

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AUDITORIA AMBIENTAL

ANDRE VIEIRA KUHN

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM
PEIXES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

SANTOS

2022

ANDRE VIEIRA KUHN

**AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM
PEIXES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Dissertação apresentada a
Universidade Santa Cecília como parte
dos requisitos para obtenção de título
de mestre no Programa de Pós-
Graduação em Auditoria Ambiental,
sob a orientação do Prof. Dra. Helen
Sadauskas Henrique e coorientação
do Dra. Nathieli Cozer e Dr. Giorgi Dal
Pont.

SANTOS

2022

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, aos meus amigos e a todos que me acompanharam ao longo desta jornada. Foi uma experiência de produção compartilhada em comunhão com amigos os quais pude adquirir maravilhosas experiências na minha formação acadêmica

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi só possível em razão do apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES) fornecidos ao programa de mestrado de auditoria ambiental.

Agradeço em especial pela minha orientadora e pela sua amizade e por suas orientações que foram de grande valia durante a minha formação.

Agradeço também o apoio e o carinho dos meus pais e familiares e meus amigos junto a mim nessa conquista.

EPÍGRAFE

“Don`'t worry, be happy cause every little thing is gona be alright”

Bob Marley

RESUMO

No presente trabalho foi realizado um levantamento das concentrações dos HPAs prioritários definidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA) e União Europeia (E.U.), mais especificamente contaminantes tóxicos derivados do petróleo sendo estes, benzo[a]pireno e o somatório dos 4 HPAs: benz[a]anthraceno, Criseno, benzo[b]fluoranteno e benzo[a]pireno, em tecidos de peixes não defumados provenientes de cultivo e de pesca comercial e artesanal. Esses valores foram relacionados com período temporal, localidade (país e região) os hábitos de vida e alimentar das espécies e os outros tipos de ambientes a fim de verificar se as concentrações encontradas estariam de acordo com os limites estabelecidos pelas duas agências regulatórias acima mencionadas. Os dados adquiridos no estudo foram obtidos por meio de uma revisão sistemática, aplicando a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes*). Foram selecionados 41 arquivos para esta revisão. Os resultados da dissertação demonstraram que os países onde foram encontrados mais estudos, no período de 1982 a 2020, foram a China, Nigéria e Iran; as espécies que apresentaram maiores concentrações de HPAs foram *Pseudomonas elongatus*, *Netuma bilineata*, *Johnius belua ngerii*; provavelmete associado aos hábitos de vida, pois as maiores concentrações de HPAs foram encontradas nos organismos representantes do demersal e pelágico, e os tipos de ambiente mais estudados foram o continental e o marinho. E por fim, a maior parte dos trabalhos avaliados na presente revisão apresentaram concentrações do benzo[a]pireno e da somatória dos 4 HPAs em tecido de peixes abaixo dos limites definidos pela Legislação Europeia para consumo humano.

Palavras-chave: Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. HPA. Peixes. USEPA.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN FISH: A SYSTEMATIC REVIEW

In the present work, a survey was carried out of the concentrations of priority HPAs defined by the United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) and European Union (E.U.), more specifically toxic contaminants derived from petroleum as: benzo[a]pyrene and the sum of the 4 HPAs: Benz[a]anthracene, Criseno, benzo[b]fluoranthene, benzo[a]pyrene, in unsmoked fish tissues and related these values with time period, locality (Country and region), the life and feeding habits of the species, the types of environments and verify if the concentrations found are in accordance with the limits established by the regulatory agencies. The data acquired in the study were obtained through a systematic review applying the PRISMA methodology (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes). 41 files were selected for this systematic review. The review results showed that the countries where more studies were found, in the period from 1982 to 2020, were China, Nigeria and Iran; the most studied species were *Coptodon zillii*, *Siganus punctatus* and *Liza Abu*; and the lifestyle habits with the highest concentrations of HPAs were demersal and pelagic; the most studied environments were the continental and marine. Finally, most of the studies evaluated in this review showed concentrations of benzo[a]pyrene and the sum of the 4 HPAs in fish tissue below the limits defined by the European Legislation for human consumption.

Keywords: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. PAH. Fish. USEPA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	PRISMA Flow Diagram.....	21
Figura 2.	A Figura representa o mapa mundi em escala global, sendo elaborado de forma plana e, identificando as localidades dos 41 documentos elegíveis resultantes da revisão sistemática dos quais contém concentrações dos 4 HPAs (U.S. EPA) em tecidos musculares.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Termos e combinações utilizados para a obtenção de dados bibliográficos para a caracterização.....	18
Tabela 2.	Critérios de Inclusão.....	20
Tabela 3.	Critérios de Exclusão.....	20
Tabela 4.	Tabela de Critérios para meta-dados.....	23
Tabela 5.	Limites permissíveis para consumo alimentício de Peixes, E.U.	24
Tabela 6.	Localidades encontradas nos 41 arquivos selecionados dos documentos encontrados no período de 1982 até 2021 (do resultado da busca).....	24
Tabela 7.	Análise específica do resultado para limites de benzo[a]pireno e Somatória dos 4 HPAs comparados com a legislação (E.U.) (1982 – 2020).....	35
Tabela 8.	Dados das concentrações dos HPAs em tecidos frescos, extraídos dos 41 arquivos selecionados para esta revisão sistemática. Os dados estão representados por: Período temporal, Países e Região, espécie, hábito de vida, n amostral, médias para concentrações dos 4 HPAs (Benzo[a]pireno, Criseno, Benzo[b]fluoranteno e Benzo[a]pireno) e/ou a média da somatória ($\pm$ Desvio Padrão) dos 4 HPAs ($\mu\text{g/kg}$), assim como os limites estabelecidos para a E.U. (União Europeia) para consumo humano.....	52
Tabela 9.	A Tabela representa as médias $\pm$ desvio Padrão das concentrações de benzo[a]pireno e somatória dos 4 HPAs por país, a partir dos documentos selecionados para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em $\mu\text{g/kg}$	72
Tabela 10.	A Tabela representa as médias $\pm$ desvio Padrão das concentrações de benzo[a]pireno e somatória dos 4 HPAs por país, a partir dos documentos selecionados para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em $\mu\text{g/kg}$	75
Tabela 11.	A Tabela representa as médias $\pm$ desvio Padrão de concentrações de benzo[a]pireno e somatória de 4 HPAs para hábito de vida, descoberto nos 41 documentos selecionados como elegíveis para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em $\mu\text{g/kg}$	79
Tabela 12.	A Tabela representa as médias $\pm$ desvio Padrão de concentrações de benzo[a]pireno e somatória de 4 HPAs para hábito de alimentar, descoberto nos 41 documentos selecionados como elegíveis para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em $\mu\text{g/kg}$	82

Tabela 13. A Tabela representa as médias±desvio padrão de concentrações de benzo[a]pireno e somatória de 4 HPAs por tipo de ambiente, descoberto nos 41 documentos selecionados como elegíveis para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em µg/kg..... 85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BD	<i>Below Level of Detection</i>
C.E.	Comissão Europeia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior
cm	Centímetro: Unidade de medida S.I.
E.U.	<i>European Union</i>
FAO	<i>Food And Agriculture</i>
g	Grama: Unidade de medida S.I.
HPA	Hidrocarboneto Policíclico Aromático
ITOPF	<i>Oil Tanker Spill Statistics</i>
m	Metros: Unidade de medida S.I.
ND	<i>Not Detected</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews</i>
StArt	<i>State of The Art Though Systematic Review</i>
U.S. EPA	<i>United States Environment Protection Agency</i>
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
µg/kg	Microgramas por quilo: Unidade de medida S.I
UNISANTA	Universidade Santa Cecília

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.2. OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Metodologia PRISMA	17
2.2 Critério de Buscas	17
2.3 Restrições de busca.....	18
2.4 Critérios de identificação (Definição das palavras-chave)	18
2.4.1. Primeira busca	19
2.4.2. Segunda busca	19
2.4.3 Critérios de Inclusão e Exclusão	19
2.5 Triagem e seleção de documentos	20
2.6 Identificação e inclusão	21
2.7 Critérios de Metanálise.....	22
2.8 Legislação	23
3. RESULTADOS	24
4.1 Contagem de Documentos por Localidades.....	24
4.2 Média das concentrações dos HPAs por espécie, hábito de vida, hábito alimentar, tipo de ambiente e localidade (1982-2020).	25
4.3 Média da concentração de HPAs por Países (1982 – 2020).....	28
4.4 Média da concentração de HPAs por Regiões (1982 – 2020).....	29
4.5 Média da concentração de HPAs por Hábito de vida (1982 – 2020).....	30
4.6 Média da concentração de HPAs por Hábito alimentar (1982 – 2020).....	32
4.7 Média da concentração de HPAs por Tipo de Ambiente (1982 – 2020).....	33
Do total de 37 concentrações encontradas para a revisão sistemática para Média da concentração de HPAs por Tipo de Ambiente de benzo[a]pireno. 9 (24.32%) valores encontram-se acima da legislação, e 28 (75.68%) encontram-se abaixo para limite permitido pela legislação para de consumo de peixes.	33
4.8 Compilação de resultados para limites de benzo[a]pireno e somatória dos 4 HPAs em comparação com os limites de consumo da legislação E.U. (1982 – 2020).....	34
5. DISCUSSÃO	35

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
APÊNDICE	51

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do século XXI é a preservação do meio ambiente em conjunto com o desenvolvimento da humanidade. Essa relação se intensifica diante da dependência global do ser humano pela utilização do petróleo, desorganizada urbanização e industrialização. Nos dias atuais, o petróleo é uma das mais importantes fontes econômicas no mundo, responsável pela produção de uma variedade de produtos de comum utilização pelo ser humano (HONÓRIO *et al.*, 2022; WANG *et al.*, 2018).

À medida que o comércio mundial de petróleo cresce sem um correto planejamento, torna-se responsável por ocasionar eventos ambientais catastróficos além de gerar diversas fontes de poluentes no meio ambiente, aumentando o risco potencial de contaminação nos ambientes aquáticos devido a derramamentos acidentais de petróleo e seus derivados (NASCIMENTO *et al.*, 2022).

Devido a esse fato, muito tem sido discutido recentemente sobre a poluição por petróleo em ambientes aquáticos, a qual é responsável pela contaminação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Essas moléculas orgânicas derivadas do petróleo têm potencial de gerar malefícios à saúde, ao ponto de ocasionar graves problemas carcinogênicos devido ao seu contato com os organismos, em especial, através de sua presença em alimentos. Diante de uma maior conscientização na União Europeia sobre os possíveis riscos à saúde, incluindo efeitos carcinogênicos apresentados por esses contaminantes, foram criados níveis que refletem padrões de monitoramento para a presença de compostos derivados do petróleo em alimentos (ZACHARIAS *et al.*, 2021; YANG *et al.*, 2020).

Segundo a Promoting Effective Spill Response ITOPF (2019), aproximadamente 2000 derramamentos de petróleo, tanto pequenos (7-700 toneladas) quanto grandes (> 700 toneladas), foram registrados nos ambientes aquáticos desde 1970 até o final de 2018. O petróleo é uma mistura viscosa composta principalmente por hidrocarbonetos alifáticos, alicíclicos e aromáticos, contendo pequenas quantidades de oxigênio, nitrogênio e enxofre, com coloração variando entre o negro e o âmbar. Pode ocorrer no estado sólido, conhecido como asfalto, no estado líquido, denominado óleo cru, e no estado gasoso, como gás natural, sendo uma mistura complexa de milhares de moléculas diferentes resultantes de vários processos que ocorrem simultaneamente quando o petróleo entra em contato com a água.

Entre os componentes mais tóxicos do petróleo estão os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), que representam uma família de inúmeros compostos orgânicos formados principalmente por carbono e hidrogênio, podendo conter dois ou mais anéis aromáticos condensados. Dezesesseis desses compostos foram identificados como prioritários por serem considerados mais tóxicos e prejudiciais à saúde humana do que outros compostos (USEPA, 2013).

No ambiente aquático, os HPAs podem depositar-se na superfície, sofrer processos de volatilização, fotólise e biodegradação, e também podem se ligar a partículas em suspensão e ao sedimento, além de bioacumular nos organismos. A presença de HPAs no ambiente aquático torna essa fração tóxica do petróleo disponível para os organismos aquáticos, como peixes, através da alimentação e absorção via brânquias, levando aos processos de bioacumulação e biomagnificação trófica (PAZ *et al.*, 2017).

Os peixes são uma importante fonte de proteína para a população humana, fornecendo cerca de 37% do total de proteína animal consumida no mundo (FAO, 2000). Em 2016, a produção global de peixes foi de 171 milhões de toneladas, com 80 milhões de toneladas (47%) provenientes da aquicultura e 91 milhões de toneladas (53%) provenientes da pesca, incluindo espécies de ambientes marinhos e de água doce (FAO, 2018). Os peixes podem entrar em contato com os HPAs de diversas formas, dependendo de seus hábitos de vida, como o nível trófico e a posição na coluna d'água, tornando alguns peixes mais ou menos suscetíveis à contaminação (FAO, 2020).

Os peixes que habitam mais próximos do fundo têm uma maior probabilidade de estarem em contato com os HPAs, devido ao comportamento desses compostos em ambientes aquáticos, que estão comumente ligados ao material particulado e ao sedimento. Portanto, o estudo da concentração de HPAs em tecidos comestíveis de peixes, relacionado com seus hábitos de vida, é de grande importância para garantir a segurança alimentar da população humana (HARVEY *et al.*, 1998).

Dos 16 HPAs prioritários listados pela agência ambiental americana (USEPA), 4 são considerados altamente carcinogênicos e mutagênicos: Benz[a]anthraceno, Criseno, benzo[b]fluoranteno e benzo[a]pireno. Essa maior toxicidade se deve às suas características moleculares. Segundo o documento publicado pela European Food Safety Authority (EFSA) em 2008, no The EFSA Journal, o benzo[a]pireno e a soma dos 4 HPAs benz[a]anthraceno, benzo[b]fluoranteno, Criseno e benzo[a]pireno foram

os indicadores mais adequados para indicarem a contaminação dos alimentos por este grupo de substâncias (Alexander *et al.*, 2008). De acordo com essas constatações, a legislação europeia foi atualizada e agora são estabelecidos limites máximos separados para o benzo[a]pireno e a soma dos 4 HPAs (Regulamento (UE) n.º 835/2011 da Comissão) (2006).

O acúmulo de HPAs em organismos aquáticos pode representar um risco à saúde humana devido ao consumo de organismos contaminados (CONTE *et al.*, 2016; NASHER *et al.*, 2016; RANJBAR JAFARABADI *et al.*, 2019). Embora os HPAs sejam metabolizados pelos peixes, eles ainda podem ser bioacumulados. A União Europeia estabeleceu valores considerados seguros de 5 ng/g para BaP e de 30 ng/g para a soma das concentrações de BaP, benzo(a)antraceno e criseno, que são indicadores de PAHs carcinogênicos (União Europeia e Regulamento, 2006).

Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática dos valores de HPAs em tecidos de peixes, tanto de cultivo quanto de pesca comercial e artesanal, e correlacioná-los com o hábito de vida e alimentação das espécies. Dessa forma, espera-se contribuir para a criação de um panorama da concentração de HPAs em peixes e, conseqüentemente, para a implementação de políticas públicas voltadas à segurança alimentar da população mundial.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente estudo avaliou a concentração de quatro contaminantes tóxicos derivados do petróleo, sendo estes: benzo[a]anthraceno, Criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[a]pireno assim como o somatório destes 4 HPAs em diferentes espécies ao redor do mundo, para tecido muscular de peixes não defumados através de uma revisão sistemática.

1.2.2 Objetivos específicos

- I. Avaliar as concentrações dos HPAs (benzo[a]anthraceno, Criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[a]pireno), individualmente e somados dos documentos selecionados, por espécie.
- II. Avaliar as concentrações dos HPAs por hábito de vida,
- III. Avaliar as concentrações dos HPAs pelo hábito alimentar,
- IV. Avaliar as concentrações dos HPAs pelo tipo de ambiente e,

- V. Avaliar se as concentrações estão dentro dos valores permissíveis pela legislação Europeia para consumo humano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Metodologia PRISMA

O presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo revisão sistemática (SOUSA *et al.*, 2009; SAMPAIO, 2007) da literatura, utilizando-se da metodologia PRISMA (MACKENZE *et al.*, 2020; PRISMA, 2021) a qual, foi empregada para realizar a organização do trabalho aplicando os critérios de busca de informações e levantamento de dados para realização da meta-análise utilizando-se do tipo de análise estatística descritiva pelo software Excel (MICROSOFT, 2022).

A revisão sistemática realizada envolveu conceitos e princípios sobre a observação de ocorrências de HPAs no meio ambiente, e com ênfase nos em peixes em conjunto com suas limitações de consumo seguro, permissíveis para seres humanos dentro das legislações E.U. (EU, 2011) e U.S. EPA (USEPA, 2013). Assim sendo, o estudo objetivou a seleção de trabalhos acadêmicos com o intuito de analisar o levantamento de valores de concentrações de HPAs encontrados em tecidos comestíveis de peixes, realizando uma avaliação crítica sobre a informação do composto na literatura existente.

Os dados obtidos no estudo foram avaliados aplicando-se uma revisão sistemática aplicando a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes*) (MCKENZIE *et al.*, 2020; MOHER, *et al.*, 2015).

Ainda, utilizou-se do programa StArt - *State of The Art Though Systematic Review* v. 3.3 (START, 2021), do laboratório de pesquisa em Engenharia de Software LAPES (LAPES, 2021) da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, para organização de informações relacionadas para a revisão sistemática, em conjunto com o programa Mendeley (MENDELEY, 2021) para adaptação do banco de dados para o respectivo programa StArt.

2.2 Critério de Buscas

Para os critérios de seleção de fonte e repetibilidade, foram realizadas quatro buscas de revisão sistemática, sendo duas buscas realizadas em 2020, e duas em 2021 para a coleta de dados. As coletas ocorreram por meio de acesso restrito IP da Universidade Federal do Paraná - UFPR, Brasil, em conjunto com o *login* de acesso

CAFÉ (Comunidade Acadêmica Federada) da CAPES da Universidade Santa Cecília, Brasil, utilizados em quatro buscas separadamente, restringindo-se temporalmente a apenas arquivos encontrados até o ano de 2021, empregando das seguintes plataformas e bases de dados científicas: *WFLPublisher Science and Technology*, *ELSEVIER*, *ResearchGate*, *National Library of Medicine*, *Taylor & Francis*, *INSInet*, *NIH - National Library of Medicine*, *ScienceDirect*, *Oxford Academic*, *ACS Publications*, *Springer Link*, *Hindawi Publishing Corporation*, *Web of Science*, *Science Direct*, *Web of Knowledge*, *Scopus*, *Wiley Online Library*, *Springer Link*, *Portal de Journals CAPES*, sendo utilizado para identificação e coleta de trabalhos o motor de busca *Google Scholar* (VINE, 2006) para publicações *on-line*, até seu limite de acesso aberto para download de arquivos acadêmicos em cada usuário.

2.3 Restrições de busca

As restrições de busca foram realizadas sendo aplicadas igualmente para as duas coletas de documentos encontrados. As linguagens restritas para arquivos encontrados foram: português e inglês, sem restrições de localidades, regiões ou países, utilizando-se de restrição de ano para publicações até 2021, sem restrição de plataformas de bases de dados científicos.

2.4 Critérios de identificação (Definição das palavras-chave)

Os critérios de seleção dos termos utilizados na busca foram escolhidos de acordo com o maior número de resultados encontrados, utilizando-se o menor número de palavras-chave delimitadas ao objetivo do estudo.

Na Tabela 1, encontra-se os termos utilizados para teste de buscas, assim como seu retorno de resultados encontrados para cada combinação de palavras-chave com o intuito de obter o maior alcance de trabalhos.

Tabela 1 - Termos e combinações utilizados para a obtenção de dados bibliográficos para a caracterização

Palavras-Chave	Nº de Trabalhos
<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Fish, USEPA</i>	24.000
<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Fish. EU</i>	23.800
<i>PAH. Fish. USEPA. EU</i>	19.500
<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Fish. USEPA. EU</i>	16.700
<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Fish. USEPA. Bioconcentration</i>	15.200
<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Fish. U.S. EPA. E.U.</i>	14.200

2.4.1. Primeira busca

Os termos selecionados para as palavras-chave da primeira busca foram: *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*, *Fish* e USEPA, sendo escolhidos de acordo com o menor número de palavras que obtivesse o maior número de retorno de arquivos, alcançando-se aproximadamente 24.000 resultados. Com as palavras-chave definidas para a primeira busca obteve-se 207 arquivos da primeira página até a página 50 e 201 arquivos da página 51 até a página 98 (página limitante do motor de busca) utilizando-se o usuário da CAPES CAFÉ. Proveniente da instituição de ensino UNISANTA. Empregando-se o usuário da instituição de ensino: UFPR. Obteve-se um retorno de 432 arquivos da página 1 até a página 50, e 424 arquivos da página 51 até a página 98 (página limitante do motor de busca). Resultando na somatória de 1264 arquivos encontrados na primeira busca.

2.4.2. Segunda busca

Para a segunda busca de arquivos, ocorrida em outubro/2021, utilizou-se das palavras-chave: *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Fish. EU*, alcançando-se aproximadamente 23.800 resultados em 0.06 segundos. Obtendo-se 200 arquivos da primeira página até a página 50 e 211 arquivos da página 51 até a página 98, totalizando em 411 arquivos encontrados pelo acesso CAFÉ da instituição UNISANTA. Empregando o acesso da instituição de ensino UFPR obteve-se 429 arquivos da página 1 até a página 22 e alcançou-se um total de 443 arquivos da página 51 até a páginas 98 (página limitante do motor de busca), totalizando 872 arquivos. Resultando na somatória de 1283 arquivos encontrados na segunda busca. O somatório total de arquivos unindo-se as duas buscas de revisão sistemática de julho/2020 e a segunda em outubro/2021, totaliza-se em 2547 arquivos documentados.

2.4.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão da Tabela 2 e exclusão da Tabela 3 foram selecionados para a primeira e segunda análises da etapa de extração o, onde na primeira análise buscou-se aplicar os critérios no Título/Resumo/Palavras-Chave, e para a segunda aplicou-se os critérios para leitura completa de documentos.

Tabela 2 - Critérios de Inclusão.

Critérios de Inclusão	Contenha os termos de busca no Título e/ou Resumo e/ou Palavras-Chave: <i>Benzo[a]anthracene e/ou Chrysene e/ou Benzo[b]Fluorantene. Benzo[a]pyrene e/ou HPAs e/ou Polycyclic Aromatic Hidrocarbons e/ou Fish e/ou Concentration</i>
	Apresentar resultados que tenham concentrações de HPAs para tecido de peixes <i>“non-smoked” e/ou “fresh” e/ou “in-natura”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Critérios de Exclusão.

Critérios de Exclusão	Que contenha exclusivamente concentrações de HPAs em peixes <i>“defumados”</i>
	Experimentos de exposição de peixes a HPAs em laboratório

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.5 Triagem e seleção de documentos

Ao final da fase de busca assim como mostrado na Figura 1, está representado o fluxograma PRISMA, organizado de forma a incluir as duas coletas de documentos realizadas em julho/2020, e a segunda em outubro/2021 em apenas um fluxograma. Foram obtidos 2547 arquivos, sendo que nos 819 foram utilizando dados da instituição de ensino UNISANTA e 1728 arquivos coletados referentes a instituição de ensino UFPR.

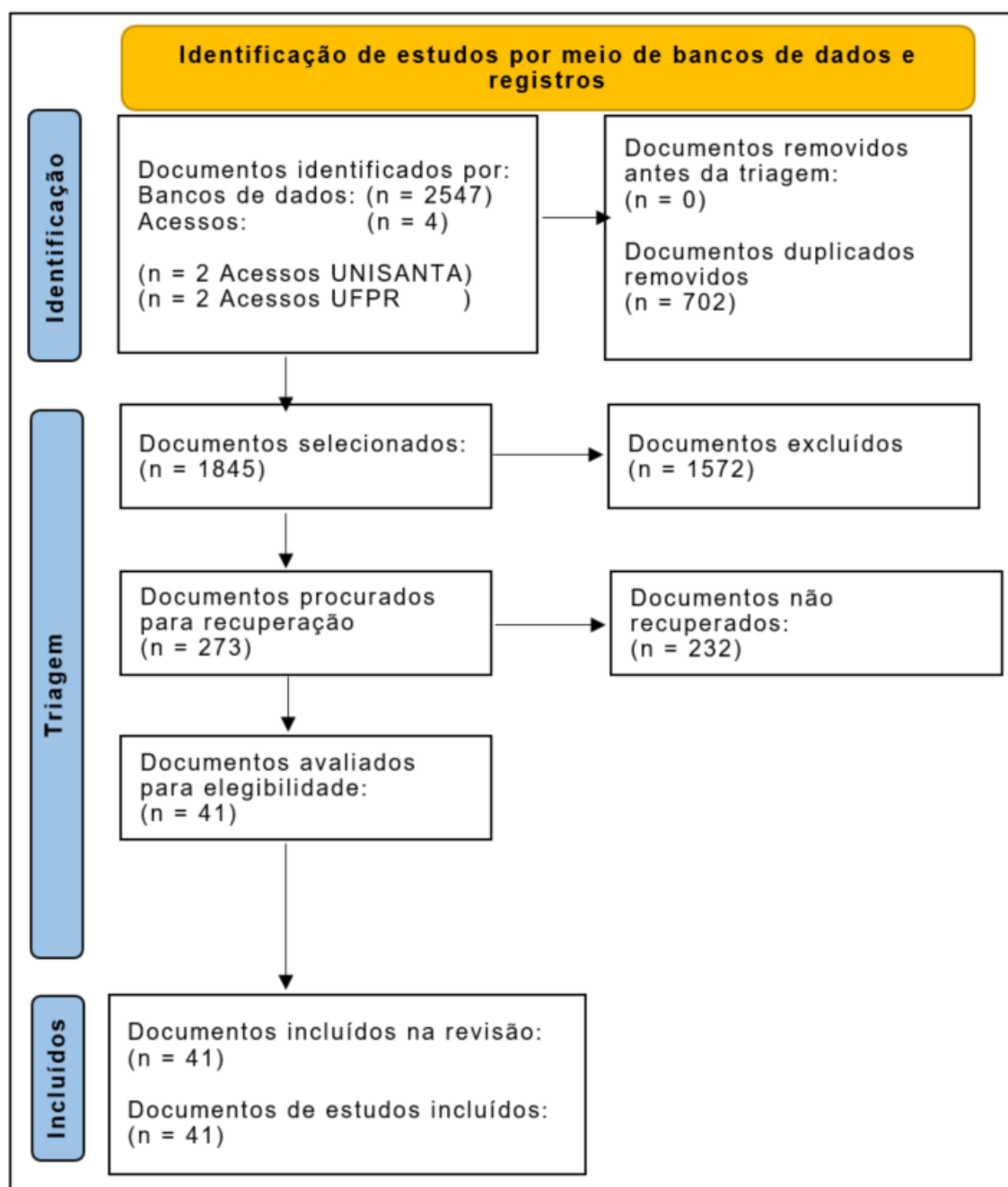


Figura 1. Diagrama de Fluxo da PRISMA
 Fonte: MCKENZIE *et al.*, (2020) PRISMA, adaptado pelo autor

2.6 Identificação e inclusão

Na fase de identificação obteve-se uma coleta total de 2547 arquivos e identificados 702 documentos considerados como registros duplicados.

Na fase de triagem, de 1845 documentos, 1572 foram excluídos por não conter as palavras-chave pré-determinadas no título, abstract ou resumo restando um total de 273 documentos procurados para a recuperação, onde houve uma leitura integral de todos os arquivos aplicando se os critérios de inclusão e exclusão.

Ao final da etapa de triagem restaram 41 documentos utilizados tanto para análise qualitativa sobre seus fundamentos e informações relevantes ao estudo dos arquivos encontrados, quanto análise quantitativa para coleta de dados relacionados à concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos contidos em peixes para realização da metanálise (Análise estatística).

2.7 Critérios de Metanálise

A análise quantitativa e qualitativa foi realizada com base no resultante dos 41 *arquivos* elegíveis da revisão sistemática contendo as concentrações de HPAs encontradas em tecido muscular de peixes não defumados. A metanálise realizada é uma abordagem estatística que combina resultados dos estudos relevantes para responder uma questão, sendo para tal, utilizados os arquivos resultantes para comparação com os padrões estabelecidos dos 4 HPAs prioritários nas legislações E.U. e U.S. EPA.

Para o banco de dados obtido na revisão sistemática, foram agrupados 16 metadados (Tabela 6) em uma planilha contendo as informações encontradas em comum dentro dos 41 arquivos incluídos na pesquisa.

Para padronização de dados quantitativos, todas as unidades de medida encontradas nos 41 arquivos foram devidamente convertidas segundo seu respectivo metadado para: gramas [g], metros [m], centímetros [cm] e microgramas por quilo [$\mu\text{g/kg}$].

Padronizou-se 3 casas decimais para todos os resultados de médias de concentrações HPAs das tabelas, segundo parte dos resultados encontrados por instrumentos de detecção proverem resultados com 3 casas decimais. A inclusão da média da somatória dos 4 HPAs ocorreu apenas na existência dos 4 HPAs para a realização da somatória, sendo eles: Benzoantraceno, Criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[a]pireno. Caso não exista um dos 4 HPAs, a somatória não é realizada. Os valores de desvio padrão máximos e mínimos das concentrações de HPAs em tecido muscular de peixes, foram inseridos nos dados quantitativos na planilha de metadados, levando-se em consideração se o documento analisado em questão, continha ou não desvios padrões previamente calculados e/ou possibilitou o cálculo dos desvios padrões de acordo com o fornecimento de duas ou mais concentrações por espécie.

Ainda que arquivos não tenham retornado valores abaixo dos limites para benzo[a]pireno ou dos 4 HPAs, os documentos são considerados elegíveis para a pesquisa por terem realizado a análise do componente, apesar de não retornado valor. Para todos os resultados para concentrações de HPAs encontrados com “BD” (Abaixo do nível de detecção) ou “ND” (Não detectado) dentro da análise da revisão sistemática, foram considerados como “0” (zero). Ressalta-se que o cálculo para a média dos 4 HPAs é realizado apenas mediante ao resultado dos 4 valores encontrados.

As concentrações de HPAs: benzo[a]antraceno, Criseno e benzo[b]fluoranteno, são utilizados apenas como constituintes para a somatória dos 4 HPAs, não existindo legislações específicas para avaliação, para verificação se eles se encontram acima ou abaixo de níveis permitidos para consumo de tecido de peixe fresco.

A coleta de informações relacionadas a: espécies, tipo de ambiente, hábito de vida e hábito alimentar foram retirados da base de dados *Fishbase* (FISHBASE, 2022).

Tabela 4 - Tabela de Critérios para metadados.

Descrição	Meta-dados (16)	Unidade de medida	Unidade de medida (simplificado)
Critérios de seleção de metadados	Ano		
	País		
	Região		
	Tipo de ambiente		
	Espécie		
	Hábito de vida		
	Peso	Gramas	[g]
	Comprimento Padrão	Centímetros	[cm]
	Tipo de coleta (Aquicultura. Pesca ou Mercado)		
	Hábito alimentar		
	Benzoantraceno	Microgramas por quilo	[µg/kg]
	Criseno	Microgramas por quilo	[µg/kg]
	Benzo[b]fluoranteno	Microgramas por quilo	[µg/kg]
	Benzo[a]pyreno	Microgramas por quilo	[µg/kg]
	ΣPAH4	Microgramas por quilo	[µg/kg]

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.8 Legislação

As análises dos dados quantitativos ocorreram em comparação às concentrações limites para consumo de tecido muscular de peixes por seres humanos, definidos pela E.U. dentro do regulamento da comissão nº 835 de 19 de agosto de 2011, que altera o regulamento (C.E.) nº 1881/2006 no que diz respeito aos

teores máximos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos nos géneros alimentícios, sendo esses limites para consumo humano de peixes definidos na Tabela 8:

Tabela 5 - Limites permissíveis para consumo alimentício de Peixes. E.U.

Alimentos	Níveis máximos [µg/kg]	
Carne comestível de peixe defumado e produtos da pesca	Benzo[a]pireno	Benzo[a]pireno Benzo[a]antraceno Benzo[b]fluoranteno Criseno
	5.0 Até 31/8/2014	30.0 A partir de 1/9/2012 até 31/8/2014
	2.0 A partir de 1/9/2014	12.0 A partir de 1/9/2014

Fonte: Comissão Reguladora Europeia. nº 835/2011, adaptado pelo autor.

3. RESULTADOS

4.1 Contagem de Documentos por Localidades

Dos resultados quantitativos da planilha de metadados (Tabela 9 e Figura 2), realizou-se uma tabela contendo a contagem de países encontrados nos 41 arquivos selecionados.

Tabela 6 - Localidades encontradas nos 41 arquivos selecionados dos documentos encontrados no período de 1982 até 2021 (do resultado da busca).

Localidades	Contagem de Localidades
Arábia Saudita	1
Argentina	1
Bangladesh	1
Brasil	1
Canada	1
China	6
Egito	1
Espanha	3
Estados Unidos	2
Finlândia	1
Gana	1
Índia	2
Iran	4
Itália	2
Quênia	1
Kuwait	1
Malásia	1
Nigéria	8
Noruega	1
Taiwan	1
Tunísia	1
Somatória Total	41

Fonte: Elaborado pelo autor.

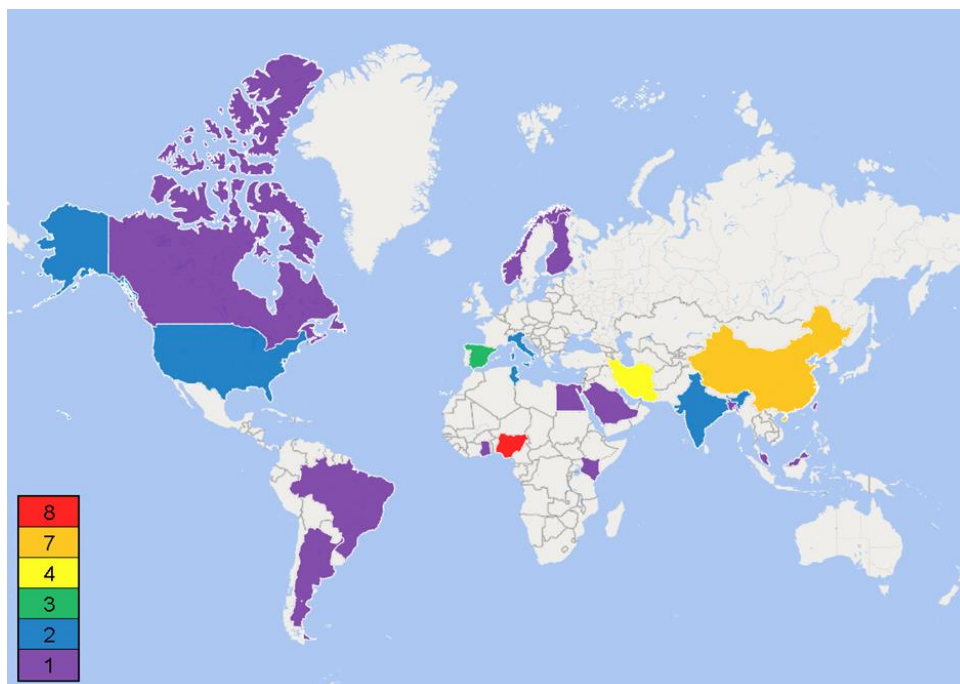


Figura 2 - A Figura representa o mapa mundi em escala global. elaborado de forma plana e. identificando as localidades dos 41 documentos elegíveis resultantes da revisão sistemática dos quais contém concentrações dos 4 HPAs (U.S. EPA) em tecidos musculares

Fonte: Google Maps. adaptado pelo autor.

Realizando uma análise na Figura 2, que representa de forma ilustrativa os dados da Tabela 6, sendo a tabela de cores dentro da imagem representa o número de arquivos encontrados por localidades. Observa-se que a concentração de HPAs é um problema mundial, não se restringindo a uma localidade específica.

4.2 Média das concentrações dos HPAs por espécie, hábito de vida, hábito alimentar, tipo de ambiente e localidade (1982-2020).

Para o cálculo da média de concentração de HPAs por espécie, levou-se em consideração as localidades e período temporal inicial de 1982 sendo este, o ano do documento mais antigo encontrado na revisão sistemática em conjunto com os períodos temporais definidos pela União Europeia sobre os limites de concentração máximas permitidas para consumo humano para benzo[a]pireno sendo 5.0 µg/kg de 05/05/2001 até 31/08/2014, e para concentração dos 4 HPAs de 30.0 µg/kg a partir de 09/01/2012 até 31/08/2014. A partir da data de 09/01/2014 tanto para benzo[a]pireno quanto para os 4 HPAs, houve alteração na legislação relacionada às

concentrações para os limites permissíveis de consumo de peixes contendo HPAs, sendo: 2.0 µg/kg para benzo[a]pireno, e 12.0 µg/kg para a somatória dos 4 HPAs.

Dentro da Tabela 8, como resultado da revisão sistemática, foram encontrados: 19 países, 61 regiões, 135 espécies, 7 hábitos de vida, 5 hábitos alimentares, 2 tipos de ambiente, 200 concentrações para benzo[a]antraceno, 207 concentrações para Criseno, 200 concentrações para benzo[b]fluoranteno, 196 para benzo[a]pireno, 178 concentrações para a somatória dos 4 HPAs e, n amostral total de uma média de 2016 ±24.02 peixes.

Como resultado da revisão sistemática, ou seja, segundo a Tabela 10 obteve-se 214 valores de pexies, sendo:

- i. Para hábito alimentar: 78 (36.44%, carnívoros, 76 (35.51%) onívoros, 36 (16.82%) herbívoros, 3 (1.40%) plancófagos e 22 (10.28%) detritívoros.
- ii. Para hábito de vida: 1 (2.77%) bentônico, 84 (39.25%) bentopelágico, 47 (21.95%) demersal, 27 (21.61%) pelágico, 22 (10.13%) epipelágico, 27 (12.61%) pelágico-nerítico e 6 (2.80%) pelágico-oceânico.
- iii. Para Tipo de Ambiente: 114 (53.49%) e marinho e 100 (46.51%) continental.

Segundo os dados da Tabela 10 dentro dos 41 arquivos elegíveis encontrados, segundo a revisão sistemática realizada, nota-se que no ano de 2005, na localidade da Nigéria, região Niger delta, encontrou-se para o peixe de espécie *Pseudomonas elongatus*, contendo hábito de vida Pelágico, hábito alimentar carnívoro, tipo de ambiente continental e n amostral com apenas 1 peixe, a maior concentração de benzo[a]pireno com um valor de 6780.00 µg/kg, e respectivamente a somatória dos 4 HPAs, contendo um valor de 17860.250 µg/kg.

Em segundo e terceiro lugar para o benzo[a]pireno, destaca-se, o ano de 2014 na localidade do Iran, região do Golfo Pérsico, espécie *Netuma bilineata*, contendo hábito de vida pelágico, hábito alimentar carnívoro, tipo de ambiente Marinho com n amostral de 15 peixes, um valor de médio de benzo[a]pireno de 2339.983 ±578.050 µg/kg e para o mesmo ano e localidade, para a espécie *Johnius belangerii*, contendo habito de vida demersal, hábito alimentar herbívoro, tipo de ambiente marinho com n amostral de 15 peixes, valor de médio de benzo[a]pireno de 1629.667 ± 510.827 µg/kg.

Destaca-se que, para as concentrações de benzo[a]pireno em primeiro, segundo e terceiro lugar, são excepcionalmente os únicos valores da revisão sistemática encontrados acima de 1000.00 µg/kg, sendo para a somatória dos 4 HPAs

encontrados. Houve apenas 1 valor encontrado acima de 1000.00 µg/kg. Para demais valores entre 100.00 µg/kg a 1000.00 µg/kg, encontrou-se 2 concentrações para benzo[a]pireno em 1982 e 2014, e 4 concentrações para a somatória dos 4 HPAs em 2006, 2013, 2015 e 2019.

No ano de 2011, na localidade da China. na região do Lago *Small Bai-Yang-Dian*, para a espécie *Ctenopharyngodon idellus* contendo hábito de vida bentopelágico, hábito alimentar herbívoro, tipo de ambiente continental com n amostral de 10 peixes, obteve-se a menor concentração de benzo[a]pireno, com o valor de 0.003 µg/kg. Para a menor concentração da somatória de 4 HPAs, encontrou-se no ano de 2017, na localidade da Nigéria, onde o n amostral de 5 peixes fora retirado de 5 regiões (*Wukari. Jalingo. Lafia. Lokoja. Makurdi*), da espécie *Scomber scombrus*, hábito de vida pelágico, hábito alimentar onívoro e tipo de ambiente marinho, contendo um valor 0.069 ± 0.014 µg/kg, para a somatória dos 4 HPAs.

Nota-se na Tabela 10 que existem anos dos quais não trouxeram documentos com dados de concentrações de HPAs relacionados ao benzo[a]pireno e da somatória dos 4 HPAs, uma vez que esses documentos trouxeram a análise de 3 dos 4 HPAs.

Para a realização da Tabela 10, levou-se em consideração a média de concentração de HPAs por espécie para o cálculo das concentrações de benzo[a]pireno e dos 4 HPAs, comparando-os com os limites estabelecidos pela legislação:

- i. Do total de 196 concentrações encontradas na revisão sistemática para benzo[a]pireno. 40 (20.41%) valores encontram-se acima da legislação, e 156 (79.59%) encontram-se abaixo para limite permissível pela legislação de consumo de peixes.
- ii. Encontrou-se 113 concentrações para benzo[a]pireno do ano de 2002 até 2014 (E.U. até 31/8/2014), comparáveis com a legislação, onde: 14 (12.39%) contém valores acima dos limites permissíveis de consumo de tecido de peixe fresco pela legislação Europeia e, conseqüentemente 99 (87.61%) encontram-se abaixo dos limites da legislação.
- iii. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 80 concentrações para benzo[a]pireno, estando 30 (37.50%) destas acima da legislação, resultando em 50 (62.50%) concentrações abaixo da legislação.

- iv. Do total de 178 concentrações para somatória dos 4 HPAs. 31 (17.48%) contêm valores acima do permissível pela legislação. e. respectivamente 147 (82.58%) das concentrações contêm valores em tecido muscular de peixes abaixo do permitido pela legislação Europeia.
- v. Dentre o período temporal de 2012 (E.U. de 01/9/2012) até 2014 (E.U. até 31/8/2014), encontrou-se 15 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 11 (73.33%) destas acima da legislação, resultando em 4 (26.67%) concentrações abaixo da legislação.
- vi. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 78 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 26 (33.33%) destas, acima da legislação, resultando em 52 (66.66%) concentrações abaixo da legislação.

Como resultado da Tabela 10, nota-se que, tanto para concentrações de benzo[a]pireno, quanto para somatória dos 4 HPAs para o cálculo da média por espécies, a maior parte dos documentos contém valores com concentrações abaixo do limite permitido para consumo de tecido de peixes não defumados segundo a legislação Europeia.

4.3 Média da concentração de HPAs por Países (1982 – 2020)

Segundo os dados da Tabela 9, dentro dos 41 arquivos selecionados ao longo do período temporal iniciando-se ao ano de 1982 até 2020 para o cálculo da concentração média de HPAs por países, levou-se em consideração o período temporal para análise das concentrações de benzo[a]pireno e 4 HPAs comparáveis com a legislação.

- i. Do total de 35 concentrações de benzo[a]pireno: 11 (31.42%) valores encontram-se acima da legislação e. 24 (68.58%) estão dentro dos níveis permitidos para HPAs em tecido muscular de peixes.
- ii. Do total de 31 concentrações para a somatória dos 4 HPAs, 8 (25.80%) valores se encontram acima da legislação e 23 (74.20%) encontram-se dentro dos limites permissíveis de consumo.
- iii. De 19 concentrações para benzo[a]pireno encontradas na revisão sistemática dentro do período temporal de 2002 até 2014 (E.U. até 31/8/2014). 6 (31.57%)

concentrações encontram-se acima dos limites permitidos e 13 (68.43%) abaixo.

- iv. Do período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2020 para benzo[a]pireno, encontramos 14 concentrações, sendo 5 (35.71%) acima dos limites permitidos e 9 (64.29%) abaixo.
- v. Do período temporal de 2012 (E.U. de 1/9/2012) até 2014 (E.U. até 31/8/2014) para a somatória dos 4 HPAs, encontram-se 4 concentrações, sendo 2 (50.00%) acima dos limites permitidos e 2 (50.00 %) abaixo.
- vi. Do período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2020 para benzo[a]pireno, encontram-se 14 concentrações, sendo destas 6 (42.85%) acima dos limites permitidos e 8 (57.14%) abaixo.

Nota-se que, na localidade da Nigéria, para dados comparáveis com a legislação, no ano de 2005, houve um maior número de concentração de benzo[a]pireno contendo uma média de $6780.000 \pm 0.000 \mu\text{g/kg}$, e respectivamente na localidade do Iran em 2014, obteve-se um valor médio de 1506.859 ± 434.250 para benzo[a]pireno. Para a somatória dos 4 HPAs, nota-se 3 localidades em destaque contendo altas concentrações de HPAs, sendo estes: Os Estados Unidos em 2013 com um valor de $359.250 \pm 2.633 \mu\text{g/kg}$, o Iran em 2015 contendo $132.500 \pm 43.966 \mu\text{g/kg}$ e Bangladesh em 2019 contendo $100.200 \pm 29.682 \mu\text{g/kg}$.

O país com a menor média de benzo[a]pireno foi a China em 2011, com uma concentração de $0.001 \mu\text{g/kg}$, e menor média para a somatória de 4 HPAs com $0.103 \mu\text{g/kg}$.

Nota-se em Bangladesh em 2009, apesar de sua baixa média de concentração encontrada de benzo[a]pireno, sendo: $0.650 \pm 0.050 \mu\text{g/kg}$, sua somatória dos 4 HPAs contém um valor de $100.200 \mu\text{g/kg}$ devido sua alta concentração dos outros 3 componentes constituintes.

4.4 Média da concentração de HPAs por Regiões (1982 – 2020)

- i. Do total de 76 concentrações calculadas para médias de região, 15 (19.37%) valores para benzo[a]pireno encontram-se acima da legislação, e 61(80.27%) estão abaixo para limite permissível de consumo de peixes.

- ii. Do total de 64 concentrações calculadas para as médias de região da somatória dos 4 HPAs. 13 (20.31%) concentrações encontram-se acima e 51 (79.69%) abaixo.
- iii. Encontrou-se 40 concentrações para benzo[a]pireno do ano de 2002 até 2014 (E.U. até 31/8/2014), comparáveis com a legislação, onde: 9 (22.50%) contém valores acima dos limites permissíveis de consumo de tecido de peixe fresco pela legislação Europeia. e. consequentemente. 31 (77.50%) encontram-se abaixo dos limites da legislação.
- iv. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 33 concentrações para benzo[a]pireno, estando 6 (18.18%) acima da legislação, e 61 (81.82%) concentrações abaixo.
- v. Dentre o período temporal de 2012 (E.U. de 01/9/2012) até 2014 (E.U. até 31/8/2014), encontrou-se 6 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 3 (50.00%) destas, acima da legislação, resultando em 3 (50.00%) concentrações abaixo.
- vi. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 31 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 10 (32.25%) destas, acima da legislação, resultando em 21 (67.75%) concentrações abaixo da legislação.

Para média da concentração de HPAs por Regiões, na localidade Niger Delta na Nigéria, houve um maior número de concentração de benzo[a]pireno contendo uma média de 6780.000 ± 0.000 $\mu\text{g/kg}$, para dados comparáveis com a legislação no ano de 2005, e respectivamente na região do Golfo Pérsico no Iran em 2014, obteve-se um valor médio para benzo[a]pireno de 1506.859 ± 434.250 $\mu\text{g/kg}$. Para a somatória dos 4 HPAs, nota-se 3 regiões em destaque, contendo estas, os mesmos resultados para a somatória dos 4 HPAs dos países encontrados da Tabela 9.

Em 2011, na região de *Lake Small Bai-Yang-Dian*, localizada na China, obteve menor média de benzo[a]pireno, com uma concentração de 0.001 $\mu\text{g/kg}$, e menor média para a somatória de 4 HPAs com 0.103 $\mu\text{g/kg}$.

4.5 Média da concentração de HPAs por Hábito de vida (1982 – 2020)

- i. Do total de 70 concentrações encontradas na revisão sistemática para benzo[a]pireno. 12 (17.14%) valores encontram-se acima da legislação, e 58

- (82.86%) encontram-se abaixo para limite permissível pela legislação de consumo de peixes.
- ii. Do total de 68 concentrações para somatória dos 4 HPAs, 10 (14.70%) contêm valores acima do permissível pela legislação. e. respectivamente 58 (85.30%) das concentrações contêm valores em tecido muscular de peixes abaixo do permitido pela legislação Europeia.
 - iii. Encontrou-se 43 concentrações para benzo[a]pireno do ano de 2002 até 2014 (E.U. até 31/8/2014), comparáveis com a legislação, onde: 6 (13.95%) contêm valores de acima dos limites permissíveis de consumo de tecido de peixe fresco pela legislação Europeia. e. consequentemente. 37 (86.04%) encontram-se abaixo dos limites da legislação.
 - iv. No período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 21 concentrações para benzo[a]pireno, estando 6 (28.57%) destas acima da legislação, resultando em 15 (71.43%) concentrações abaixo da legislação.
 - v. Dentre o período temporal de 2012 (E.U. de 01/9/2012) até 2014 (E.U. até 31/8/2014), encontrou-se 6 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 3 (50.00%) destas acima da legislação, e 3 (50.00%) abaixo.
 - vi. No período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 16 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 7 (43.75%) destas, acima da legislação, resultando em 9 (56.25%) concentrações abaixo da legislação.

Quando relacionado aos limites permissíveis para concentrações de HPAs dentro do período temporal da legislação, o hábito de vida que apresentou maior concentração de benzo[a]pireno, foi pelágico no ano de 2005 e 2014, e demersal também no ano de 2014. Para a somatória dos 4 HPAs, se destacou, demersal em 2013.

Das 12 concentrações de benzo[a]pireno encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação. 4 (33.33%) foram para demersal. 4 (33.33%) bentopelágico, 3 (25%) para pelágico e 1 (8.33%) para pelágico-nerítico, não apresentando para hábito de vida epipelágico, concentrações acima do limite permissível pela legislação.

Das 10 concentrações para a somatória dos 4 HPAs encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação. 5 (50.00%) foram para o hábito de vida demersal. 2 (20.00%) para pelágico-nerítico. 2 (20.00%) bentopelágico e 1 (1.00%)

para pelágico, não apresentando para hábito de vida epipelágico, concentrações acima do limite permissível pela legislação.

4.6 Média da concentração de HPAs por Hábito alimentar (1982 – 2020)

- i. Do total de 71 concentrações encontradas na revisão sistemática para Média da concentração de HPAs por Hábito alimentar de benzo[a]pireno. 18 (25.35%) valores encontram-se acima da legislação, e 53 (74.65%) encontram-se abaixo para limite permissível pela legislação de consumo de peixes.
- ii. Do total de 57 concentrações para somatória dos 4 HPAs. 12 (21.05%) contêm valores acima do permissível pela legislação. e. respectivamente 45 (78.95%) das concentrações contêm valores em tecido muscular de peixes abaixo do permitido pela legislação Europeia.
- iii. Encontrou-se 42 concentrações para benzo[a]pireno do ano de 2002 até 2014 (E.U. até 31/8/2014), comparáveis com a legislação, onde: 7 (16.66%) contêm valores acima dos limites permissíveis de consumo de tecido de peixe fresco pela legislação Europeia. e. consequentemente. 35 (83.34%) encontram-se abaixo dos limites da legislação.
- iv. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 21 concentrações para benzo[a]pireno, estando 11 (52.38%) destas acima da legislação, resultando em 10 (47.62%) concentrações abaixo da legislação.
- v. Dentre o período temporal de 2012 (E.U. de 01/9/2012) até 2014 (E.U. até 31/8/2014), encontrou-se 2 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando as duas (100%) acima do permitido pela legislação.
- vi. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 17 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 10 (58.82%) destas, acima da legislação, resultando em 7 (41.18%) concentrações abaixo da legislação.

Para maiores médias para concentração de HPAs por hábito alimentar, segundo os limites permissíveis dentro do período temporal da legislação, destaca-se carnívoro para benzo[a]pireno aparecendo em 2005 e 2014. Especificamente para o ano de 2014 nota-se para benzo[a]pireno, altas concentrações encontradas para

detritívoro e herbívoro. Para a somatória dos 4 HPAs, destaca-se o hábito alimentar carnívoro em 2013.

Das 18 concentrações de benzo[a]pireno encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação para hábito alimentar. 6 (33.33%) foram para carnívoro. 4 (22.22%) para onívoro. 4 (22.22%) herbívoro. 2 (22.22%) detritívoro. 1 (5.55%) planctofago, apresentando para todos os hábitos alimentares, concentrações com limites acima do permissível pela legislação.

Das 12 concentrações para a somatória dos 4 HPAs encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação para hábito alimentar. 5 (41.66%) foram para carnívoro. 3 (25.00%) para herbívoro. 2 (16.66%) onívoro. 1 (8.33%) para planctofago. 1 (8.33%) para detritívoro, apresentando para todos os hábitos alimentares para a somatória dos 4 HPAs acima do limite permitido pela legislação.

4.7 Média da concentração de HPAs por Tipo de Ambiente (1982 – 2020)

Do total de 37 concentrações encontradas para a revisão sistemática para Média da concentração de HPAs por Tipo de Ambiente de benzo[a]pireno. 9 (24.32%) valores encontram-se acima da legislação, e 28 (75.68%) encontram-se abaixo para limite permitido pela legislação para de consumo de peixes.

- i. Do total de 17 concentrações encontradas na revisão sistemática para somatória dos 4 HPAs, 5 (29.41%) contêm valores acima do permitido pela legislação. e. respectivamente 12 (70.59%) das concentrações contêm valores em tecido muscular de peixes abaixo do permitido pela legislação Europeia.
- ii. Encontrou-se 12 concentrações para benzo[a]pireno do ano de 2002 até 2014 (E.U. até 31/8/2014), comparáveis com a legislação, onde: 5 (41.66%) contêm valores de acima dos limites permitidos de consumo de tecido de peixe fresco pela legislação Europeia. e. consequentemente. 7 (58.34%) encontram-se abaixo dos limites da legislação.
- iii. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 8 concentrações para benzo[a]pireno, estando 4 (50.00%) destas acima da legislação, consequentemente, metade (50.00%) abaixo.
- iv. Dentre o período temporal de 2012 (E.U. de 01/9/2012) até 2014 (E.U. até 31/8/2014), encontrou-se 2 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando uma (50.00%) acima e uma abaixo (50.00%) do permitido pela legislação.

- v. Dentre o período temporal de 2014 (E.U. a partir de 01/09/2014) até 2022, encontrou-se 8 concentrações para somatória dos 4 HPAs, estando 4 (50.00%) destas, acima da legislação, e metade (50.00%) abaixo.

Destaca-se o tipo de ambiente marinho em 2005, contendo a maior concentração de benzo[a]pireno dentro do limite permissível pela legislação, apresentando para a somatória dos 4 HPAs alta concentração no ano de 2013.

Das 9 concentrações de benzo[a]pireno encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação para tipo de ambiente. 5 (55.55%) foram para continental e 4 (44.44%) para marinho, apresentando concentrações com limites acima do permissível pela legislação para os dois tipos de ambiente.

Das 5 concentrações para a somatória dos 4 HPAs encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação para hábito alimentar segundo o tipo de análise estatística descritiva, 3 (60.00%) foram para marinho e 2 (40.00%) para continental, apresentando concentrações com limites acima do permitido pela legislação para os dois tipos de ambiente.

4.8 Compilação de resultados para limites de benzo[a]pireno e somatória dos 4 HPAs em comparação com os limites de consumo da legislação E.U. (1982 – 2020)

Tabela 7 - Análise específica do resultado para limites de benzo[a]pireno e Somatória dos 4 HPAs comparados com a legislação (E.U.) (1982 – 2020)

		Benzo[a]pireno	Σ4 HPA
Média das concentrações dos HPAs por espécie, hábito de vida, hábito alimentar, tipo de ambiente e localidade.	Total	196	178
	Acima	40 (20,41%)	31 (17,48%)
	Abaixo	156 (79,59%)	147 (82,58%)
Média da concentração de HPAs por Países	Total	35	31
	Acima	11 (31,42%)	8 (25,80%)
	Abaixo	24 (68,58%)	23 (74,20%)
Média da concentração de HPAs por Regiões	Total	76	64
	Acima	15 (19,37%)	13 (20,31%)
	Abaixo	61 (80,27%)	51 (79,69%)
Média da concentração de HPAs por Hábito de vida	Total	70	68
	Acima	12 (17,14%)	10 (14,70%)
	Abaixo	58 (82,86%)	58 (85,30%)

	Total	71	57
Média da concentração de HPAs por Hábito alimentar	Acima	18 (25,35%)	12 (21,05%)
	Abaixo	53 (74,65%)	45 (78,95%)
	Total	37	17
Média da concentração de HPAs por Tipo de Ambiente	Acima	9 (24,32%)	5 (29,41%)
	Abaixo	28 (75,68%)	12 (70,59%)

Fonte: Criado pelo autor, 2022

Realizou-se para a tabela 8, um compilado dos resultados das análises de concentrações de benzo[a]pireno e somatória dos 4 HPAs comparando-as com as concentrações permissíveis pela legislação Europeia dentre 1982 até 2020, conseguindo-se observar que dentro de todo o período temporal em todas as médias, o número total de concentrações abaixo do limite permissível é maior, consequentemente resultando em concentrações de tecido alimentar de peixes contendo HPAs dentro dos limites permissíveis da legislação.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo apresenta resultados das concentrações de HPAs em peixes avaliados em diversos estudos ao redor do mundo, evidenciando a contaminação dos peixes em ambientes continentais e marinhos. Esses resultados revelam o impacto ambiental dos HPAs nos ambientes aquáticos em diversas áreas do planeta, demonstrando que peixes contaminados por essas substâncias são consumidos diariamente pela população humana.

A Nigéria apresentou a maior quantidade de artigos publicados contendo HPAs para benzo[a]pireno e somatório dos 4 HPAs, sendo eles: ANYAKORAA *et al.*, 2005; OBIAKOR *et al.*, 2014; IWEGBUE *et al.*, 2015; OKO. 2017; TONGO *et al.*, 2017. Como destaque principal sobre a localização da Nigéria, as espécies pelágicas apresentaram as maiores concentrações de benzo[a]pireno, com um valor de 6780.00 µg/kg, e do somatório dos 4 HPAs, com um valor de 17860.250 µg/kg. De acordo com Anyakoraa *et al.* (2005), a exploração de petróleo bruto na região da Nigéria, juntamente com infiltrações de terminais de descarga de petróleo na região do Delta do Níger, pode ser a causa da ampla contaminação por essas substâncias no ambiente local. Os autores ainda ressaltam que a pesca é amplamente praticada nessa área e os peixes contaminados são consumidos por uma grande porcentagem da população.

Obiakor *et al.* (2014) abordam a preocupação com a saúde pública devido ao consumo de tecidos comestíveis de peixes na Nigéria, especificamente na região do rio Anambra. Eles mencionam que as concentrações de HPAs no ambiente aquático podem estar relacionadas à deposição atmosférica dos HPAs, devido à proximidade do rio com uma cidade densamente povoada e industrialmente ativa, além da produção de petróleo bruto local e atividades comerciais. Os autores destacam a necessidade de um monitoramento efetivo e contínuo das condições de qualidade dos ambientes aquáticos.

Tongo *et al.* (2017) realizou um estudo no rio Ovia, no sul da Nigéria, que apresentou poluição por HPAs em água potável, causando séria preocupação com a saúde da população local. Foram observadas concentrações de HPAs (benzo[a]pireno) acima do valor de referência da União Europeia, contaminando os organismos vivos presentes no rio e excedendo o limite de segurança recomendado para consumo humano de peixes. Além disso, o rio é importante ecologicamente e economicamente, servindo como fonte de recursos, pesca e alimento para as pessoas da comunidade local. O autor destaca a necessidade de vigilância e monitoramento regulares dos HPAs no corpo d'água, que são imperativos para mitigar os riscos à saúde local.

Chukwujindu *et al.* (2014) realizaram um estudo adquirindo peixes em um mercado local na região de Delta State, na Nigéria. Nesta região, o benzo[a]pireno foi encontrado em 23% das amostras de peixes analisadas, apresentando concentrações acima do limite permitido da União Europeia de 2.0 µg/kg, o que indica que todas as espécies populares de peixes consumidas na Nigéria contêm HPAs acima das concentrações permitidas pela União Europeia.

Por outro lado, Oko (2017) realizou seu estudo na Nigéria, coletando amostras em diversas regiões (Jalingo, Lafia, Lokoja, Makurdi e Wukari). Em suas análises, foi encontrado benzo[a]pireno juntamente com a soma das concentrações de 4 HPAs em todas as amostras, os quais estavam abaixo dos limites estabelecidos pela Food Standard Agency (2 µg/kg e 12 µg/kg). Em relação ao Irã, foram encontrados 4 documentos (AL-HASSAN *et al.*, (2005); MASHROOFEH *et al.*, (2015); MONICH *et al.*, (2014); NNAJI *et al.*, (2018)).

No estudo de Al-hassan *et al.*, (2005), foi observada uma grande ingestão de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs) pela população do Golfo da Arábia. As concentrações de HPAs foram encontradas em tecidos comestíveis de peixes

comercialmente populares para o consumo na região. O autor mencionou que o padrão de HPAs foi dominado pela predominância de compostos de alto peso molecular. No entanto, os níveis de exposição aos HPAs pelo consumo de peixes no ambiente do norte do Golfo Árabe, particularmente no Kuwait, não representam um risco para a saúde, pois estão abaixo da dose de referência estabelecida pela lei da União Europeia. Em seu estudo no Irã, Mashroofeh *et al.*, (2015) encontraram níveis significativamente altos de HPAs pesados (4 anéis) nos peixes analisados, revelando um acúmulo diferencial dos HPAs estudados nos tecidos musculares.

Monich *et al.* (2014) concluíram em seu estudo que contaminantes contendo HPAs são trazidos para o estuário estudado através de sedimentos em suspensão e outras partículas orgânicas. Eles destacaram a importância de seu estudo ao observar que as concentrações de HPAs nos peixes são fortemente afetadas pelo nível trófico e pelos hábitos alimentares. Além disso, os resultados mostraram que os peixes bentônicos estão expostos aos HPAs associados ao sedimento. Os autores concluíram que indivíduos que consomem peixes coletados na área de estudo devem evitar o consumo de quantidades excessivas devido à ocorrência de HPAs.

Os autores Nnaji *et al.* (2018), tendo realizado seus estudos no Golfo Pérsico, mencionam as espécies de peixes bentônicos em potencial contato com sedimentos contaminados como as espécies com maiores riscos associados ao consumo, especialmente para pessoas suscetíveis, como crianças, uma vez que essas espécies apresentaram maiores níveis de HPAs, que ultrapassaram os limites internacionais recomendados.

Segundo os resultados dos hábitos alimentares das espécies de peixes estudadas nos 41 arquivos elegíveis para esta revisão sistemática, nota-se que os hábitos alimentares carnívoro e onívoro foram os mais encontrados. Segundo os autores Barroso (2010), Payne *et al.* (1992) e Smith *et al.* (2006), o acúmulo de HPAs em peixes pode ser afetado pela distribuição dos contaminantes nos sistemas aquáticos. Assim, ao consumir outros organismos contaminados, os peixes sofrem os processos de biomagnificação trófica, além de estarem em contato direto com o ambiente contaminado.

Em relação ao habitat dos peixes, dos 41 estudos incluídos nesta revisão sistemática, observa-se que os peixes de fundo (demersais) e bentopelágicos apresentaram as maiores concentrações de HPAs, com valores acima dos limites permissíveis pela legislação europeia. Esse fato pode ser explicado por Barroso

(2010) e Smith *et al.* (2006), que apontam que, quando os HPAs são introduzidos no ambiente aquático, eles podem sofrer particionamento, sendo os HPAs de baixo peso molecular com maiores pressões de vapor tendem a se volatilizar, enquanto os HPAs menos voláteis e mais solúveis (como os 4 HPAs em questão) tendem a ser adsorvidos ao material particulado e depositados no sedimento ao fundo.

Segundo Harvey (1997), os HPAs são influenciados por diversas fontes em diferentes tipos de ambientes, incluindo efluentes industriais e domésticos, deposição atmosférica, escoamento superficial e subterrâneo. Esses fatores específicos de poluição são encontrados em cada localidade e podem potencializar a concentração de HPAs, especialmente em áreas próximas a locais urbanos ou industriais com maior contaminação. Devido à sua estrutura molecular específica, os HPAs podem apresentar alta volatilidade, permitindo que eles atinjam locais distantes e, consequentemente, sejam ingeridos pelo ser humano.

Verifica-se, segundo o relatório da FAO (Food and Agriculture Organization) (2020) em "The State of World Fisheries and Aquaculture", que a pesca tem sido a principal fonte de alimento disponível para consumo humano em nível global, fornecendo nutrição e insumo alimentar para diversas famílias que se beneficiam da pesca como fonte de renda e do pescado como fonte de alimento principal. Isso demonstra o papel significativo e crescente da pesca no fornecimento de alimentos, nutrição e emprego. O relatório da FAO também destaca a importância de levar em consideração a qualidade do insumo a ser consumido para garantir a melhoria na segurança alimentar e nutricional, enquanto ocorrem os impactos nos ecossistemas de apoio. Os peixes e produtos da pesca são reconhecidos como alguns dos alimentos mais saudáveis do planeta e menos impactantes no ambiente natural. Por essas razões, é importante desenvolver estratégias nacionais, regionais e globais de segurança alimentar e nutrição para garantir a eliminação da fome e da desnutrição.

Com o aumento da exposição humana aos HPAs, evidencia-se a necessidade de realizar mais estudos para delinear a extensão da exposição humana em relação ao consumo de peixes. O monitoramento contínuo da presença e concentrações dos HPAs em todo o mundo é essencial para determinar mudanças e variações na saúde ambiental, pois essa é uma questão de alto impacto que ameaça ecossistemas inteiros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se uma escassez de estudos para a região ocidental, enquanto a região oriental contou com um maior número de localidades estudadas, com destaque para Nigéria e China, além de uma maior concentração de arquivos disponíveis. Dos arquivos selecionados para esta revisão, a maioria das concentrações de HPAs se encontrou dentro dos limites permissíveis para consumo humano, representando um valor percentual total de 79,49% para benzo[a]pireno e de 82,86% para a somatória dos 4 HPAs. Tanto as análises parciais de benzo[a]pireno quanto de somatória dos 4 HPAs para as diferentes alterações da legislação, nas regiões e países analisados, indicaram que os percentuais se mantiveram abaixo dos níveis permitidos para consumo segundo a legislação em questão

Dentro de todas as análises específicas dos períodos de alterações das legislações para as regiões, assim como para os países analisados, as porcentagens para as concentrações, tanto de benzo[a]pireno quanto para somatória dos 4 HPAs, encontram-se abaixo dos limites da legislação.

A média de concentração de HPAs por hábito de vida, realizada para todos os valores analisados dentro dos respectivos períodos temporais das legislações, mostrou-se dentro do permitido pelas legislações, exceto para a somatória dos 4 HPAs no período de 2012 a 2014, que apresentou concentrações acima da legislação em metade dos casos. Já para a média de concentração de HPAs por hábito alimentar e tipo de ambiente, as análises indicaram que todos os valores se encontraram dentro dos limites permitidos pelas legislações, exceto no período de 2012 a 2014 para a somatória dos 4 HPAs.

Para a média da concentração de HPAs por hábito alimentar, hábito de vida e tipo de ambiente, conclui-se que, para todos os valores analisados dentro dos respectivos períodos temporais das legislações, tanto para benzo[a]pireno, quanto para a somatória dos 4 HPAs, encontram-se dentro do permitido pelas legislações, com exceção ao período temporal de 2012 (E.U. de 01/9/2012) até 2014 (E.U. até 31/8/2014).

Constatou-se que os hábitos de vida demersal, pelágico e bentopelágico apresentaram, com maior frequência, concentrações acima do permitido pela legislação para o benzo[a]pireno, enquanto o hábito demersal destacou-se para a somatória dos 4 HPAs. Devido à maior frequência dos hábitos alimentares de peixes

que vivem em regiões profundas, conclui-se que estes estão mais expostos a uma maior concentração de HPAs devido à deposição de matéria orgânica.

Das concentrações de benzo[a]pireno encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação para hábito alimentar, destaca-se o hábito alimentar carnívoro como o de maior ocorrência acima da legislação, assim como também para a somatória dos 4 HPAs. Consequentemente, conclui-se que o hábito alimentar carnívoro é mais propenso a reter concentrações de HPAs devido à necessidade de alimentar-se de outros seres vivos, os quais podem bioacumular disponibilidade indireta de HPAs em seu tecido muscular, aumentando assim as concentrações de HPAs em seu organismo.

Para as concentrações de benzo[a]pireno e a somatória dos 4 HPAs encontradas com valores acima do limite permissível pela legislação para tipo de ambiente, houve um número de ocorrências próximas tanto para ambientes continentais quanto marinhos. Destaca-se que dentro do tipo de ambiente marinho, foram encontradas maiores concentrações de HPAs tanto para benzo[a]pireno quanto para a somatória dos 4 HPAs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 10520:2002. Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação.

ABNT NBR 14724:2011. que especifica os princípios gerais para a elaboração de trabalhos acadêmicos.

ABNT NBR 6024:2012. Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento escrito – Apresentação.

ABNT NBR 6027:2012. Informação e documentação – Sumário – Apresentação.

ABNT NBR 6028:2003. Informação e documentação – Resumo – Procedimento.

ABNT NBR 6034:2004. Informação e documentação – Índice – Apresentação.

AFZAL. M; RAO. C. V. N; FAYAD. S. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (HPAs) and Aliphatic Hydrocarbons (HPAs) in Edible Fish from the Arabian Gulf.** Bull. Environ. Bull. Environ. Contam. Toxicol. v. 70. p. 205–212. 2003.

AL-HASSAN. J. M; AFZAL. M; RAO. C. V. N; FAYAD. S. **Polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) and aliphatic hydrocarbons (AHs) in edible fish from the**

Arabian gulf. Accelerating the world's research. Journal of Food. Agriculture & Environment v. 7. n. 1. p. 9-15 2003.

AL-SALEH. I; AL-DOUSH I. **Gas chromatography-mass spectrometric determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in five species of fish from three sites in the Arabian Gulf.** International Journal of Environmental Health Research. v. 12. p. 193–200. 2002. ISSN: 0960-3123.

ANNIBAL D.; PEREIRA N.C.; MOREIRA E.X.; GRACIELA A.F.; ANABELA F.S.; BAREK O.; **Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica.** Revista Quím. DOI:10.1590/S0100-40422000000600010. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/5nRS3W39cCpVXcc8vYM5gtJ/?lang=pt>. Acesso em 23 jul. 2021.

ANYAKORA. C; OGBECHE. A; PALMER. P; COKER. H. **Determination of polynuclear aromatic hydrocarbons in marine samples of Siokolo Fishing Settlement.** Journal of Chromatography A. v. 1073. p. 323–330. 2005.

ANYAKORAA. C.; OGBECHEA. A. P.; COKERA P. H. **Determination of polynuclear aromatic hydrocarbons in marine samples of Siokolo Fishing Settlement.** Journal of Chromatography A. v.1073. p.323–330. 2005. DOI: 10.1016/j.chroma.2004.10.014. ATSDR. **Toxicidade de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs): efeitos na saúde associados à exposição a HPA.** Medicina Ambiental: Educação em saúde ambiental. 2016.

BARROSO. H. S. **Hidrocarnobetos policíclicos aromaticos (HPAs) em organismos marinhos da Baía do Almirantado. Península Antártica.** Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da universidade de São Paulo. 2010.

BRASIL. **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA.** Instituto Nacional de Câncer. INCA. Official Website. 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/poluentes/hidrocarbonetos-policiclicos-aromaticos-hpa>. Acesso em 20. Jul. 2021.

CARUSO M.S.F.; Alaburda J. **Polycyclclic aromatic hydrocarbons - benzo (a)pyrene: a review.** v.67 n.1. SCIELO. São Paulo. 2008. Disponível em: http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552008000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 20 jul. 2021.

- CARUSO M.S.F.; **Alaburda J. Polycyclic aromatic hydrocarbons - benzo (a) pyrene: a review.** v.67 n.1. São Paulo. 2008. Disponível em: http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552008000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 20 jul. 2021.
- CETESB. **HPAs - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.** CETESB. Official Website. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2018/07/HPAs-Hidrocarbonetos-Polic%C3%ADclicos-Arom%C3%A1ticos.pdf>. Acesso em 6 jun. 2022.
- CHENG. Z; MO. W. Y; LAM. C. L; CHOI. W. M; WONG. M. H. **Replacing fish meal by food waste to produce lower trophic level fish containing acceptable levels of polycyclic aromatic hydrocarbons: Health risk assessments.** Science of the Total Environment. v. 523. p. 253–261. 2015.
- CHEUNG. K. C; LEUNG. H. M; KONG. K. Y; WONG. M. H. **Residual levels of DDTs and HPAs in freshwater and marine fish from Hong Kong markets and their health risk assessment.** Chemosphere v. 66. p. 460–468. 2007.
- CIRILLOV. T; VISCARDIE. V; FASANO. E; FARINA. A; **Polychlorinated Biphenyls. Organochlorine Pesticides. and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Wild. Farmed. and Frozen Marine Seafood Marketed in Campania. Italy.** Journal of Food Protection. 2009.
- Conte, F.; Copat, C.; Longo, S.; Conti, G.O.; Grasso, A.; Arena, G.; Dimartino, A.; Brundo, M.V.; Ferrante, M. **Polycyclic aromatic hydrocarbons in *Halotis tuberculata* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Gastropoda): Considerations on food safety and source investigation.** Food and Chemical Toxicology v. 94, p. 57–63. 2016
- CORDEIRO. L.H. **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromomáticos nos Sedimentos do Estuário da Laguna dos Patos.** RS. Rio Grande. Dissertação de Mestrado. 117 p. Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Física. Química e Geológica. Laboratório de Oceanografia Geológica. Fundação da Universidade de Rio Grande. 2003.
- DHANANJAYAN. V. MURALIDHARAN. S. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Various Species of Fishes from Mumbai Harbour. India. and Their Dietary Intake Concentration to Human.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition. v. 2012. p. 6. 2012.

DIPPLE. A. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Carcinogenesis. Hidrocarbonetos policíclicos e carcinogênese.** Série de Simpósio ACS. 283. American Chemical Society. pp. 1-17. DOI:10.1021 / bk-1985-0283.ch001. ISBN 978-0-8412-0924-4. 1985

EKERE. N. R; YAKUBU. N.M; OPARANOZIE T; IHEDIOHA J.N.**Benue Levels and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in water and fish of Rivers Niger and Benue confluence.** Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2019.

EU. **Commission Regulation (E.U.). No 835/2011. Amending Regulation (EC). No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs.** European Union. Official Journal of European Union L214/5 835/2011. 2011. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:215:0004:0008>. Acesso em 20 Jul. 2021.

EU. **No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.** Official Journal L 364 of 20.12.2006. European Union Commission Regulation, 2006.

FAO. **Preamble and annexes, 2000. Codex general standard for contaminants and toxins in food.** CODEX-STAN 193–1995 (Rev.1-1997) Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Roma, Italia. 2000.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals.** Rome., CC BY-NC-S. Nature and Resources. Rome. 2018.

FAO. **The state of World Fisheries And Aquaculture: Sustainability in action.** Food and agriculture Organization of the United Nations. 2020.

FENG. X. PISULA. W.M.. KLAUS. **Grandes hidrocarbonetos policíclicos aromáticos: Síntese e organização.** Discótica - Química pura e aplicada. 81 (2): 2203–2224.

FISHBASE. **Glossário. informações e nomes científicos.** Fishbase. Oficial Website. 2022. Disponível em: <https://www.fishbase.se/search.php>. Acesso em 29 mar. 2022.

FREITAS. T; AZEVEDO. D. A; FRANCISCO R. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fishes and Sediments from the Guanabara Bay. Brazil.** Environmental Forensics. Brazil. n. 8. p. 257–264. 2007. ISSN:1527-5922.

HABIBULLAH-AL-MAMUN. M; AHMED. M. K; ISLAM. M. S; TOKUMURA. M; **Masunaga. Shigeki Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) in commonly consumed seafood from coastal areas of Bangladesh and associated human health implications.** Environmental Geochemistry and Health. v. 41. p. 1105–1121. 2019.

HARVEY. R.G. **Polycyclic aromatic hydrocarbons.** Willey-VCH. New York. Chichester. Weinheim. Brisbane. Singapore. Toronto. 1997.

HARVEY. R.G. **Química Ambiental dos HPAs. HPAs e compostos relacionados: Química.** The Handbook of Environmental Chemistry. Springer. pp. 1-54. ISBN 9783540496977. 1998.

HONÓRIO, F. S.; FERREIRA, L. R. **Consequências dos vazamentos de petróleo no mar.** Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS. 2022. Disponível em: <http://ric-cps.eastus2.cloudapp.azure.com/handle/123456789/9941>. Acesso em 3 jan. 2023

ITOPF. 2019. **Oil Tanker Spill Statistics.** ITOF ORG. Official Website. 2019. Disponível em: <https://www.itopf.org/news-events/news/2019-oil-tanker-spill-statistics-published/#:~:text=In%202019%2C%20one%20large%20spill.in%20the%20last%20of%20decades>. Acesso em 24 mai. 2022.

IWEGBUE C. M. A.; IWEGBUE. G. O.; TESI LORETTA C.; FRANCISCA I.; BASSEY F. O.; NWADUKWE. B. S. **Concentrations and Profiles of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Some Popular Fish Species in Nigeria.** Journal of Food Protection. v.78. n.3. p. 554–560. 2015.

IWEGBUE. C. M. A; TESI. G. O; OVERAH. L. C; BASSEY. F. I; NWADUKWE. F. O; Martincigh. Bice S. **Concentrations and Profiles of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Some Popular Fish Species in Nigeria.** Journal of Food Protection. v. 78. n. 3. p. 554–560. 2015.

LAPES. **Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software - LAPES.** Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR. 2021. Disponível em: <http://www2.dc.ufscar.br/~lapes/>. Acesso em 23 jul. 2021.

LIANG. Y; TSE. M. F; YOUNG. L; WONG. M. H. **Distribution patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) in the sediments and fish at Mai Po Marshes Nature Reserve.** Hong Kong. Water research. v. 41. p. 1303–1311. 2007.

- MALIK. A; OJHA. Ã; PRIYANKA. SINGH. Ã; KUNWAR. P; **Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Edible Fish from Gomti River.** Bull Environ Contam Toxicol. India. v. 80. p.134–138. 2008.
- MARTORELL. I; PERELL. G; MARTCID. R; CASTELL. V; LLOBET. J. M; DOMINGO. J. L. **Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia. Spain: Temporal trend.** Environment International v. 36. p. 424–432. 2010.
- MASHROOFEH. A; BAKHTIARI. A. R; POURKAZEMI. M. **Distribution and composition pattern of polycyclic aromatic hydrocarbons in different tissues of sturgeons collected from Iranian coastline of the Caspian Sea.** Chemosphere. Chemosphere. v. 120. p. 575–583. 2015.
- Mckenzie M.J.; Bossuyt J.E.; Boutron P.M.I.; Hoffmann T.C.; Mulrow C.D.; *et al.,*. **The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.** BMJ. DOI: 10.1136/bmj.n71. 2020.
- MENDELEY. **Mendeley brings your research to life. so you can make an impact on tomorrow.** Mendeley Official Website. 2021. Disponível em: <https://www.mendeley.com/download-desktop-new/>. Acesso em 23 jul. 2021.
- MICROSOFT. **Microsoft 365: se você precisa do Office, armazenamento em nuvem ou fazer videochamadas, nós temos o plano certo para sua empresa.** Microsoft 365, Website. 2022. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/business/compare-all-microsoft-365-business-products>. Acesso em 27 dez. 2022
- MOHER. D; SHAMSEER. L; CLARKE. M; GHERSI. D; LIBERATI. A; PETTICREW. M; SHEKELLE. P; L. **Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement.** A Stewart & PRISMA-P Group. Systematic Reviews v.4. n.1. 2015. Disponível em: <https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-4053-4-1>. Acesso em 12 set. 2022
- MONIKH. A; KHOEI. K. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Levels in Sediment. Benthic. Benthopelagic and Pelagic Fish Species from the Persian Gulf.** Environmental Pollution. Res. v. 8. n. 3. p. 839-848. 2014. ISSN: 1735-6865.
- MORALEDA. N; CARRASSAN. M; ROSELL. A. **Polycyclic aromatic hydrocarbons. polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in European hake**

(Merluccius merluccius) muscle from the Western Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin. Marine Pollution Bulletin. v. 95. p. 513–519. 2015.

MZOUGH. N; CHOUBA. L; LESPE. G. **Assessment of Total Aromatic Hydrocarbons. Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Sediment and Fish from the Gulf of Tunis Assessment of Total Aromatic Hydrocarbons. Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Sediment a Soil and Sediment Contamination.** Soil and Sediment Contamination. 2010. ISSN: 1532-0383.

NASCIMENTO, R. C. M.; SOUSAI, F. V.; VICENTE, C. P.; CATOJO, A. M. Z. DERRAMAMENTO DE ÓLEO NA ZONA COSTEIRA DO BRASIL: UMA ANÁLISE DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MARINHAS. **Journal of Integrated Coastal Zone Management (2022) n. 2, v. 22, p. 117-126.** 2022. ISSN 1646-8872.

Nasher, E.; Heng, L.Y.; Zakaria, Z.; Surif, S.; **Health risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons through aquaculture fish consumption, Malaysia.** Environmental Forensics v.17, p. 97–106. 2016.

NASHER. E; HENG. L. Y; ZAKARIA. Z; SURIF. S. **Health risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons through aquaculture fish consumption. Malaysia.** Environmental Forensics. v. 17. n. 1. p. 97–106. 2016. ISSN: 1527-5922.

NASR. I. N; ARIEF. M. H; ABDEL-ALEEM. A. H; MALHAT. F. M. **Polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) in aquatic environment at El Menofiya governorate. Egypt.** Journal of Applied Sciences Research. v. 6. n. 1. p. 13-21. 2010.

NYARKO. E; BOTWE. B. O; KLUBI. E. **Polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) levels in two commercially important fish species from the coastal waters of Ghana and their carcinogenic hialita risks.** West African Journal of Applied Ecology. v.19. 2012.

OBIAKOR J. C.; OKONKWO C. D.; EZEONYEJIAKU C. N.; **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (HPAs) in Freshwater Media: Factorial Effects and Human Dietary Exposure Risk Assessment.** School of Environmental and Rural Science. Resources and Environment v.4. n.6. p. 247-259. 2014.

OBIAKOR. M. O; OKONKWO. J. C; EZEONYEJIAKU. C. D; OKONKWO. C. N. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (HPAs) in Freshwater Media : Factorial Effects and Human Dietary Exposure Risk Assessment.** Resources and Environment. 2014.

OHIOZEBAU. E; TENDLER. B; CODLING. G; KELLY. E; GIESY. J. P; JONES. P. D. **Potential health risks posed by polycyclic aromatic hydrocarbons in muscle tissues of fishes from the Athabasca and Slave Rivers.** Canada. Environ Geochem Health. v. 39. p. 139–160. 2017.

OKO. O. J. **Polycyclic aromatic hydrocarbons content in smoked fish and meat products from north-central and north-eastern nigeria.** Department of pure and industrial chemistry faculty of physical sciences university of nigeria Nsukka. 2017.

OKO. O.J. **POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS CONTENT IN SMOKED FISH AND MEAT PRODUCTS FROM NORTH-CENTRAL AND NORTH-EASTERN NIGERIA. DEPARTMENT OF PURE AND INDUSTRIAL CHEMISTRY FACULTY OF PHYSICAL SCIENCES UNIVERSITY OF NIGERIA NSUKKA.** Thesis. 2017.

OKPASHI. V. E; OGUGUA. V. N; UBANI. C. S; JULIET. N. O. **An Evaluation of Contaminant Body Burdens in Selected Fish Species.** Associating Toxicity to Upgrade the Hazard Assessment Jordan Journal of Biological Sciences. v. 11. n. 2. p. 171 - 177. 2018. ISSN 1995-6673.

OLIVA. A. L; COLLA. N. S; ARIAS. A. H. BLASINA. G. E; CAZORLA. A. L; MARCOVECCHIO. J. E. **Distribution and human health risk assessment of HPAs in four fish species from a SW Atlantic estuary.** Science of the Total Environment. v. 24. p. 18979–18990. 2017.

ORONY. D. N.A; LALAH. J. O; JONDIKO. I. O. **Determination of Carcinogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (HPAs). Aflatoxins. and Nitrosamines in Processed Fish from the Winam Gulf Area of Kenya and Estimated Potential Exposure in Human.** Polycyclic Aromatic Compounds. v. 36. n. 4. p. 295-317. 2016. ISSN: 1040-6638.

PAYNE. J.R; CLAYTON. J.R; MCNABB. G.D; **Oiweathering fate and behavior: model prediction and field observation. Proceeding od 1991.** internatioanl oil spill conference. american petroleum institutde. Whashiungton. DC. 1992.

PAZ, *et al.* **Bioacumulação e Biomagnificação.** IO, USP, Website. 2022. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/oceanos/textos/antartida/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao.html>. Acesso em 26 dez. 2022

PERUGINI. M; VISCIANO. P; MANERA. M; TURNO. G; LUCISANO. A; AMORENA. M. **Polycyclic aromatic hydrocarbons in marine organisms from the Gulf of Naples. Tyrrhenian Sea.** J. Agric. Food Chem. v. 55. p. 2049-2054. 2007.

PRISMA. **Welcome to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) website**. TRANSPARENT REPORTING of SYSTEMATIC REVIEWS and META-ANALYSES. 2021. Disponível em: <http://www.prisma-statement.org/>. Acesso em 23 jul. 2021.

RAINIO. K; LINKO. R. R; RUOTSILA. L. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Mussel and Fish from the Finnish Archipelago Sea**. Bull. Environ. Contam. Toxicol. v. 37. p. 37-343. 1986.

Ranjbar Jafarabadi, A.c Riyahi Bakhtiari, A. 2016. Yaghoobi, Z. 2016. Kong Yap, C. 2016. Maisano, M. 2016. Cappello, T. 2016. **Distributions and compositional patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their derivatives in three edible fishes from Kharg coral Island, Persian Gulf, Iran**. Chemosphere v. 215, p. 835–845. 2019.

RASCAN. ANDRAS J; AZZOUZ. A; BALLESTEROS. E. **Trace level determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in raw and processed meat and fish products from European markets by GC-MS**. Food Control. v. 101. p. 198–208. 2019.

SAMPAIO R.F.; MANCINI M.C. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica**. Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional. Escola de Educação didática. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. MG – Brasil. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfis/a/79nG9Vk3syHhnSgY7VsB6jG/?lang=pt>. Acesso em 20 Jul. 2021.

SAPOZHNIKOVA. Y; LEHOTAY. S. J. **Multi-class. multi-residue analysis of pesticides. polychlorinated biphenyls. polycyclic aromatic hydrocarbons. polybrominated diphenyl ethers and novel flame retardants in fish using fast. low-pressure gas chromatography-tandem mass spectrometry**. Polycyclic Aromatic Compounds. v.23. n.23. p.15. 2013.

SMITH. E.L; ROWLAND. R.S; GALLOWAY. T.S; SCARLETT. A. **Potencial ecological effects of chemically dispersed and biodegradaded oil. Evaluation of components and concentration relevant to policy decisions**. Maritime and coast Guard Agency. UK. Repotr. n. 562. 2006.

SOLTANI. N; MOORE. F; KESHAVARZI. B; SOROOSHIAN. A; JAVID. R. **Potentially toxic elements (PTEs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) in fish and**

prawn in the Persian Gulf. Iran. Ecotoxicology and Environmental Safety. v. 173. p. 251–265. 2019. DOI.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.005.

SOUSA M.R.; RIBEIRO A.L.P. **Revisão sistemática e meta-análise de estudos de diagnóstico e prognóstico: um tutorial.** Cardiol. v.92 n.3. São Paulo 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/fM7by9YHVXjb3GbdnnMcdJv/?lang=pt>. Acesso em 20 jul. 2021.

START. **State of The Art Though Systematic Review** v. 3.3. Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR. 2021. Disponível em: <https://www.lapes.dc.ufscar.br>. Acesso em 23 jul. 2021.

TIEN. C; WANG. Z; CHEN. C. S. **Microplastics in water. sediment and fish from the Fengshan River system: Relationship to aquatic factors and accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons by fish.** Environmental Pollution. v. 265. p. 114-962. 2020. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114962

TONGO I.; EZEMONYE L.; AKPEH K. **Levels. distribution and characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (HPAs) in Ovia river. Southern Nigeria.** Journal of Environmental Chemical Engineering. v.5. n.1. p.504-512. 2017. DOI.org/10.1016/j.jece.2016.12.035

TONGO. I; EZEMONYE. L; AKPEH. A. **Kingsley Levels. distribution and characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (HPAs) in Ovia river. Southern Nigeria.** Journal of Environmental Chemical Engineering. v. 5. p. 504–512. 2017.

UFPR. **Universidade Federal do Paraná.** UFPR – Universidade Federal do Paraná. Portal do Governo Brasileiro. Official Website. 2021. Disponível em: <https://www.ufpr.br/portalufpr/>. Acesso em 27 jul. 2021.

UNISANTA. **Quero ser Unisanta.** UNISANTA - Universidade Santa Cecília Official Website. 2021. Disponível em: <https://www.unisanta.br/>. Acesso em 27 jul. 2021.

USEPA. **16 Priority HPAs. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA).** Fact Sheet U.S. EPA. 2013. Disponível em: <http://www.epa.gov/>. Acesso 20 jul. 2021.

VASSILAROS. D. L; STOKER. P. W; BOOTH. G. M; LEE. M. L. **Capillary Gas Chromatographic Determination of Polycyclic Aromatic Compounds in Vertebrate Fish Tissue.** Anal. Chem. v.54. n.1. p.106-112. 1982.

- VINE R. GOOGLE. **Google Scholar Free Website**. PMC – US National Library. National Institute of Health. 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1324783/>. Acesso em 27 jul. 2021
- VISCIANO. P; PERUGINI. M; AMORENA. M; IANIERI. A. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fresh and Cold-Smoked Atlantic Salmon Fillets**. Journal of Food Protection. v. 69. n. 5. p. 1134–1138. 2006.
- WANG. H. S; MAN. Y. B; WU. F. Y; ZHAO. Y. G; WONG. C. K.C; WONG. M. H. **Oral bioaccessibility of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (HPAs) through fish consumption based on an in vitro digestion model**. J. Agric. Food Chem. J. Agric. Food Chem. v. 58. p. 11517–11524. 2018.
- XU. F. L; WU. W. J; WANG. J. J; QIN. N; WANG. Y; HE. Q. S; HE. W; TAO. S. **Residual levels and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in freshwater fishes from Lake Small Bai-Yang-Dian. Northern China**. Ecological Modelling v. 222. p. 275–286. 2011. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2010.10.001.
- YANG, J.; WAN, J.; MA, Y.; ZHANG, J.; HU, Y. – Characterization analysis and identification of common marine oil spill types using hyperspectral remote sensing. **International Journal of Remote Sensing**, n. 41, v. 18, p. 7163–7185. 2020. DOI:10.1080/01431161.2020.1754496.
- ZACHARIAS, D. C.; GAMA, C. M.; FORNARO, A. Mysterious oil spill on Brazilian coast: Analysis and estimates. **Marine Pollution Bulletin**, n.1, v. 165, p. 112-125. 2021. DOI:112125.
- ZELINKOVA Z.; WENZL T. **The Occurrence of 16 EPA HPAs in Food – A Review. Polycyclic Aromatic Compounds**. Taylor & Francis Group. DOI: 10.1080/10406638.2014.918550. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10406638.2014.918550>. Acesso em 20 jul. 2021.
- ZHAO. Z; ZHANG. L; CAI. Y; CHEN. Y. **Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) residues in several tissues of edible fishes from the largest freshwater lake in China. Poyang Lake and associated human health risk assessment**. Ecotoxicology and Environmental Safety. v. 104. p. 323–331. 2014.

APÊNDICE

Tabela 7 - Dados das concentrações dos HPAs em tecidos frescos, extraídos dos 41 arquivos selecionados para esta revisão sistemática. Os dados estão representados por: Ano, Países e Região, espécie, hábito de vida, n amostral de peixes, médias para concentrações dos 4 HPAs (Benzo[a]pireno, Criseno, benzo[b]fluoranteno e benzo[a]pireno) e/ou a média da somatória ($\pm$ Desvio Padrão) dos 4 HPAs ($\mu\text{g/kg}$), assim como os limites estabelecidos para a E.U. (União Europeia) para consumo humano

Ano & Países/Região	Espécie	Hábito de vida	Hábito Alimentar	Tipo de Ambiente	n	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzoantraceno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Criseno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[b]fluoranteno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[a]pireno [$\mu\text{g/kg}$]	Média de Σ 4HPA [$\mu\text{g/kg}$]
1982										
Estados Unidos¹										
Columbia	<i>Bullhead Catfish</i>	Demersal	C	M	2	-	400.000	369.458	453.939	-
1986										
Finlândia²										
Mar do Arquipélago	<i>Burbot</i>	Demersal	D	M	1	3.000	3.000	0.000	0.000	6.000 $\pm$ 1.732
	<i>Pike-perch</i>	Pelágico	C	M	1	15.000	15.000	0.000	0.000	30.000 $\pm$ 8.660
2002										
Arábia Saudita³										
Golfo da Arábia	<i>Acanthoparagus bifasciatus</i>	Bentopelágico	O	M	8	7.260 $\pm$ 3.330	4.990 $\pm$ 2.345	7.840 $\pm$ 7.433	-	-
	<i>Epinephelus tauvina</i>	Epipelágico	C	M	12	3.890 $\pm$ 1.960	1.820 $\pm$ 0.063	0.550 $\pm$ 1.934	-	-
	<i>Lethrinus miniatus</i>	Epipelágico	O	M	10	6.630 $\pm$ 3.265	1.100 $\pm$ 2.030	6.140 $\pm$ 8.906	-	-
	<i>Siganus canaliculatus</i>	Epipelágico	H	M	12	8.310 $\pm$ 11.354	0.180 $\pm$ 0.268	2.700 $\pm$ 1.971	-	-

2003										
Kuwait⁴										
Golfo da Arábia	<i>Epenephe- lus Taufina</i>	Epipel- ágico	C	C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	<i>Epinephelus areolatus</i>	Epipel- ágico	C	C	1	0.000	2.700	0.000	0.000	2.700±1. 350
	<i>Hilsa Ilisha</i>	Pelági co- nerítico	H	C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	<i>Liza Subviridis</i>	Deme- rsal	H	C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	<i>Otolithes argenteus</i>	Bento pelági co	O	C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	<i>Pampus argenteus</i>	Bento pelági co	H	C	2	0.155±0.219	0.180±0.254	0.250±0.353	0.360	0.945±0. 092
	<i>Pomadasys Kaakan</i>	Epipel- ágico	C	C	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0. 000
2005										
Iran⁵										
Golfo da Arábia	<i>Hilsa shad</i>	Pelági co- nerítico	O	M	3	0.000	4.600	-	-	-
	<i>Javelin grunter</i>	Pelági co	C	M	6	0.000	1.000	-	-	-
	<i>Klunzinger's mullet</i>	Pelági co	H	M	3	0.000	0.000	-	-	-
	<i>Nile tilapia</i>	Bento pelági co	O	M	6	0.000	6.300	-	-	-

	<i>Orange-spotted grouper</i>	Pelágico	C	M	6	0.000	0.700	-	-	-
	<i>Sibaity seabream</i>	Demersal	C	M	3	0.000	0.000	-	-	-
	<i>Silver pomfret</i>	Bentopelágico	C	M	6	0.000	3.200	-	-	-
	<i>Tigertooth croaker</i>	Pelágico	C	M	6	0.000	1.100	-	-	-
	<i>Yellowfin seabream</i>	Demersal	C	M	6	0.400	7.100	-	-	-
Nigéria⁶										
Niger Delta	<i>Pseudomonas elongatus</i>	Pelágico	C	M	1	1.790.000	2.790.000	6.500.000	6.780.000	17860.000±2547.005
2006										
Noruega⁷										
O Mar Irlandês	<i>Salmo salar</i>	Bentopelágico	C	M	1	97.280±20.380	8.740±8.220	3.030±3.530	3.670±3.990	112.720±46.137
2007										
Brasil⁸										
Ilha do Limão	<i>Micropogonias furnieri</i>	Demersal	D	M	20	0.800	1.200	0.700	0.800	3.500±0.222
Canal da Boca Larga China	<i>Mugil lisa</i>	Demersal	D	M	20	1.600	2.000	2.100	0.600	6.300±0.685
Mai Po Marshes⁹	<i>Sarotherodon mossambicus</i>	Pelágico-nerítico	H	M	32	0.860±0.102	2.064±1.454	0.000	0.000	2.924±0.977
Hong Kong¹⁰	<i>Acanthopagrus latus</i>	Demersal	O	M	3	6.530	0.910	0.000	0.000	7.440±3.143

<i>Aristichthys nobilis</i>	Bento pelágico	O	C	3	0.070	0.150	0.000	0.000	0.220±0.071
<i>Channa asiatica</i>	Bento pelágico	C	C	3	0.160	0.490	0.000	0.000	0.650±0.231
<i>Channa maculate</i>	Bento pelágico	C	C	3	0.070	0.840	0.000	0.000	0.910±0.410
<i>Cirrhina molitorella</i>	Bento pelágico	H	C	3	0.110	0.320	0.000	0.000	0.430±0.151
<i>Clarias fuscus</i>	Demersal	C	C	3	0.360	0.920	0.000	0.000	1.280±0.435
<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Bento pelágico	H	C	3	0.000	0.150	0.000	0.000	0.150±0.075
<i>Cynoglossus robustus</i>	Demersal	H	M	3	17.300	0.290	0.000	0.000	17.590±8.603
<i>Epinephelus bleekeri</i>	Demersal	C	M	3	1.230	0.740	0.000	0.000	1.970±0.603
<i>Epinephelus coioides</i>	Epipelágico	C	M	3	3.980	25.200	0.000	0.000	29.180±12.083
<i>Mulga cephalus</i>	Bento pelágico	H	C	3	0.090	0.340	0.000	0.000	0.430±0.161
<i>Nemipterus virgatus</i>	Demersal	C	M	3	1.680	0.000	0.000	0.000	1.680±0.840
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Bento pelágico	O	C	3	0.000	0.620	0.000	0.000	0.620±0.310
<i>Platycephalus iicus</i>	Epipelágico	O	M	3	0.060	0.350	0.000	0.000	0.410±0.167

Itália ¹³										
Campania	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Demersal	C	M	9	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
	<i>Merluccius merluccius</i>	Epipelágico	C	M	9	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
	<i>Mugil cephalus</i>	Bentopelágico	H	M	9	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
	<i>Mullus barbatus</i>	Epipelágico	D	M	9	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
	<i>Scomber scombrus</i>	Pelágico	O	M	9	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
	<i>Sparus aurata</i>	Epipelágico	D	M	9	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
2010										
China ¹⁴										
Hong Kong	<i>Acanthopagrus latus</i>	Demersal	D	M	9	1.780	2.430	6.550	0.760	11.520±2.541
	<i>Aristichthys nobilis</i>	Bentopelágico	C	M	6	0.380	0.660	0.430	0.150	1.620±0.209
	<i>Channa asiatica</i>	Bentopelágico	C	M	12	4.500	1.440	1.230	0.440	7.610±1.784
	<i>Channa maculate</i>	Bentopelágico	C	M	10	0.350	0.890	1.060	0.070	2.370±0.461
	<i>Cirrhinamolitorella</i>	Bentopelágico	C	M	15	0.690	1.090	0.920	0.270	2.970±0.355
	<i>Clarias fuscus</i>	Demersal	H	M	21	1.560	3.360	1.530	0.200	6.650±1.297

<i>Ctenopha ryngodon idellus</i>	Bento pelági co	D	M	6	0.260	0.490	0.440	0.080	1.270±0. 187
<i>Cynoglos sus robustus</i>	Deme rsal	C	M	1 8	1.700	1.910	2.130	0.360	6.100±0. 796
<i>Epinephel us bleekeri</i>	Deme rsal	H	M	1 0	1.220	1.700	1.460	0.230	4.610±0. 645
<i>Epinephel us coioides</i>	Epipel ágico	C	M	9	1.200	1.260	1.520	0.150	4.130±0. 605
<i>Mulgil cephalus</i>	Bento pelági co	C	M	1 8	0.730	0.800	1.530	0.230	3.290±0. 536
<i>Nemipter us virgatus</i>	Deme rsal	C	M	1 5	1.520	2.490	3.360	0.310	7.680±1. 310
<i>Oreochro mis mossamb icus</i>	Bento pelági co	O	M	1 0	0.430	0.880	0.890	0.150	2.350±0. 362
<i>Platyceph alus iicus</i>	Epipel ágico	C	M	1 0	2.270	3.120	3.320	0.450	9.160±1. 308
<i>Priacanth us macracan thus</i>	Epipel ágico	C	M	3 3	2.820	1.680	1.830	0.380	6.710±1. 002
<i>Pseudosc iaena crocea</i>	Bento pelági co	O	M	1 5	3.480	2.090	2.460	0.360	8.390±1. 299
<i>Siganus punctatus</i>	Epipel ágico	C	M	3 6	2.850	6.470	1.250	0.550	11.120±2 .642
<i>Siniperca kneri</i>	Bento pelági co	D	M	3	0.380	0.640	0.640	0.090	1.750±0. 262
<i>Trachinot us blochii</i>	Epipel ágico	D	M	9	0.940	1.730	2.650	0.450	5.770±0. 962

Canal El-Sarsawia	<i>Tilápia Nilotica</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	8.240±1.410	0.000	4.300	-
Canal El-Bagoria	<i>Tilápia Nilotica</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	8.000±0.884	0.000	0.000	-
Canal Bahr Shebin	<i>Tilápia Nilotica</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	19.570±6.400	20.300±6.320	16.600±4.870	-
Ralo El-Embaby	<i>Tilápia Nilotica</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	3.570±2.130	0.000	5.770±5.530	-
Ralo El-Menofi	<i>Tilápia Nilotica</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	12.960±2.100	13.500±2.250	7.550±1.870	-
Ralo Miet-Rabiha	<i>Tilápia Nilotica</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	5.500±1.240	32.880±15.700	3.550±2.130	-
Espanha¹⁶										
Catalonia	<i>Achovy</i>	Pelági co-nerítico	H	M	2	0.060	0.060	0.060	0.060	0.240±0.000
	<i>Canned sardine</i>	Pelági co-nerítico	P	M	2	0.060	0.070	0.070	0.070	0.270±0.005
	<i>Canned tuna</i>	Pelági co-oceânico	C	M	2	0.130	0.110	0.160	0.160	0.560±0.024
	<i>Fresh sardine</i>	Pelági co-nerítico	H	M	2	0.070	0.070	0.070	0.050	0.260±0.010
	<i>Fresh tuna</i>	Pelági co-oceânico	C	M	2	0.070	0.070	0.070	0.070	0.280±0.000

Tunisia ¹⁷ Golfo de Tunis	<i>Hake</i>	Demersal Pelágico	C	M	2	0.100	0.060	0.060	0.060	0.280±0.020
	<i>Mackerel</i>	Co-nerítico	O	M	2	0.070	0.060	0.060	0.060	0.250±0.005
	<i>Red mullet</i>	Epipelágico Benthopelágico	D	M	2	0.110	0.060	0.060	0.060	0.290±0.025
	<i>Salmon</i>	Co-pelágico	C	M	2	0.090	0.060	0.060	0.060	0.270±0.015
	<i>Sardine</i>	Co-nerítico	H	M	2	0.100	0.130	0.130	0.090	0.450±0.021
	<i>Sole</i>	Epipelágico Pelágico	D	M	2	0.120	0.060	0.060	0.060	0.300±0.030
	<i>Swordfish</i>	Co-oceânico Pelágico	C	M	2	0.080	0.060	0.060	0.060	0.260±0.010
	<i>Tuna</i>	Co-oceânico	C	M	2	0.160	0.140	0.230	0.230	0.760±0.047
	<i>Diplodus annularis</i>	Demersal	D	M	1	22.900±0.940	11.600±0.540	29.320±1.300	0.000	63.820±12.915
	<i>Mullus barbatus</i>	Demersal	D	M	1	24.140±1.320	29.310±1.420	0.000	0.000	53.450±15.573
	<i>Paralichthys erythrinus</i>	Benthopelágico	D	M	1	75.420±4.010	21.020±1.230	0.000	0.000	96.440±35.613
	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Pelágico Co-oceânico	C	M	1	21.130±0.740	13.150±0.430	0.000	0.000	34.280±10.418
	<i>Sparus aurata</i>	Demersal	C	M	1	13.315±0.600	12.140±0.710	0.000	0.000	25.455±7.364

2011 China ¹⁸	<i>Trachurus trachurus</i>	Pelági co-Nerítico	C	M	1	12.110±0.510	13.330±0.740	0.000	0.000	25.440±7.361	
	Lago Small	<i>Carassius auratus</i>	Bento pelági co	H	C	15	0.029	0.097	0.047	0.000	0.173±0.041
	Bai-Yang-Dian	<i>Channa argus</i>	Bento pelági co	C	C	10	0.020	0.007	0.018	0.000	0.045±0.009
		<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Bento pelági co	H	C	10	0.015	0.053	0.038	0.003	0.109±0.022
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		Bento pelági co	C	C	10	0.003	0.048	0.034	0.000	0.085±0.024	
Gana ¹⁹											
Ada-Foah	<i>Galeosidacus decadactylus</i>	Demersal	O	M	10	5.260±0.680	5.560±0.100	6.390±0.110	0.860±0.200	18.070±2.485	
2012 Índia ²⁰											
Mumbai	<i>Coilia dussumieri</i>	Pelági co-nerítico	C	M	1	0.000	8.850±3.560	3.710±1.850	0.000	12.560±4.189	
	<i>Eleutheronema tetradactylum</i>	Pelági co-nerítico	C	M	1	0.000	2.790±1.110	3.460±1.080	1.250±0.870	7.500±1.555	
	<i>Mystus seenghala</i>	Pelági co-nerítico	C	M	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0.000	

	<i>Otolithes ruber</i>	Bento pelági co	C	M	1	0.000	0.000	1.200±0.930	0.000	1.200±0.600
	<i>Sardinella longiceps</i>	Pelági co-nerítico	H	M	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0.000
2013 Estados Unidos ²¹										
Filadélfia	<i>Ictalurus punctatus</i>	Deme rsal	C	M	10	86.500±8.250	89.250±7.500	90.750±3.250	92.750±4.750	359.250±2.633
2014 (E.U. Até 31/8/2014) China ²²										
Poyang Lake	<i>Aristichthys nobilis</i>	Bento pelági co	H	C	7	0.000	3.460	18.800	1.430	23.690±8.702
	<i>Bighead carp</i>	Bento pelági co	H	C	7	0.000	3.460	18.800	1.430	23.690±8.702
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Bento pelági co	H	C	7	0.000	6.000	6.310	0.330	12.640±3.463
	<i>Silver carp</i>	Bento pelági co	O	C	7	0.000	6.000	6.310	0.330	12.640±3.463
Iran ²³										
Golfo Pérsico	<i>Johnius belangerii</i>	Deme rsal	D	M	15	-	119.287±42.247	1114.183±399.193	1629.667±510.827	-
	<i>Liza abu</i>	Pelági co	H	M	15	-	37.803±14.787	390.243±78.197	550.927±213.873	-
	<i>Netuma bilineata</i>	Pelági co	C	M	15	-	217.850±42.177	1718.333±588.630	2339.983±578.050	-
Nigéria ²⁴										

Rio Anambra	<i>Jackfish</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	-	-	14.000±17.000	-
	<i>Synodontisclarias (Linnaeus 1758)</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	-	-	18.000±32.000	-
	<i>Tilapia Nilotica</i>	Bento pelági co	O	C	1	-	-	-	15.000±24.000	-
2015 (E.U. A partir de 01/09/2014) China²⁵										
Hong Kong	<i>Cirrhinus molitorella</i>	Bento pelági co	O	C	1	1.000	0.280	0.260	0.590	2.130±0.346
	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Bento pelági co	O	C	1	0.800	0.290	0.200	0.380	1.670±0.265
	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Bento pelági co	O	C	1	2.110	0.380	0.330	0.400	3.220±0.870
	<i> largemouth bass</i>	Bento pelági co	O	C	1	1.890	0.590	0.350	0.690	3.520±0.688
	<i>Tilapia</i>	Bento pelági co	O	C	1	0.730	0.200	0.080	0.180	1.190±0.293
Espanha²⁶										
Mar Mediterrâneo	<i>Merluccius merluccius</i>	Demersal	C	C	13	0.533±0.233	0.267±0.167	0.200±0.067	0.133±0.100	1.133±0.175
Iran²⁷										
Mar Caspian	<i>Acipenser persicus</i>	Demersal	C	M	16	12.000±1.000	7.000±1.000	20.000±1.000	0.000	39.000±8.421

Nigéria ²⁸ Delta State	<i>Acipenser stellatus</i>	Demersal	C	M	7	34.000±2.000	20.000±1.000	172.000±20.000	0.000	226.000±78.254
	<i>African snake head</i>	Demersal	D	C	5a6	6.500±3.000	4.500±4.800	2.100±5.000	0.100	13.200±2.790
	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	Demersal	D	C	5a6	0.100±0.100	0.300±7.300	2.200±3.500	3.900±3.100	6.500±1.788
	<i>Gadus morhua</i>	Bentopelágico	C	C	5a6	11.100±23.500	1.100±1.700	0.900±1.300	0.900±1.400	14.000±5.068
	<i>Gymnarchus niloticus</i>	Demersal	D	C	5a6	3.900±4.800	2.000±2.300	5.700±12.300	0.100	11.700±2.414
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bentopelágico	H	C	5a6	7.200±7.500	19.100±32.900	4.400±5.800	13.400±32.900	44.100±6.567
	<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	Demersal	C	C	5a6	10.000±15.200	2.300±3.700	1.600±3.600	0.200±0.400	14.100±4.404
	<i>Sardinella aurita</i>	Pelágico-co-nerítico	P	C	5a6	9.000±3.100	9.100±3.100	9.900±7.700	14.100±10.000	42.100±2.417
	<i>Scomber scombrus</i>	Pelágico-co-nerítico	O	C	5a6	1.400±3.400	4.800±6.100	1.900±4.600	2.500±3.900	10.600±1.502
	<i>Sebastes fasciatus</i>	Demersal	O	C	5a6	5.900±11.900	0.600±1.300	0.200	1.500±3.400	8.200±2.624
	<i>Trachurus trachurus</i>	Pelágico-co-nerítico	C	C	5a6	3.000±5.000	4.800±5.400	1.900	2.500	12.200±1.250

2016										
Malásia²⁹										
Dayang Bunting Isla Quênia³⁰	<i>Lates calcarifer</i>	Deme rsal	C	M	5	9.445±2.400	12.720±2.290	9.695±3.015	8.255±1.275	40.115±1.901
Busia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelági co	H	C	3	1.330±0.160	2.140±0.240	1.960±0.700	-	-
Usenge	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelági co	H	C	3	2.360±0.660	0.000	2.440±0.100	-	-
Mohuru	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelági co	H	C	3	2.820±0.150	2.720±0.090	2.340±0.100	-	-
Malta	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelági co	H	C	3	1.860±0.240	0.000	0.000	-	-
Mageta	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelági co	H	C	3	1.790±0.220	1.780±0.090	1.520±0.080	-	-
Sio	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelági co	H	C	3	2.180±0.210	0.000	0.000	-	-
2017										
Argentina³¹										
Bahía Blanca	<i>C. Guatucupa</i>	Bento pelági co	O	M	132	0.650±1.040	1.020±1.690	0.000	8.670±13.740	10.340±4.079
	<i>M. Furnieri</i>	Deme rsal	O	M	106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0.000
	<i>M. Schmitti</i>	Deme rsal Pelági co	C	M	11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0.000
	<i>R. Arcuata</i>	co-nerítico	O	M	287	0.000	0.000	0.000	0.340±0.500	0.340±0.170

Canada ³²										
Fort Chipewyan	<i>Coregonus clupeaformis</i>	Bento pelági co	O	C	18	3.267±3.233	1.733±2.100	1.800±2.367	3.533±6.333	10.333±0.950
	<i>Esox lucius</i>	Pelági co	O	C	20	0.700±0.967	0.333±0.633	0.233±0.400	0.500±0.900	1.767±0.205
	<i>Hiodon alosoides</i>	Pelági co	C	C	16	1.867±1.700	0.400±0.300	0.700±0.833	0.567±0.433	3.533±0.667
	<i>Lota lota</i>	Demersal	O	C	5	1.883±0.950	0.950±0.550	1.647±0.450	1.020±0.400	5.500±0.461
	<i>Sander vitreus</i>	Bento pelági co	O	C	15	0.800±0.533	0.533±0.400	0.633±0.467	0.833±0.800	2.800±0.142
Fort McKay	<i>Coregonus clupeaformis</i>	Bento pelági co	O	C	20	5.300±6.600	4.450±6.400	3.000±3.100	3.650±5.900	16.400±0.996
	<i>Esox lucius</i>	Pelági co	O	C	20	1.567±1.967	1.700±1.633	0.600±0.633	1.200±1.200	5.067±0.492
	<i>Hiodon alosoides</i>	Pelági co	C	C	28	4.267±4.633	2.533±2.533	4.033±3.400	2.900±2.533	13.733±0.846
	<i>Lota lota</i>	Demersal	O	C	2	1.233±2.600	0.433±0.400	1.367±3.000	1.200±0.000	4.233±0.423
	<i>Sander vitreus</i>	Bento pelági co	O	C	23	4.233±3.733	2.400±2.333	3.867±3.533	2.167±1.433	12.667±1.035
Fort McMurray	<i>Coregonus clupeaformis</i>	Bento pelági co	O	C	11	1.150±2.100	1.300±2.400	0.750±1.500	0.550±1.300	3.750±0.347
	<i>Esox lucius</i>	Pelági co	O	C	21	14.167±11.400	8.767±4.467	2.533±1.500	1.100±1.000	26.567±6.020
	<i>Hiodon alosoides</i>	Pelági co	C	C	15	3.233±5.150	1.567±2.600	1.533±0.900	1.800±2.200	7.533±0.809
	<i>Lota lota</i>	Demersal	O	C	6	12.133±21.000	7.433±13.000	2.333±2.000	0.600±0.850	22.500±5.219

Fort Resolution	<i>Sander vitreus</i>	Bento pelági co	O	C	18	3.033±2.867	1.567±1.533	2.967±2.167	1.500±1.800	9.067±0.848
	<i>Coregonus clupeaformis</i>	Bento pelági co	O	C	8	3.667±3.700	0.767±1.733	0.867±0.800	0.467±0.333	5.767±1.493
	<i>Esox lucius</i>	Pelági co	O	C	24	0.533±0.733	0.300±0.367	0.300±0.433	0.433±0.733	1.567±0.113
	<i>Hiodon alosoides</i>	Pelági co	C	C	12	0.280±0.277	0.260±0.233	2.087±2.867	0.567±0.600	3.193±0.870
	<i>Lota lota</i>	Demersal	O	C	22	1.133±1.300	0.600±0.900	0.400±0.300	0.433±0.400	2.567±0.339
Fort Smith	<i>Sander vitreus</i>	Bento pelági co	O	C	26	0.443±1.100	0.167±0.100	0.333±0.400	0.433±0.550	1.377±0.128
	<i>Coregonus clupeaformis</i>	Bento pelági co	O	C	18	3.100±3.333	0.833±1.200	0.533±0.667	0.367±0.333	4.833±1.276
	<i>Esox lucius</i>	Pelági co	O	C	19	0.667±1.267	0.633±1.233	0.367±0.533	0.233±0.300	1.900±0.210
	<i>Hiodon alosoides</i>	Pelági co	C	C	18	3.333±2.700	1.667±1.500	0.933±1.000	0.500±0.433	6.433±1.247
	<i>Lota lota</i>	Demersal	O	C	8	2.267±4.200	1.533±1.550	0.700±1.400	0.700±0.450	5.200±0.755
Nigéria	<i>Sander vitreus</i>	Bento pelági co	O	C	23	2.067±1.667	0.933±0.900	1.367±1.433	0.833±0.867	5.200±0.561
	<i>Wukari</i> ³³	<i>Scomber scombrus</i>	O	M	1	0.022	0.005	0.006	0.068	0.101±0.030
	<i>Jalingo</i> ³³	<i>Scomber scombrus</i>	O	M	1	0.002	0.005	0.006	0.064	0.077±0.030

Lafia ³³	<i>Scomber scombrus</i>	Pelági co-nerítico	O	M	1	0.002	0.006	0.003	0.061	0.072±0.029
Lokoja ³³	<i>Scomber scombrus</i>	Pelági co-nerítico	O	M	1	0.022	0.019	0.004	0.006	0.051±0.009
Makurdi ³³	<i>Scomber scombrus</i>	Pelági co-nerítico	O	M	1	0.018	0.020	0.004	0.005	0.047±0.008
Ovia river ³⁴	<i>Clarias gariepinus</i>	Bento pelágico	O	C	3	6.890	11.780	1.220	0.830	20.720±5.199
Iguiye ³⁴	<i>Clarias gariepinus</i>	Bento pelágico	O	C	3	0.000	0.170	0.000	0.000	0.170±0.085
Iguiriakhi ³⁴	<i>Clarias gariepinus</i>	Bento pelágico	O	C	3	2.500	28.000	1.000	1.000	32.500±13.269
Ekenwan ³⁴	<i>Clarias gariepinus</i>	Bento pelágico	O	C	3	18.170	7.170	2.670	1.500	29.510±7.599
2018										
Nigéria										
Estado Abia ³⁵	<i>Clarias gariepinus</i>	Bento pelágico	O	C	3	0.002±0.001	0.002±0.001	0.006±0.001	0.001±0.001	0.004±0.002
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelágico	H	C	3	0.001±1.000	0.002±1.000	0.005±1.001	0.001±0.001	0.003±0.002
Rio Qua Iboe ³⁶	<i>Clarias gariepinus</i>	Bento pelágico	O	C	1	10.613±0.512	-	-	9.436±1.411	20.049
	<i>Lutifanus agennes</i>	Bento pelágico	H	C	1	21.480±2.295	-	-	29.773±0.687	51.253

Rio Arva	<i>Coptodon zillii</i>	Bento pelágico	O	C	40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0.000
	<i>Leuciscus vorax</i>	Pelágico	H	C	20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000±0.000
	<i>Liza abu</i>	Bento pelágico	C	C	40	0.340±0.190	0.000	0.000	0.000	0.340±0.170
Nigéria³⁹										
Lokoja	<i>Clarias spp</i>	Bento pelágico	O	C	10	-	-	0.043±0.006	0.050±0.010	-
	<i>Oreochromis spp</i>	Bento pelágico	O	C	10	-	-	0.000	0.000	-
2020										
Taiwan⁴⁰										
Fengshan River	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelágico	H	C	2	7.000	6.000	1.000	1.000	15.000±3.202
	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Demersal	O	C	2	5.000	6.000	6.000	14.000	31.000±4.193
	<i>Carassius auratus auratus</i>	Bento pelágico	D	C	2	4.000	1.000	9.000	10.000	24.000±4.243
Qianzhen river	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bento pelágico	H	C	4	4.500±2.120	0.500±0.710	16.500±3.540	7.500±2.120	29.000±6.801
	<i>Pomadasys argenteus</i>	Demersal	C	C	2	10.000	0.000	31.000	13.000	54.000±1.2923

Fonte: Elaborado pelo autor.

*Os valores numéricos em negrito, representam as concentrações de HPAs acima dos limites permitidos pela legislação E.U. para consumo alimentar de tecido de peixes.

*A variável “-” representa que não houve análise do componente, e/ou que não houve concentrações dos 4 constituintes para a somatória dos 4 HPAs (Ou., apenas um ou mais constituintes).

*Para o hábito alimentar, as siglas representam: C = Carnívoro; D = Detritívoro; O = Onívoro; H = Herbívoro; P = Planctófago. Para o tipo de ambiente, as siglas representam: C = Continental; M = Marinho.

1. Vassilaros *et al.*, (1982); 2. Rainio *et al.*, (1986); 3. Al-saleh. (2002); 4. Afzal *et al.*, (2003); 5. Al-hassan *et al.*, (2005); 6. Anyakora *et al.*, (2005); 7. Visciano *et al.*, (2006); 8. Freitas *et al.*, (2007); 9. Liang *et al.*, (2007); 10. Cheung *et al.*, (2007); 11. Perugini *et al.*, (2008); 12. Malik *et al.*, (2008); 13. Cirillov *et al.*, (2009); 14. Wang *et al.*, (2009); 15. Nasr *et al.*, (2010); 16. Martonel *et al.*, (2010); 17. Mzoughi *et al.*, (2011); 18. Xu *et al.*, (2011); 19. Nyarko *et al.*, (2012); 20. Dhananjayan *et al.*, (2012); 21. Sapozhnikova *et al.*, (2013); 22. Zhao *et al.*, (2014); 23. Monich *et al.*, (2014); 24. Obiakor *et al.*, (2014); 25. Cheng *et al.*, (2015); 26. Moraledam *et al.*, (2015); 27. Mashroofeh *et al.*, (2015); 28. Iwegbue *et al.*, (2015); 29. Nasher *et al.*, (2016); 30. Orony *et al.*, (2016); 31. Oliva *et al.*, (2017); 32. Ohiozebau *et al.*, (2017); 33. Oko. (2017); 34. Tongo *et al.*, (2017); 35. Nnaji *et al.*, (2018); 36. Okpashi *et al.*, (2018); 37. Habibullah-Al-Mamun *et al.*, (2019); 38. Rascan *et al.*, (2019); 39. Soltani *et al.*, (2019); 40. Ekere *et al.*, (2019); 41. Tien *et al.*, (2020).

Tabela 9 - A Tabela representa as médias±desvio Padrão das concentrações de benzo[a]pireno e somatória dos 4 HPAs por país, a partir dos documentos selecionados para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em µg/kg.

Período Temporal & País	Média ± Desvio Padrão de Benzo[a]antraceno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de Criseno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de Benzo[b]fluaranteno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de Benzo[a]pireno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de ΣHPAs [µg/kg]
1982					
Estados Unidos	-	400.000	369.458	453.939	-
1986					
Finlândia	9.000	9.000	0.000	0.000	18.000±5.196
2002					
Arábia Saudita	6.523±4.977	2.023±1.177	4.308±5.061	-	-
2003					
Kuwait	0.039	0.383	0.063	0.090±0.000	0.574±0.160
2005					
Iran	0.053	2.893	-	-	-
Nigéria	1.790.000	2.790.000	6.500.000	6.780.000	17860.000±2547.004
2006					
Noruega	97.280±20.380	8.740±8.220	3.030±3.530	3.670±3.990	112.720±46.137
2007					
Brasil	1.200	1.600	1.400	0.700	4.900±0.386
China	4.637±0.102	1.934±1.454	0.000±0.000	0.000±0.000	6.571±2.195
Itália	2.773±0.268	1.760±0.273	4.120±0.666	0.000±0.000	8.653±1.736
2008					
Índia	0.000	0.000	2.010	0.000	2.010±1.005

2009					
Itália	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
2010					
China	1.529	1.849	1.853	0.299	5.530±0.338
Egito	-	9.640±2.361	11.113±4.045	6.295±2.400	-
Espanha	0.094	0.078	0.088	0.084	0.344±0.007
Tunísia	28.169±1.353	16.758±0.845	4.887±0.217	0.000±0.000	49.814±12.621
2011					
China	0.017	0.051	0.034	0.001	0.103±0.022
2012					
Gana	13.833±2.058	5.542±0.477	8.210±0.248	7.628±0.725	35.213±3.544
Índia	0.000±0.000	2.328±0.934	1.674±0.772	0.250±0.174	4.252±1.120
2013					
Estados Unidos	86.5008.25	89.250±7.500	90.750±3.250	92.750±4.750	359.250±2.633
2014 (E.U. Até 31/8/2014)					
China	0.000	4.730	12.555	0.880	18.165±5.724
Iran	-	124.980±33.070	1074.253±355.340	1506.859±434.250	-
Nigéria	-	-	-	15.250±67.500	-
2015 (E.U. A partir de 01/09/2014)					
China	1.306	0.348	0.244	0.448	2.346±0.487
Espanha	0.533±0.233	0.267±0.167	0.200±0.067	0.133±0.100	1.133±0.175
Iran	23.000±1.500	13.500±1.000	96.000±10.500	0.000±0.000	132.500±43.966
Nigéria	5.810±7.750	4.860±6.860	3.080±4.380	3.920±7.871	17.670±1.179
2016					
Malásia	9.445±2.400	12.720±2.290	9.695±3.015	8.255±1.275	40.115±1.901
Quênia	2.057±0.273	1.107±0.070	1.377±0.163	-	4.540±0.490
2017					
Argentina	0.163±0.260	0.255±0.423	0.000±0.125	2.253±3.560	0.000±1.062
Canada	3.174±3.037	1.862±1.804	1.551±1.513	1.060±1.182	7.634±0.904

Nigéria 2018	3.070	5.242	0.546	0.393	9.250±2.307
Nigéria 2019	8.402±0.637	0.001±0.001	0.001±0.001	9.737±0.555	20.138±4.761
Bangladesh	29.900	65.100	4.550	0.650	100.200±29.682
Espanha	0.188±0.012	0.098±0.012	0.078±0.006	0.088±0.007	0.452±0.050
Iran	0.113±0.063	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.113±0.002
Nigéria 2020	-	-	0.022±0.003	0.025±0.005	-
Taiwan	5.833	2.333	13.333	8.833	30.333±4.664

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10 - A Tabela representa as médias±desvio Padrão de concentrações de benzo[a]pireno e somatória de 4 HPAs por regiões, descoberto nos 41 documentos selecionados como elegíveis para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em µg/kg.

Período Temporal & Região	Média ± Desvio Padrão de Benzoantraceno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de Criseno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de Benzo[b]fluoranteno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de Benzo[a]pireno [µg/kg]	Média ± Desvio Padrão de Σ PAH4 [µg/kg]
1982					
Columbia	-	400.000	369.458	453.939	-
1986					
Arquipélago Sea	9.000	9.000	0.000	0.000	18.000±5.196
2002					
Arabian Gulf	6.523±4.977	2.023±1.177	4.308±5.061	-	-
2003					
Arabian Gulf	0.039	0.383	0.063	0.090±0.000	0.574±0.161
2005					
Arabian Gulf	0.053	2.893	-	-	-
Niger Delta	1.790.000	2.790.000	6.500.000	6.780.000	17860.000±2547.005
2006					
The Irish Sea	97.280±20.380	8.740±8.220	3.030±3.530	3.670±3.990	112.720±46.137
2007					
Boca larga channel	0.800	1.200	0.700	0.800	3.500±0.222
Golfo de Naples	2.773±0.268	1.760±0.273	4.120±0.666	0.000±0.000	8.653±1.736
Hong Kong	5.234	1.914	0.000±0.000	0.000±0.000	7.147±2.469
Mai Po Marshes	0.860±0.102	2.064±1.454	0.000±0.000	0.000±0.000	2.924±0.977

South limão island 2008	1.600	2.000	2.100	0.600	6.300±0.685
Gomti river 2009	0.000	0.000	2.010	0.000	2.010±1.005
Campania 2010	1.920±1.800	0.230±0.480	0.3600±0.630	0.4000±0.860	2.910±0.798
Bahr Shebin canal	-	19.570±6.400	20.300±6.320	16.6004±870	-
Catalonia	0.094	0.078	0.088	0.084	0.344±0.007
El-Bagoria canal	-	8.000±0.884	0.000±0.000	0.000±0.000	-
El-Embaby drain	-	3.570±2.130	0.000±0.000	5.770±5.530	-
El-Menofi drain	-	12.960±2.100	13.500±2.250	7.550±1.870	-
El-Sarsawia canal	-	8.240±1.410	0.000±0.000	4.300±0.000	-
Golfo de Tunis	28.169±1.353	16.758±0.845	4.887±0.217	0.000±0.000	-
Hong Kong	1.529	1.849	1.853	0.299	5.530±0.738
Miet-Rabiha drain 2011	-	5.500±1.240	32.880±15.700	3.550±2.130	-
Lago Baixo Bai-Yang-Dian 2012	0.017	0.051	0.034	0.001	0.103±0.022
Ada-Foah	3.810±0.940	2.805±0.055	3.345±0.120	4.830±0.360	14.790±0.859
Chorkor	10.090±3.025	7.210±0.995	8.995±0.270	12.020±1.360	38.315±2.014
Mumbai	0.000±0.000	2.328±0.934	1.674±0.772	0.250±0.174	4.252±1.120
Tema 2013	27.600±2.210	6.610±0.380	12.290±0.355	6.035±0.455	52.535±10.049
Filadélfia 2014 (E.U. Até 31/8/2014)	86.500±8.250	89.250±7.500	90.750±3.250	92.750±4.750	359.250±2.633

Anambra River	-	-	-	15.250±67.500	-
Golfo Pérsico	-	124.980±33.070	1074.253±355.340	1506.859±434.250	-
Poyang Lake	0.000	4.730	12.555	0.880	18.165±5.724
2015 (E.U. A partir de 01/09/2014)					
Caspian Sea	23.000±1.500	13.500±1.000	96.000±10.500	0.000±0.000	132.500±42.966
Delta State	5.810±7.750	4.860±6.860	3.080±4.380	3.920±7.871	17.670±1.179
Hong Kong	1.306	0.348	0.244	0.448	2.346±0.487
Mar mediterrâneo	0.533±0.233	0.267±0.167	0.200±0.067	0.133±0.100	1.133±0.175
2016					
Busia	1.330±0.160	2.140±0.240	1.960±0.700	-	-
Dayang Bunting Island	9.445±2.400	12.720±2.290	9.695±3.015	8.255±1.275	40.115±1.901
Mageta	1.790±0.220	1.780±0.090	1.520±0.080	-	-
Malta	1.860±0.240	0.000±0.000	0.000±0.000	-	-
Mohuru	2.820±0.150	2.720±0.090	2.340±0.100	-	-
Sio	2.180±0.210	0.000±0.000	0.000±0.000	-	-
Usenge	2.360±0.660	0.000±0.000	2.440±0.100	-	-
2017					
Bahía Blanca	0.163±0.260	0.255±0.423	0.000±0.125	2.253±3.560	0.000±1.062
Ekenwan	18.170	7.170	2.670	1.500	29.510±7.599
Fort Chipewyan	1.650±1.525	0.785±0.831	0.914±0.838	1.151±1.800	4.500±0.381
Fort McKay	4.224±3.953	2.888±3.167	2.882±3.093	1.959±1.973	11.953±0.932
Fort McMurray	6.859±6.669	4.200±3.446	2.494±1.992	1.188±1.192	14.671±2.449
Fort Resolution	1.104±1.331	0.387±0.614	0.745±0.925	0.488±0.540	2.724±0.320
Fort Smith	2.035±2.231	1.047±1.206	0.718±0.867	0.524±0.494	4.324±0.672
Iguiriakhi	2.500	28.000	1.000	1.000	32.500±13.269
Iguiye	0.000	0.170	0.000	0.000	0.170±0.085
Jalingo	0.002	0.005	0.006	0.064	0.077±0.030

Lafia	0.002	0.006	0.003	0.061	0.072±0.029
Lokoja	0.022	0.019	0.004	0.006	0.051±0.009
Makurdi	0.018	0.020	0.004	0.005	0.047±0.008
Ovia river	6.890	11.780	1.220	0.830	20.720±5.199
Wukari	0.022	0.005	0.006	0.068	0.101±0.030
2018					
Abia State	0.002±0.002	0.001±0.001	0.001±4.000	0.001±0.001	0.003±0.001
Rio Qua Iboe	14.002±1.061	-	-	16.227±0.925	-
2019					
Areas Costais	29.900	65.100	4.550	0.650	100.200±29.682
Linares. (Xaén)	0.188±0.012	0.098±0.012	0.078±0.006	0.088±0.007	0.452±0.050
Lokoja	-	-	0.022±0.003	0.025±0.005	-
Rio Arva	0.113±0.063	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.113±0.057
2020					
Fengshan River	5.333	4.333	5.333	8.333	23.333±1.732
Qianzhen river	6.333	0.333	21.333	9.333	37.333±8.832

Fonte: Criado pelo autor. 2022

Tabela 11 - A Tabela representa as médias $\pm$ Desvio Padrão de concentrações de benzo[a]pireno e somatória de 4 HPAs para hábito de vida, descoberto nos 41 documentos selecionados como elegíveis para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em $\mu\text{g/kg}$.

Período Temporal & Hábito de vida	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzoantraceno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Criseno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[b]fluoranteno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[a]pireno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Σ PAH4 [$\mu\text{g/kg}$]
1982					
Demersal	-	400.000	369.458	453.939	1223.397 $\pm$ 42.777
1986					
Demersal	3.000	3.000	0.000	0.000	6.000 $\pm$ 1.732
Pelágico	15.000	15.000	0.000	0.000	30.000 $\pm$ 8.660
2002					
Bentopelágico	7.260 $\pm$ 3.330	4.990 $\pm$ 2.345	7.840 $\pm$ 7.433	-	-
Epipelágico	6.277 $\pm$ 5.526	1.033 $\pm$ 0.787	3.130 $\pm$ 4.270	-	-
2003					
Bentopelágico	0.103	0.120	0.167	0.240 $\pm$ 0.000	0.630 $\pm$ 0.061
Demersal	0.000	0.000	0.000	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000
Epipelágico	0.000	0.900	0.000	0.000 $\pm$ 0.000	0.900 $\pm$ 0.450
Pelágico-nerítico	0.000	0.000	0.000	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000
2005					
Bentopelágico	0.000	4.750	-	-	-
Demersal	0.267	4.733	-	-	-
Pelágico	223.750	349.450	6.500.000	6.780.000	2233.200 $\pm$ 3670.277
Pelágico-nerítico	0.000	4.600	-	-	-
2006					
Bentopelágico	97.280 $\pm$ 20.380	8.740	3.030	3.670 $\pm$ 3.990	112.720 $\pm$ 46.137
2007					
Bentônico	2.875 $\pm$ 0.270	0.000	4.650	0.000 $\pm$ 0.000	7.525 $\pm$ 2.290
Bentopelágico	7.163	0.593	0.000	0.000 $\pm$ 0.000	7.757 $\pm$ 3.494
Demersal	2.687 $\pm$ 0.355	0.808	1.007	0.233 $\pm$ 0.000	4.735 $\pm$ 1.054
Epipelágico	1.372	4.847	0.000	0.000 $\pm$ 0.000	6.218 $\pm$ 2.288

Pelágico	4.908±0.223	2.395	3.403	0.000±0.000	10.707±2.062
Pelágico-nerítico	0.860±0.102	2.064	0.000	0.000±0.000	2.924±0.977
2008					
Bentopelágico	0.000	0.000	2.010	0.000	2.010±1.005
2009					
Bentopelágico	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
Demersal	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
Epipelágico	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
Pelágico-nerítico	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
2010					
Bentônico	75.420±4.010	21.020±1.230	0.000±0.000	0.000±0.000	96.440±35.613
Bentopelágico	9.134±2.475	5.528±1.992	5.870±3.196	2.204±1.800	19.702±2.833
Demersal	9.239±1.045	9.431±1.023	4.441±0.325	0.192±0.000	23.303±4.409
Epipelágico	1.473	2.054	1.527	0.300	5.354±0.740
Pelágico	17.215±0.670	12.645±0.570	0.000±0.000	0.000±0.000	29.860±8.819
Pelágico-nerítico	3.511±0.510	3.864±0.740	0.056±0.000	0.047±0.000	7.479±2.104
Pelágico-oceânico	4.314±0.740	2.706±0.430	0.104±0.000	0.104±0.000	7.228±2.073
2011					
Bentopelágico	0.017	0.051	0.034	0.001	0.103±0.022
2012					
Bentopelágico	0.000±0.000	0.000±0.000	1.200±0.930	0.000±0.000	1.200±0.600
Demersal	12.917±2.790	8.000±0.280	11.487±0.300	4.970±0.320	37.373±3.573
Pelágico	14.750±1.327	3.083±0.673	4.933±0.197	10.287±1.130	33.053±5.294
Pelágico-nerítico	0.000±0.000	2.910±1.168'	1.793±0.733	0.313±0.218	5.015±1.353
2013					
Demersal	86.500±8.250	89.250±7.500	90.750±3.250	92.750	359.250±2.633
2014 (E.U. Até 31/8/2014)					
Bentopelágico	0.000	4.730	12.555	8.065	16.708±5.304
Demersal	-	119.287±42.247	1114.183±399.193	1.629.667	-

Pelágico	-	127.827±28.482	1054.288±333.413	1.445.455	-
2015 (E.U. A partir de 01/09/2014)					
Bentopelágico	3.547±15.500	3.134±17.300	0.931±3.550	2.363±17.150	9.976±1.152
Demersal	7.400±3.870	3.750±2.190	20.440±4.560	0.620±0.900	32.210±8.711
Pelágico-nerítico	4.467±3.833	6.233±4.867	4.567±4.100	6.367±6.950	21.633±1.032
2016					
Bentopelágico	2.057±0.273	1.107±0.070	1.377±0.163	-	-
Demersal	9.445±2.400	12.720±2.290	9.695±3.015	8.255±1.275	40.115±1.901
2017					
Bentopelágico	3.339±2.650	2.645±1.866	1.720±1.733	1.369±1.814	8.843±0.894
Demersal	3.291±3.911	1.932±2.056	1.138±0.927	0.698±0.382	7.059±1.139
Pelágico	3.061±3.008	1.816±1.514	1.332±1.275	0.952±0.965	7.129±0.918
Pelágico-nerítico	0.011±0.000	0.009±0.000	0.004±0.500	0.091±0.500	0.058±0.041
2018					
Bentopelágico	8.402±0.637	0.001±0.001	0.001±0.001	9.737±0.555	20.138±4.761
2019					
Bentopelágico	0.153±0.067	0.087±0.007	0.012±0.003	0.016±0.002	0.172±0.067
Demersal	0.180±0.010	0.000±0.020	0.000±0.000	0.044±0.004	0.224±0.085
Pelágico	0.083±0.006	0.020±0.006	0.075±0.006	0.075±0.006	0.252±0.029
Pelágico-nerítico	15.050±0.010	32.620±0.006	2.345±0.007	0.376±0.008	50.390±14.848
Pelágico-oceânico	0.470±0.030	0.160±0.020	0.032±0.002	0.130±0.010	0.792±0.189
2020					
Bentopelágico	5.000	2.000	10.750	6.500	24.250±3.642
Demersal	7.500	3.000	18.500	13.500	42.500±6.787

Fonte: Criado pelo autor. 2022

Tabela 12 - A Tabela representa as médias $\pm$ Desvio Padrão de concentrações de benzo[a]pireno e somatória de 4 HPAs para hábito de alimentar, descoberto nos 41 documentos selecionados como elegíveis para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em $\mu\text{g/kg}$.

Período Temporal & Hábito Alimentar	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzoantraceno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Criseno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[b]fluaranteno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[a]pireno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Σ PAH4 [$\mu\text{g/kg}$]
1982					
Carnívoro	-	400.000	369.458	453.939	-
1986					
Carnívoro	15.000	15.000	0.000	0.000	30.000 $\pm$ 8.660
Detritívoro	3.000	3.000	0.000	0.000	6.000 $\pm$ 1.732
2002					
Carnívoro	3.890 $\pm$ 1.960	1.820 $\pm$ 0.063	0.550 $\pm$ 1.934	-	-
Herbívoro	8.310 $\pm$ 11.354	0.180 $\pm$ 0.268	2.700 $\pm$ 1.971	-	-
Onívoro	6.945 $\pm$ 3.298	3.045 $\pm$ 2.188	6.990 $\pm$ 8.170	-	-
2003					
Carnívoro	-	0.900	0.000	0.000 $\pm$ 0.000	-
Herbívoro	0.078	0.090	0.125	0.180 $\pm$ 0.000	0.473 $\pm$ 0.046'
Onívoro	-	-	0.000	0.000 $\pm$ 0.000	-
2005					
Carnívoro	149.233	234.683	6.500.000	6.780.000	1490.583 $\pm$ 3724.697
Herbívoro	-	-	-	-	-
Onívoro	-	5.733	-	-	-
2006					
Carnívoro	97.280 $\pm$ 20.380	8.740 $\pm$ 8.220	3.030 $\pm$ 3.530	3.670 $\pm$ 3.990	112.720 $\pm$ 46.137
2007					
Carnívoro	6.184 $\pm$ 0.308	3.189 $\pm$ 0.445	0.797 $\pm$ 0.057	0.000 $\pm$ 0.000	10.171 $\pm$ 2.780
Detritívoro	2.038 $\pm$ 0.270	0.800 $\pm$ 0.080	3.025 $\pm$ 0.375	0.350 $\pm$ 0.000	6.213 $\pm$ 1.213
Herbívoro	2.711 $\pm$ 0.102	1.046 $\pm$ 1.454	0.000 $\pm$ 0.000	0.000 $\pm$ 0.000	3.758 $\pm$ 1.280
Onívoro	1.697 $\pm$ 0.185	0.602 $\pm$ 0.165	2.083 $\pm$ 0.630	0.000 $\pm$ 0.000	4.382 $\pm$ 0.963
2008					

Detritívoro	-	-	2.010	0.000	-
2009					
Carnívoro	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
Detritívoro	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
Herbívoro	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
Onívoro	1.920±1.800	0.230±0.480	0.360±0.630	0.400±0.860	2.910±0.798
2010					
Carnívoro	5.371±0.680	4.253±0.593	2.110±0.217	0.174±0.000	11.909±2.307
Detritívoro	19.810±2.027	10.917±1.097	3.310±0.217	0.125±0.000	34.162±8.772
Herbívoro	0.728	1.298	0.780	0.135	2.940±0.476
Onívoro	1.327	6.763±2.361	7.788±4.045	4.260±2.400	19.253±2.882
Planctófago	0.080	0.100	0.100	0.080	0.360±0.012
2011					
Carnívoro	0.012	0.028	0.026	0.000	0.065±0.013
Herbívoro	0.022	0.075	0.043	0.002	0.141±0.031
2012					
Carnívoro	-	2.910±1.168	2.093±0.965	0.313±0.218	-
Herbívoro	-	-	0.000±0.000	0.000±0.000	-
Onívoro	13.833±2.058	5.542±0.477	8.210±0.248	7.628±0.725	35.213±3.544
2013					
Carnívoro	86.500±8.250	89.250±7.500	90.750±3.250	92.750±4.750	359.250±2.633
2014 (E.U. Até 31/8/2014)					
Carnívoro	-	217.850±42.177	1718.333±588.630	2339.983±578.050	-
Detritívoro	-	119.287±42.247	1114.183±399.193	1629.667±510.827	-
Herbívoro	-	21.055±14.787	202.440±78.197	275.995±213.873	-
Onívoro	-	6.000	6.310	12.266±67.500	-
2015 (E.U. A partir de 01/09/2014)					22.842
Carnívoro	8.963±5.925	4.500±1.663	24.625±3.263	0.500±0.300	38.588±10.567
Detritívoro	3.500±2.633	2.267±4.800	3.333±6.933	1.367±3.100	10.467±0.996
Herbívoro	7.200±7.500	19.100±32.900	4.400±5.800	13.400±32.900	44.100±6.567

Onívoro	1.976±7.650	1.020±3.700	0.474±2.300	0.891±3.650	4.361±0.635'
Planctófago	9.000±3.100	9.100±3.100	9.900±7.700	14.100±10.000	42.100±2.417
2016					
Carnívoro	9.445±2.400	12.720±2.290	9.695±3.015	8.255±1.275	40.115±1.901
Herbívoro	2.057±0.273	1.107±0.070	1.377±0.163	-	-
2017					
Carnívoro	0.217±0.347	0.340±0.563	0.000±0.167	3.003±4.747	0.000±1.416
Carnívoro	2.434±2.549	1.205±1.260	1.741±1.800	1.147±1.046	6.455±0.598
Onívoro	3.272±3.108	2.356±1.910	1.378±1.424	0.954±1.192	7.960±1.037
2018					
Carnívoro	9.913±0.375	-	-	9.473±0.677	-
Herbívoro	7.161±0.766	0.001±0.001	0.001±4.000	9.925±0.230	20.418±4.572
Onívoro	10.613±0.512	-	-	9.436±1.411	-
2019					
Carnívoro	7.623±0.041	16.338±0.011	1.150±0.003	0.211±0.005	25.320±7.441
Detritívoro	0.280±0.010	0.240±0.010	0.068±0.004	0.082±0.005	0.670±0.108
Herbívoro	-	-	0.000±0.000	0.000±0.000	-
Onívoro	0.130±0.010	-	0.073±0.007	0.043±0.005	-
Planctófago	0.120±0.010	0.040±0.002	0.210±0.010	0.120±0.010	0.490±0.069
2020					
Carnívoro	10.000	0.000	31.000	13.000	54.000±12.922
Detritívoro	4.000	1.000	9.000	10.000	24.000±4.243
Herbívoro	5.333	2.333	11.333	5.333	24.333±3.775
Onívoro	5.000	6.000	6.000	14.000	31.000±4.193

Fonte: Criado pelo autor. 2022

Tabela 13 - A Tabela representa as médias $\pm$ desvio padrão de concentrações de benzo[a]pireno e somatória de 4 HPAs por tipo de ambiente, descoberto nos 41 documentos selecionados como elegíveis para a pesquisa segundo a revisão sistemática. Devido a alterações na legislação Europeia a partir do período temporal, levou-se em consideração, o ano inicial de 1982 até 2020, para análise dos valores para tecido muscular de peixes em $\mu\text{g/kg}$.

Período Temporal & Tipo de Ambiente	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzoantraceno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Criseno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[b]fluaranteno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Benzo[a]pireno [$\mu\text{g/kg}$]	Média $\pm$ Desvio Padrão de Σ PAH4 [$\mu\text{g/kg}$]
1982					
Marinho	-	400.000	369.458	453.939	-
1986					
Marinho	9.000	9.000	-	-	-
2002					
Marinho	6.523 $\pm$ 4.977	2.023 $\pm$ 1.177	4.308 $\pm$ 5.061	-	-
2003					
Continental	0.039	0.383	0.063	0.090	0.574 $\pm$ 0.161
2005					
Marinho	111.925	177.088	6.500.000	6.780.000	1.119.013 $\pm$ 3752.0 11
2006					
Marinho	97.280 $\pm$ 20.380	8.740 $\pm$ 8.220	3.030 $\pm$ 3.530	3.670 $\pm$ 3.990	112.720 $\pm$ 46.137
2007					
Continental	0.103	0.508	-	-	-
Marinho	5.464 $\pm$ 0.222	2.403 $\pm$ 0.603	1.555 $\pm$ 0.254	0.061	9.482 $\pm$ 2.278
2008					
Continental	-	-	2.010	-	-
2009					
Marinho	1.920 $\pm$ 1.800	0.230 $\pm$ 0.480	0.360 $\pm$ 0.630	0.400 $\pm$ 0.860	2.910 $\pm$ 0.798
2010					
Continental	-	9.640 $\pm$ 2.361	11.113 $\pm$ 4.045	6.295$\pm$2.400	-
Marinho	8.371 $\pm$ 1.353	5.392 $\pm$ 0.845	2.159 $\pm$ 0.217	0.154	16.075 $\pm$ 3.616

2011					
Continental	0.017	0.051	0.034	0.001	0.103±0.022
2012					
Marinho	7.545±1.123	4.081±0.685	5.239±0.486	4.275±0.475	21.140±1.590
2013					
Marinho	86.500±8.250	89.250±7.500	90.750±3.250	92.750±4.750	359.250±2.633
2014 (E.U. Até 31/8/2014)					
Continental	-	4.730	12.555	8.065±67.500	-
Marinho	-	124.980±33.070	1.074.253±355.340	1.506.859±434.250	-
2015 (E.U. A partir de 01/09/2014)					22.842
Continental	3.679±6.015	2.841±5.315	1.812±3.385	2.324±5.540	10.657±0.797
Marinho	23.000±1.500	13.500±1.000	96.000±10.500	-	-
2016					
Continental	2.057±0.273	1.107±0.070	1.377±0.163		4.540±0.490
Marinho	9.445±2.400	12.720±2.290	9.695±3.015	8.255±1.275	40.115±1.901
2017					
Continental	3.341±3.037	2.307±1.804	1.536±1.513	1.050±1.182	8.223±1.000
Marinho	0.080±0.260	0.119±0.423	0.003±0.125	1.024±3.560	0.039±0.481
2018					
Continental	8.402±0.637	2.000±0.001	0.001±4.000	9.737±0.555	20.138±4.761
2019					
Continental	0.113±0.063	-	0.009±0.001	0.010±0.002	-
Marinho	6.130±0.012	13.098±0.012	0.973±0.006	0.201±0.007	20.401±5.946
2020					
Continental	5.833	2.333	13.333	8.833	30.333±4.664

Fonte: Criado pelo autor. 2022