1.00
						27.58	6.98	64.73	9.66	1.57	0.07	5.64	3.50	26.47	4.28	1.19	0.57	0.35	0.22
						27.00	27.00	62.80	55.00	1.55	1.68	5.25	7.00	25.16	#N/D	1.25	1.75	0.30	#N/D
						25.29		14.93		4.33		62.02		16.17		47.85		64.37	
						42.00	87.00	42.00	90.30	1.25	1.72	0.00	27.50	20.13	39.68	0.00	2.75	0.00	2.25
	34	25.19				58.32	12.04	60.11	11.81	1.48	0.08	5.29	6.56	27.22	4.60	1.13	0.80	0.36	0.40
57.00						54.00	59.50	65.00	1.48	1.46	3.35	3.00	27.30	#N/D	1.03	0.00	0.33	0.00	
20.64							19.65		5.16		124.09		16.91		70.48		110.33		

APÊNDICE E: FREQUÊNCIA ABSOLUTA E PERCENTUAL DE ENTREVISTADOS POR LOCALIDADE (%L), POR GRUPO DE RISCO (%G) E POR GÊNERO (%GR) COM SUAS RESPECTIVAS, IDADES, PESO (KG), ALTURA (CM) CONSUMO SEMANAL DE PESCADO POR RESIDÊNCIA (kg/semana), ÍNDICE DE MASSA CORPÓREA (IMC), CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* (CSP1) E CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* POR BIOMASSA (CSP2) DA LOCALIDADE DE JARDIM DE CIMA NA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE (BIRJ). #N/D E #DIV/0! = DADOS NÃO COMPUTÁVEIS.

Max	Min														
Media	Desvio														
Mediana	Moda														
C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.	

Localidade	Nº	%L	%G	%GR	Sexo	Idade (aa)	Peso (kg)	Altura (m)	Kg/semana	IMC	CSP1		CSP2						
Jardim de Cima	4	25.00	25.00	43.75	M	33.00	56.00	61.50	80.50	1.54	1.74	1.00	4.00	25.58	30.56	0.25	1.50	0.06	0.73
						45.25	11.95	73.18	9.06	1.64	0.08	2.38	1.38	27.17	2.30	0.83	0.51	0.38	0.28
						46.00	#N/D	75.35	#N/D	1.64	#N/D	2.25	#N/D	26.26	#N/D	0.78	#N/D	0.37	#N/D
						26.42		12.39		5.08		57.97		8.47		62.30		73.12	
	5	31.25	75.00	56.25	F	3.00	9.00	15.60	34.50	0.94	1.36	1.75	4.00	14.14	18.65	0.35	0.80	0.03	0.08
						5.40	2.61	21.94	7.63	1.13	0.17	2.65	1.23	16.78	1.68	0.53	0.25	0.06	0.02
						5.00	3.00	20.70	#N/D	1.17	#N/D	1.75	1.75	16.87	#N/D	0.35	0.35	0.06	#N/D
						48.29		34.79		15.27		46.50		10.02		46.50		31.16	
	2	12.50	75.00	56.25	F	30.00	37.00	47.00	53.20	1.35	1.45	1.00	4.00	25.30	25.79	0.33	0.80	0.10	0.20
						33.50	4.95	50.10	4.38	1.40	0.07	2.50	2.12	25.55	0.34	0.57	0.33	0.15	0.07
						33.50	#N/D	50.10	#N/D	1.40	#N/D	2.50	#N/D	25.55	#N/D	0.57	#N/D	0.15	#N/D
						14.78		8.75		5.05		84.85		1.34		58.23		47.57	
	5	31.25	75.00	56.25	F	42.00	61.00	51.00	85.00	1.44	1.62	1.00	3.00	19.43	33.20	0.25	1.50	0.06	0.77
						53.20	9.07	63.68	13.02	1.55	0.07	1.65	0.82	26.71	5.69	0.64	0.52	0.28	0.29
						57.00	61.00	58.40	#N/D	1.55	#N/D	1.50	1.00	24.95	#N/D	0.35	#N/D	0.12	#N/D
						17.04		20.44		4.55		49.79		21.31		81.69		103.84	

APÊNDICE F: FREQUÊNCIA ABSOLUTA E PERCENTUAL DE ENTREVISTADOS POR LOCALIDADE (%L), POR GRUPO DE RISCO (%G) E POR GÊNERO (%GR) COM SUAS RESPECTIVAS, IDADES, PESO (KG), ALTURA (CM) CONSUMO SEMANAL DE PESCADO POR RESIDÊNCIA (kg/semana), ÍNDICE DE MASSA CORPÓREA (IMC), CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* (CSP1) E CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* POR BIOMASSA (CSP2) DA LOCALIDADE DE NOVA ESPERANÇA NA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE (BIRJ). #N/D E #DIV/0! = DADOS NÃO COMPUTÁVEIS.

Localidade	N°	%L	%G	%GR	Sexo	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
						Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio
						C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
Localidade	N°	%L	%G	%GR	Sexo	Idade (aa)	Peso (kg)	Altura (m)	Kg/semana	IMC	CSP1	CSP2							
Nova Esperança	4	10.00	55.00	37.50	M	3.00	6.00	14.00	22.10	0.90	1.14	2.50	10.00	16.03	17.66	0.58	2.50	0.04	0.30
						4.50	1.73	17.60	3.58	1.02	0.11	6.50	4.06	16.99	0.69	1.55	1.09	0.17	0.12
						4.50	3.00	17.15	#N/D	1.01	#N/D	6.75	10.00	17.14	#N/D	1.56	2.50	0.17	#N/D
						38.49		20.33		11.19		62.49		4.09		70.53		70.75	
	18	45.00	55.00	37.50	M	20.00	75.00	38.00	81.60	1.50	1.73	1.00	10.00	16.89	31.37	0.20	2.50	0.02	1.05
						41.56	18.11	61.26	10.68	1.63	0.06	3.78	3.11	23.03	3.82	0.88	0.73	0.29	0.33
						39.00	20.00	61.05	#N/D	1.65	1.65	2.00	2.00	22.60	#N/D	0.63	0.20	0.20	#N/D
						43.59		17.44		3.97		82.24		16.58		82.12		112.78	
	3	7.50	45.00	62.50	F	10.00	11.00	19.90	41.20	1.22	1.47	2.00	3.50	13.37	19.07	0.20	0.63	0.01	0.16
						10.33	0.58	31.17	10.70	1.36	0.13	2.67	0.76	16.32	2.85	0.47	0.23	0.09	0.07
						10.00	10.00	32.40	#N/D	1.40	#N/D	2.50	#N/D	16.53	#N/D	0.58	#N/D	0.10	#N/D
						5.59		34.34		9.46		28.64		17.48		49.90		84.19	
	8	20.00	45.00	62.50	F	17.00	33.00	40.90	68.10	1.42	1.69	0.25	10.00	17.25	26.27	0.04	3.75	0.01	1.88
						25.25	5.63	54.78	9.47	1.54	0.09	3.84	3.24	22.95	2.88	1.08	1.33	0.42	0.66
						25.50	#N/D	55.00	#N/D	1.52	1.48	2.75	2.00	23.60	#N/D	0.60	0.20	0.17	#N/D
						22.28		17.29		5.98		84.37		12.54		122.77		154.78	
7	17.50	45.00	62.50	F	45.00	81.00	41.40	80.00	1.40	1.64	0.25	9.00	17.92	40.82	0.04	1.80	0.01	0.43	
					62.14	14.86	62.57	13.36	1.53	0.08	4.11	3.54	26.92	7.45	0.93	0.72	0.22	0.18	
					65.00	#N/D	58.00	#N/D	1.56	#N/D	3.00	9.00	27.21	#N/D	0.75	1.80	0.14	#N/D	
					23.91		21.35		5.32		86.22		27.66		77.26		82.17		

APÊNDICE G: FREQUÊNCIA ABSOLUTA E PERCENTUAL DE ENTREVISTADOS POR LOCALIDADE (%L), POR GRUPO DE RISCO (%G) E POR GÊNERO (%GR) COM SUAS RESPECTIVAS, IDADES, PESO (KG), ALTURA (CM) CONSUMO SEMANAL DE PESCADO POR RESIDÊNCIA (kg/semana), ÍNDICE DE MASSA CORPÓREA (IMC), CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* (CSP1) E CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* POR BIOMASSA (CSP2) DA LOCALIDADE DA VOLTA NA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE (BIRJ). #N/D E #DIV/0! = DADOS NÃO COMPUTÁVEIS.

Localidade	N°	%L	%G	%GR	Sexo	Max	Min												
						Media	Desvio	Media	Desvio										
						Mediana	Moda												
						C.V.	C.V.												
Volta	5	9.43	32.08	54.72	M	2.00	15.00	14.20	79.40	0.83	1.60	0.00	17.50	16.07	31.02	0.00	2.19	0.00	0.17
						7.20	5.54	33.52	27.60	1.18	0.31	4.00	7.56	20.85	6.10	0.49	0.95	0.04	0.07
						4.00	4.00	18.40	#N/D	1.07	#N/D	0.75	0.75	20.44	#N/D	0.08	0.08	0.00	#N/D
						76.95		82.33		26.42		188.90		29.27		196.01		199.79	
	12	22.64	32.08	54.72	M	17.00	72.00	53.50	102.30	1.50	1.70	0.23	17.50	21.70	37.85	0.08	2.19	0.01	0.60
						43.67	17.76	73.66	14.47	1.62	0.05	7.31	6.36	28.07	5.01	1.31	0.81	0.32	0.16
						46.00	#N/D	71.80	#N/D	1.63	1.66	5.50	0.75	28.56	#N/D	1.33	2.19	0.37	#N/D
						40.68		19.64		3.31		86.99		17.83		61.96		50.45	
	13	24.53	67.92	45.28	F	0.00	15.00	11.20	77.00	0.72	1.62	0.00	17.50	15.04	31.24	0.00	2.19	0.00	0.27
						9.28	5.07	38.82	20.71	1.32	0.30	5.69	7.00	20.60	4.74	0.81	0.86	0.09	0.10
						11.00	13.00	41.20	#N/D	1.45	1.53	2.50	0.75	19.60	#N/D	0.63	0.08	0.07	#N/D
						54.62		53.36		22.60		123.03		23.01		105.67		108.29	
	11	20.75	67.92	45.28	F	17.00	38.00	42.60	77.70	1.46	1.70	0.75	17.50	18.93	31.12	0.08	2.19	0.01	0.40
						23.73	7.13	59.75	11.43	1.54	0.07	5.07	5.53	25.09	4.45	0.79	0.78	0.15	0.14
						22.00	22.00	59.40	#N/D	1.52	#N/D	2.50	1.00	24.96	#N/D	0.71	0.09	0.13	#N/D
						30.04		19.13		4.58		109.17		17.73		98.65		94.15	
	12	22.64	67.92	45.28	F	42.00	76.00	38.50	90.10	1.38	1.55	0.75	17.50	20.22	47.31	0.08	2.19	0.01	0.40
						57.00	9.51	61.73	13.31	1.46	0.06	5.67	5.05	28.93	7.09	1.09	0.71	0.24	0.14
						56.50	63.00	62.25	#N/D	1.47	1.46	4.25	7.00	27.99	#N/D	1.00	0.83	0.28	#N/D
						16.68		21.56		3.81		89.08		24.50		65.38		59.31	

APÊNDICE H: FREQUÊNCIA ABSOLUTA E PERCENTUAL DE ENTREVISTADOS POR LOCALIDADE (%L), POR GRUPO DE RISCO (%G) E POR GÊNERO (%GR) COM SUAS RESPECTIVAS, IDADES, PESO (KG), ALTURA (CM) CONSUMO SEMANAL DE PESCADO POR RESIDÊNCIA (kg/semana), ÍNDICE DE MASSA CORPÓREA (IMC), CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* (CSP1) E CONSUMO SEMANAL *PER CAPTA* POR BIOMASSA (CSP2) DA LOCALIDADE DE BOCA DO FORNO NA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE (BIRJ). #N/D E #DIV/0! = DADOS NÃO COMPUTÁVEIS.

Localidade	N°	%L	%G	%GR	Sexo	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
						Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media	Desvio	Media
						C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		
						C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		C.V.		
Localidade	N°	%L	%G	%GR	Sexo	Idade (aa)	Peso (kg)	Altura (m)	Kg/semana	IMC	CSP1	CSP2								
Boca do Forno	2	6.90	24.14	58.62	M	9.00	9.00	48.30	80.40	1.37	1.48	2.25	4.00	25.73	36.71	0.56	1.00	0.14	0.29	
						9.00	0.00	64.35	22.70	1.43	0.08	3.13	1.24	31.22	7.76	0.78	0.31	0.22	0.11	
						9.00	9.00	64.35	#N/D	1.43	#N/D	3.13	#N/D	31.22	#N/D	0.78	#N/D	0.22	#N/D	
	0.00		35.27			5.46		39.60		24.85		39.60		50.27						
	5	17.24	24.14	58.62		M	18.00	80.00	53.50	90.00	1.55	1.67	0.75	3.75	19.65	32.66	0.25	0.94	0.10	0.38
							49.60	28.40	71.14	14.73	1.63	0.05	1.63	1.22	26.60	4.99	0.53	0.30	0.20	0.12
					40.00		#N/D	65.00	#N/D	1.65	#N/D	1.13	#N/D	27.06	#N/D	0.38	#N/D	0.14	#N/D	
	57.25		20.71		2.95		74.98		18.78		56.34		58.11							
	5	17.24	75.86	41.38	F		9.00	14.00	37.00	61.30	1.32	1.54	0.50	2.25	19.05	25.85	0.25	0.56	0.05	0.16
							11.20	2.28	49.68	10.03	1.48	0.09	1.18	0.65	22.51	2.81	0.35	0.13	0.10	0.04
						11.00	9.00	51.00	#N/D	1.51	1.54	1.00	1.00	21.50	#N/D	0.33	0.25	0.10	#N/D	
	20.36		20.20			6.21		55.07		12.46		36.26		44.23						
	10	34.48	75.86	41.38		F	17.00	36.00	45.00	107.40	1.41	1.59	0.50	4.00	20.00	43.57	0.09	1.00	0.01	0.26
							26.90	6.57	64.72	17.96	1.51	0.07	2.05	1.52	28.14	6.62	0.53	0.37	0.14	0.08
					28.50		30.00	63.40	#N/D	1.51	1.50	1.63	0.60	27.39	#N/D	0.45	0.25	0.16	#N/D	
	24.44		27.75		4.44		74.41		23.53		70.85		60.25							
7	24.14	75.86	41.38	F	56.00		80.00	42.70	71.50	1.37	1.55	0.19	4.00	19.76	34.01	0.06	1.00	0.02	0.38	
					63.14		8.34	57.84	9.11	1.47	0.05	1.47	1.32	26.98	4.43	0.44	0.35	0.14	0.13	
					61.00	56.00	57.10	#N/D	1.47	1.45	1.13	#N/D	27.88	#N/D	0.38	#N/D	0.12	#N/D		
13.20		15.75			3.69		89.72		16.43		78.78		90.86							

APÊNDICE I: GRUPOS DE RISCO, FAIXA ETÁRIA E INGESTÃO SEMANAL PROVISÓRIA TOLERÁVEL (ISPT – PTWI) (ngHg/peso corporeo/semana) DE 20 ESPÉCIES ANALISADAS NAS RESPECTIVAS LOCALIDADES DA BACIA INFERIOR DO RIO JAGUARIBE (BIRJ).

Localidade	Sexo	Idade (aa)	Ariaco	Bagre	Biquara	Cará-Tilápia	Cará Pebra	Camarão	Cioba	Coro	Curimatã	Espada	Mariquita	Moreia	Parum	Pescada	Piau	Piranha	Salema	Tucunaré	Ubarana	Zambaia
Potal do Maceio	M	0-15	0.2		0.1		0.0	0.0	0.1				0.1	0.2					0.3			0.1
	M	>15	0.4		0.1		0.1	0.1	0.3				0.2	0.2	0.3	0.1			1.0			0.2
	F	0-15	0.5		0.2		0.1	0.1					0.2	0.2		0.2			0.4			0.2
	F	15-40	0.4		0.1		0.1	0.0	0.2				0.2	0.2					0.4			0.1
	F	>40	0.4		0.2		0.1	0.1	0.3				0.3	0.2	0.3	0.1			0.1			0.2
		Geral		0.4		0.1		0.1	0.1	0.2				0.2	0.2	0.3	0.1			0.4		
Jardim de Baixo	M	0-15		0.1			0.1															
	M	>15		0.1			0.0															
	F	0-15		0.1			0.1															
	F	15-40		0.1			0.1															
	F	>40		0.1			0.0															
		Geral			0.1			0.1														
Jardim de Cima	M	0-15																				
	M	>15	0.4	0.0	0.1		0.1						0.2	0.2								0.0
	F	0-15					0.1			0.1												
	F	15-40		0.1			0.1															
	F	>40	0.4	0.0	0.1		0.1			0.1			0.2	0.2								0.0
		Geral		0.0	0.0	0.1		0.1			0.1		0.2	0.2								
Nova Esperança	M	0-15		0.3				0.1														
	M	>15		0.2	0.1		0.1	0.0								0.4						
	F	0-15		0.1				0.1														
	F	15-40		0.4	0.1		0.1	0.2														
	F	>40		0.1	0.1		0.1	0.0														
		Geral			0.2	0.1		0.1	0.1								0.4					
Volta	M	0-15		0.1			0.1			0.0												
	M	>15	0.2	0.1	0.1		0.1	0.0														
	F	0-15	1.0	0.1			0.1	0.0		0.8												
	F	15-40	0.3	0.1			0.1	0.1		0.1												
	F	>40	0.4	0.1			0.1	0.1		0.0												0.1
		Geral		0.5	0.1	0.1		0.1	0.1		0.2											
Boca do Forno	M	0-15		0.1							0.0						0.1				0.1	
	M	>15						0.1			0.0						0.0	0.1			0.1	
	F	0-15		0.0			0.0				0.0						0.1				0.1	
	F	15-40		0.1		0.0		0.0			0.0						0.1	0.1			0.1	
	F	>40		0.1			0.1	0.0			0.0					0.2	0.1				0.1	
		Geral			0.1		0.0	0.1	0.0		0.0					0.2	0.1	0.1			0.1	