



## ***Inventário justificado das espécies de pescado de maior interesse e risco de contaminação por metais (Hg e Cd) no Estado do Ceará***

**Coordenador:** João Felipe Matias  
**Pesquisadores:** Moisés Fernandes Bezerra  
Luiz Drude de Lacerda



***Fortaleza, Junho de 2022***



INCT-TMCOcean  
UFMA-UFCA-INPE-UFAL-UESC  
UFMT-UFV-UFPA-PUC-RIO-UFSC



**FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO**  
**PROGRAMA CIENTISTA CHEFE**  
**PESCA & AQUACULTURA**

|                                 |                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Instituição Executora</b>    | Universidade Federal do Ceará – Instituto de Ciências do Mar                                                                                                                       |
| <b>Título do Projeto</b>        | Quantificação da contaminação do pescado, ameaça à segurança alimentar pela exposição humana e a sustentabilidade das cadeias produtivas da pesca e aquacultura no Estado do Ceará |
| <b>Grande Área</b>              | Pesca & Aquacultura                                                                                                                                                                |
| <b>Área</b>                     | Segurança Alimentar                                                                                                                                                                |
| <b>Sub-Área</b>                 | Contaminação dos produtos da pesca e aquacultura                                                                                                                                   |
| <b>Coordenador Geral</b>        | João Felipe Nogueira Matias                                                                                                                                                        |
| <b>Pesquisadores Principais</b> | Moisés Fernandes Bezerra<br>Luiz Drude de Lacera                                                                                                                                   |

**Apresentação do Projeto:**

A contaminação do pescado e produtos da aquacultura pode se revelar um óbice ao atingimento do potencial econômico do setor no Estado do Ceará e representar caso evidenciado, em fonte de risco à saúde pública e à segurança alimentar. Assim, é necessário formular cenários futuros de exposição à contaminantes e subsidiar medidas para melhorar em curto e médio prazo a sustentabilidade do setor pesqueiro. Em curto prazo, precisa fornecer dados ao setor e ao governo do estado em contraponto às recomendações constantes em auditorias de qualidade do pescado, que podem resultar em prejuízo às cadeias produtivas, como recente restrição imposta pela Comunidade Europeia. O projeto *“Quantificação da contaminação do pescado, ameaça à segurança alimentar pela exposição humana e a sustentabilidade das cadeias produtivas da pesca e aquacultura no Estado do Ceará”* fortalece a integração de pesquisas no âmbito do Programa Cientista Chefe na área de “Aquacultura e Pesca e Artesanal” e objetiva uma avaliação da contaminação dos produtos da pesca e da aquacultura por metais e sulfitos e da estimativa da exposição e do risco humano associado ao seu consumo. Estes objetivos integrarão os seguintes produtos: i) inventário regionalizado das concentrações de metais e sulfitos vis-à-vis o atendimento a guias nacionais e internacionais de segurança alimentar; ii) estimativa do risco humano à exposição à metais pelo consumo de produtos da pesca e aquacultura; iii) proposição de ações mitigadoras; iv) aumento da percepção pública sobre a temática. O produto i) é objeto do presente relatório.

# SUMÁRIO

---

|          |                                                                                           |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                    | <b>3</b>  |
|          | 1.1. Setor produtivo pesqueiro do Ceará - Um grande potencial econômico para o estado.... | 3         |
|          | 1.2. Segurança alimentar e contaminação por metais pesados em pescado.....                | 5         |
| <b>2</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                                   | <b>7</b>  |
|          | 2.1. Fonte de dados.....                                                                  | 7         |
|          | 2.2. Critérios para definição das espécies de interesse.....                              | 7         |
| <b>3</b> | <b>RESULTADOS.....</b>                                                                    | <b>8</b>  |
|          | 3.1. Inventário das espécies de pescado comercializadas no estado do Ceará.....           | 9         |
|          | 3.1.1. Produtos da pesca extrativista.....                                                | 9         |
|          | 3.1.2. Produtos da Aquacultura.....                                                       | 19        |
|          | 3.2. Comercialização de pescado no estado do Ceará.....                                   | 21        |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                                                     | <b>25</b> |
| <b>5</b> | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                   | <b>26</b> |

## Lista de Tabelas

**Tabela 1** - Limites estabelecidos em legislação no Brasil e no mundo para contaminação por Hg e Cd em pescados (mg.kg<sup>-1</sup> peso úmido).....6

**Tabela 2** - Lista de espécies selecionadas considerando sua importância para o setor produtivo pesqueiro e da aquicultura do estado do Ceará, assim como o potencial de acumulação de metais traço (Hg e Cd).....26

## Lista de Figuras

**Figura 1** - Volume anual de exportação de pescado do estado do Ceará (COMEXSTAT 2022).....3

**Figura 2** - Participação anual da União Europeia nas exportações de pescado do estado do Ceará (COMEXSTAT 2022).....4

**Figura 3** - Principais espécies de pescado - Atuns e afins: Albacora-bandolim, *Thunnus obesus*, Espadarte, *Xiphias gladius*, Dourado, *Coryphaena hippurus*.....10

**Figura 4** - Principais espécies de pescado - Peixes vermelhos: Pargo (*Lutjanus purpureus*), Guaiúba (*Ocyurus chrysurus*), Ariacó (*Lutjanus synagris*), Cioba (*Lutjanus analis*).....11

**Figura 5** - Principais espécies de pescado - Escombrideos: Cavala, *Scomberomorus cavalla*, e Serra, *Scomberomorus brasiliensis*.....12

**Figura 6** - Principais espécies de pescado - Sardinha, *Opisthonema oglinum*.....13

**Figura 7** - Principais espécies de pescado - Carapeba, *Eugerres brasiliensis*. ....14

**Figura 8** - Principais espécies de pescado - Biquara, *Haemulon plumieri*. ....15

**Figura 9** - Principais espécies de pescado - Guarajuba, *Canranx bartholomaei*. ....15

**Figura 10** - Principais espécies de pescado - Tainha, *Mugil curema*. ....16

**Figura 11** - Principais espécies de pescado - Robalo, *Centropomus parallelus*. ....16

**Figura 12** - Principais espécies de pescado - Crustáceos: Lagosta-vermelha, *Panulirus argus*.....17

**Figura 13** - Principais espécies de pescado - Raias: Raia-manteiga, *Hypanus americanus*.....18

**Figura 14** - Principais espécies de pescado - Tubarões (Cação) comercializados em mercado de peixes.....19

**Figura 15** - Produtos da aquicultura- Camarão branco do Pacífico, *Penaeus vannamei*.....20

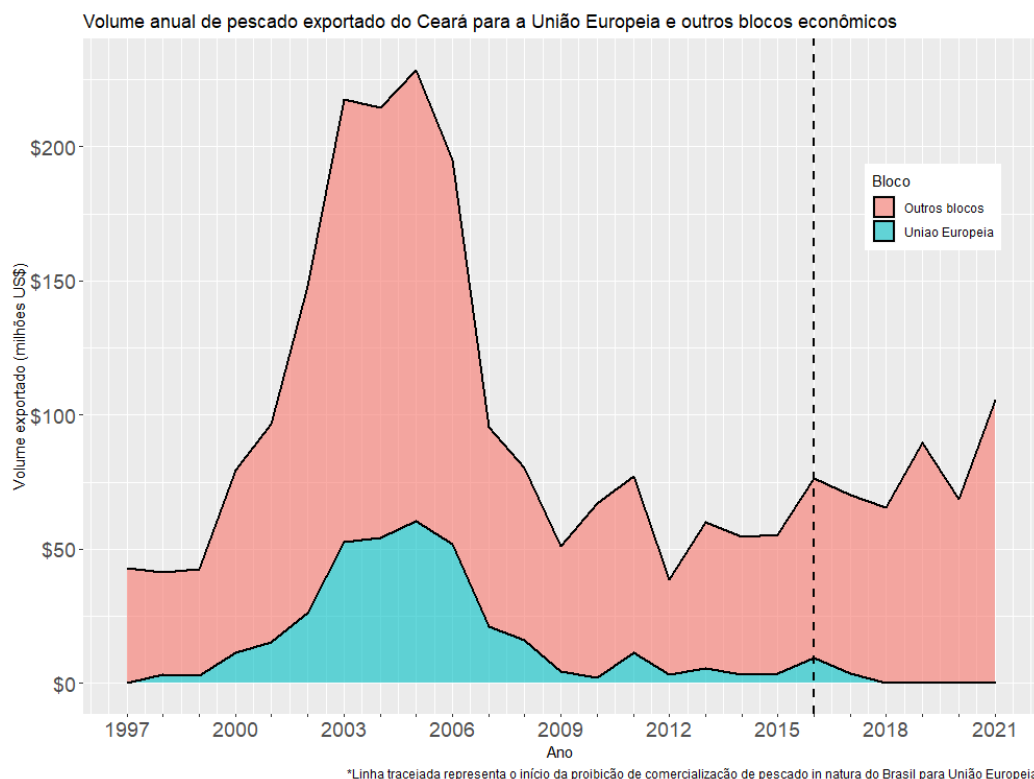
**Figura 16** - Produtos da aquicultura - Tilápia, *Oreochromis niloticus*.....20

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 17</b> - Volume de exportação de pescado provenientes do estado do Ceará no período de 2010 a 2021. (COMEXSTAT, 2022) .....                                                                                                                                                              | 21 |
| <b>Figura 18</b> - Dados de desembarque da produção pesqueira no estado do Ceará entre os anos de 1978 e 2007. ( CEPENE, IBAMA, IBGE, SUDEPE apud FREIRE et al., 2021).....                                                                                                                        | 22 |
| <b>Figura 19</b> - Concentração de Hg em pescados do Ceará (dados da literatura). Linhas tracejadas em azul correspondem aos limites máximos de Hg estabelecidos na legislação brasileira para peixes predadores ( $1.000 \text{ ng.g}^{-1}$ ) e não predadores ( $500 \text{ ng.g}^{-1}$ ). ..... | 23 |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. Setor produtivo pesqueiro do Ceará - Um grande potencial econômico para o estado

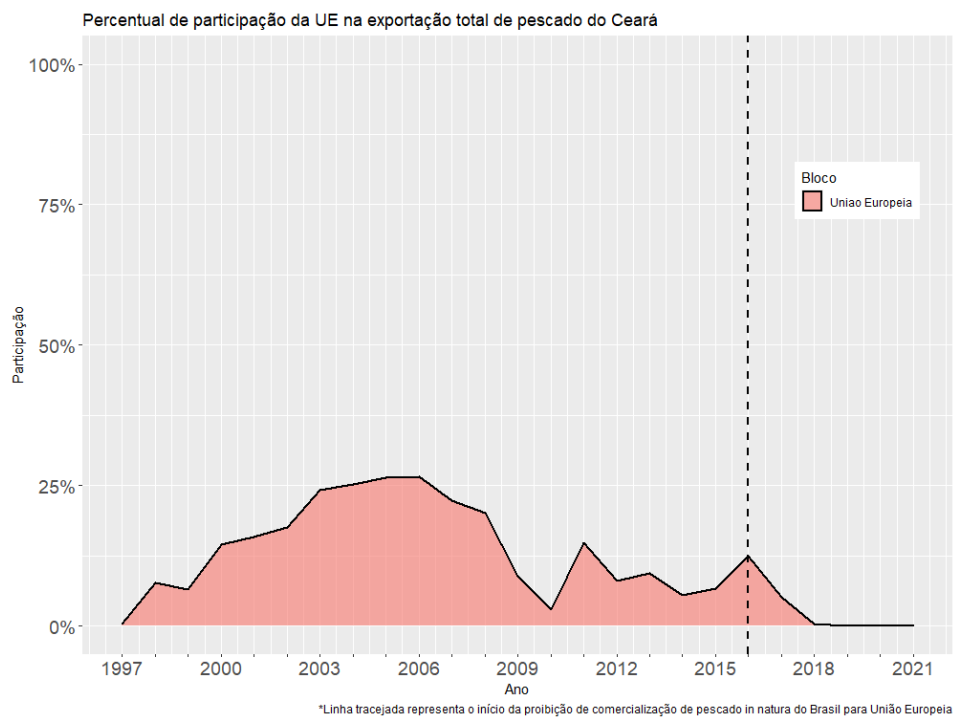
Em seu último Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, publicado em 2011, a então Secretaria de Monitoramento e Controle do Ministério da Pesca e Aquicultura, colocava a região Nordeste do Brasil como a que registra a maior produção de pescado do país, correspondendo a cerca de 30% da produção nacional. O estado do Ceará figurava entre as cinco unidades da federação com maior produção de pescados no país (MPA, 2011). Atualmente, o Ceará ocupa o segundo lugar em volume de exportação de pescados no Brasil, segundo dados da Secretaria Especial de Comercio Exterior (COMEXSTAT, 2022). Nesse contexto, o setor produtivo pesqueiro no Ceará tem não só grande relevância no cenário econômico nacional como também um enorme potencial de crescimento e geração de renda para o estado. Somente no ano de 2021, o Ceará exportou cerca de 8,6 mil toneladas de pescado, o equivalente a cerca de 105 milhões de dólares (COMEXSTAT, 2022). Esse volume representa um crescimento de 53% com relação ao ano anterior (Figura 1). Em contrapartida, é necessário que o setor busque melhorar a qualidade dos produtos através de novas tecnologias de captura e armazenamento para se adequar aos padrões exigidos pelo mercado externo, como por exemplo à União Europeia (EU).



**Figura 1** - Volume anual de exportação de pescado do estado do Ceará (COMEXSTAT 2022).

Em 2017, um relatório produzido pela *European Commission Directorate-General For Health and Food Safety - Health and food Audits and Analysis* (EUROPEAN COMMISSION, 2017) listou os problemas associados à qualidade e a cadeia produtiva do pescado originado no Brasil. Dentre esses, seis notificações estão relacionadas a presença de contaminantes nos produtos pesqueiros em níveis acima dos limites exigidos pela União Europeia (EU), em específico foram citadas elevadas concentrações de mercúrio (Hg), cádmio (Cd) e sulfito, o que contribuiu para a proibição da comercialização de pescado *in natura* do Brasil. O resultado disso pode ser observado na diminuição drástica das exportações para mercados da UE em comparação com os outros blocos econômicos do mundo (Figura 1). Uma proporção de exportação que no passado chegou a representar 25% de todo o pescado exportado pelo Ceará, atualmente é praticamente zero (Figura 2).

Dessa forma, o projeto “Quantificação da contaminação do pescado, ameaça à segurança alimentar pela exposição humana e a sustentabilidade das cadeias produtivas da pesca e aquicultura no Estado do Ceará” contribui não somente para fornecer subsídios ao setor produtivo e ao governo do estado do Ceará de dados de contraponto para as recomendações constantes no citado relatório da Comunidade Europeia, como também permite formular futuros cenários de exposição a poluentes e desenvolver medidas proativas para melhorar a saúde e as políticas públicas de curto e médio prazo para as áreas de pesca e aquicultura no âmbito do Programa Cientista Chefe do governo do estado do Ceará.



**Figura 2** - Participação anual da União Europeia nas exportações de pescado do estado do Ceará (COMEXSTAT 2022).

## 1.2. Segurança alimentar e contaminação por metais pesados em pescados

Pescados são produtos da pesca e aquicultura proveniente de ambientes aquáticos oceânicos, costeiros e continentais, e incluem peixes, crustáceos, moluscos, entre outros. Ambientes aquáticos podem ser alterados por atividades antrópicas poluidoras por meio de esgotamento doméstico, efluentes industriais e urbanos, resíduos agrícolas, entre outros. Essas fontes de contaminação emitem uma variedade de elementos e compostos, entre eles os metais pesados – cádmio (Cd) e mercúrio (Hg) – que podem ser incorporados e acumulados pelos organismos aquáticos e dessa forma comprometer a qualidade do pescado como fonte de alimento para populações humanas (CHIOCCHETTI et al., 2017).

Em relatório recente, a comissão europeia de saúde e segurança alimentar (*European Commission – Directorate-General for Health and Food Safety*) citou duas ocorrências com níveis de Hg e Cd em pescados provenientes do Brasil que excederam os limites admissíveis pela União Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 2017). O Hg é um elemento que ocorre naturalmente em rochas e solo, no entanto, atividades antrópicas, como queima de combustíveis fósseis, mineração e outros, também emitem esse poluente para o ambiente que pode acumular em diversos organismos aquáticos (UN ENVIRONMENT, 2019). Exposição humana excessiva ao Hg pode causar problemas no sistema nervoso, especialmente em recém-nascidos e crianças. O Cd também é um metal pesado encontrado em rochas e solos, geralmente associado a minerais de zinco, cobre e chumbo, e presentes em diversos efluentes industriais. Exposição prolongada, através da ingestão de alimentos, mesmo com baixos níveis de Cd, pode causar problemas renais e enfraquecimento dos ossos (FAROON et al., 2012).

Autoridades sanitárias possuem recomendações visando diminuir os riscos de problemas de saúde provenientes do consumo de pescado contaminados. O *Codex Alimentarius* (FAO/WHO, 1995) estabelece níveis máximos de contaminantes em pescados que são amplamente utilizados na regulamentação e legislação da indústria pesqueira, incluindo no Brasil. A tabela 1 apresenta os limites estabelecidos para Hg e Cd em pescados de acordo com diversas legislações no mundo.

Em relação a contaminação de pescado do Ceará por Hg, estudos reportam concentrações variando de acordo com a espécie e tamanho dos indivíduos. Em um recente levantamento, várias espécies de peixes fluviais e estuarinos do Rio Jaguaribe apresentaram contaminação por Hg abaixo dos limites máximos estabelecidos na legislação brasileira (MOURA & LACERDA, 2018). No entanto, em se tratando de peixes de médio e grande porte, algumas exceções podem ocorrer. Por exemplo, na Cavala (*Scomberomorus cavala*), a carga de Hg em indivíduos adultos pode ultrapassar o limite máximo de  $1,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ , em peso úmido, estabelecido para proteger a saúde dos consumidores de pescado (LACERDA et al., 2016). Espécies oceânicas, como atuns e afins, também podem acumular Hg em níveis acima dos limites de segurança devido à fatores

ecológicos e biológicos, como por exemplo hábito alimentar piscívoro, longo ciclo de vida, indivíduos adultos de grande porte, entre outros (LACERDA et al., 2017). No entanto, levantamentos recentes mostram que para a Albacora-Bandolim (*Thunnus obesus*) menos de 10% dos indivíduos amostrados apresentaram concentrações de Hg acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (ver Tabela 1) e, para a Albacora-Laje (*Thunnus albacares*), nenhum indivíduo amostrado excedeu esse limite (LACERDA et al., 2017). Vale ressaltar que apesar de serem geralmente seguros para o consumo humano, é necessário um controle e monitoramento dos níveis de contaminação desse pescado para evitar eventuais problemas aos consumidores de pescado.

**Tabela 1** - Limites estabelecidos em legislação no Brasil e no mundo para contaminação por Hg e Cd em pescados ( $\mu\text{g.g}^{-1}$  peso úmido).

| Contaminante                                                                                 | Concentração máxima ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) | Legislação de referência                                                  | País/Bloco econômico      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Cádmio</b>                                                                                |                                              |                                                                           |                           |
| Peixes                                                                                       | 0,05 – 0,25                                  | EU 488/2014                                                               | União Europeia            |
| Outros peixes                                                                                | 0,05                                         | Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021                         | Brasil                    |
| Peixes bonito, carapeba, enguia, tainha, jurel, imperador, cavala, sardinha, atum e linguado | 0,1                                          | Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021                         | Brasil                    |
| Peixe espada e anchova                                                                       | 0,3                                          | Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021                         | Brasil                    |
| Sardinha enlatada                                                                            | 0,25                                         | Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021                         | Brasil                    |
| Moluscos bivalves                                                                            | 2,0                                          | CODEX STAN 193-1995;<br>Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021 | FAO;<br>Brasil            |
| Crustáceos                                                                                   | 1,0                                          | EU 488/2014                                                               | União Europeia            |
|                                                                                              | 2,0                                          | FSANZ F2015C00052                                                         | Australia                 |
|                                                                                              | 0,5                                          | EU 488/2014;<br>Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021         | União Europeia;<br>Brasil |
| <b>Mercúrio (Total)</b>                                                                      |                                              |                                                                           |                           |
| Peixes (músculo)                                                                             | 0,5 – 1,0                                    | EU 420/2011;<br>Canada, 2021                                              | União Europeia;<br>Canada |
| Peixes predadores                                                                            | 1,0                                          | Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021                         | Brasil                    |
| Outros peixes (não predadores)                                                               | 0,5                                          | Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021                         | Brasil                    |
| Moluscos                                                                                     | 0,5                                          | FSANZ F2015C00052;<br>Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021   | Brasil                    |
| Crustáceos                                                                                   | 0,5                                          | FSANZ F2015C00052;<br>Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021   | Australia;<br>Brasil      |
| <b>Metil-mercúrio</b>                                                                        |                                              |                                                                           |                           |
| Peixes (não predadores)                                                                      | 0,5                                          | CODEX STAN 193-1995                                                       | FAO                       |
| Peixes (predadores)                                                                          | 1,0                                          | CODEX STAN 193-1995;<br>GB 2762-2012                                      | FAO;<br>China             |
| Outros pescados (excluindo peixes)                                                           | 0,5                                          | GB 2762-2012                                                              | China                     |

Dados de contaminação por Cd em organismos aquáticos da costa cearense são limitados. Em um raro levantamento, pesquisadores observaram concentrações médias de Cd em fígado e rins de golfinhos, *Sotalia guianensis*, na ordem de  $0,22 \pm 0,38 \mu\text{g.g}^{-1}$  e  $0,78 \pm 1,18 \mu\text{g.g}^{-1}$ , respectivamente (MONTEIRO-NETO et al., 2003). Em outro estudo, as concentrações de Cd medidas nas vísceras dos peixes Tamboatá (*Hoplosternum littorale*) e Camurupim (*Megalops atlanticus*) da bacia do Rio Maranguapinho excederam os limites estabelecidos pela legislação brasileira ( $184,68 \mu\text{g.g}^{-1}$  e  $6,86 \mu\text{g.g}^{-1}$ , respectivamente) (CORRÊA, 2014). No entanto, é importante ressaltar que a legislação brasileira, por meio da Instrução Normativa ANVISA/DC Nº 88 DE 26/03/2021, visa proteger o consumidor da exposição excessiva a esses contaminantes por meio de sua ingestão restringindo-se a fração comestível do pescado, em geral tecidos musculares. Assim, é notório a carência de um levantamento e monitoramento dos níveis de Cd, além de Hg e sulfitos, em pescado do estado do Ceará e de uma avaliação do risco associado ao seu consumo. Dessa forma, o presente inventário de espécies é o primeiro passo para estimar o eventual risco associado ao consumo de pescado do estado do Ceará, provenientes da pesca e aquicultura. Esse inventário se baseia no volume de captura e comercialização do pescado proveniente da pesca extrativista e da aquicultura e comercializadas na aquicultura, nas contrações de mentais observadas, quando disponíveis, e no potencial de exposição ambiental desses organismos àqueles contaminantes. Informações sobre características ecológicas e biológicas, assim como os riscos associados ao consumo são descritas para cada uma das espécies selecionadas no presente inventário.

## 2 METODOLOGIA

---

### 2.1. Fonte de dados

Informações da produção pesqueira do Estado do Ceará foram obtidas por meio de dados de desembarque entre os anos de 1978 e 2007 disponíveis em publicações do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Centro de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste (CEPENE) e Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) (apud FREIRE et al., 2021). Os dados de exportação de pescado provenientes do estado do Ceará foram obtidos através da base de dados do comércio exterior brasileiro extraídos do Sistema Integrado de Comércio Exterior (COMEXSTAT, 2022) para os anos de 1997 a 2021. Além de bases de dados oficiais, estimativas apresentadas em trabalhos científicos específicos também foram consideradas, particularmente para os produtos da aquicultura.

### 2.2. Critérios para a definição das espécies de interesse

A lista de espécies de interesse para o presente projeto foi elaborada com base em 3 critérios fundamentais:

1. Importância da espécie como produto pesqueiro ou da aquicultura
  - 1.1. Ocorrência nos desembarques pesqueiros;
  - 1.2. Quantidade (em toneladas) registrada nos desembarques pesqueiros;
  - 1.3. Produção aquícola anual;
  - 1.4. Relevância no mercado exterior (dados de exportação);
2. Potencial de exposição aos contaminantes de interesse
  - 2.1. Aspectos biológicos (tamanho, peso, idade);
  - 2.2. Fatores ecológicos (hábito alimentar, habitat, nível trófico);
3. Importância para o consumo humano
  - 3.1. Pesca comercial e de subsistência;
  - 3.2. Produtos da aquicultura.

Os aspectos biológicos (tamanho, peso, idade) e ecológicos (hábito alimentar, habitat, nível trófico) com potencial de influenciar as concentrações de metais, foram obtidos para cada espécie selecionada com base na literatura científica e no banco de dados *fishbase* ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). Informações sobre a importância desse pescado para o consumo humano foram obtidos diretamente com pescadores e centros de comercialização.

O escore da importância para o comércio e consumo das espécies foi obtido por meio da média anual dos volumes desembarcados no estado do Ceará para cada espécie, entre os anos de 1987 e 2007. Um escore máximo de 5 foi atribuído a espécie de maior volume de desembarque, a Lagosta *Panulirus sp.*, a partir do qual os escores foram proporcionalmente atribuídos as outras espécies de pescado. Os volumes anuais de desembarque estão mostrados na figura 18 e os escores atribuídos foram utilizados na elaboração da figura 19. Para os anos mais recentes (2008 a 2022), a importância para o comércio e consumo das espécies foi baseada apenas nos dados do Sistema Integrado de Comércio Exterior (COMEXSTAT, 2022).

### 3 RESULTADOS

---

O monitoramento das cadeias produtivas da pesca e da aquicultura é extremamente importante para um adequado manejo e ordenação da pesca e da aquicultura no Brasil (MPA, 2011). Em 2011, o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) – atualmente extinto – publicou o terceiro e último Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura que apresentava uma análise do panorama nacional do setor produtivo pesqueiro do país. Com base no referido documento, o Ceará figurava como a sétima unidade da federação em produção de pescado proveniente da pesca marinha extrativista, com cerca de 21,2 mil toneladas de pescados produzidos para o ano de 2011 (MPA, 2011). Com base nos monitoramentos de desembarque pesqueiros realizados no estado e publicados pelos órgãos governamentais, entre os anos de 1978 e 2007, as espécies mais produzidas no Ceará foram a Lagosta, Pargo, Cavala, Camarão, Tainha/Caíco, Serra, Guaiúba e Sardinha (Figura 18) (CEPENE, IBAMA, IBGE, SUDEPE apud FREIRE et al., 2021).

Os dados de produção aquícola marinha para o ano de 2011, mostram o Ceará como o maior produtor nacional, com cerca de 29 mil toneladas, sendo o Camarão-branco (*Penaeus vannamei*) a principal espécie produzida. Já na produção aquícola continental, o Ceará figurava em 2011 como a quinta unidade da federação em produção aquícola, com cerca de 36 mil toneladas, sendo a tilápia (*Oreochromis niloticus*) a principal espécie cultivada naquele ano (MPA, 2011). O Ceará permaneceu como maior produtor de pescado cultivado do Nordeste até o ano de 2016, com 42,8 mil toneladas produzidas, sendo o camarão e a tilápia as principais espécies cultivadas (XIMENES, 2021). Atualmente, o Ceará produz pouco mais de 27 mil toneladas dessas espécies por ano (ano de referência 2020) o que representa uma redução de 36,9% com relação a 2016 (IBGE, 2021).

A ausência de dados de desembarque relativos ao período 2012-2022 é parcialmente suprida com estatísticas obtidas regionalmente e indiretamente através de dados de comércio exterior. A não uniformidade metodológica e ausência de monitoramento, entretanto, torna necessário certo cuidado em sua interpretação e, principalmente, requer o exercício do princípio da 'precaução em se tratando de dados para uso em estimativas de contaminação e risco à segurança alimentar.

Informações de contaminação em pescados no Brasil são relativamente limitadas. No Ceará, encontramos alguns trabalhos reportando os níveis de contaminação por mercúrio (Hg) em pescados (COSTA & LACERDA, 2009, 2014; LACERDA et al., 2009, 2014, 2017, 2016; MOURA et al., 2020; MOURA & LACERDA, 2018; OLIVEIRA et al., 2015; VAISMAN et al., 2005) e quase nada sobre a contaminação por Cd. Os resultados desses trabalhos foram compilados e apresentados na figura 19 do presente relatório.

### **3.1. Inventário das espécies de pescado comercializadas no Estado do Ceará**

#### **3.1.1. Produtos da pesca extrativista**

São apresentados de forma sumária as principais características biológicas, ecológicas e das concentrações relatadas de metais, quando disponíveis, para as principais espécies selecionadas da pesca extrativista no Estado do Ceará.

##### **a. Sub-grupo: Atuns e afins**

*Espécies: Thunnus obesus, Thunnus albacares, Katsuwonus pelamis, Xiphias gladius, Coryphaena hippurus*

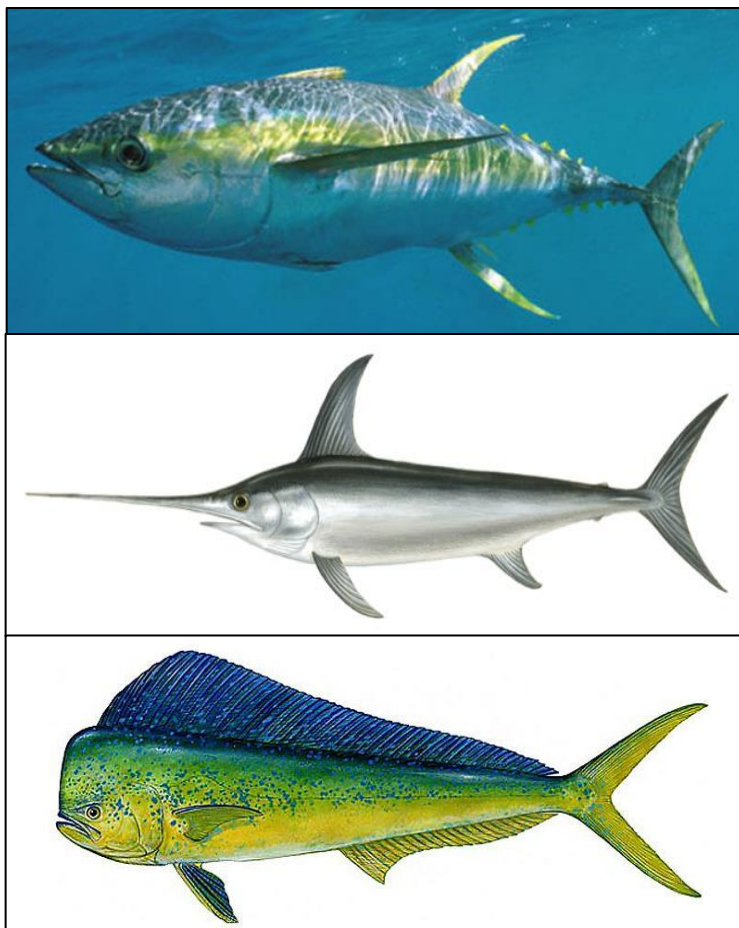
Nomes comuns: Albacora-bandolim, Albacora-laje, Bonito-listrado, Espadarte, Dourado.

Ordens: Scombriformes, Perciformes

Famílias: Scombridae, Xiphiidae, Coryphaenidae

### Descrição:

Esse grupo é constituído pelas principais espécies de atuns e fauna associada capturadas pela frota atuneira no estado do Ceará (CAVALCANTE, 2018; GOYANNA, 2016). Os atuns (*Thunnus* sp.) ocorrem em águas oceânicas com temperaturas entre 13 °C e 29 °C. Indivíduos juvenis e sub-adultos estão comumente associados a cardumes constituídos de outras espécies pelágicas como o Bonito-listrado (*K. pelamis*), o Dourado (*C. hippurus*) e o Espadarte (*X. gladius*) (MIYAKE et al., 2010). Atuns e afins de grande porte, podem atingir mais de 500 kg quando adultos, possuem corpo robusto e fusiforme com grande capacidade natatória. Alimentação composta de peixes, cefalópodes e crustáceos pelágicos (COLLETTE & NAUEN, 1983).



**Figura 3** - Principais espécies de pescado - Atuns e afins: Albacora-bandolim, *Thunnus obesus*, Espadarte, *Xiphias gladius*, Dourado, *Coryphaena hippurus*.

Carne muito apreciada na culinária japonesa, e geralmente consumida na forma de enlatados, congelados e fresco. Entre 2016 e 2021, o estado do Ceará exportou, em média, 2,2 mil toneladas por ano o que equivalente a US\$ 5.023.250,00 por ano em Albacora-laje, a principal espécie de atum e afins comercializado no estado (Figura 17). Com relação aos níveis de contaminação por metais traço, essas espécies apresentam elevado potencial de acumulação de Hg por serem peixes predadores e de grande porte. Concentrações de Hg medidas em duas espécies de atuns (*T. albacares* e *T. obesus*) comercializados no estado do Ceará apresentaram níveis moderados à altos, com média de  $597,7 \pm 686,9 \text{ ng.g}^{-1}$  (Figura 19) (LACERDA et al., 2017, 2016). Os níveis de contaminação para Cd e outros metais traços são desconhecidos para essa espécie no estado do Ceará. O elevado potencial de contaminação por Hg dessas espécies, a escassez de dados de contaminação de outros metais traço e grande volume de atuns e afins exportados pelo estado do Ceará justificam sua inclusão no presente inventário.

*b. Sub-grupo: Peixes vermelhos*

Espécies: *Lutjanus purpureus*, (Poey, 1866), *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801), *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791), *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)

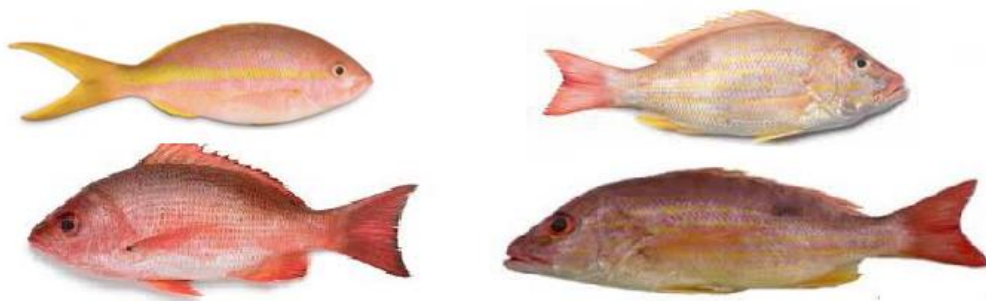
Ordem: Perciformes

Família: Lutjanidae

Nome comum: Pargo, Cioba, Dentão, Guaiúba, Ariacó.

Descrição:

Os peixes da família Lutjanidae distribuem-se em regiões costeiras tropicais e subtropicais do Atlântico Ocidental e constituem um importante grupo de pescados, especialmente no nordeste do Brasil, ocorrendo em fundos rochosos e recifes de corais. São peixes de pequeno a médio porte, com tamanho de captura variando entre 19,8 cm a 103 cm (NÓBREGA & LESSA, 2009). No estado do Ceará, o pargo (Figura 4) foi a espécie de peixe mais desembarcada no litoral entre 1978 e 2007 (Figura 18) (CEPENE, IBAMA, IBGE, SUDEPE apud FREIRE et al. 2021). Corpo com coloração vermelha e olhos amarelados. Possui nadadeira peitoral longa e sem manchas pelo corpo. A principal arte de pesca utilizada na captura dessa espécie é o espinhel vertical (tipo pargueira) e ocorre em águas com profundidades acima de 50 m para a região Nordeste. Entre 2010 e 2021, o Ceará exportou, em média, cerca de 761 toneladas por ano, o equivalente a US\$ 5,304,375 por ano. Somente em 2021, o pargo foi a segunda espécie de pescado mais exportada no estado com 1,9 mil toneladas, o equivalente a US\$ 16,469,196 (Figura 17) (COMEXSTAT, 2022). Com relação ao níveis de contaminação pelos metais traço de interesse, o pargo e outros peixes vermelhos apresentam baixas concentrações de Hg com média de 69,9 ng.g<sup>-1</sup> em indivíduos comercializados no mercado de peixe do Mucuripe, Fortaleza (Figura 19) (LACERDA et al., 2016). Para Cd e outros metais, dados de contaminação ainda são muito escassos ou inexistentes. Essa escassez de informações em conjunto com o grande consumo de pargo e outros peixes vermelhos no estado do Ceará justificam sua inclusão no presente inventário.



**Figura 4** - Principais espécies de pescado - Peixes vermelhos: Pargo (*Lutjanus purpureus*), Guaiúba (*Ocyurus chrysurus*), Ariacó (*Lutjanus synagris*), Cioba (*Lutjanus analis*).

c: Sub-grupo Outros peixes: *Escombrídeos*

Espécies: *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829), *Scomberomorus braziliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978)

Nome comum: Cavala, Serra

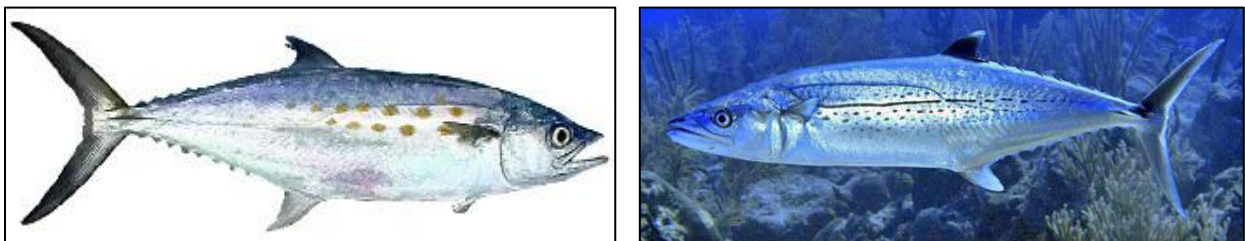
Ordem: Scombriformes

Família: Scombridae

Descrição:

A Cavala e o Serra são espécies subtropicais que se distribuem ao longo da costa oeste do Atlântico entre o Golfo do Maine, nos Estados Unidos, e o sul do Rio de Janeiro. São peixes de médio porte, com tamanho de captura variando entre 11,5 cm e 146 cm. Possui coloração prateada com manchas escuras ao longo da linha lateral. Indivíduos juvenis são encontrados ao longo da costa com profundidade de até 40 m, enquanto indivíduos adultos ocorrem em áreas mais profundas entre 40 e 200 m de profundidade. As principais artes de pesca utilizadas na captura dessas espécies são as linhas de mão (fundo e superfície) e redes de emalhar (NÓBREGA & LESSA, 2009).

A cavala é um importante recurso pesqueiro para o estado do Ceará sendo a terceira espécie mais desembarcada, em toneladas, nos portos do estado entre 1978 e 2007 (Figura 18). Essa espécie também é um produto de menor importância na exportação do estado com volume exportado em 2021 de 1,07 toneladas, equivalente a US\$ 5.198,00 (Figura 17). Com relação aos níveis de contaminação por metais traço, os peixes Cavala e Serra (Figura 5) apresentam concentrações moderadas de Hg, com médias de  $633 \pm 781,5 \text{ ng.g}^{-1}$  e  $205,7 \pm 21,3 \text{ ng.g}^{-1}$ , respectivamente (Figura 19) (COSTA & LACERDA, 2009; LACERDA et al., 2016). Os níveis de contaminação para Cd e outros metais traços são desconhecidos para essa espécie no estado do Ceará. O elevado volume de desembarque e consumo dessas espécies em conjunto com o elevado potencial para acumulação de Hg justificam sua inclusão no presente inventário.



**Figura 5** - Principais espécies de pescado - Escombrídeos: Cavala, *Scomberomorus cavalla*, e Serra, *Scomberomorus braziliensis*.

*d: Sub-grupo Outros peixes: sardinha*

Espécie: *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818)

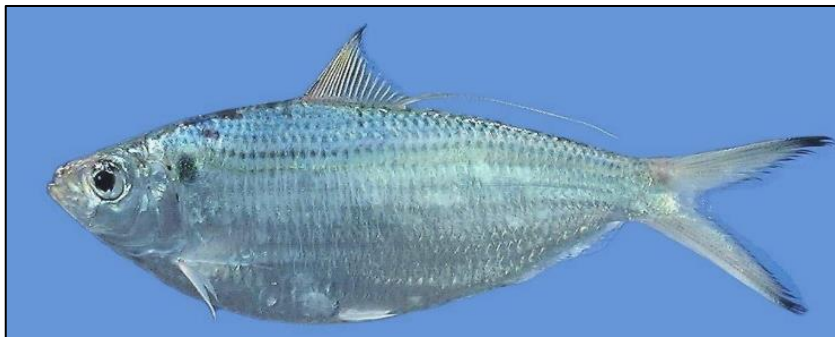
Ordem: Clupeiformes

Família: Clupeidae

Nome comum: Sardinha-bandeira

Descrição:

A sardinha-bandeira (Figura 6) distribui-se no Atlântico Ocidental desde o Golfo do Maine, EUA, até o estado de Santa Catarina, no Brasil. Diferente da Sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, um importante recurso pesqueiro na região sul do Brasil, a Sardinha-bandeira é um recurso pesqueiro explorado principalmente pela frota artesanal na região nordeste do Brasil (TEIXEIRA et al., 2014). Essa espécie constitui uma importante fonte de alimento para populações costeiras em toda a costa do Ceará, com os maiores volumes de desembarque ocorrendo entre maio e dezembro (BEZERRA, 1968). Entre os anos de 1978 e 2007, o desembarque médio de Sardinha-bandeira foi de 533,6 toneladas, colocando essa espécie entre as oito mais desembarcadas no estado do Ceará (Figura 18). A principal arte de pesca para captura da Sardinha-bandeira é a rede-de-espera, sendo que a pesca com linha-de-mão e currais de pesca também são utilizadas ao longo da costa. Capturas em sua maioria são compostas por indivíduos adultos, entre 17,5 cm e 26,6 cm de comprimento total (TEIXEIRA et al., 2014). Com relação aos níveis de contaminação por metais traço, essa espécie parece apresentar baixas concentrações de Hg com média de 40.9 ng.g<sup>-1</sup> (Figura 19) (LACERDA et al., 2016). No entanto, esses resultados são baseados em 6 indivíduos amostrados no mercado de peixe do Mucuripe e podem não representar os níveis de contaminação em outras áreas do estado. Os níveis de contaminação para Cd e outros metais traços são desconhecidos para essa espécie no estado do Ceará. A escassez de informações sobre o nível de contaminação e o elevado volume de desembarque e consumo dessa espécie justifica a sua inclusão no presente inventário.



**Figura 6** - Principais espécies de pescado - Sardinha, *Opisthonema oglinum*

*e: Sub-grupo Outros peixes: carapeba*

Espécie: *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830)

Ordem: Perciformes

Família: Gerreidae

Nome comum: Carapeba

Descrição:

Distribui-se no Atlântico Ocidental desde o Golfo do México até o sul do Brasil. Peixe de coloração prateada escura no dorso e mais clara no ventre. Juvenis apresentam traços verticais escuros nos lados do corpo. É uma espécie que ocorre nos estuários e região costeira do estado e capturada principalmente pela pesca artesanal utilizando redes de arrasto, linha de mão e tarrafas. Tamanhos de captura varia de 12 a 19,5 cm (NÓBREGA & LESSA, 2009).



**Figura 7** - Sub-grupo Outros peixes: Carapeba, *Eugerres brasilianus*.

*f: Sub-grupo Outros peixes: biquara*

Espécie: *Haemulon plumieri* (Lacepede, 1801)

Ordem: Perciformes

Família: Haemulidae

Nome comum: Biquara

Descrição:

Distribui-se no Atlântico Ocidental desde Flórida, EUA, até o sudeste do Brasil. Espécie abundante no Ceará, frequentemente capturada com linha de fundo e a rede de emalhar. Profundidades de captura variam entre 15 e 43 m de profundidade. Essa espécie representa importante recurso para frota artesanal da região. Possui coloração amarela-clara, com linhas

azuis na cabeça; escamas do corpo com manchas azuladas no centro; nadadeira peitoral quase atingindo o início da nadadeira anal (NÓBREGA & LESSA, 2009).



**Figura 8** - Sub-grupo Outros peixes: Biquara, *Haemulon plumieri*.

*g: Sub-grupo Outros peixes: guarajuba*

Espécie: *Caranx bartholomaei* (Cuvier, 1833)

Ordem: Perciformes

Família: Carangidae

Nome comum: guarajuba

Descrição:

Distribui-se no Atlântico Ocidental desde Massachussetts, EUA, até a Bahia. Habitam áreas costeiras e recifes de corais e/ou fundos de pedra em profundidades de até 140 m. Espécie muito apreciada no Ceará é capturada com linha de fundo e a rede de emalhar com tamanhos de captura entre 13,5 e 93 cm de comprimento total. Apresenta coloração do dorso azul metálico com juvenis apresentando manchas amareladas (NÓBREGA & LESSA, 2009).



**Figura 9** - Sub-grupo Outros peixes: Guarajuba, *Canranx bartholomaei*.

*h: Sub-grupo Outros peixes: tainha*

Espécie: *Mugil curema* (Valenciennes, 1835)

Ordem: Mugiliformes

Família: Mugilidae

Nome comum: tainha, caíco, saúna

Descrição:

Distribui-se no Atlântico ocidental, desde o nordeste dos Estados Unidos até o sudeste do Brasil. Espécie muito comum no Ceará, habita regiões estuarinas e da plataforma continental. Principais artes de pesca empregadas na captura são a redes de emalhar e arrastão de praia (NÓBREGA & LESSA, 2009).



**Figura 10** - Outros peixes: Tainha, *Mugil curema*.

*i: Sub-grupo Outros peixes: robalo*

Espécie: *Centropomus parallelus* (Poey, 1860)

Ordem: Perciformes

Família: Centropomidae

Nome comum: Robalo, Camurim

Descrição:

Distribui-se no Atlântico Ocidental desde o sul da Flórida, EUA, até o sudeste do Brasil. Espécie que habita estuários e a plataforma continental, sendo capturada principalmente pela frota artesanal. Comprimento de captura varia entre 44,4 e 73 cm (NÓBREGA & LESSA, 2009).



**Figura 11** - Sub-grupo Outros peixes: Robalo, *Centropomus parallelus*.

**j. Sub-grupo:** Crustáceos

**Espécies:** *Panulirus argus*. (Boone, 1931), *Panulirus laevis* (Latreille, 1817)

**Ordem:** Decapoda

**Família:** Palinuridae

**Nome comum:** Lagosta-vermelha, Lagosta-verde



**Figura 12** - Principais espécies de pescado - Crustáceos: Lagosta-vermelha, *Panulirus argus*

Descrição:

A lagosta é o mais importante recurso pesqueiro do estado do Ceará em valor exportado (COMEXSTAT, 2022) e em toneladas desembarcadas, para os anos 1978 a 2007, (CEPENE, IBAMA, IBGE, SUDEPE apud FREIRE et al. 2021) (Figuras 17 e 18). Entre 2010 e 2021, o Ceará exportou, em média, 1,7 mil toneladas de Lagosta (*Panulirus* spp.) por ano, o que equivale a cerca de US\$ 50.526.132,00 milhões por ano (Figura 17) (COMEXSTAT, 2022). São animais bentônicos de ciclo de vida fortemente associado a plataforma continental e com tamanhos mínimos de captura de 13,0 cm e 11,0 cm de comprimento da cauda para *P. argus* (Figura 12) e *P. laevis*, respectivamente (LESSA; NÓBREGA; JUNIOR, 2004). Apesar da grande importância da lagosta como recurso pesqueiro e no consumo humano, até a presente data, não há nenhum monitoramento dos níveis de contaminação por metais pesados nesses organismos para a região Nordeste do Brasil, o que justifica sua inclusão no presente inventário.

**k. Sub-grupo:** Elasmobrânquios

A pesca de elasmobrânquios (tubarões e raias) na costa do Estado do Ceará se dá predominantemente por meio de captura de fauna associada, também conhecida como *by-catch*. São embarcações de pequeno porte que utilizam linha de mão, espinhéis, redes de emalhar ou de arrasto de fundo, com a finalidade de capturar outros recursos pesqueiros (GADIG et al., 2000). Em 2017, o Brasil ocupava a 11ª posição na produção pesqueira mundial de tubarões

(BARRETO et al., 2017) e, apesar de não haver uma frota pesqueira oficialmente voltada para captura de elasmobrânquios no país, o Brasil foi recentemente identificado como um canal global de comercialização de tubarões (BERNARDO et al., 2020). No estado do Ceará ocorrem cerca de 42 espécies de elasmobrânquios, sendo 30 espécies de tubarões e 12 espécies de raias (GADIG et al., 2000). Por serem, em sua maioria, predadores de médio e grande porte, os elasmobrânquios podem acumular elevadas concentrações de contaminantes. Estudos recentes mostram que algumas espécies de raias acumulam concentrações de Hg que excedem os limites máximos de segurança estabelecidos na legislação brasileira ( $1.000 \text{ ng.g}^{-1}$  para peixes predadores) para segurança alimentar de pescados. É o caso das espécies de raia *Hypanus guttatus* e *H. americanus* (Figura 13) capturadas na região da praia do Icaraí, município de Caucaia (MOURA et al., 2020). Concentrações de Hg medidas em espécies de tubarões e raias do Ceará estão entre as mais elevadas para pescados comercializados no estado (Figura 19) (LACERDA et al., 2016). Além disso, tubarões e raias no Brasil são comumente comercializados sob o nome de “cação” o que dificulta a identificação das espécies ofertadas para o consumo no país (BERNARDO et al., 2020). Portanto, para realizar o levantamento dos níveis de contaminação nesses organismos incluiremos no presente inventário a maior parte das espécies de raias e tubarões registradas como ocorrendo no litoral do Ceará segundo GADIG et al. (2000) e SANTOS (2019).

#### k.1. Raias (ou Arraias)

Espécies: *Aetobatus narinari*, *Hypanus americanus*, *Hypanus guttatus*, *Hypanus marianae*, *Gymnura micrura*,

Ordem: Myliobatiformes.

Família: Dasyatidae, Gymnuridae, Myliobatidae



**Figura 13** - Principais espécies de pescado – Elasmobrânquios: Raia-manteiga, *Hypanus americanus*

### K.2. Tubarões (Cação)

Espécie: *Carcharhinus* sp., *Prionace glauca*, *Rhizoprionodon lalandii*, *Rhizoprionodon porosus*, *Sphyrna* sp., *Ginglymostoma cirratum*.

Ordem: Carcharhiniformes, Orectolobiformes

Família: Ginglymostomatidae, Carcharhinidae, Sphyrnidae



**Figura 14** - Principais espécies de pescado - Tubarões (Cação) comercializados em mercado de peixes

### 3.1.2. Produtos da Aquacultura

Espécie: *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)

Ordem: Decapoda

Família: Penaeidae

Nome comum: Camarão-branco-do-Pacífico

Descrição:

O camarão branco do Pacífico apresenta alta taxa de crescimento podendo ser produzido em altas densidades de estocagem (até 400 indivíduos/m<sup>2</sup>) o que possibilita altos níveis de produtividade. Essa espécie apresenta tolerância a uma ampla faixa de salinidade (0,5 até 45 ppt) e pode ser comercializado a partir dos 5 g de peso médio facilitando a sua comercialização (SOUSA, 2019). Esta espécie originalmente se distribui no Pacífico, do Norte do Peru até o Golfo da Califórnia, no México (WYBAN; SWEENEY, 1991). No Ceará, produção de camarão-branco para o ano de 2019 foi cerca de 16,7 mil toneladas, um crescimento de 28% com relação ao ano anterior (XIMENES, 2021). Com relação aos níveis de contaminação por Hg, indivíduos selvagens dessa espécie capturados no estuário do Rio Jaguaribe, apresentam baixas concentrações no músculo com média de  $16 \pm 5 \text{ ng.g}^{-1}$  (MOURA & LACERDA, 2018). Similarmente, indivíduos

coletados em cultivos experimentais apresentaram baixos níveis de contaminação com valores médios de  $15.9 \pm 11.2 \text{ ng.g}^{-1}$  (SOARES et al., 2011).



**Figura 13** - Produtos da aquacultura- Camarão branco do Pacífico, *Penaeus vannamei*

Espécie: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Ordem: Cichliformes

Família: Cichlidae

Nome comum: Tilápia

Descrição:

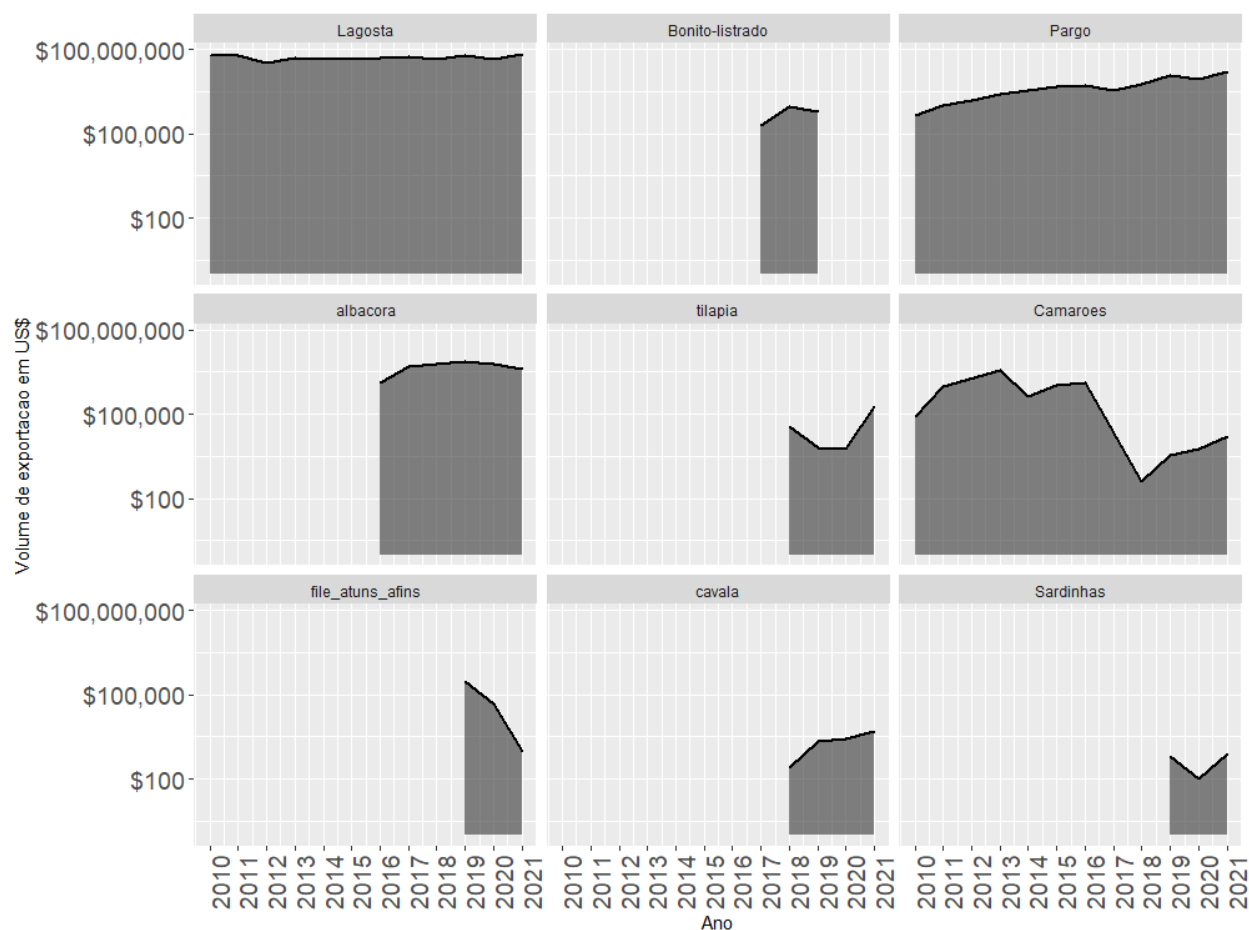
A tilápia é um dos peixes mais cultivados no Brasil e no mundo sendo atualmente a terceira espécie mais cultivada no mundo com cerca de 4,5 milhões de toneladas produzidas em 2018 (FAO, 2020). No Ceará, a produção de tilápia foi cerca de 5,8 mil toneladas no ano de 2019, o que comparado com o ano anterior, representa uma redução de 47% na produção do estado (XIMENES, 2021). Com relação aos níveis de contaminação por Hg, a tilápia apresenta baixos valores de concentração com médias de  $17.0 \pm 9.0 \text{ ng.g}^{-1}$  em indivíduos cultivados e  $29.8 \pm 10.1 \text{ ng.g}^{-1}$  em indivíduos selvagens coletados na região do Rio Jaguaribe (LACERDA et al., 2014). Atualmente, não existe um monitoramento regional dos níveis de contaminação por metais traço em produtos da aquicultura no Ceará e, portanto, faz-se necessário a inclusão dessas espécies no presente inventário.



**Figura 14** - Produtos da aquicultura - Tilápia, *Oreochromis niloticus*

### 3.2. Comercialização de pescado no estado do Ceará

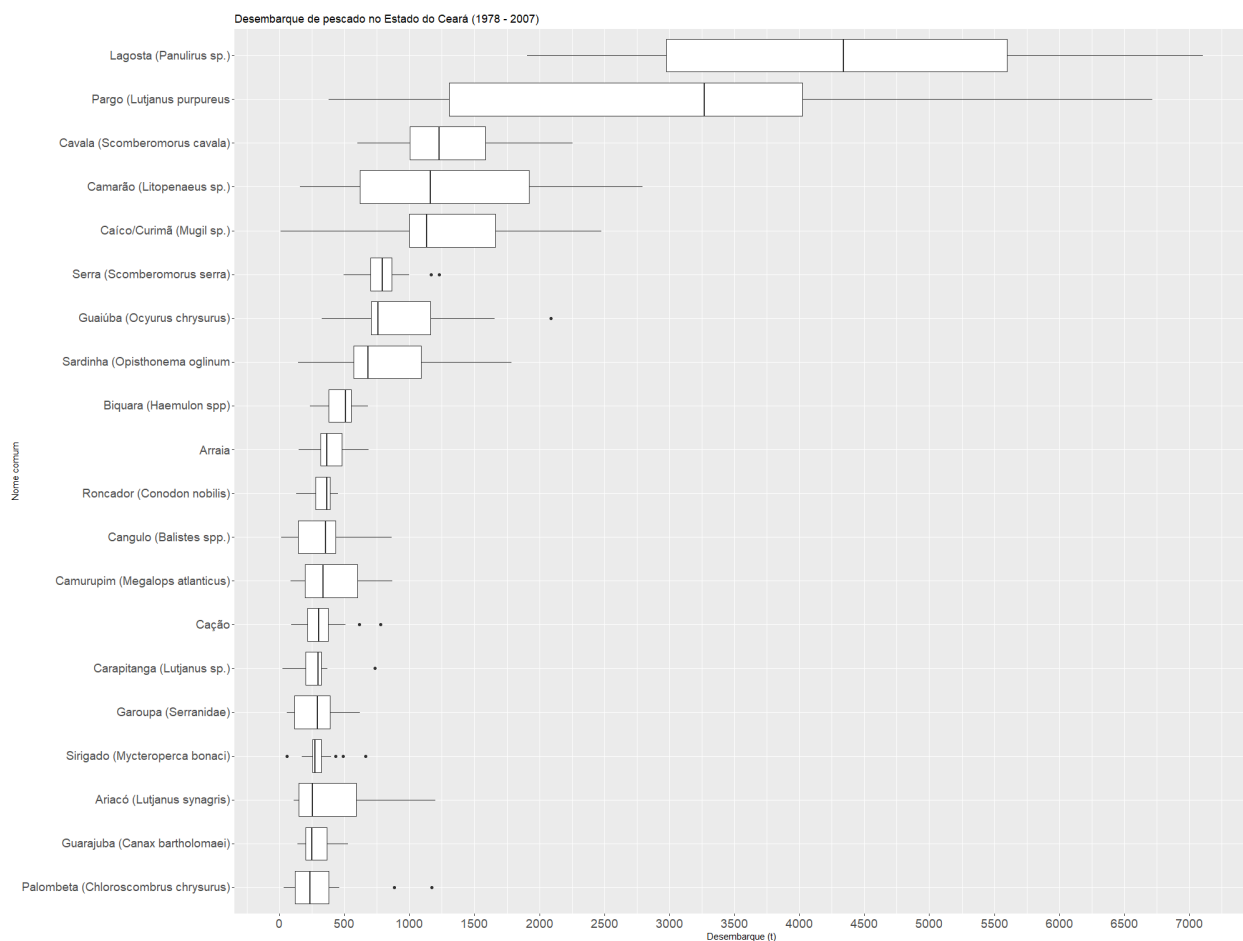
A figura 17 sumariza os dados de exportação em dólares norte-americanos obtidos com o pescado originado no Ceará, no período de 2010 a 2021. Ressalta-se a importância econômica da exportação de lagosta, que registra vendas de até uma ordem de grandeza superior aos demais pescados. Infelizmente, não há dados sobre as concentrações de contaminantes neste item. Entretanto, sua importância singular nas exportações de pescado do Ceará torna urgente a geração destes dados. Seguem também como contribuintes significativos à balança comercial do estado os atuns e afins, os peixes vermelhos e camarões provenientes da aquacultura.



**Figura 15** - Volume de exportação de pescado provenientes do estado do Ceará no período de 2010 a 2021 (COMEXSTAT, 2022).

A figura 18 sumariza as estimativas de desembarque das principais espécies de pescado nos terminais pesqueiros do Ceará. estas estimativas, calculadas por (FREIRE et al., 2021) refletem apenas parcialmente os dados de exportação. Além disso, a ausência de dados recentes impede, por exemplo, a inclusão das pescarias de atuns e afins, relativamente recentes no estado. Entretanto, são fundamentais para o dimensionamento do consumo de pescado, variável

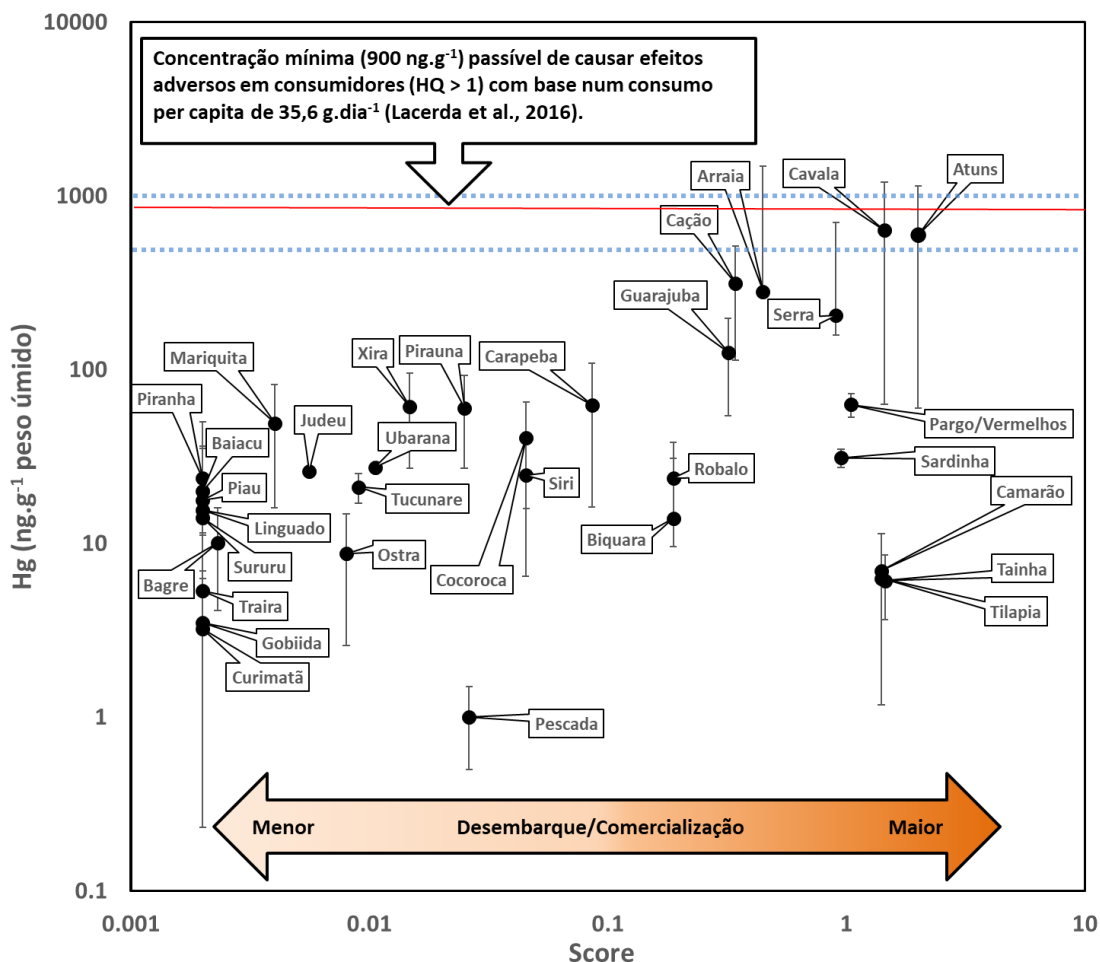
fundamental nas estimativas de risco de exposição em populações humanas consumidoras. Diversas espécies inexistentes ou insignificantes no quadro das exportações, mostram-se significativas no consumo interno, como no caso dos escombrídeos, peixes de pequeno porte como a sardinha e a biquara, tainhas e raias e tubarões. Esta significância suporta a extensão dos estudos previstos a essas espécies comercializadas localmente.



**Figura 16** - Dados de desembarque da produção pesqueira no estado do Ceará entre os anos de 1978 e 2007. (CEPENE, IBAMA, IBGE, SUDEPE apud FREIRE et al., 2021).

A figura 19 foi construída usando-se no eixo horizontal escores adimensionais atribuídos e baseados nos dados constantes nas exportações (Figura 17) e desembarque (Figura 18) , isto é, considerando a disponibilização geral das diferentes espécies de pescado, seja para exportação ou para consumo local. Estes escores são comparados com as diferentes concentrações de Hg disponíveis na literatura especializada. Tem como objetivo classificar qualitativamente o grau de risco de exposição associado a cada espécie de pescado. Infelizmente, a quase inexistência de relatórios ou estudos sobre as concentrações de Cd no pescado comercializado no Ceará, ainda

não permite traçar uma figura semelhante para aquele elemento. Figura semelhante para o Cd será construída quando da geração de resultados pelo presente projeto.



**Figura 17** - Concentração de Hg em pescados do Ceará (dados da literatura). Linhas tracejadas em azul correspondem aos limites máximos de Hg estabelecidos na legislação brasileira para peixes predadores (1000 ng.g<sup>-1</sup>) e não predadores (500 ng.g<sup>-1</sup>).

Em resumo, em relação a potencial exposição humana, as espécies localizadas na parte superior direita do plano são aquelas que apresentam grande comercialização e elevadas concentrações de Hg e, portanto, que sugerem maior risco de exposição humana pelo consumo de pescado. Neste grupo encontram-se grandes espécies carnívoras oceânicas, como atuns, tubarões, escombrídeos e algumas espécies de peixes vermelho. Na parte inferior esquerda do plano estão aquelas espécies que seja pela comercialização restrita ou por baixas concentrações de Hg não representam, pelo menos nas condições atuais, risco significativo de exposição humana pelo consumo de pescado. São representadas principalmente por espécies de água doce e marinhas de pequeno porte. Na parte central do plano, encontram-se espécies que representam risco intermediário e que poderá variar dependendo principalmente de mudanças no

padrão de consumo. Aqui encontram-se diversas espécies tipicamente estuarinas com consumo elevado por populações tradicionais. As principais espécies selecionadas nesta primeira avaliação e que serão objeto de medidas diretas das concentrações dos metais de interesse são apresentadas e detalhadas na tabela 2.

**Tabela 2 - Lista de espécies selecionadas considerando sua importância para o setor produtivo pesqueiro e da aquicultura do estado do Ceará, assim como o potencial de acumulação de metais traço (Hg e Cd).**

| <b>Taxon</b>                                                             | <b>Nome comum</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Peixes</b>                                                            |                   |
| <b>Ordem Scombriformes</b>                                               |                   |
| Familia Scombridae                                                       |                   |
| <i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788)                              | Albacora-laje     |
| <i>Thunnus obesus</i> (Lowe, 1839)                                       | Albacora-bandolim |
| <i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)                              | Cavala            |
| <i>Scomberomorus braziliensis</i> (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) | Serra             |
| <i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)                               | Bonito-listrado   |
| <b>Ordem Perciformes</b>                                                 |                   |
| Familia Lutjanidae                                                       |                   |
| <i>Lutjanus purpureus</i> , (Poey, 1866)                                 | Pargo             |
| <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)                                    | Cioba             |
| <i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)                           | Dentão            |
| <i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)                                   | Guaiúba           |
| <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)                                | Ariacó            |
| Familia Xiphiidae                                                        |                   |
| <i>Xiphias gladius</i> (Linnaeus, 1758)                                  | Espadarte         |
| Familia Coryphaenidae                                                    |                   |
| <i>Coryphaena hippurus</i> (Linnaeus, 1758)                              | Dourado           |
| Familia Gerreidae                                                        |                   |
| <i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830)                              | Carapeba          |
| Familia Haemulidae                                                       |                   |
| <i>Haemulon plumieri</i> (Lacepede, 1801)                                | Biquara           |
| Familia Centropomidae                                                    |                   |
| <i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)                               | Robalo            |
| Familia Carangidae                                                       |                   |
| <i>Caranx bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)                                | Guarajuba         |
| <b>Ordem Cichliformes</b>                                                |                   |
| Familia Cichlidae                                                        |                   |
| <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)                            | Tilápia           |
| <b>Ordem Clupeiformes</b>                                                |                   |
| Familia Clupeidae                                                        |                   |
| <i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)                               | Sardinha-bandeira |
| <b>Ordem Mugiliformes</b>                                                |                   |
| Familia Mugilidae                                                        |                   |
| <i>Mugil curema</i>                                                      | Tainha            |

## Crustáceos

### Ordem Decapoda

#### Familia Penaeidae

*Penaeus vannamei* (Boone, 1931) Camarão-branco-do-Pacífico

#### Familia Palinuridae

*Panulirus argus* (Boone, 1931), Lagosta-vermelha

## Elasmobrânquios

### Ordem Myliobatiformes

#### Familia Dasyatidae

*Hypanus americanus* (Hildebrand & Schroeder, 1928) Raia-manteiga

*Hypanus guttatus* (Bloch & Schneider, 1801) Raia-bico-de-remo

*Hypanus marianae* (Gomes, Rosa & Gadig, 2000) Raia-de-fogo

#### Familia Gymnuridae

*Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801) Raia-baté

#### Familia Myliobatidae

*Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790) Raia-pintada

### Ordem Carcharhiniformes

#### Familia Carcharhinidae

*Carcharhinus spp.* Cação

*Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) Tubarão-azul

*Rhizoprionodon lalandii* (Valenciennes, 1839) Tubarão-rabo-seco

*Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861) Cação-frango

#### Familia Sphyrnidae

*Sphyrna sp.* Tubarão-martelo

### Ordem Orectolobiformes

#### Familia Ginglymostomatidae

*Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788) Tubarão-lixia

## 4 CONCLUSÃO

Considerando os dados de desembarque mostrados na figura 13, assim como o levantamento dos produtos de exportação apresentados na figura 12 obtivemos uma extensa lista de espécies compondo os produtos do setor pesqueiro do estado do Ceará. Com base no levantamento bibliográfico dos níveis de contaminação por Hg em espécies capturadas no litoral do estado e na importância para a comercialização dessas espécies (Figura 14), elaboramos a lista das espécies de interesse contendo 18 espécies de peixes ósseos, 2 espécies de crustáceos e 11 espécies de elasmobrânquios que está apresentada na tabela 2. As espécies selecionadas apresentam frequência em desembarques e comercialização de intermediária a alta, assim como níveis de acumulação de Hg que variam de baixos ( $< 30 \text{ ng.g}^{-1}$ ) a elevados ( $> 500 \text{ ng.g}^{-1}$ ) (Figura 14). Devido à ausência de identificação a nível de espécie dos levantamentos de desembarques para o cação e arraias, optamos por incluir as espécies de elasmobrânquios comumente observados nos desembarques pesqueiros do estado. É importante ressaltar que essa seleção de espécies tem o caráter *a priori* e, portanto, é passível de modificações à medida que novas

informações sejam obtidas no decorrer das próximas etapas do presente projeto (e.g. coleta de amostras e quantificação de metais e sulfito).

## 5 REFERÊNCIAS

---

BARRETO, R.R., BORNATOWSKI, H., MOTTA, F.S. SANTANDER-NETO, J., VIANNA, G.M.S. LESSA, R., 2017. Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil. *Marine Policy* 85, 114–122.

BERNARDO, C., ADACHI, A.M., PAES DA CRUZ, V., FORESTI, F., LOOSE, R., BORNATOWSKI, H., 2020. The label “Cação” is a shark or a ray and can be a threatened species! Elasmobranch trade in Southern Brazil unveiled by DNA barcoding. *Marine Policy* v. 116, e103920.

BEZERRA, R.C., 1968. Relação comprimento-peso da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Lesueur), no Estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar* 2, 225–227.

CAVALCANTE, J.V.C., 2018. Risco ecológico da pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 48 p.

CHIOCCHETTI, G., JADÁN-PIEDRA, C., VÉLEZ, D., DEVESA, V., 2017. Metal(loid) contamination in seafood products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57, 3715–3728.

COLLETTE, B., NAUEN, C.E., 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish Synopsis, v. 2, n. 125, Rome.

COMEXSTAT., 2022. Sistema de Estatísticas do Comércio exterior. Acesso em Fevereiro de 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

CORRÊA, J.M., 2014. Metais Pesados Em Água, Sedimentos E Peixes No Rio Maranguapinho, Região Metropolitana De Fortaleza, Ceará. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia Centro de Ciências. Departamento de Geologia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 98 p.

COSTA, B.G.B., LACERDA, L.D., 2009. Concentração de mercúrio total em Cavala, *Scomberomorus cavalla*, e Serra, *Scomberomorus brasiliensis*, comercializados nas bancas de pescado do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar* 42, 22–29.

COSTA, B.G.B., LACERDA, L.D., 2014. Mercury (Hg) in fish consumed by the local population of the Jaguaribe River lower basin, Northeast Brazil. *Environmental Science & Pollution Research* 21, 13335–13341.

EUROPEAN COMMISSION, D.G., 2017. Final report of an audit carried out in Brazil from 11 September 2017 to 22 September 2017 in order to evaluate the control systems in place governing the production of fishery products intended for export to the European Union. Directorate-General for Health and Food Safety. Health and food audits and analysis DG(SANTE) 2017-6278. Ref. Ares (2018)3086594. Geneva.

FAO/WHO., 1995. Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CODEX STAN 193-1995). Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization (WHO). Rome, 44p.

- FAO., 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.
- FAROON, O. Ashizawa, A., Wright, S., Tucker, P., Jenkins, K., Ingerman, L., Rudisill, C., 2012. Toxicological Profile for Cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US); PMID: 24049863. Atlanta.
- FREIRE, K. M. F. et al., 2021. Reconstruction of Marine Commercial Landings for the Brazilian Industrial and Artisanal Fisheries From 1950 to 2015. *Frontiers in Marine Science*, 8:659110.  
<https://doi.org/10.3389/fmars.2021.659110>
- GADIG, O.B.F. et al., 2000. Ictiofauna marinha do estado do Ceará, Brasil : i . Elasmobranchii. *Arquivos de Ciencias do Mar* 33, 127–132.
- GOYANNA, F.A.A., 2016. Distribuição de mercúrio em atuns (*Thunnus obesus* e *Thunnus albacares*) capturados no Oceano Atlântico Oeste Equatorial. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 54 p.
- IBGE. 2021. Produção da Pecuária Municipal 2020; Rio de Janeiro: IBGE. Acesso em Junho 2022.  
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/18/16459?localidade1=0&ano=2020&indicador=16512>
- LACERDA, L.D. et al., 2014 Mercury in indigenous, introduced and farmed fish from the semiarid region of the Jaguaribe River Basin, NE Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* 93, 31–35.
- LACERDA, L.D. et al., 2016 Mercury distribution in fish commercialized at the Mucuripe market, Fortaleza, Ceará state, Brazil. *Arquivos de Ciencias do Mar* 49, 50–54.
- LACERDA, L.D. et al., 2017. Mercury Concentrations in Tuna (*Thunnus albacares* and *Thunnus obesus*) from the Brazilian Equatorial Atlantic Ocean. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 98, 149–155.
- LACERDA, L.D. et al., 2009. Fate of copper in intensive shrimp farms: bioaccumulation and deposition in pond sediments. *Brazilian Journal of Biology* 69, 851–858.
- LESSA, R.P. et al., 2009. Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da Região Nordeste. Programa de Avaliação do Pontencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE Sub-comitê Regional Nordeste – SCORE - NE. Recife.
- MIYAKE, M. et al., 2010. Recent developments in the tuna industry: stocks, fisheries, management, processing, trade and markets. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 543. Rome, FAO. 125p.
- MONTEIRO-NETO, C., ITAVO, R.V., MORAES, L.E.S., 2003. Concentrations of heavy metals in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) off the coast of Ceará, northeast Brazil. *Environmental Pollution* 123, 319–324.
- MOURA, V.L. et al., 2020, Ecological and biological factors associated to mercury accumulation in batoids (Chondrichthyes: Batoidea) from northeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 161, e111761.
- MOURA, V.L., LACERDA, L.D., 2018. Contrasting mercury bioavailability in the marine and fluvial dominated areas of the Jaguaribe River Basin, Ceará, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* 101, 49–54.

- MPA. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura., 2011. Secretaria de Monitoramento e Controle do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Coordenação-Geral de Monitoramento e Informações Pesqueiras. 60p. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011. Brasília. [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est\\_2011\\_bol\\_bra.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol_bra.pdf)
- NÓBREGA, M.F., LESSA, R., 2009. Peixes Marinhos da Região Nordeste do Brasil. Programa Revizee - Score Nordeste. Editora Martins & Cordeiro, Fortaleza, 208p.
- OLIVEIRA, K.F. et al., 2015. Emission factor and balance of mercury in fish farms in an artificial reservoir in NE Brazil. *Environmental Science & Pollution Research* 22, 18278–18287.
- SANTOS, R.L.S., 2019. Desembarques de tubarões e raias na enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará, no período de 2015 a 2017. Monografia de Graduação. Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 56 p.
- SOARES, T.M.O. et al., 2011. Mercury accumulation and metallothionein expression from aquafeeds by *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 under intensive aquaculture conditions. *Brazilian Journal of Biology* 71, 131–137.
- SOUSA, R.R., 2019. Efeito do tratamento magnético da água nas diversas fases de cultivo do camarão marinho *penaeus vannamei*. Tese de Doutorado. Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 109 p.
- TEIXEIRA, S.R.D., SAMPAIO, L.A.S.F., MARINHO, R.A., 2014. Estudo biológico-pesqueiro da Sardinha-bandeira, *Ophistonema oglinum*, no município de Cascavel, Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar* 47, 31–38.
- UNEP., 2018. Global Mercury Assessment 2018. UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch, Geneva, Switzerland. Geneva. <http://www.unep.org/gc/gc22/Document/UNEP-GC22-INF3.pdf>
- VAISMAN, A.G., MARINS, R.V., LACERDA, L.D., 2005. Characterization of the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae*, as a biomonitor for mercury in tropical estuarine systems, northeast Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* 74, 582–588.
- WYBAN, J., SWEENEY, J.N., 1991. Intensive Shrimp Production Technology: The Oceanic Institute Shrimp Manual. Oceanic Institute of Honolulu, 158p.
- XIMENES, L.F., 2021. Produção de Pescado no Brasil e no Nordeste Brasileiro. Caderno Setorial - Escritório de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE 150, p. 1–16.