



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista - São Vicente



**Avaliação do potencial risco à saúde humana por ingestão de metais
decorrente do consumo de pescado do Estuário de São Vicente, São Paulo**

Gabrielle Hayek de Faria

São Vicente
2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista - São Vicente



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

CAMPUS DO LITORAL PAULISTA

Gabrielle Hayek de Faria

Avaliação do potencial risco à saúde humana por ingestão de metais decorrente do consumo de pescado do Estuário de São Vicente, São Paulo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da UNESP – Câmpus do Litoral Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, com habilitação em Biologia Marinha.

Orientador: Denis Moledo de Souza Abessa

F224a Faria, Gabrielle Hayek de
Avaliação do potencial risco à saúde humana por ingestão de metais decorrente do consumo de pescado do Estuário de São Vicente, São Paulo / Gabrielle Hayek de Faria. -- São Vicente, 2023
34 f. : il., tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientador: Denis Moledo de Souza Abessa

1. Metais. 2. Avaliação de Risco. 3. Saúde Humana. 4. Mugil curema. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Soraya e Adriano, que sempre me apoiaram e me incentivaram a realizar meus sonhos, desde quando era apenas a criança que gostava de assistir programas de animais na TV. Que eu possa ser motivo de orgulho agora e nos próximos passos.

À minha família, em especial, minhas tias Michele, Conceição e Márcia; meus tios Carlos, Sam e Lício (in memoriam); e meus primos, que estão do meu lado desde que consigo me lembrar. Agradeço por toda a ajuda e por me ensinarem o significado de ser leal.

Aos meus avós, Maria Augusta, Jeannett e Pedro, e ao meu irmão por toda a fé, seja em oração ou acreditando em mim.

Ao meu orientador, Professor Denis, pela oportunidade, todo o auxílio e paciência.

À Coordenadoria de Ações Afirmativas, Diversidade e Equidade (CAADI) pela bolsa que promove o projeto “Fome de quê?”, ao Professor Davis pela coordenação e às meninas que fazem parte dele comigo, por me trazerem um novo olhar dentro da biologia e tornarem isso possível.

Agradeço aos meus amigos Clarisse, Bruno, Beatriz e Allan por me receberem em suas vidas e nessa cidade mais de uma vez, e continuarem comigo. À Débora, que sempre foi um exemplo para mim, me acolheu e ajudou desde o primeiro dia até hoje.

Minhas irmãs Giovanna, Isadora e Manoella fazem parte de quem eu sou.

Ao Lucas, por todo o amor e por escolher dividir esse momento e a vida comigo.

Avaliação do potencial risco à saúde humana por ingestão de metais decorrente do consumo de pescado do Estuário de São Vicente, São Paulo.

RESUMO

As características ambientais dos estuários fazem essas áreas serem importantes para o desenvolvimento econômico, social e urbano. Por abrigarem uma elevada concentração populacional, os estuários tornam-se suscetíveis à contaminação por diversas fontes de poluentes. A Região Metropolitana da Baixada Santista, no estado de São Paulo, onde está situado o Sistema Estuarino de Santos (SES), destaca-se como um dos exemplos mais significativos de urbanização, resultando na aglomeração da população de baixa renda em regiões periféricas, geralmente não adequadas para moradia, e na degradação ambiental, devido à geração e descarte de poluentes. O Canal de São Vicente, situado na porção oeste do (SES), é caracterizado pela presença de contaminação por resíduos organoclorados, metais e esgotos lançados in natura. Os metais estão entre os contaminantes mais comuns encontrados em regiões estuarinas, podendo acumular-se nas espécies por meio de diferentes mecanismos e podendo chegar aos seres humanos, principalmente pelo consumo de peixes, e assim causar efeitos tóxicos à saúde dependendo das quantidades absorvidas. Na região do Canal de São Vicente, o parati (*Mugil curema*) destaca-se como um dos peixes mais abundantes, amplamente consumido pela população tradicional e pelos habitantes de baixa renda que vivem nas áreas ribeirinhas. Análises indicaram que os peixes coletados no SES podem apresentar altos níveis de metais em seus tecidos, sendo importante determinar possíveis riscos à saúde humana a partir de seu consumo. Este estudo pretendeu definir o padrão de consumo de pescado da população que habita os aglomerados subnormais às margens do estuário no município de São Vicente e avaliar os possíveis riscos não carcinogênicos à saúde humana decorrentes da ingestão da carne de paratis, a partir da coleta de dados e cálculos dos possíveis riscos toxicológicos dos metais Cromo, Níquel e Mercúrio, utilizando as concentrações em tecido musculares de peixes coletados no Canal de São Vicente, as quais são disponibilizadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), considerando diferentes cenários de exposição. O pescado se demonstrou como uma importante fonte de proteína para a alimentação da população local, sendo consumido por 86% dos moradores da área, tendo os peixes como os mais consumidos nas residências. A frequência de consumo é, em sua maior parte, eventual, com o consumo semanal ou de mais de uma vez por semana também expressivo. O risco não carcinogênico para Cromo, Níquel e Mercúrio a partir da ingestão de peixes da área se mostrou baixo, havendo necessidade de mais estudos de contaminação para a área do Canal estuarino de

São Vicente e a utilização de referências mais recentes para cálculos de riscos toxicológicos, sendo esta uma importante metodologia que integra as vias de exposição aos contaminantes e os riscos à saúde humana em áreas com indicadores de poluição ambiental.

PALAVRAS-CHAVES: Metais, Avaliação de Risco, Saúde Humana; *Mugil Curema*.

ABSTRACT

The environmental characteristics of estuaries make these areas important for economic, social, and urban development. As they house a high population concentration, estuaries become susceptible to contamination by various sources of pollutants. The Baixada Santista Metropolitan Region, in the state of São Paulo, where the Santos Estuarine System (SES) is located, constitutes one of the most significant examples of urbanization, resulting in the agglomeration of the low-income population in peripheral regions, generally not suitable for housing, and environmental degradation due to the generation and release of pollutants. The São Vicente Channel, located in the western portion of the SES, is characterized by the presence of contamination by organochlorine waste, metals, and the release of raw sewage. Metals are among the most common contaminants found in estuarine regions and can accumulate in aquatic organisms through different mechanisms, reaching humans mainly through the consumption of fish. In humans, the consumption of contaminated fish may cause toxic health effects, depending on the quantities absorbed. In the São Vicente Channel, parati (*Mugil curema*) is one of the most abundant fish, which is widely consumed by the traditional population and low-income inhabitants living in riverine areas. Previous analysis indicated that fish collected at SES may have high levels of metals in their soft tissues; therefore, determining possible risks to human health from fish consumption is important in this estuarine region. The present study aimed to define the fish consumption pattern by the population that inhabits subnormal settlements on the banks of the São Vicente Channel and evaluate the possible non-carcinogenic risks to human health resulting from the ingestion of parati's meat. To achieve that, concentrations of Chromium, Nickel, and Mercury reported by the State Environmental Agency (CETESB) were compiled and combined with the consumption profile, considering different scenarios. Then, the possible toxicological risks associated with the consumption of fish were estimated. Fish proved to be an important source of protein for the local population, being consumed by 86% of residents in the area, with fish being the most consumed in homes. The frequency of consumption is mainly occasional, but weekly consumption or more than once a week were also relevant. The non-carcinogenic risks for Chromium, Nickel, and Mercury from the ingestion of fish were estimated as low, but further contamination studies for the São Vicente Channel are necessary, considering the consumption of multiple aquatic species and updated information on fish contamination. However, the human health risk assessment consists of an important approach that integrates the routes of exposure to contaminants and the risks to human health in contaminated areas.

KEY-WORDS: metals, risk assessment, human health; *Mugil curema*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS.....	14
3. MÉTODOS	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	17
3.4 AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA ASSOCIADA AO CONTAMINANTE	18
4. RESULTADOS	19
4.1 PERFIL DE CONSUMO DE PESCADO	19
4.2 AVALIAÇÃO DOS RISCOS NÃO CARCINOGENÉTICOS	21
5. DISCUSSÃO.....	22
6. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Os estuários constituem a região de interface entre a terra, rios e mar, onde ocorre a interação entre as águas marinhas e continentais, e essa mistura de águas impulsiona o processo de floculação e deposição de partículas finas, como matéria orgânica, silte e argila (Silva, 2004). O transporte e a deposição de sedimentos, associados a partículas orgânicas e inorgânicas, caracterizam a região como uma zona de alta movimentação de nutrientes, dando suporte a uma complexa cadeia alimentar e, conseqüentemente, a uma grande abundância e biomassa de organismos, sendo um dos poucos sistemas existentes no planeta capaz de suportar números tão expressivos de biomassa de peixes e outros recursos demerso-pelágicos (Meire et al., 2005; Togni, 2013; Yáñez-Arancibia et al., 2008).

Devido às suas características ambientais, localização geográfica e geomorfológica, os sistemas estuarinos desempenham um papel crucial como áreas de desenvolvimento econômico, social e urbano, abrigando uma elevada concentração populacional. O crescimento urbano nas zonas costeiras resultou em uma expansão considerável das atividades nas proximidades dos estuários ao longo do último século, com destaque para os setores industriais, agricultura, construção de barragens para a instalação de usinas hidrelétricas e indústria pesqueira (Santos, L., 2009; Miranda et al., 2002). No Brasil, das 25 regiões metropolitanas existentes, 14 estão localizadas dentro ou próximas de estuários, abrigando os principais polos petroquímicos e sistemas portuários do país, conforme destacado (Diegues, 1987). Em virtude desses fatores, as áreas estuarinas tornam-se suscetíveis à contaminação por diversas fontes e tipos de poluentes, além de servirem como vias de transporte de contaminantes da zona continental para os oceanos. Apesar dos esforços voltados para a conservação, as regiões costeiras e estuários permanecem como ambientes continuamente degradados ou ameaçados (Togni, 2013; Trevizani, 2018; Miranda et al., 2002).

A Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) no estado de São Paulo, onde está situado o Sistema Estuarino de Santos (SES), destaca-se como um dos exemplos mais significativos de degradação ambiental devido à poluição em áreas costeiras. Essa região abriga o Porto de Santos, reconhecido como o maior da América Latina, e o segundo maior polo industrial do país, localizado no município de Cubatão (CETESB, 2001). Os processos intensivos de urbanização em toda a região resultaram em problemas como a poluição dos corpos d'água devido ao lançamento de efluentes in natura e resíduos sólidos, degradação dos mangues, diminuição da disponibilidade de água para consumo, redução do índice de balneabilidade das praias e ocupações irregulares de encostas, mananciais e margens de rios e manguezais. Este cenário está diretamente

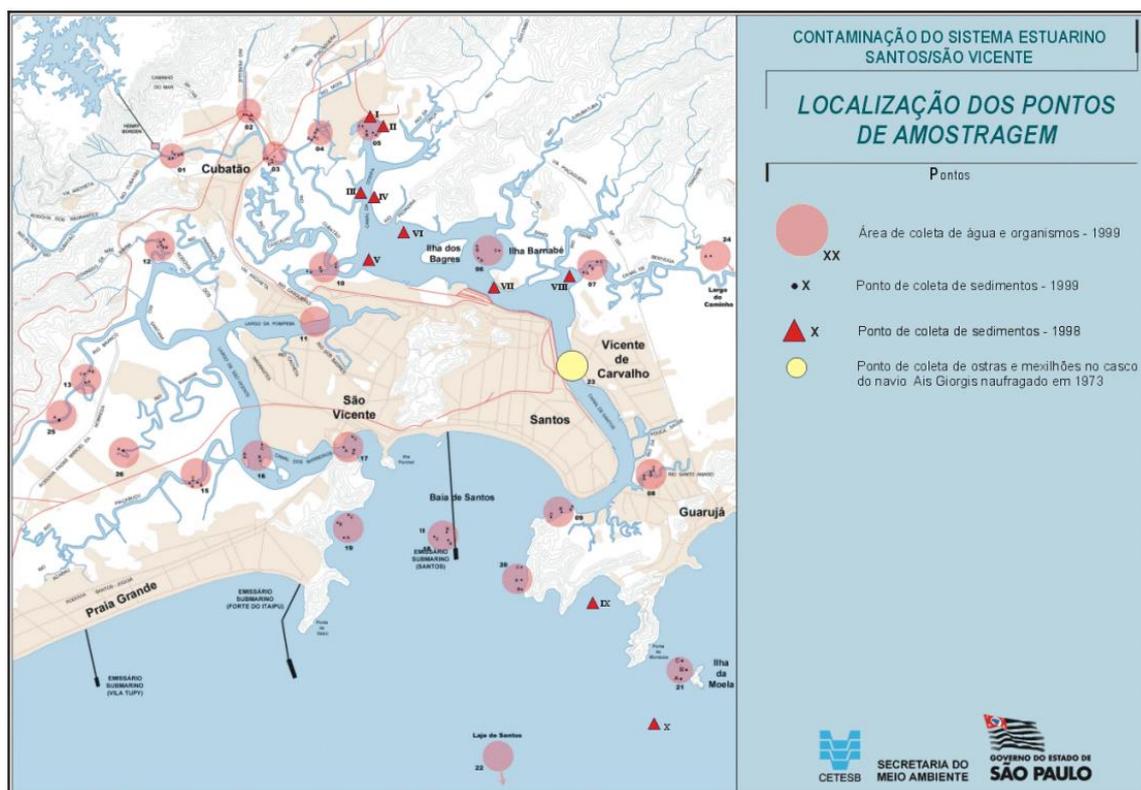
relacionado ao considerável crescimento populacional na Baixada Santista, resultando em um déficit habitacional, onde as classes de menor renda passaram a ocupar habitações subnormais, frequentemente em áreas de risco ambiental (Young e Fusco, 2006). A população de menor poder aquisitivo utiliza as margens costeiras para construir moradias e obter sustento das águas, envolvendo-se na pesca artesanal e profissional, além de utilizar essas áreas para lazer e comércio (Tominaga, 2010). O bairro da Vila Margarida no município de São Vicente abriga a aglomeração subnormal conhecida como “favela do México 70”, localizada em áreas aterradas do estuário, e foi um dos locais com maior crescimento insular da região no período em que o município teve seu maior aumento populacional (1972-1987), adquirindo características de receptor de moradores de baixa renda, os quais se instalaram irregularmente às margens das rodovias e ao longo do estuário (Mello et al., 2013). A proximidade entre populações vulneráveis e fontes de poluentes e contaminação cria uma situação de risco para o surgimento de doenças na região (Guimarães, 2008).

O SES está posicionado entre as latitudes 23°90'S e 24°00'S, e longitudes 46°30'W e 46°50'W. Compreende a Baía de Santos, as ilhas de São Vicente e Santo Amaro, canais estuarinos e rios, ocupando uma área total de 2.372 km² e estendendo-se por 40 km, com a vizinhança das cidades de Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Praia Grande (Startoretto, 2014; Trevizani, 2019). Seu sistema hidrográfico pode ser subdividido em três canais estuarinos, uma baía e duas ilhas principais: o Canal de Bertioga, localizado entre os municípios de Guarujá e Bertioga, que separa a Ilha de Santo Amaro da planície costeira continental; o Canal de Santos; e o Canal de São Vicente; e as ilhas de São Vicente e Santo Amaro. Os canais de Santos e São Vicente têm suas embocaduras na Baía de Santos (Roversi et al., 2016).

Os levantamentos realizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2001) sobre a presença de contaminantes na região do SES determinam que as principais fontes de poluição na área são, predominantemente, de origem industrial. Isso se deve ao elevado volume de lançamento de contaminantes químicos e à sua alta diversidade. Além disso, contribuem para a poluição os esgotos e lixos domésticos locais, os esgotos e efluentes industriais provenientes do continente e da bacia do alto Tietê. Outros fatores incluem substâncias químicas utilizadas em atividades portuárias, a deposição de material dragado para a viabilização da navegação e áreas com solos contaminados, principalmente por organoclorados (Figura 1).

O Canal de São Vicente, situado na porção oeste do SES, recebe o aporte de canais e rios, destacando-se os rios Branco, Mariana e Piaçabu. Esses rios estão sob a influência direta do regime de marés e recebem também a drenagem dos municípios de São Vicente e Praia Grande, além da

drenagem indireta da Baía de Santos. As águas desse estuário são salobras e caracterizam-se pela presença de contaminação por resíduos organoclorados, metais pesados e esgotos in natura (CETESB, 2001).



Zona	Pontos de coleta	Localização	Principais Fontes de Poluição	Zona	Pontos de coleta	Localização	Principais Fontes de Poluição
Baía de Cubatão	V	Alemoa (fundo do canal dragado)	Fontes diversas	Baía de Cubatão	1	Rio Cubatão	Lixão de Pilões, Canal de Fuga, ETA-III.
	VI	Ilha Barnabé (margem)	Terminais, fontes diversas		2	Rio Perequê	Depósito da Rhodia
	VII	Ilha Barnabé (canal dragado)	Fontes diversas		3	Rio Cubatão	Indústrias químicas e petroquímicas, ETE-Cubatão
	VIII	Canal de Bertioga (monte Cabirão)	Fontes diversas		4	Rio Piaçaguera a jusante do rio Mogi	Indústrias de fertilizantes
Estuário de São Vicente	11	Largo da Pompeba	Lixão de Sambaiatuba, esgotos	Estuário de Santos	5	Bacia de evolução da Cosipa	Cosipa
	12	Rio Santana próximo ao Rio Queiroz	Ciel		6	Largo do Caneu - Ilha dos Bagres	Fontes diversas
	13	Rio Branco (jusante)	Resíduos da Rhodia		8	Rio Santo Amaro	Dow Química, esgotos, marinas
	14	Largo de São Vicente	Fontes diversas		9	Saída do canal de Santos	Porto, fontes diversas
	15	Rio Mariana (jusante)	Resíduos da Rhodia, esgotos		10	Rio Casqueiro	Lixão da Alemoa, esgotos
Baía de Santos	16	Canal dos Barreiros	Fontes diversas		23	Porão do navio Ais Georges	Fontes diversas
	25	Rio Branco (montante)	Resíduos da Rhodia		24	Canal de Bertioga (l. do Candinho)	Fontes diversas
	17	Entre a Ilha Porchat e Praia Paranapuá	Esgotos, marinas		I	Canal da Cosipa (margem do canal dragado)	Cosipa
	18	Saída do emissário de Santos	Esgotos, sedimentos dragados		II	Canal da Cosipa (fundo do canal dragado)	Cosipa
Zona marinha adjacente	19	Morro do Itaipu	Sedimentos dragados, esgotos		III	Foz do rio Cubatão (leito original)	Indústrias em geral
	20	Ponta Grossa da Barra	Sedimentos dragados, esgotos	IV	Alemoa (margem canal dragado)	Fontes diversas	
	21	Ilha da Moela	Sedimentos dragados				
	22	Laje de Santos	Controle				
	IX	Praia do Guaiuba	Sedimentos dragados				
	X	Local para disposição de material dragado	Sedimentos dragados				

Figura 1. Áreas contaminadas e principais fontes poluidoras do Estuário de Santos e São Vicente. Fonte: CETESB, 2001; PEXJ, 2010.

Os metais estão entre os contaminantes mais comuns encontrados em regiões estuarinas (Souza Filho, 2021; Reitermajer et al., 2011) e incluem elementos como cádmio (Cd), zinco (Zn), mercúrio (Hg), prata (Ag), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe) e platina (Pt) (Rocha et al., 2023).

Alguns contaminantes podem ser decompostos por organismos vivos e/ou por suas biomoléculas. Já os metais, em virtude de suas propriedades, não são biodegradáveis; eles podem ser absorvidos no interior das células dos organismos, por difusão a partir do meio aquoso ou ao serem ingeridos ou inalados, podendo resultar na sua acumulação na célula, fenômeno denominado bioacumulação (Sharma et al., 2022). Os metais são classificados como contaminantes químicos potencialmente cumulativos, sendo agentes tóxicos que entram no organismo e cujas taxas de eliminação podem ser menores do que a sua taxa de entrada, resultando na bioacumulação (Rodrigues e Smith, 2022). Quando a bioacumulação atinge níveis intensos e as concentrações nos tecidos dos organismos tornam-se superiores às concentrações ambientais, ocorre a bioconcentração. Além disso, alguns elementos apresentam formas orgânicas, como o mercúrio e o selênio, podendo exibir níveis crescentes nos níveis tróficos superiores, caracterizando assim a biomagnificação (Voigt et al., 2014; Kerigh e Malm, 2011).

Em ambientes aquáticos, esses agentes químicos podem acumular-se nas espécies por meio de diferentes mecanismos: absorção direta da água pelas brânquias ou pele, absorção de partículas suspensas, e através do consumo de alimentos contaminados (Van der Oost et al., 2003). Os organismos aquáticos são capazes de concentrar os metais em várias ordens de grandeza acima da quantidade encontrada na coluna d'água (Kehrig et al., 2009). A contaminação por metais é preocupante devido à sua reatividade e toxicidade, estando associada a diversos efeitos letais e subletais, como uma gama de efeitos citotóxicos, imunológicos, hepatotoxicidade, estresse oxidativo, carcinogenicidade e mutagenicidade de diversos componentes da biota (Rajeshkumar et al., 2018). Desde fito e zooplâncton até comunidades bentônicas, peixes e demais vertebrados aquáticos, como as aves marinhas, os organismos marinhos podem estar expostos aos metais. Ademais, esses contaminantes também podem chegar aos seres humanos, principalmente pelo consumo de peixes (Carmo et al., 2011; Petersen et al., 2019).

Diversos estudos analisaram a presença de metais em diferentes organismos e sua acumulação em tecidos, avaliando seus níveis de contaminação, sendo relevantes para monitoramentos ambientais das áreas, relações com atividades econômicas e possíveis riscos à saúde das populações (Brabo et al., 2000; Jebali et al., 2013; Oliva et al., 2012; Arantes et al., 2016). Latif et al. (2022) apuraram a bioacumulação de chumbo em diferentes órgãos de peixes da família das carpas, utilizadas para alimentação. A bioacumulação do chumbo apresentou maiores níveis, a princípio, nas brânquias, tal qual observado por Souza Filho (2021), seguido pelo fígado, vísceras, pele e, por fim, o músculo. Após cinquenta e seis dias de exposição ao metal, a concentração aumentou de forma constante no tecido muscular, demonstrando que a exposição

crônica aos contaminantes pode resultar em bioacumulação, e concentrações tóxicas no tecido. Isso é particularmente preocupante, uma vez que os músculos de peixes são utilizados para consumo pela população em todo o mundo.

Albuquerque et al. (2023) avaliaram, além da qualidade da água, a concentração de metais no tecido muscular de peixes do estuário do Rio Perizes, Maranhão, Brasil, revelando concentrações de Cromo e Chumbo acima dos limites aceitáveis estabelecidos pela legislação brasileira. Os metais considerados mais prejudiciais para a saúde humana são o chumbo, mercúrio, cádmio, cobre, zinco, níquel e cromo (Braga et al., 2009). Os efeitos tóxicos desses metais eram caracterizados, em sua maioria, como eventos de curto prazo, agudos e evidentes. Atualmente, no entanto, foram demonstradas ocorrências relacionadas à exposição em médio e longo prazos, sendo as manifestações desses efeitos associadas diretamente à dose ingerida. Esses metais podem distribuir-se pelo organismo e tornar-se tóxicos para a saúde humana caso ultrapassem determinadas concentrações limites (Paula, 2006).

Mwalikenga & Vital, (2016) abordaram estudos que evidenciaram que os padrões de consumo de pescados e o tempo de exposição aos contaminantes estão relacionados ao risco do desenvolvimento de diversos problemas relacionados à saúde humana, ressaltando a necessidade de pesquisas aprofundadas sobre a contaminação do meio e da população. Machado et al. (2013) analisaram os aspectos ambientais de uma área estuarina contaminada (Estuário Sado, Portugal) e seus efeitos na saúde da população humana local, em comparação com a população de uma área distante. Constataram uma maior exposição direta e indireta a contaminantes pela população residente da área, decorrente de suas atividades profissionais, assim como uma maior probabilidade de exposição através da ingestão de alimentos e água para consumo ou utilização diversas. Isso evidencia prováveis distúrbios relacionados a essa maior exposição aos contaminantes. A população mais exposta apresentou um risco estatístico 2 vezes maior para o desenvolvimento de doenças crônicas relacionadas à contaminação por metais e 1,5 vezes mais riscos de gravidez com resultados anômalos.

Braga et al. (2009) avaliaram, em um estudo epidemiológico, a presença de indicadores de efeitos à saúde da população pela exposição a contaminantes ambientais no Estuário de Santos e na cidade de Bertioga. Concluíram uma relação direta entre a localização de moradia e os hábitos da população da área com doenças do sangue, como leucemia, doenças respiratórias, conjuntivite, doenças de pele e hipertensão arterial. Os níveis da prevalência de doenças respiratórias e hipertensão foram superiores aos observados em outras regiões do Brasil e na Grande São Paulo. Além disso, os coeficientes de mortalidade por leucemia se apresentaram superiores aos

encontrados no Estado de São Paulo. Nessa senda, de acordo com Machado et al. (2017), há uma baixa existência de pesquisas de avaliação de risco ambiental em contextos estuarinos que caracterizem e integrem informações sobre as vias de exposição aos contaminantes e a saúde humana. Isso evidencia que as pesquisas populacionais a partir de questionários são importantes para o estabelecimento da exposição relacionada às atividades de lazer, atividades ocupacionais e hábitos de consumo.

Na região do estuário de São Vicente, o parati (*Mugil curema*) destaca-se como um dos peixes mais abundantes e é amplamente consumido pela população tradicional, assim como habitantes de baixa renda que vivem nas áreas ribeirinhas. Esta espécie é considerada a mais comum da família Mugilidae no litoral brasileiro, apresentando uma distribuição geográfica abrangente e sendo reconhecida como uma espécie sentinela em estudos. O comprimento dos organismos adultos varia de 22,3 a 90 cm, sendo mais comuns os exemplares com uma média de 30 cm. Esses peixes transitam entre os habitats pelágicos e demersais, alimentando-se principalmente por filtração de microalgas e zooplânctons (Carmo et al., 2011, 2012; Seckendorf e Azevedo, 2007). No entanto, pesquisas indicaram que paratis coletados no Sistema Estuarino de Santos podem apresentar altos níveis de metais em seus tecidos (CETESB, 2001), com possíveis riscos de contaminação humana a partir de seu consumo (Carmo et al., 2011; 2012).

Diante destes cenários foi elaborado um projeto liderado pelo Prof. Dr. Davis G. Sansolo e co-coordenação do Prof. Dr. Denis Moledo Abessa com alunos de graduação e pós graduação do Instituto de Biociências do Campus do Litoral Paulista (IB-CLP/Unesp) com o objetivo de compreender a realidade acerca do acesso, disponibilidade e qualidade alimentar da população das áreas periféricas do município de São Vicente.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo definir o padrão de consumo alimentar da população que habita os aglomerados subnormais às margens do estuário no município de São Vicente, em relação ao pescado a partir de questionários. Além disso, utilizando o Parati como referência, buscou-se avaliar os possíveis riscos não carcinogênicos à saúde humana decorrentes da ingestão de sua carne, baseando-se nos níveis de contaminação por metais nos organismos aquáticos do Canal de São Vicente do relatório da CETESB (2001).

3. MÉTODOS

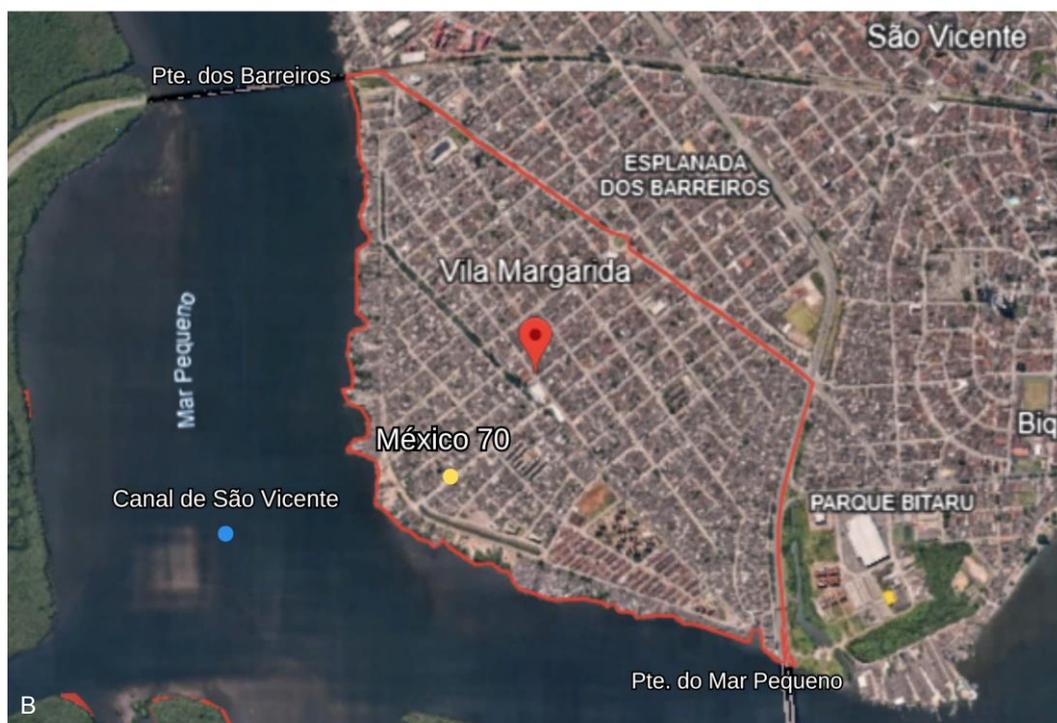
3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de São Vicente está localizado na parte central da RMBS, possui sua produtividade econômica principalmente voltada para o comércio e turismo, o grande processo de urbanização da área resultou na aglomeração da população de baixa renda em regiões periféricas, geralmente não adequadas para moradia, estando expostas a riscos ambientais e falta de saneamento básico (Lopes, 2023; Rodrigues, 2019).

O bairro de Vila Margarida está situado na região periférica da cidade, especificamente no extremo oeste da parte insular e inicia no cruzamento da margem esquerda na Ponte dos Barreiros, seguindo até o cruzamento com a Avenida Nações Unidas e entre a Rodovia dos Imigrantes, até o início da Ponte do Mar Pequeno, entre a linha divisória do município e Praia Grande, às margens do Canal de São Vicente (CSV), a área sofreu com os processos de aglomeração urbana desordenada resultando em uma região de grande impacto ambiental, expondo a população moradora a riscos ambientais e sociais (Rodrigues, 2019). O bairro abriga a comunidade do México 70, uma extensa aglomeração subnormal de São Vicente. Apesar dos esforços de recuperação e urbanização nas últimas décadas, iniciados a partir 1997, ainda são encontradas habitações construídas em madeira, plástico, papelão e latas sobre palafitas em regiões alagadas de mangue (Figura 3) paralelas umas às outras, entre passarelas ou pontes sobre a maré com instalações sanitárias consideradas precárias, assim como habitações sobre aterros (Scaff, 2001; Young e Fusco, 2006; Siqueira, 2007). Estas habitações, em sua maioria, não contam com sistemas de coleta e tratamento de águas servidas, de modo que os esgotos são despejados em valas ou fossas comuns, ou diretamente nos corpos d'água.



A



B

Figura 2. a) Localização do Município e destaque ao Canal de São Vicente em azul e b) Localização do México 70 - Vila Margarida em amarelo e Canal de São Vicente em azul. Fonte: Autoral e Google Earth.

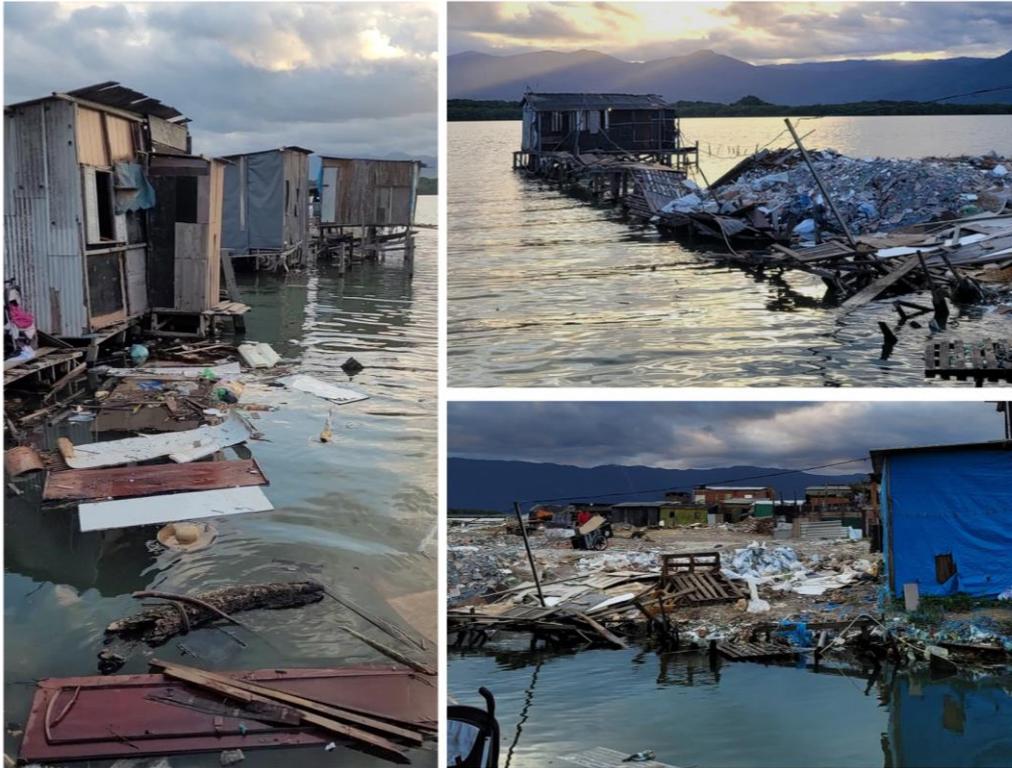


Figura 3 - Habitações construídas na área da maré no CSV, visita realizada ao local em 17 de Junho de 2023, às 16h41. Fonte: Autoral.

3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A partir das atividades do projeto “Segurança Alimentar e Agroecologia e a População Vulnerável de São Vicente” contemplado pelo Edital da Coordenadoria de Ações Afirmativas, Diversidade e Equidade (CAADI) n° 01/21 sob coordenação do Professor Davis Gruber Sansolo, foram realizadas visitas à área de estudo durante os anos de 2022 e 2023. No segundo semestre de 2022, ocorreram visitas às localidades do bairro para reconhecimento físico da área e contato com as lideranças comunitárias e entidades representativas da população moradora e pescadores, visando à apresentação da proposta. Após esse período de aproximação e aceitação da pesquisa, foram aplicadas entrevistas semiestruturadas (Viertler, 2002) de forma individual, mediante adesão voluntária, com 53 participantes, homens e mulheres, todos acima de 18 anos, caracterizados como moradores da localidade, em diversas visitas durante o ano de 2023. A coleta de informações teve como base e adaptações as metodologias descritas em Aragão e Silva (2006), Fagundes et al. (2012) e Stori, Nordi e Abessa (2012).

A análise inicial buscou levantar o perfil de consumo de pescado pela população moradora da área de estudo. O estudo adotou a definição de pescado como todo animal aquático consumido para fins alimentícios humanos (EMBRAPA, 2021). O questionário abordou o consumo ou não de organismos aquáticos, o tipo de organismo aquático mais consumido na residência do entrevistado e a frequência estimada de consumo de pescado pelos indivíduos, com os seguintes critérios adaptados de CETESB (2006): consumo pelo menos uma ou mais vezes por semana, consumo pelo menos uma vez por mês, consumo menos de uma vez por mês e não consumo. Em seguida, foi pretendido observar se os indivíduos se caracterizavam como pescadores artesanais ou se tinham conhecimento de pescadores que utilizavam a área do Sistema Estuarino de Santos para a atividade de pesca.

3.4 AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA ASSOCIADA AO CONTAMINANTE

A avaliação de risco foi realizada a partir da extração dos dados de contaminação de organismos aquáticos do relatório CETESB (2001), especificamente os dados dos Mugilídeos capturados na área do Estuário de São Vicente, para o cálculo dos riscos toxicológicos não carcinogênicos relacionados aos metais. Esse processo foi conduzido com base nas adaptações da metodologia de avaliação de risco à saúde humana proposta pela USEPA, presente no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (2001).

A metodologia se fundamenta em quatro principais passos: a identificação do perigo, a avaliação da dose-resposta, a avaliação da exposição e a caracterização do risco. Estabelecendo assim três cenários hipotéticos: o cenário 1 considera uma ingestão diária de 300g de peixe por um indivíduo adulto (ver Carmo et al., 2012), pesando 70kg, durante um período de 30 anos; o cenário 2 refere-se a uma ingestão de 300g de peixe três vezes por semana, também por um adulto de 70kg, durante 30 anos; e o cenário 3 refere-se à ingestão de 300g de peixe uma vez por mês, por um indivíduo adulto de 70kg, durante o período de 30 anos.

O risco não carcinogênico foi estimado pelos valores de contaminantes encontrados nas amostras dos organismos (peso úmido), a partir das doses de captação em mg/kg por dia (I), de acordo com a equação:

$$I = Cw \times \frac{IR \times EF \times ED}{BW} \times \frac{1}{AT}$$

Onde, C_w é a concentração de contaminantes estimada na carne do peixe; IR corresponde à taxa de ingestão do pescado de 300g por dia; EF é a frequência de exposição considerando os 3 cenários (365 dias/ano para o cenário 1; 156 dias/ano para o cenário 2 e 12 dias/ano para o cenário 3); ED é o tempo de exposição considerando 30 anos; BW corresponde ao peso corporal do indivíduo e AT corresponde ao período de exposição total (12.775 dias). A partir desse cálculo, o quociente de risco toxicológico (HR) foi estimado pela equação:

$$HR = \frac{I}{RfD}$$

Onde I corresponde a dose de captação e RfD corresponde às doses de referência de limites máximos de consumo dos contaminantes a partir do banco de dados da USEPA. A relação entre a dose referência e a dose de captação é uma razão em que:

$HR < 1$ expressa um potencial não significativo de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana para determinado cenário.

$HR > 1$ expressa um potencial significativo de risco de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana para determinado cenário.

4. RESULTADOS

4.1 PERFIL DE CONSUMO DE PESCADO

Dos 53 moradores entrevistados, 86,5% afirmaram consumir pescado de diversas procedências, enquanto apenas 13,5% não consomem, sendo o peixe o organismo mais citado para a alimentação nas residências. Do total de entrevistados, 28% demonstraram consumir peixes pelo menos uma ou mais vezes por semana, 15% pelo menos uma vez por mês, e 43% declararam consumir menos de uma vez por mês, enquanto 13% não consomem (Figura 4).

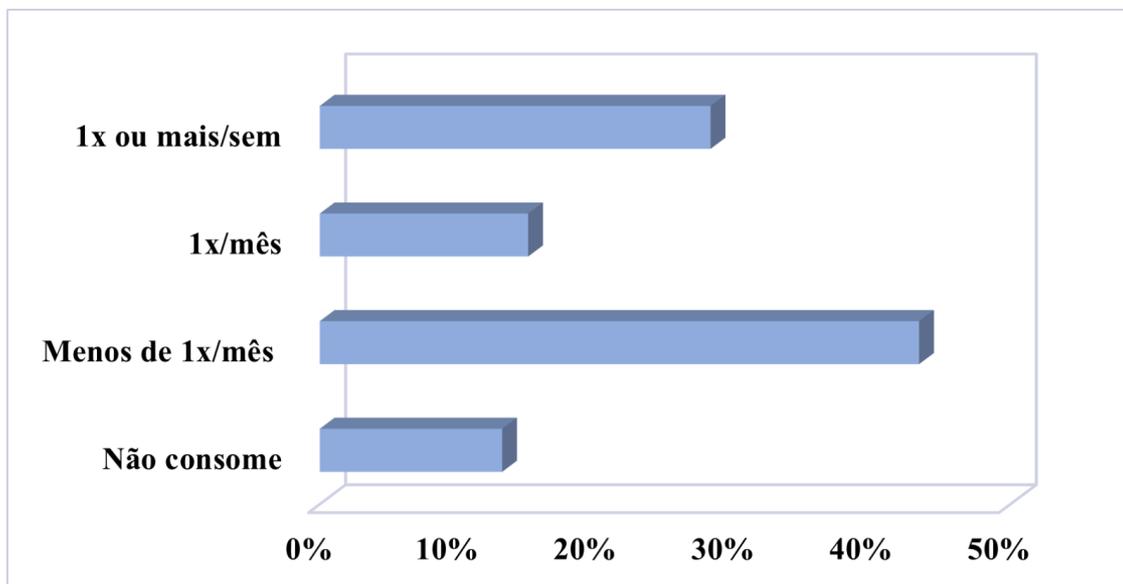


Figura 4 – Frequência de consumo de pescado pela população do México 70 - Vila Margarida.

Dos moradores locais, 35 dos abordados declararam-se pescadores ou afirmaram conhecer pescadores artesanais que exercem a atividade na área do Sistema Estuarino de Santos, tanto para fins de lazer e consumo próprio como comerciais. Alguns conseguiram identificar as áreas de atividade, sendo principalmente citadas a região do canal de São Vicente, seguido pela região da Baía de Santos.



Figura 5– Morador da área do México 70 pescando no CSV. Fonte: Autoral.

4.2 AVALIAÇÃO DOS RISCOS NÃO CARCINOGENICOS

As concentrações de metais em tecidos de *M. curema* obtidas pela CETESB (2001) estão indicadas na Tabela 1, assim como as respectivas doses de referência propostas pela agência ambiental norte-americana (USEPA). Já a Tabela 2 mostra os valores de risco não carcinogênico estimado para Cr, Hg e Ni em *M. curema*, deste estudo, evidenciando a inexistência de valores acima de 1, ou seja, ausência de riscos significativos à saúde humana.

Tabela 1 – Concentrações médias de Cr, Ni e Hg expressas em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (peso úmido) em músculos de peixes do gênero Mugil capturados no Estuário de São Vicente, e limites máximos na ingestão de contaminantes estabelecidos na legislação norte americana. Fonte: CETESB (2001) e USEPA.

Metais	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Limites (RfD)
Cromo	$0,18 \pm 0,14$	0,003 mg/kg/dia
Mercurio	$0,05 \pm 0,05$	0,001 mg/kg/dia
Níquel	$0,06 \pm 0,17$	0,02 mg/kg/dia

Tabela 2 – Risco não carcinogênico (HR) à saúde humana pelo consumo de *Mugil curema* do Estuário de São Vicente – SES analisado nesse trabalho.

	Cromo (Cr)	Níquel (Ni)	Mercúrio (Hg)
Cenário 1	0,22	0,011	0,18
Cenário 2	0,094	0,005	0,07
Cenário 3	0,007	0,0003	0,006

5. DISCUSSÃO

O Canal de São Vicente é caracterizado pela instalação de favelas e habitações ainda não atendidas por redes de coleta de esgoto, fazendo parte do SES, que recebe contribuições de diversas outras fontes de contaminação de usos urbanos, industriais e portuários, sendo uma das regiões litorâneas que apresentam contextos mais críticos relacionados à contaminação de ecossistemas aquáticos (Carmo et al., 2012; Parreira et al., 2012). A favela do México 70 está localizada em uma área de cerca de 30 hectares de terras baixas inundáveis do estuário, no município de São Vicente, caracterizando uma área carente de infraestrutura, principalmente em relação ao saneamento básico e à drenagem de esgoto, constituindo um dos maiores e mais precários assentamentos da Baixada Santista, com a presença de situações de deterioração ambiental e extrema pobreza (Santos, T et al., 2012).

A localização domiciliar dessas populações tem influência direta na propensão de consumo de organismos aquáticos, já que as regiões litorâneas apresentam em geral maiores tendências de consumo de pescado pela população (Wagner et al., 2023).

Análises dos padrões de consumo de alimentos surgiram como uma metodologia para investigações das relações entre variáveis de hábitos alimentares e o risco de desenvolvimento de doenças (Gimeno et al., 2011), existindo uma lacuna na bibliografia de estudos que integrem os hábitos alimentares aos riscos dos contaminantes presentes em organismos aquáticos em relação à saúde humana, principalmente em áreas contaminadas como os sistemas estuarinos. O consumo de pescado pela população do entorno do Estuário de São Vicente foi confirmado no presente estudo por 86,5% dos moradores entrevistados da região do México 70, sendo os peixes citados como o principal organismo aquático consumido nos domicílios. Esses resultados estão em concordância com os estudos de Soares e Belo (2015), que identificaram o consumo por 87% dos moradores do município de Porto Velho – RO. Também estão de acordo com Braga et al. (2009)

e Carmo et al. (2012), que afirmaram haver grande consumo de paratis na população residente às margens do canal de São Vicente.

Em relação à frequência total de consumo de organismos neste estudo, 43% dos entrevistados declararam consumir pescado eventualmente, seguido por 28% uma vez ou mais por semana e, por fim, 15% uma vez por mês. Levantamentos da CETESB (2006) demonstraram que 85% da população local do estuário de Santos e São Vicente consomem peixes, caracterizando-o como o organismo mais consumido nos domicílios da região. Especificamente em São Vicente, 30% da população declarou consumir peixes menos de 1 vez por mês, 35% cerca de uma vez por mês e 20% pelo menos uma vez por semana. Foi também demonstrado que, apesar do grande percentual de famílias moradoras do SES declararem que consumiam peixes, a porcentagem de confirmação de consumo de organismos adquiridos no local na época foi de 18%, sendo que apenas 5% declararam que fazem uma vez por semana. Isso evidencia a necessidade de mais estudos de avaliação do impacto na saúde da população de áreas específicas, com alguns bairros dos municípios estudados indicando um consumo de subsistência de organismos locais, podendo ser consideradas áreas prioritárias.

O presente estudo não teve como objetivo a identificação específica do consumo de organismos locais, mas demonstrou que uma parte significativa da população entrevistada do México 70 pesca na área ou tem conhecimento de pessoas que exercem atividade no local (Figura 4). Apesar da evidente poluição no Canal de São Vicente, a pesca e a extração de invertebrados ainda são realizadas pela população, tendo os peixes como uma importante fonte de proteína alimentar, caracterizada pelo rápido acesso (Carmo et al., 2012; Togni, 2013).

Populações que consomem maiores quantidades de pescado de estuários ou regiões costeiras associadas às indústrias, como o SES, são consideradas mais propensas a problemas associados à contaminação ambiental, sendo diversas as consequências adversas à saúde decorrente da ingestão de organismos contaminados por compostos bioacumuláveis (Vaz e Furlan, 2020).

A intoxicação por Cromo está relacionada principalmente a problemas do trato gastrointestinal, como gastrite crônica, úlceras no estômago e à hemorragias em diversos órgãos (Miranda Filho et al., 2011; Oliveira et al., 2021). O Níquel metálico pode apresentar efeitos sobre a pele como dermatites, erupções e ulcerações cutâneas e sua toxicidade pode ocasionar complicações sobre as condições da reprodução humana, agindo no sistema neuroendócrino resultando em alterações hormonais (Gonzalez, 2016). A exposição crônica ao Mercúrio pode ocasionar perda de peso, danos à dentição, hemorragias digestivas, dores generalizadas, distúrbios

neuropsíquicos e neurológicos como ansiedade, depressão, perdas neurais e celulares, perda de audição, entre muitas outras enfermidades (Alva, 2016)

Os levantamentos da CETESB (2001) não identificaram amostras musculares com níveis de metais acima dos limites para consumo humano, porém observaram um aumento da contaminação de Cromo nos organismos aquáticos em relação aos estudos anteriores, e áreas do SES apresentando limiares de contaminação do sedimento com níveis capazes de ocasionar efeitos tóxicos à biota, assim como para os níveis de níquel e mercúrio nos sedimentos dos rios do estuário de São Vicente, que também apresentaram prováveis níveis prejudiciais aos organismos aquáticos. No entanto, esses níveis são bem menores do que os obtidos por Pereira et al. (2019) e Carmo et al. (2012), nesse estudo os níveis de Cromo nos tecidos de parati do Canal de São Vicente variaram entre não detectável ($<0,05$) a $48,43 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, onde sugeriram um aumento da contaminação por Cromo na área do SES, destacando os níveis encontrados sendo superiores aos levantamentos feitos anteriormente pelo órgão ambiental estadual (CETESB, 1981; 2001). Estudos posteriores continuaram demonstrando níveis de contaminação ambiental significativos dos determinados metais no Sistema Estuarino de Santos. Schepis et al. (2016) encontraram concentrações elevadas de diversos elementos nos sedimentos do rio Bugres, que faz parte do SES, onde os valores de Ni, Hg excederam os níveis de qualidade internacional, evidenciando a contaminação do local por um conjunto de fontes poluidoras como o antigo lixão do Sambaiatuba, as favelas de palafitas às margens do rio e a drenagem de bairros que não dispõem de serviço de coleta e tratamento de esgoto. Trevisani (2018) observou uma alta acumulação de Níquel na teia trófica do SES e amostras musculares do pescado da região com níveis de Cromo ultrapassando os limite de concentrações permitidas para consumo humano, assim como nos estudo de Carmo et al. (2012) que identificaram concentrações de Ni e Cr em tecidos musculares de paratis da região acima dos limites estabelecidos pelas normas nacionais e internacionais, estimando também a existência de riscos crônicos à saúde humana associado ao consumo do pescado devido a ingestão de Cromo em um cenário de consumo frequente.

Neste estudo foi avaliado o risco toxicológico estimado para os metais Cromo, Níquel e Mercúrio pelo consumo de pescado da região do Estuário de São Vicente, utilizando os valores de concentrações encontrados no tecido muscular de paratis da análise de contaminação do SES da CETESB (2001). O risco de intoxicação para os metais foi considerado baixo, e nenhum dos 3 cenários hipotéticos de consumo apresentou quociente de risco (HR) maiores que 1. Os valores mais altos obtidos foram, para Cromo e Mercúrio, respectivamente, $\text{HR} = 0,22$ e $\text{HR} = 0,18$, em um cenário de consumo frequente (diário) de 300 g de pescado, ainda assim, demonstrando a

inexistência de um potencial significativo de risco de efeitos adversos à saúde da população pela ingestão do pescado da área do Canal de São Vicente. Mas apresentando um risco toxicológico maior para Cromo do que o analisado por Miranda Filho et al. (2011) para o consumo de peixes da Baía de Sepetiba no Rio de Janeiro, sendo o quociente de risco de 0,015 no cenário de consumo frequente, é importante ressaltar que este valor representa a probabilidade de 1,50/10000 indivíduos apresentarem efeitos adversos à saúde pelo consumo de organismos locais.

Apesar dos níveis da concentração de metais nos músculos dos organismos utilizados como referência para o cálculo de risco toxicológico deste estudo não terem ultrapassado os limites de segurança estabelecidos para o consumo humano, estudos mais recentes demonstraram níveis maiores de contaminação nos tecidos de peixes, podendo-se considerar que a exposição e ingestão constante dos contaminantes em concentrações próximas a estes limites devem ser um alerta para as populações que consomem regularmente o pescado de áreas degradadas como o CSV (Arantes et al., 2016)

6. CONCLUSÃO

O consumo de peixes pelos moradores da área do entorno do Canal de São Vicente demonstrou ser uma importante fonte de proteína na alimentação. Em relação à frequência de consumo de pescado, a maioria da população apresenta um consumo eventual, sendo expressivo também o consumo semanal ou superior a uma vez por semana. A população local demonstrou reconhecer a atividade pesqueira na região.

A partir das análises da avaliação de risco não carcinogênico, pode-se concluir que o risco toxicológico à saúde relacionado aos metais Cromo, Níquel e Mercúrio, proveniente do consumo de pescado do Estuário de São Vicente, é baixo. Considerando a relevância do pescado para a região da Baixada Santista, as condições de moradia da população na região da maré estuarina, a presença da atividade pesqueira e a toxicidade dos metais, há necessidade de novos estudos de avaliação da contaminação ambiental, em especial para a área do CSV e dos demais organismos locais. Além disso, a utilização de referências mais recentes para cálculos de riscos toxicológicos é crucial, constituindo uma importante metodologia que integra as vias de exposição aos contaminantes e os riscos à saúde humana em áreas com indicadores de poluição ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, K. F. de M.; SILVA, M. H. L.; AZEVEDO, J. W. de J. SAGRES, L.; BANDEIRA, A. M.; SOARES, L. A.; CASTRO, A. C. L. **Assessment of water quality and concentration of heavy metals in fishes in the estuary of Perizes River, Gulf of Maranhão, Brazil.** Marine Pollution Bulletin, v. 186, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114420>. Acesso em: 05 ago. 2023.

ALVA, Camila Valente. **Concentração mercurial e estimativa do risco à saúde humana decorrente do consumo de pescado.** 2016. 71 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: <http://app.uff.br/riuff/handle/1/28508>. Acesso em: 09 ago. 2023.

ARAGÃO, J. A. N.; SILVA, S. M. M. de C. **Censo estrutural da pesca: coleta de dados e estimativa de desembarques de pescado.** Brasília: Ibama - Ministério do Meio Ambiente, 2006. 180 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/phocadownload/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/gestao-pesqueira/publicacoes/2006-censo-estrutural-da-pesca.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

ARANTES, F. P. et al. **Bioaccumulation of mercury, cadmium, zinc, chromium, and lead in muscle, liver, and spleen tissues of a large commercially valuable catfish species from Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, [S.l.], v. 88, n. 1, p. 137, 05 Feb. 2016. ISSN 1678-2690. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620140434>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRABO, E. S. et al. **Mercury contamination of fish and exposures of an indigenous community in Pará State, Brazil.** Environmental Research, v. 84, p. 197–200, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4114>. Acesso em: 09 ago. 2023.

BRAGA, Alfésio Luís Ferreira (coord.); PEREIRA, Luiz Alberto Amador; GERALDO, Luiz Paulo (vice-coords.) et al. **Estudo epidemiológico na população residente na Baixada Santista – Estuário de Santos: avaliação de indicadores de efeito e de exposição a contaminantes ambientais.** Santos: Unisantos, Núcleo de Estudos em Epidemiologia Ambiental (FMUSP), Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (UFRJ), Cedec, IPEN, agosto de 2009. 252p. (Relatório final) (D). Disponível em: https://www.unisantos.br/upload/menu3niveis_1280350424329_relatorio_final_estuario_completo.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

CARMO, C. A.; ABESSA, D. M. S.; MACHADO-NETO, J. G. **Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil.** O Mundo Da Saúde, v. 35, n. 1, p. 64–70, 2011. DOI: 10.15343/0104-7809.20113516. Disponível em:

<https://revistamundodasaude.emnuvens.com.br/mundodasaude/article/view/576>. Acesso em: 17 ago. 2023.

_____. **Metals in muscles of mullet (*Mugil curema*) from a contaminated estuary: evidences of potential risks to public health**. Natural Resources, Aquidabã, v.2, n.2, p.81-94, 2012. DOI: 10.6008/ESS2237-9290.2012.002.0007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273198243_Metals_in_muscles_of_mullet_Mugil_curema_from_a_contaminated_estuary_evidences_of_potential_risks_to_public_health Acesso em: 17 ago. 2023.

CETESB. **Contaminação do sistema estuário Santos/São Vicente**. Relatório Técnico CETESB, São Paulo, 2001.

CETESB. **Levantamento do tipo e origem dos organismos aquáticos consumidos pela população da Região do Estuário de Santos e São Vicente**. São Paulo, 2006. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/21a7bf77-97e9-44bd-a9b2-977eada2310a> Acesso em: 25 ago. 2023.

CETESB. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2. ed. São Paulo, 2001. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/documentacao/manual-de-gerenciamento-de-areas-contaminadas/informacoes-gerais/apresentacao-2/> Acesso em: 25 ago. 2023.

CETESB. **Metais pesados na Baía de Santos e Estuários de Santos e São Vicente**. São Paulo: CETESB, 1981.

DIEGUES, A. C. **Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil**. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 1987, Cananéia. Anais da Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo: ACIESP, 1987. p. 196-243.

EMBRAPA. **Tecnologia de Alimentos: Processos - Grupos de Alimentos: Pescados**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/pescados>. Acesso em: 05 set. 2023.

FAGUNDES, L.; MACHADO, I. C.; BASTO, G. C. CS; MUCINHATO, M. D; TUTUI dos S., L. dos S; SOUZA, M. R. de S; TOMÁS, A. R. G. **Aspectos socioeconômicos e produtivos dos pescadores da Baixada Santista que atuam nas áreas possivelmente pela dragagem de aprofundamento do canal do porto de Santos-SP e na área de deposição de material dragado**. 2012. Série Relatórios Técnicos, Instituto de Pesca São Paulo, n°. 52. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/serie-relatorios-tecnicos>. Acesso em: 26 ago. 2023.

GIMENO, S. G. A.; MONDINI, L.; MORAES, S. A. de; FREITAS, I. C. M. de. **Padrões de consumo de alimentos e fatores associados em adultos de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil: Projeto OBEDIARP**. Cadernos de Saúde Pública [Internet]. 2011 Mar; 27(3):533–45. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2011000300013>. Acesso em: 30 nov. 2023.

GUIMARÃES, M. T. **Avaliação de desfechos relacionados à gestação na região do estuário de Santos e São Vicente – estudo preliminar [dissertação]**. Santos: Universidade Católica de Santos; 2008. Disponível em: <https://tede.unisantos.br/handle/tede/553>. Acesso em: 01 nov. 2023.

GONZALEZ, Karina Regina. **Toxicologia do Níquel**. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 9, n. 2, p. 30-54, jun. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.22280/revintervol9ed2.242>. Acesso em: 25 nov. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/cultura-recreacao-e-esporte/9662-censo-demografico-2010.html> Acesso em: 8 ago. 2023.

JEBALI, Jamel et al. **Multiple biomarkers of pollution effects in Solea solea fish on the Tunisia coastline**. Environmental Science and Pollution Research, v. 20, n. 6, p. 3812-3821, 2013.

KEHRIG, H. A.; MALM, O. **Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro**. Química Nova, vol. 34, n. 3, p. 377-384, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300003>. Acesso em: 13 set. 2023.

KEHRIG, H. A. et al. **Transferência trófica de mercúrio e selênio na costa norte do Rio de Janeiro**. Química Nova, vol. 32, n. 7, p. 1822–1828, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000700026>. Acesso em: 20 set. 2023.

LATIF, M. et al. **Bioaccumulation of lead in different organs of Ctenopharyngodon Idella (grass fish) and Tor putitora (Mahseer) fish**. Brazilian Journal of Biology [online]. 2024, v. 84. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.260355>. Epub 15 Apr 2022. ISSN 1678-4375. Acesso em: 14 set. 2023.

LOPES, D. M. **Necroeducação, diversidade e inclusão: um estudo etnográfico sobre a formação básica de adolescentes calungas**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/e971e2cf-d542-4499-811f-477fe128f8bf>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MACHADO, A.; PAIXÃO, E.; SILVA, S.; et al. **Projeto HERA – Avaliação de risco ambiental de um ambiente estuarino contaminado: resultados do estudo epidemiológico (2011-2012)**. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2013. Disponível em: <https://repositorio.insa.pt/handle/10400.18/1981?locale=en>. Acesso em: 26 nov. 2023.

MACHADO, A. et al. **An epidemiological approach to characterize the human exposure pathways in a contaminated estuarine environment.** 2017. Science of The Total Environment, Volumes 601–602, 1 December 2017, Pages 1753-1761. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717312081>. Acesso em: 06 set. 2023.

MEIRE, P.; YSEBAER, T.; DAMME, S. V.; BERGH, E. V. den; MARIS, T.; STRUYF, E. **The Scheldt estuary: a description of a changing ecosystem.** Hydrobiologia, 2005. DOI: 10.1007/s10750-005-0896-8. Disponível em: <https://pureportal.inbo.be/en/publications/the-scheldt-estuary-a-description-of-a-changing-ecosystem>. Acesso em: 29 nov. 2023.

MELLO. K; TOPPA. R. H; ABESSA. D. M. S; CASTRO. M. **Dinâmica da expansão urbana na zona costeira brasileira: o caso do município de São Vicente, São Paulo, Brasil.** 2013. Revista da Gestão Costeira Integrada 13(4):539-551 Disponível em: http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-432_Mello.pdf. Acesso em: 25 nov. 2023.

MIRANDA FILHO, A. L.; MOTA, A. K. M.; CRUZ, C. C.; MATIAS, C. A. R.; FERREIRA, A. P. **Cromo Hexavalente em peixes oriundos da Baía de Sepetiba no Rio de Janeiro, Brasil: uma avaliação de risco à saúde humana.** Ambi-Agua, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 200-209, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.568>. Acesso em: 26 ago. 2023.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários.** São Paulo: Edusp, 2002. 414 p.

MWALIKENGA, M. K. & VITAL, F. A. C. **Perfil de contaminação das águas e peixes por metais pesados e suas consequências para a saúde humana.** Revista Brasileira de Ciências Biomédicas - V1 - N1. Abril 2020 - Pág.: 16 - 23 - Revista eletrônica. Disponível em: <https://doi.org/10.46675/rbcbm.v1i1>. Acesso em: 27 nov. 2023.

OLIVA, Milagrosa et al. **Biomarkers responses in muscle of Senegal sole (*Solea senegalensis*) from a heavy metals and PAHs polluted estuary.** Marine Pollution Bulletin, v. 64, n. 10, p. 2097-2108, 2012. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.07.017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22858014/>. Acesso em: 04 out. 2023.

OLIVEIRA, F. L. V.; KUNO, R.; do NASCIMENTO, F. P.; GOUVEIA, N. **Exposição potencial a baixas doses de cromo por via oral e mortalidade por câncer de estômago na população do interior do Estado de São Paulo, Brasil.** 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00020020>. Acesso em: 27 nov. 2023.

PARREIRA, Caroline Nunes. **Avaliação da hidrodinâmica e da poluição no Canal de Piaçaguera, no Estuário de Santos-São Vicente (SP), a partir de informações ambientais e modelagem numérica.** 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo,

2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-04072012-140310/>. Acesso em: 08 set. 2023.

Parque Estadual Xixová – Japuí. **Plano de Manejo. 2010.** Fundação Florestal. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2012/01/PE_XIXOVA-JAPUI/PEXJ-Principal.pdf. Acesso em: 26 nov. 2023.

PAULA, Márcio de. **Inimigo invisível: metais pesados e a saúde humana.** Tchê Química, v. 3, n. 6, p. 37-44, 2006.. Disponível em: <http://www.deboni.he.com.br/revista6.pdf>. Acesso em: 21 out. 2023.

PEREIRA, F. O.; DOS SANTOS, L.; SANCHES FILHO, P. J. **Avaliação da contaminação ambiental por metais pesados através da análise de peixes coletados da Lagoa Mangueira - RS.** Revista Ibero-Am Ciênc Ambient, v. 10, n. 1, p. 180–194, 2019. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.001.0015>. Determination of aliphatic hydrocarbons in surface sediments of Mangueira Lagoon (RS—Brazil). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355584666_Determination_of_aliphatic_hydrocarbons_in_surface_sediments_of_Mangueira_Lagoon_RS-Brazil#fullTextFileContent. Acesso em: 30 nov. 2023.

PETERSEN, B. C.; TIEBOHL, T. H.; MARQUENZE, A. **Interference of heavy metals present in the water of the Lagoa Tramandaí/RS on the carbohydrate metabolism of the GURI Sea Catfish (*G. genidens*) and Bay whiff (*C. spilopterus*).** 2019. DOI: 10.1016/j.cbpc.2019.01.007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30759364/>. Acesso em: 11 out. 2023.

RAJESKHUMAR, S.; LI, X. **Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China.** Toxicology Reports, v. 5, p. 288-295, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.01.007>. Acesso em: 18 nov. 2023.

REITERMAJER, D.; CELINO, J. J.; QUEIROZ, A. F. S. **Heavy metal distribution in the sediment Profiles of the Sauípe River Estuary, north seashore of the Bahia State, Brazil.** Microchemical Journal, n. 99, p. 400–405, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2011.06.015>. Acesso em: 10 out. 2023.

ROCHA, J. S.; GIRÃO, F. A. L.; MENDES, L. S. A. dos S.; GIRÃO, D. de C.; MAGALHÃES, G. V. V.; LIMA, A. C. A. de; BARROSO, P. M. **Bioacumulação de metais pesados em peixes: impactos sobre a saúde humana e meio ambiente.** Ciência Animal, v. 23, n. 1, p. 40–43, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/11312>. Acesso em: 15 out. 2023.

RODRIGUES, B. A. C. **Etnografias de infâncias calungas: um estudo sobre o cotidiano de crianças de um bairro periférico em São Vicente/SP.** 2019. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/59087>. Acesso em: 27 nov. 2023.

RODRIGUES, K. F. S.; SMITH, W. S. **Assessment of potentially toxic metals in water, sediment, and the tissues of seven important fish species from Neotropical Brazilian river.** *Neotropical Ichthyology*, 2022, v. 20, n. 4, e210155. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2021-0155>. Acesso em: 17 set. 2023.

ROVERSI, F; ROSMAN, P. C. C.; HARARI, J. **Análise das trajetórias das águas continentais afluentes ao sistema estuarino de Santos.** *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos* [online], 2016, v. 21, n. 1, pp. 242-250. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n1.p242-250>. Epub Jan-Mar 2016. ISSN 2318-0331. Acesso em: 22 out. 2023.

SANTOS, L. O. **Ictiofauna demersal em diferentes setores da baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil.** 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Centro de Estudo do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2009. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/1884/17840>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SANTOS, T. F.; ANDREONI, S. S.; de SOUZA, R. S. **Prevalência e características de mulheres com aborto provocado – Favela México 70, São Vicente – São Paulo.** *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2012, v. 15, n. 1, pp. 123-133. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2012000100011>. Acesso em: 13 set. 2023.

SCAFF, A. J. M. **Monitoramento das doenças diarreicas agudas em São Vicente – SP, entre 1993 e 1997.** 2001. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, São Paulo. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1590835>. Acesso em: 25 out. 2023.

SECKENDORFF, R. W.; AZEVEDO, V. G. **Abordagem histórica da pesca da tainha *Mugil Platanus* e do parati *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) no litoral norte do Estado de São Paulo.** Instituto de Pesca. Série Relatórios Técnicos, São Paulo, n. 28, 2007. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/serie-relatorios-tecnicos>. Acesso em: 05 nov. 2023.

SHARMA, P. et al. **Role of microbes in bioaccumulation of heavy metals in municipal solid waste: Impacts on plant and human being.** *Environmental Pollution*, v. 305, 15 jul. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749122004626>. Acesso em: 22 out. 2023.

SILVA, P. S. C. da. **Caracterização química e radiológica dos sedimentos do estuário de Santos, São Vicente e Baía de Santos.** 2004. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001457621>. Acesso em: 21 set. 2023.

SIQUEIRA, M. E. de S. A.; YAZIGI, E. A. **Turismo e favelas: necessidades e possibilidades – o caso da urbanização da favela do Dique Sambaiatuba, em São Vicente (Baixada Santista –**

São Paulo). 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-18102007-141749/>. Acesso em: 08 out. 2023.

SOARES, L.; BELO, M. A. A. **Consumo De Pescado No Município De Porto Velho-RO**. Enciclopédia Biosfera, v.11, p. 3059-3067, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/multidisciplinar/consumo%20de%20pescado.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

SOUZA FILHO, S. M.; FÁVARO, L. F. **Avaliação da contaminação por microplástico e metais em peixe, sedimento e água em estuários tropical e subtropical do Atlântico sul**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Curitiba. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/73341>. Acesso em: 09 ago. 2023.

STARTORETTO, J. R. **Histórico da atividade antrópica no sistema estuarino de Santos e São Vicente**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21137/tde-20012015-160437/>. Acesso em: 06 set. 2023.

STORI, F. T.; NORDI, Nivaldo; MOLEDO DE SOUZA ABESSA, Denis. **Mecanismos socioecológicos e práticas tradicionais de pesca na comunidade caiçara da Ilha Diana (Santos, Brasil) e suas transformações**. Revista de Gestão Costeira Integrada – Journal of Integrated Coastal Zone Management [online], 2012, v. 12, n. 4, p. 521-533. ISSN: [não fornecido]. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340139011>. Acesso em: 13 out. 2023.

TOGNI, G. L. **Atividades pesqueiras no complexo estuarino de Santos e São Vicente, São Paulo**. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/serie-relatorios-tecnicos>. Acesso em: 02 nov. 2023.

TOMINAGA, M. Y. **Caracterização de valores de referência de qualidade de sedimentos para compostos orgânicos no Sistema Estuarino da Baixada Santista, São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46133/tde-06062016-141332/>. Acesso em: 29 set. 2023.

TREVIZANI, T. H. **Bioacumulação e biomagnificação de metais pesados em teias tróficas de estuários do sul-sudeste do Brasil**. 2018. Tese (Doutorado em Oceanografia Química) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. DOI: 10.11606/T.21.2019.tde-01022019-141450. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21137/tde-01022019-141450/pt-br.php>. Acesso em: 31 ago. 2023.

United States Environmental Protection Agency. **Chemicals, Pesticides and Toxics Topics**. Acesso em: 27 set. 2023 <https://www.epa.gov/environmental-topics/chemicals-pesticides-and-toxics-topics>

VAN DER OOST, R.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. **Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review**. Environmental Toxicology and Pharmacology, v. 13, n. 2, p. 57–149, 2003. DOI: 10.1016/S1382-6689(02)00126-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21782649/>. Acesso em: 17 out. 2023.

VAZ, Flavia Sgarbi; FURLAN, Érika Fabiane. **Contaminantes inorgânicos em pescado**. In: Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos - Volume 2. Páginas 64-79. 2020. Capítulo 4. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/200801011.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2023.

VIERTLER, R. B. **Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em etnobiologia e etnoecologia**. In: AMOROZO, M. C. de M.; MING, L. C.; SILVA, S. P. (Orgs). Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas. Rio Claro: UNESP/CNPq, p. 11-29. 2002. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/384611/mod_resource/content/0/0693_0001%20VIERTLER.pdf. Acesso em: 13 nov. 2023.

VOIGT, C. L.; SILVA, C. P.; CAMPOS, S. X. **Assessment of Bioaccumulation of metals in Cyprinus carpio by interaction with sediment and water in a reservoir**. Química Nova, 2016; 39(2):180–88. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20160014>. Acesso em: 30 nov. 2023.

WAGNER, Y. G.; COELHO, A. B.; TRAVASSOS, G. F. **Análise do consumo domiciliar de pescados no Brasil utilizando dados da POF 2017-2018**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 61, n. 3, e250494, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.250494>. Acesso em: 27 out. 2023.

YAÑEZ-ARANCIBIA, A.; DAY, J. W.; KNOPPERS, B. A., JIMÉNEZ J. A. 2008. **Ecosystem-based Management of Coastal Lagoons and Estuaries**. In: SYMPOSIUM MARINE ECOSYSTEM BASED MANAGEMENT IN THE CARIBBEAN, University of West Indies Barbados, CERMES, UWI Barbados, p. 10-12. Disponível em: https://clmeplus.org/app/uploads/2020/02/Caribbean_EBM_symposium_2008_-_Full_report.pdf. Acesso em: 31 ago. 2023.

YOUNG, A.; FUSCO, W. **Espaços de Vulnerabilidade Sócio-ambiental para a População da Baixada Santista: identificação e análise das áreas críticas**. 2006. DOI: 10.13140/RG.2.1.1774.8000. Disponível em:

http://www.nepo.unicamp.br/vulnerabilidade/admin/uploads/producoes/artigo_final_abep_06.PD
F. Acesso em: 28 out. 2023.

PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Discente: GABRIELLE HAYEK DE FARIA

Título: "Avaliação do potencial risco à saúde humana por ingestão de metais decorrente do consumo de pescado do Estuário de São Vicente, São Paulo"

Orientador: Prof. Dr. Denis Moledo de Souza Abessa

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/Biologia Marinha

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Prof. Dr. Denis Moledo de Souza Abessa	APROVADA
Dra. Guacira de Figueiredo Eufrásio Pauly	aprovada

PARECER:

A aluna apresentou um bom trabalho, respondeu
algumas questões.

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que a discente **Gabrielle Hayek de Faria** obteve o seguinte conceito:

APROVADO

REPROVADO

São Vicente, 07 de dezembro de 2023.


Prof. Dr. Denis Moledo de Souza Abessa


Dra. Guacira de Figueiredo Eufrásio Pauly