



**Avaliação da qualidade de pescados frescos e congelados comercializados em
pesqueiros e supermercados nas Regiões do Grande ABC Paulista e Grande São
Paulo**

INSTITUTO BIOLÓGICO

PÓS-GRADUAÇÃO

**Avaliação da qualidade de pescados frescos e congelados comercializados em
pesqueiros e supermercados nas Regiões do Grande ABC Paulista e Grande São
Paulo**

ALINE APARECIDA DA SILVA

Tese apresentada para obtenção do título
de doutor em Sanidade, Segurança
Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Segurança
Alimentar e Sanidade no
Agroecossistema.

Orientador(a): Prof (a). Dr (a). Alessandra
Figueiredo de Castro Nassar

**São Paulo
2023**

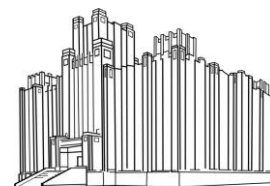


Orientador(a): Profa. Dra. Alessandra de Castro Figueiredo Nassar

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO BIOLÓGICO

Pós-Graduação

Av. Cons. Rodrigues Alves 1252
CEP 04014-002 - São Paulo - SP
secretariapg@biologico.sp.gov.br



INSTITUTO BIOLÓGICO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do candidato: Aline Aparecida da Silva

Título: Avaliação da qualidade de pescados frescos e congelados comercializados em pesqueiros e supermercados nas Regiões do Grande ABC Paulista e Grande São Paulo.

Orientador(a): **Prof (a) Dr (a) Alessandra Figueiredo de Castro Nassar**

Tese apresentada ao Instituto Biológico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios para obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

Aprovada em:

Banca Examinadora

Assinatura:

*Prof. (a) Dr.(a):

*Instituição:

Assinatura:

*Prof. (a) Dr.(a):

*Instituição:

Assinatura:

*Prof. (a) Dr.(a):

*Instituição:

Eu **Aline Aparecida da Silva**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: _____



Data 11/08/2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Silva, Aline Aparecida da.

Avaliação da qualidade de pescados frescos e congelados comercializados em pesqueiros e supermercados nas regiões do Grande ABC Paulista e Grande São Paulo. / Aline Aparecida da Silva - São Paulo, 2023.

120 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2023T.AS02

Tese (Doutorado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Sanidade, gestão ambiental e qualidade de alimentos, produtos e processos na produção agropecuária sustentável.

Orientadora: Alessandra Figueiredo de Castro Nassar

Versão do título para o inglês: Quality assessment of fresh and frozen fish marketed in fishing and supermarkets in the regions of Grande ABC Paulista and Grande São Paulo.

1. Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) 2. Bactérias 3. Metais pesados
4. Parasitas 5. Pesqueiros I. Silva, Aline Aparecida da II. Nassar, Alessandra Figueiredo de Castro III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2023/02

***Dedico este trabalho a Deus, meus
pais, esposo, filho e orientadora.***

AGRADECIMENTOS

A Deus, o amado da minha alma “*porque dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas*”; a Jesus meu amado Senhor e Salvador e à doce Presença do meu amado Consolador e Conselheiro o Espírito Santo.

À minha amada mãe por todo amor, compreensão e incentivo e por ser a melhor mãe do mundo!

Ao meu amado pai por seu amor, apoio e incentivo e por “pescar” comigo!

Ao meu amado esposo pelo suporte e paciência me auxiliando sempre de forma generosa!

À Dra. Alessandra Figueiredo de Castro Nassar, por toda a ajuda na execução deste trabalho, fazendo muito além da orientação: compreendendo, auxiliando, incentivando e me ajudando de diversas formas! Deus abençoe imensamente!

À Dra. Simone Miyaschiro e Me. Vanessa Castro que me auxiliaram e me ensinaram as etapas da pesquisa bacteriológica juntamente com a Dra. Alessandra Nassar.

A todos os funcionários do Laboratório de Bacteriologia Geral do Instituto Biológico por todo auxílio e o suporte para a realização deste trabalho.

À Dra. Elaine Cristina Mattos pelo auxílio na pesquisa parasitológica e de matérias estranhas.

Ao Dr. Marcelo Morgano pelo auxílio na pesquisa de metais pesados.

À querida Dra. Claudia Del Fava, minha orientadora na Iniciação Científica e Mestrado, por todo apoio em todos esses anos.

Aos professores da pós-graduação por doarem seu tempo e conhecimento nos oferecendo a oportunidade de aprender mais com suas experiências.

Aos meus colegas de trabalho e chefes, em especial Irineu Thomaz, Edimilson Rosa de Lima, Aldo Cursino dos Santos e Valentim Caetano Filho (que me ensinou a utilizar

a Plataforma SigamGEO).

Ao Instituto Biológico por sua linda história de produção científica e por suas portas abertas aos estudantes. É uma grande alegria, grande bênção e uma grande honra poder fazer parte, de alguma forma, deste Instituto pelo qual tenho tanto carinho e admiração.

À Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do Agronegócio (FUNDEPAG) pelo recurso para a aquisição dos pescados utilizados nesta pesquisa e curso relacionado às análises microbiológicas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Louvado seja Deus que faz infinitamente mais do que aquilo que pedimos ou pensamos!

SILVA, A. A. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PESCADOS FRESCOS E CONGELADOS COMERCIALIZADOS PESQUEIROS E SUPERMERCADOS NAS REGIÕES DO GRANDE ABC PAULISTA E GRANDE SÃO PAULO. São Paulo. 2022. 120 p. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico

RESUMO

O consumo de pescado tem apresentado aumento de demanda no Brasil e no mundo por ser uma proteína com elevado teor de minerais, vitaminas e ácidos graxos essenciais, contudo, agentes microbiológicos, parasitários ou tóxicos decorrentes de contaminantes ambientais ou falhas de manipulação podem impactar a qualidade e inocuidade do produto e representar risco ao consumidor. O presente trabalho avaliou a qualidade de filés de tilapia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) oriundo de pesqueiros e supermercados da região do Grande ABC Paulista e Grande São Paulo. Foram empregadas técnicas para detecção de *Salmonella* spp., contagem de *Escherichia coli* e *Staphylococcus* coagulase positiva (SPC); parasitológicas para detecção de estruturas parasitárias e toxicológicas para detecção dos contaminantes inorgânicos: Arsênio (As), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) na musculatura dos pescados, além da pesquisa de matérias estranhas macroscópicas. As condições higiênico-sanitárias dos locais de filetagem dos pesqueiros também foram avaliadas de acordo com parâmetros estabelecidos em legislações vigentes. Foram analisadas 78 amostras de filés, sendo 48 oriundas de pesqueiros e 30 de supermercados. Das 48 amostras coletadas em pesqueiros, 12 peixes foram coletados inteiros e filetados no laboratório e 36 filetados nos próprios pesqueiros. A presença de *Salmonella* spp. foi identificada em 2,7% (1/36) das amostras de tilápia filetadas em pesqueiros, identificada como *S. Typhimurium*. A contagem de SPC, apresentou 8,3% (1/12) de positividade nas amostras filetadas no laboratório e 25% (9/36) nas amostras filetadas em pesqueiros, porém, nessas últimas tratavam-se de colônias atípicas. A contagem de *E. coli* ficou acima do limite estabelecido em 19,4% (7/36) das amostras filetadas em pesqueiros. Não foram detectadas estruturas parasitárias em nenhuma das amostras analisadas. Foram identificadas matérias estranhas macroscópicas em quatro amostras de tilápias filetadas em pesqueiros, sendo que três delas apresentaram resultado insatisfatório por conter a presença de fragmentos de vegetais (grama), representando 8,3% (3/36) e uma por conter fragmento de pelo animal de espécie não identificada, representando 2,7% (1/36). Não foi detectada a presença de contaminantes inorgânicos acima dos limites de tolerância estabelecidos nas amostras

analisadas. Em relação às condições higiênico-sanitárias e ambientais das áreas de filetagem e tanques de cultivo de pescados, 44,4% (12/27) dos estabelecimentos apresentaram nota mínima (zero) no quesito condições higiênico-sanitárias dos equipamentos, utensílios e mobiliários; a ausência de barreiras físicas contra a entrada de pragas e animais nas áreas de filetagem foi notória em 96,2% (26/27) dos estabelecimentos e a presença de animais de outras espécies nas áreas de filetagem 40,7% (11/27), nos tanques de cultivo de tilápias 18,5% (5/27) e ao redor dos tanques 51,8% (14/27) também foi frequentemente constatada. Dentre os patógenos estudados, *E. coli* foi a mais frequentemente isolada acima dos limites aceitáveis; *Salmonella* spp. apresentou baixa incidência e a contagem de *Staphylococcus* spp. revelou elevada incidência de colônias atípicas. Os filés em pesqueiros apresentaram maior contaminação bacteriana em comparação aos obtidos industrialmente ou filetados em ambiente controlado (laboratório). A avaliação das condições higiênico-sanitárias dos pesqueiros aponta a necessidade de adequações visando a melhoria da qualidade dos filés de pescados comercializados.

Palavras-chave: tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, metais pesados, parasitas, pesqueiros, represa Billings.

SILVA, A. A. QUALITY ASSESSMENT OF FRESH AND FROZEN FISH MARKETED IN FISHING AND SUPERMARKETS IN THE REGIONS OF GRANDE ABC PAULISTA AND GRANDE SÃO PAULO. São Paulo. 2022. 120 p. Tesis (Doctorate in Health, Food and Environmental Safety in Agribusiness) – Instituto Biológico

ABSTRACT

The consumption of fish has shown an increase in demand in Brazil and in the world because it is a protein with a high content of minerals, vitamins and essential fatty acids, however, microbiological, parasitic or toxic agents resulting from environmental contaminants or handling failures can impact the quality and safety of the product and pose a risk to the consumer. The present work evaluated the quality of Nile tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*) from supermarkets and fisheries in the Grande São Paulo and Grande ABC Paulista regions. Techniques were used to detect *Salmonella* spp., count *Escherichia coli* and positive *Staphylococcus* coagulase; parasitological to detect parasitic structures and toxicological tests for the detection of inorganic contaminants: Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) and Mercury (Hg) in the musculature of fish, in addition to researching macroscopic foreign matter. The hygienic-sanitary conditions of the fishing filleting sites were also evaluated according to parameters established in current legislation. 78 tilapia fillets samples were analyzed, 48 from fishing grounds and 30 from supermarkets. Of the 48 samples collected in fishing grounds, 12 fish were collected whole and filleted in the laboratory and 36 after filleting in the fishing grounds. The presence of *Salmonella* spp. was identified in 2.7% (1/36) of tilapia samples filleted in fishing grounds, identified as *S. Typhimurium*. *Staphylococcus* coagulase positive counts were 8.3% (1/12) positive in samples threaded in the laboratory and 25% (9/36) in samples threaded in fishing grounds, however, the latter were atypical colonies. *E. coli* count was above the established limit in 19.4% (7/36) of the samples filleted in fishing grounds. No parasitic structures were detected in any of the analyzed samples. Macroscopic foreign matter was identified in 4 samples of tilapia filleted in fishing grounds, and 3 of them presented unsatisfactory results for containing the presence of vegetable fragments (grass), representing 8.3% (3/36) and one for containing fragments of animal fur of unidentified species, representing 2.7% (1/36). The presence of inorganic contaminants above the established tolerance limits in the analyzed samples was not detected. Regarding the hygienic-sanitary and environmental conditions of the filleting areas and fish farming tanks, 44.4% (12/27) of the establishments had a minimum score (zero) in relation to the hygienic-sanitary conditions of equipment, utensils and furniture and the absence of physical barriers

against pests and animals entering the filleting areas was evident in 96.2% (26/27) of the establishments; in addition, the presence of animals of other species in the filleting areas 40.7% (11/27), in the tilapia culture tanks 18.5% (5/27) and around the tanks 51.8% (14 /27) was frequently found. Among the pathogens studied, *E. coli* was the most frequently isolated; *Salmonella* spp. showed low incidence and *Staphylococcus* spp. revealed a high incidence of atypical colonies. Fillets obtained by hand in pay-fishing establishments showed higher bacterial contamination compared to those obtained industrially or filleted in a controlled environment (laboratory). The evaluation of the hygienic-sanitary conditions of the fishing grounds points to the need for adjustments aimed at improving the quality of fish fillets sold.

Keywords: Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, heavy metals, parasites, fishing grounds, Billings dam.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sequência nucleotídica dos *primers* do gene *Inv A* de *Salmonella* spp. descritos por Cortez et al. (2006) 38

Quadro 2: Sequência nucleotídica dos *primers* dos genes *fliC* e *sefA* de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium descritos por Soumet et al. (1999) 38

Quadro 3: Interpretação dos resultados bacteriológicos, conforme Instrução Normativa nº 161, de 06 de julho de 2022 (BRASIL, 2022)..... 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantificação e distribuição dos sorovares de <i>Salmonella</i> sp. de acordo com a espécie/subespécie. Fonte: BARROS et al. (2020) <i>apud</i> LOPES et al. (2016).	23
Tabela 2 - Dados brutos acerca dos locais, data de coleta, peso e origem das amostras de tilápias coletadas e acerca da origem das águas de cultivo das tilápias nos pesqueiros.....	35
Tabela 3 – Resultados microbiológicos dos peixes coletados inteiros em pesqueiros e filetados em laboratório (P) para a pesquisa de <i>E coli</i> NMP/g-1, <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva e <i>Salmonella</i> /25g.....	52
Tabela 4 – Resultados microbiológicos dos filés de peixes coletados em pesqueiros (PF) para a pesquisa de <i>E coli</i> NMP/g-1, <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva e <i>Salmonella</i> /25g.....	53
Tabela 5 – Resultado microbiológico dos filés de peixes coletados em supermercados (S) para a contagem de <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva e <i>Salmonella</i> spp.....	54
Tabela 6 – Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de tilápias coletadas inteiras em pesqueiros (amostras P1 a P12).....	56
Tabela 7 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em supermercado (amostras S1 a S10).....	57
Tabela 8 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em supermercado (amostras S11 a S20).....	57
Tabela 9 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em supermercado (amostras S21 a S30).....	58
Tabela 10 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em pesqueiros (amostras PF1 a PF10).....	58
Tabela 11 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em pesqueiros (amostras PF11 a PF20).....	59
Tabela 12 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em pesqueiros (amostras PF21 a PF30).....	59
Tabela 13 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em pesqueiros (amostras PF31 a PF36).....	60
Tabela 14 - Avaliação das condições higiênico-sanitárias dos pesqueiros (pesque-pague), onde foram coletadas as amostras de filés de tilápia e tilápias inteiras.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção global de tilápias (Mi/t/ano)	10
Figura 2: Maiores produtores mundiais de tilápias (Mi/t/ano)	11
Figura 3 – Mapa da localização da Região do ABC Paulista na Região Metropolitana de São Paulo e sua rede hidrográfica Tamanduateí- Billings. Fonte: Valverde et al. (2018).....	13
Figura 4 - Vista aérea da represa Billings, no extremo sul de São Paulo. Fonte: MELO, 2022.....	14
Figura 5 – Braços formadores da sub-bacia Billings. Fonte: SMA apud SÃO PAULO, 2010.....	15
Figura 6 – Construção da Barragem do Rio Grande (década de 30). Fonte: Fundação de Saneamento e Energia (2015).....	16
Figura 7 - Vista geral da Usina Henry Borden, de Cubatão. 1948. Fonte: Fundação de Saneamento e Energia (2015).....	16
Figura 8 - Evolução da população residente nos municípios integrantes da Sub-bacia Hidrográfica Billings (1970 – 2015). Fonte: (SÃO PAULO, 2010).....	18
Figura 9 – População total por região hidrográfica da Billings (SÃO PAULO, 2010)....	18
Figura 10 – Fluxograma de aquisição das amostras de peixes analisadas.....	32
Figura 11 – Mapa da região do Grande ABC Paulista e bacia hidrográfica da Represa Billings (pontilhada em vermelho) onde os pescados oriundos de pescadores pescadores foram coletados. Fonte: Google Maps, 2023.....	33
Figura 12 – Mapa da região do Grande ABC e bacia hidrográfica da Represa Billings. Marcadores azul claro indicam os pescadores onde foram coletadas as amostras de tilápia cultivadas em cativeiro e marcador laranja indica o ponto onde foram coletadas as amostras de tilápias de vida livre no Braço Capivari da Represa Billings. Fonte: SigamGEO Público, 2023.....	34
Figura 13 – Mapa da região do Grande ABC e bacia hidrográfica da Represa Billings com demarcação em círculos coloridos das áreas contaminadas, conforme legenda na no canto direito da foto. Fonte: SigamGEO Público, 2023.....	35
Figura 14: Transporte de amostras. Caixa térmica utilizada para o acondicionamento das amostras coletadas até o laboratório. a) vista exterior da caixa e painel de controle de temperatura do termômetro utilizado; b) vista interna da caixa contendo as amostras embaladas em sacos plásticos individuais e frascos com gelo pra conservação	36

Figura 15 – Fluxograma de separação (alíquotas) das amostras de tilápias para os diferentes laboratórios participantes para a realização das análises microbiológicas, microscópicas, pesquisa de matérias estranhas e metais pesados.....37

Figura 16 – Presença de animais nos tanques de cultivo de tilápias. a) Pesqueiro PF – presença de várias espécies de aves (aquáticas e de rapina) ao redor dos tanques de pesca e cultivo de tilápias; b) Pesqueiro PF32 – presença de cão ao redor do tanque e aves sobre estruturas montadas e equipamentos instalados no interior do tanque de cultivo e pesca de tilápias.....65

Figura 17 – Pesqueiro PF2 - presença de animais sobrevoando e ao redor dos tanques de cultivo. a) revoada de urubus sobre a área do pesqueiro; b) presença de urubus nas margens do tanque de cultivo de tilápias.....66

Figura 18 – Pesqueiro PF1 – estabelecimento com menor pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. a) Área do tanque de cultivo de pescados; b) Processo de retirada dos peixes do tanque; c) Peixes colocados diretamente no chão de terra após despesca.....68

Figura 19 – Pesqueiro PF11 – estabelecimento com maior pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. a) Área do tanque de cultivo de pescados; b) Processo de retirada dos peixes do tanque; c) Transporte dos peixes em passaguá até o local da área de filetagem.....69

Figura 20 – Pesqueiro PF11 – estabelecimento com maior pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. a) Área do filetagem de pescados; b) Pesagem dos pescados (observa-se um dos pescados mantido irregularmente diretamente no chão); c) Área externa à área de filetagem apresentando-se organizada e sem resíduos de pescados, porém, apresentando pequeno acúmulo de água residual do da lavagem da área de filetagem.....70

Figura 21 – Condições higiênico-sanitárias das áreas de filetagem. a) Pesqueiro PF15 – área de filetagem semi-aberta, com pisos e azulejos em mal estado de conservação e com pia apresentando-se sem sifão e sistema de encanamento ligado ao esgoto, sendo que a água residual era armazenada em baldes; b) Pesqueiro PF36 – estrutura da área de filetagem constituída de material não sanitário (madeira) e com iluminação precária; c) Pesqueiro PF19 – área de filetagem sem revestimento de piso e com iluminação precária ausência de instalações elétricas havendo somente a incidência de pouca luz natural sobre a área).....71

Figura 22 – Condições de higiene dos utensílios, equipamentos e mobiliário das áreas de filetagem. a) Pesqueiro PF4 – utensílios, mobiliário e piso apresentando-se em mal estado de conservação e higiene; b) Pesqueiro PF8 – balde apresentando acúmulo de sujidades e água residual de filetagem; c) utilização de utensílio de material não sanitário (madeira) durante as atividades de filetagem de pescados.....72

Figura 23 – Armazenamento inadequado dos passaguás utilizados para a retirada das tilápias dos tanques de cultivo nos pesqueiros. a) Pesqueiro PF18 – passaguá mantido diretamente sobre o piso da área de filetagem de pescados; b) Pesqueiro PF34 – rede do passaguá encostando no ralo de escoamento da água residual da área de filetagem de pescados; c) Pesqueiro PF36 – passaguá colocado diretamente sobre o chão de terra.....73

Figura 24 – Ausência de barreiras físicas contra a entrada de pragas nas áreas de filetagem dos pesqueiros: a) Pesqueiro PF5 – ausência de porta com tela milimétrica e abertura da meia parede no canto esquerdo da foto; b) Pesqueiro PF16 - área de filetagem totalmente aberta, sem barreiras físicas contra a entrada de pragas; c) Pesqueiro PF9 – ralo na área de filetagem aberto, permitindo o acesso de pragas.....74

Figura 25 – Práticas dos manipuladores dos pescados nos estabelecimentos pesque-pague. a) Pesqueiro PF5 – manipuladora utilizando avental e touca durante as atividades de manipulação dos pescados; b) Pesqueiro PF8 – manipulador fumando durante as atividades de filetagem dos pescados; c) Pesqueiro PF14 – manipulador sem uniforme (ausência de touca, botas e avental).....75

Figura 26 – Pesqueiro PF1 – estabelecimento com menor pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. a) Área de filetagem de pescados; b) Escamas de peixes lançadas diretamente no chão em frente a área de filetagem; c, d) Resíduos oriundos do encanamento da pia da área de filetagem (esgotamento da pia a céu aberto), presença de urubus que se alimentavam das carcaças dos peixes que eram lançados diretamente nos fundos do terreno.....77

Figura 27 – Pesqueiro PF2 - Descarte irregular de carcaças. a) abertura na parede da área de filetagem para lançamento das carcaças em um pequeno córrego que passava atrás da área de filetagem (seta); b) córrego onde as carcaças eram lançadas apresentando aves de rapina (urubus) em suas margens.....78

Figura 28 – Presença de animais nas áreas de filetagem de pescados a) Pesqueiro PF6 apresentando um gato no interior da área de filetagem para o qual eram lançados resíduos do processo de filetagem os quais eram consumidos crus pelo animal; b) Pesqueiro PF20 apresentando área de filetagem totalmente aberta permitindo o acesso de cães que viviam no estabelecimento; c) Pesqueiro PF36 apresentando a presença de vários animais domésticos (cães) e de criação (aves em poleiros) ao redor da área de filetagem.....79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de amostras coletadas por cidade do Grande ABC – Paulista.....	50
Gráfico 2 – Estado de Origem das Amostras.....	51
Gráfico 3 - Origem da Água dos Tanques de Cultivo de Tilápias nos Pesqueiros.....	51
Gráfico 4: Pontuação geral das condições higiênico-sanitárias e ambientais dos estabelecimentos pesque-pague	63
Gráfico 5: Avaliação das condições ambientais e de cultivo dos pescados dos estabelecimentos pesque-pague	64
Gráfico 6: Avaliação das condições higiênico-sanitárias dos locais de filetagem de pescados dos estabelecimentos pesque-pague.....	67
Gráfico 7: Avaliação das condições ambientais e de armazenamento das áreas de filetagem de pescados dos estabelecimentos pesque-pague	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

® - marca registrada

Al – Alumínio

As - Arsênio

ATP - adenosina trifosfato

ANA - Agência Nacional de Águas

Cd – Cádmi

CEPTA - Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura

Cr - Cromo

CERLA - Centro Regional Latino-Americano de Aquicultura

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Cu – Cobre

DNA - Ácido Desoxirribonucléico

BHI – caldo *brain heart infusion*

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

DTAs - Doenças transmitidas por alimentos

EC - *Escherichia coli*

SCP - *Staphylococcus coagulase positiva*

EDTA - Ácido etilenodiaminotetra acético sal dissódico

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

Fe – Ferro

GIFT - *Genetically Improved Farmed Tilapia*

Hg - Mercúrio

IMViC – testes de indol, vermelho de metila, Voges Proskauer e citrato

KCl – Cloreto de Potássio

L-EMB - Levine Eosina Azul de Metileno

LST - Lauril Sulfato Triptose

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MC – MacConkey

MgCl₂ - Cloreto de Magnésio

Mn – Manganês

Ni - Níquel

NMP - Número mais provável

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

Pb - Chumbo

pb - Pares de bases

PCR - *Polymerase Chain Reaction*

pH - Potencial hidrogeniônico

RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

RP - Rappaport Vassiliadis

SAP - Secretaria da Aquicultura e Pesca

SINAN - Sistema Nacional de Agravos e Notificações

SS - *Salmonella-Shigella*

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

TT - Tetracionato

U - Unidade

UFC – Unidade formadora de colônia

Zn – Zinco

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 GERAL.....	4
2.2 ESPECÍFICOS.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 A evolução da piscicultura no Brasil.....	5
3.2 O mercado de pescados no Brasil.....	7
3.2.1 O mercado de Tilápias no Brasil.....	8
3.2.2 A evolução do mercado de Tilápias na região do Grande ABC-Paulista.....	12
3.3 Contaminação de pescados.....	20
3.3.1 Bactérias em pescados.....	21
3.3.1.1 <i>Salmonella</i> spp.....	22
3.3.1.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	24
3.3.1.3 <i>Escherichia coli</i>	26
3.3.2 Parasitas em pescados.....	27
3.3.3 Contaminantes inorgânicos em pescados.....	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Obtenção das amostras.....	32
4.2 Metodologia para cultivo de <i>Salmonella</i> spp.....	37
4.2.1 Reação em Cadeia pela Polimerase (PCR) para identificação da <i>Salmonella</i> spp, <i>S. Enteritidis</i> e <i>S. Typhimurium</i>	38
4.3 Metodologia para contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva.....	39
4.4 Metodologia para contagem dos números mais prováveis de coliformes totais e termotolerantes.....	40
4.4.1. Prova presuntiva.....	40
4.4.2. Prova confirmatória.....	40
4.5. Interpretação dos resultados bacteriológicos.....	41
4.6 Pesquisa parasitológica.....	42

4.6.1 Pesquisa de parasitas na musculatura de peixados	42
4.7 Análise dos resultados parasitológicos	42
4.8 Metodologia para pesquisa de matérias estranhas macroscópicas em filés de pescados	42
4.9 Pesquisa de contaminantes inorgânicos	43
4.9.1 Preparo das amostras.....	43
4.9.2 Determinação dos elementos.....	44
4.10 Análise dos Resultados da Detecção de Contaminantes Inorgânicos.....	44
4.11 Metodologia para avaliação das condições higiênico-sanitárias e ambientais dos pesqueiros	45
5. RESULTADOS	50
5.1 Porcentagem amostral por local de coleta, origem das amostras e origem das águas dos tanques onde as amostras de tilápias foram cultivadas nos pesqueiros	50
5.2 Resultados das análises bacteriológicas.....	52
5.3 Resultados das análises parasitológicas.....	55
5.4 Resultados das análises macroscópicas (matérias estranhas)	56
5.5 Resultados das análises de contaminantes inorgânicos	56
5.6 Resultados das avaliações das condições higiênico-sanitárias e ambientais dos pesqueiros	61
6. DISCUSSÃO	77
7. CONCLUSÃO.....	95
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, a atividade de pesca em rios, lagos e oceanos, conhecida como pesca extrativista, vem sendo executada com a finalidade de suprir uma das principais necessidades básicas do ser humano - a alimentação (FAO, 2017). No Brasil, sítios arqueológicos abrigam vestígios de atividades de pesca, sendo estimado por arqueólogos e paleontólogos que populações indígenas executavam a atividade há cerca de 6.000 ou 9.000 anos em lagunas vizinhas à Serra do Mar (TUTUÍ & MACHADO, 2017).

Relatos da atividade também podem ser encontrados em manuscritos componentes do Cânon Sagrado, datados de 33-100 d.C., nos quais, a atividade de pesca é citada como prática comum dentre os ofícios exercidos à época, havendo ainda citações nas quais alguns dos doze discípulos de Cristo são chamados de pescadores, além de parábolas e milagres relativos ao tema (A BÍBLIA, 2013). A atividade de pesca marítima apresenta ainda estreita relação histórica com a prática da navegação e exerceu influência direta sobre o sistema de capitalismo mercantil dos séculos XV e XVI (TUTUI & MACHADO, 2017).

Inicialmente, a pesca extrativista (na qual os produtos da pesca são obtidos diretamente de corpos de água naturais ou manguezais) era a única forma de obtenção de pescados, com o passar dos anos, o homem desenvolveu a capacidade de operar não somente a pesca extrativista como também o cultivo em lagos artificiais e/ou tanques-rede, surgindo assim a aquicultura e suas ramificações, a saber, a piscicultura (cultivo de peixes de corte ou ornamentais), carcinicultura (cultivo de crustáceos, como os camarões), malacocultura (cultivo de mexilhões, vieiras e ostras), a ranicultura (cultivo de rãs), algicultura (cultivo de algas) entre outros (ABRUNHOSA, 2011).

Novos campos de estudo nas áreas das ciências agrárias também se desenvolveram conjuntamente à evolução da atividade pesqueira, como especializações em organismos aquáticos dentro da medicina veterinária, biologia e zootecnia além de cursos técnicos em aquicultura e piscicultura, bem como o surgimento da engenharia de pesca e engenharia de aquicultura, ambas no campo das ciências exatas. Paralelamente, estudos ligados à qualidade dos pescados também começaram a se desenvolver, objetivando garantir a segurança alimentar, a conservação adequada e a redução das perdas no processamento dos produtos e subprodutos da pesca (VIEIRA et al., 2000; ABRUNHOSA, 2011; EMBRAPA, 2017; DIXON, 2006).

Por tratar-se de um alimento altamente perecível, principalmente devido à sua alta atividade de água, o pescado exige muitos cuidados desde a captura ou criação, manipulação, estocagem, transporte e comercialização, sendo necessária a observação de boas práticas em cada uma destas etapas a fim de evitar e/ou diminuir a possibilidade de alteração da microbiota inicial e a contaminação dos produtos (SILVA JÚNIOR et al., 2015b; BRASIL, 2017).

A Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022, que dispõe sobre os padrões microbiológicos sanitários para pescados *in natura*, estabelece limites de tolerância para os seguintes micro-organismos em pescados: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* sp (BRASIL 2022). *Staphylococcus aureus* trata-se de um micro-organismo facilmente destruído pela ação de saneantes e/ou cocção, contudo, possui a capacidade de produzir toxinas termoestáveis que podem levar a casos de intoxicação alimentar grave; a presença deste micro-organismo em alimentos é indicativa da falha de boas práticas na manipulação uma vez que é facilmente isolada de cavidades nasais (SILVA et al., 2017c, FDA 2019).

E. coli, bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, é amplamente distribuída no intestino de humanos e animais de sangue quente e faz parte da flora intestinal essencial; embora a maioria das cepas de *E. coli* não sejam patogênicas elas podem se comportar como patógenos oportunistas causando infecções em hospedeiros imunocomprometidos; já as cepas patogênicas, quando ingeridas, podem ocasionar doenças gastrointestinais graves (CONWAY, 1995; FDA, 2019).

Salmonella, bactéria ubíqua, pertencente à mesma família da *E. coli*, tem sua ocorrência em peixes frequentemente ligada à forma de criação, ambiente de produção e falhas de higiene na manipulação dos pescados (FERNANDES et al., 2018; GAZAL et al., 2018). Algumas espécies de *Salmonella* sp. como *S. enterica* apresentam elevadas taxas de morbidade e mortalidade no mundo, sendo de suma importância o monitoramento desses patógenos (FERNANDES et al., 2018).

A presença de parasitas em pescado constitui importante fator de perda econômica pelo aspecto repugnante que conferem ao produto, bem como podem representar risco à saúde pública em decorrência de reações alérgicas em função de seu consumo (PAULI-YAMADA et al., 2019); dentre as principais parasitoses veiculadas por peixes podemos citar nematódeos da Ordem Ascarida, Família Anisakidae e cestódeos da Ordem Trypanorhyncha (PAULI-YAMADA et al., 2015; FIORAVANTI et al., 2022).

Não só micro-organismos e parasitas podem representar risco à saúde humana no consumo de pescados mas também a presença de contaminantes inorgânicos na água onde estes animais são cultivados que terminam por acumular-se em seus

tecidos (WOO et al., 1993; LIMA et al., 2015). Em pequenas quantidades, a presença de contaminantes inorgânicos em corpos de água pode ser considerada natural; contudo, resíduos descartados inadequadamente nos corpos d'água, oriundos principalmente da atividade industrial, podem elevar estas concentrações ocasionando a contaminação dos ecossistemas aquáticos e podendo influenciar diretamente nos níveis destes metais nos organismos que habitam ecossistema aquático (WOO et al., 1993).

Nos seres humanos, o acúmulo corpóreo de contaminantes inorgânicos por meio do consumo de pescados pode ser 20 a 40 vezes maior em comparação ao acúmulo pelo consumo da água contaminada devido à capacidade destes organismos aquáticos em concentrar traços dos elementos encontrados no meio em que habitam; este processo é conhecido como bioacumulação quando organismos acumulam contaminantes mais rapidamente do que sua capacidade de eliminá-los e biomagnificação quando os níveis de contaminantes estão diretamente relacionados ao nível cadeia alimentar (GUIMARÃES et al., 1985; FORAN, 1990).

Com o crescimento das atividades de produção e comercialização de pescados no país, nas últimas décadas, a expansão da cultura pela busca de uma alimentação mais saudável e da culinária tradicional japonesa, que inclui frequentemente o consumo de pescados crus e a ampliação do número de estabelecimentos que comercializam pescados em estabelecimentos de pesca na modalidade pesque-pague se faz necessária também a ampliação de estudos de monitoramento da qualidade dos produtos que chegam à mesa do consumidor (SEIXAS et al., 2018; SCHULTER & FILHO, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a qualidade de filés de pescados comercializados em pesqueiros da modalidade pesque-pague e em supermercados nas regiões do Grande ABC Paulista e Grande São Paulo.

2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva (ECP) nas amostras de filés de tilápia;
- ✓ Realizar a contagem de *Escherichia coli* nas amostras de filés de tilápia;
- ✓ Verificar a presença de *Salmonella* spp. nas amostras de filés de tilápia por meio das técnicas de isolamento e identificação molecular;
- ✓ Empregar a reação em cadeia pela polimerase (PCR), para identificação das espécies de *Salmonella* spp., *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium nas colônias isoladas;
- ✓ Detectar parasitas nematódeos e cestódeos presentes na musculatura das amostras de filés de tilápias;
- ✓ Detectar a presença dos seguintes contaminantes inorgânicos (metais pesados): Arsênio (As) total, Chumbo (Pb), Cádmiio (Cd) e Mercúrio (Hg) total nas amostras de filés de tilápia;
- ✓ Detectar a presença de matérias estranhas macroscópicas nas amostras de filés de tilápia;
- ✓ Avaliar as condições higiênico-sanitárias dos locais de filetagem e tanques de criação de tilápias dos pesqueiros (pesque-pague) onde foram colhidas as amostras de filés de tilápia analisadas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A EVOLUÇÃO DA PISCICULTURA NO BRASIL

A partir da década de 60, o desenvolvimento de políticas públicas favoráveis à ampliação da inovação, adaptação de conhecimento e tecnologia favoreceram um ambiente institucional que permitiu diversos avanços na agropecuária criando condições para que o país pudesse ampliar sua produção de alimentos saindo de uma situação de balança comercial deficitária com necessidade de importação de 30% dos alimentos que consumia para uma condição que, futuramente, possibilitaria a autossuficiência na produção de diversos produtos (VIEIRA FILHO & FISHLOW, 2017).

Apesar do grande desenvolvimento da agricultura no país, a aquicultura (atividade de cultivo de organismos com ciclo de desenvolvimento em meio aquático) não acompanhou o mesmo ritmo de crescimento (SCHULTER & FILHO, 2017). A criação de peixes foi inicialmente introduzida no Brasil pelos holandeses, no século XVIII, durante a ocupação de parte do território do Nordeste, mas só começou a se desenvolver a partir da década de 30, quando açudes públicos destinados ao armazenamento de água no Nordeste foram povoados atendendo também às necessidades de pesca das populações (FARIA & MORAIS, 2019).

Em 1934, a publicação dos trabalhos sobre reprodução artificial de peixes (conhecido como hipofisação) desenvolvidos por Rodolpho Von Ihering (considerado o pai da piscicultura brasileira) e seus colaboradores do Instituto Biológico - Secretaria da Agricultura de São Paulo foi um marco no desenvolvimento da piscicultura e a técnica foi amplamente difundida. Rodolpho também iniciou trabalhos sobre a domesticação de espécies como a piapara, o corimbatá e o bagre, junto ao salto do rio Piracicaba e nas corredeiras da Cachoeira de Emas e fez a reprodução induzida do bagre e do cascudo, no rio Tietê (PINHEIRO, 2011).

A partir da técnica de reprodução de desova artificial de Rodolpho, que permitia a reprodução em cativeiro de espécies reofílicas (espécies que precisam nadar contra a correnteza para se reproduzir), outros pesquisadores no Brasil e no mundo passaram a dominar a reprodução de diversas espécies por meio do emprego e aperfeiçoamento desta técnica (FARIA & MORAIS, 2019).

Em 1939, foi efetuada a instalação da Estação Experimental Brasileira de Piscicultura, em Pirassununga, pelo Ministério da Agricultura que também contribuiu para a evolução da piscicultura no país (PINHEIRO, 2011). Já na década de 50, a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e a Divisão de Caça e Pesca do

Ministério da Agricultura iniciaram trabalhos de expansão da piscicultura de água doce, com o fomento da criação da carpa comum no Vale do Paraíba e importações de tilápias e de ovos embrionados de truta e com a soltura de larvas de truta em pequenos riachos das serras da Mantiqueira e da Bocaina (PINHEIRO, 2011).

Nesse mesmo período, veterinários e agrônomos do Departamento de Produção Animal da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo em conjunto com o Serviço de Fomento à Caça e à Pesca iniciaram a distribuição de alevinos de *Tilapia rendalli* transportados em latões (semelhantes aos de leite) por via ferroviária ou rodoviária até as regiões mais distantes do Estado (PINHEIRO, 2011).

Na década de 60, os trabalhos envolvendo a piscicultura se reduziram um pouco e, somente no fim da referida década, em 1969 voltaram a se expandir com a criação do Instituto de Pesca (IP) – primeiro órgão de pesquisa do país voltado ao estudo da biologia de organismos marinhos e continentais e do ecossistema aquático com vistas ao povoamento e repovoamento de espécies (PINHEIRO, 2011).

Em 1970, foi promovida por técnicos do Departamento de Extensão Rural da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), a capacitação de técnicos da área com um dos maiores especialistas em piscicultura tropical do mundo – Jacques Bard e com o levantamento do potencial aquícola do Estado que foi o marco inicial do Programa Pró-Peixe, o primeiro programa de extensão em piscicultura (PINHEIRO, 2011). Ainda nas décadas de 1960 e 1970, um modelo de piscicultura popular aplicado a pequenos produtores foi introduzido e tinha como principal objetivo a complementação da renda familiar dos pequenos produtores e o modelo de criação utilizado era o sistema extensivo (FARIA & MORAIS, 2019).

Em 1980, o Pró-Peixe atuava na difusão de tecnologias por meio da capacitação de produtores e também contava com uma linha de crédito que era disponibilizada pelo governo para a instalação de estruturas de criação de alevinos e engorda de peixes chamadas de piscigranjas. Nesse mesmo período, também foi instalado, em Cachoeira das Emas – Pirassununga, o Centro Regional Latino-Americano de Aquicultura (CERLA), atual Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura (CEPTA), pelo governo federal, com o apoio técnico da FAO/ONU (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) (PINHEIRO, 2011).

Na década de 90, com a popularização da pesca e a expansão do número de estabelecimentos pesque-pague no país houve um aumento na demanda por peixes vivos e a piscicultura passou a tornar-se um negócio mais rentável (FARIA & MORAIS, 2019). Em 2003, com a finalidade de fomentar a expansão da aquicultura no país e formular e implementar as políticas públicas de produção de pescados, o governo

Federal criou a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, que em 2009 foi transformada no Ministério da Pesca e Aquicultura; sendo sucedido pela Secretaria Especial da Aquicultura e da Pesca e, atualmente, a Secretaria da Aquicultura e Pesca – SAP do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (FARIA & MORAIS, 2019).

Com a soma desses trabalhos, a atividade de pesca se profissionalizou e se tecnificou cada vez mais sendo possível a obtenção de diferentes espécimes de organismos aquáticos desejáveis ao consumo, durante praticamente o ano todo; e com o aumento da oferta desses produtos e a redução dos custos de produção devido à otimização dos recursos utilizados, os produtos da aquicultura começam a apresentar preços cada vez mais acessíveis ao consumidor final (BARBO et al., 2016; SIQUEIRA, 2017).

3.2 O MERCADO DE PESCADOS NO BRASIL

O Brasil figura hoje como um dos maiores produtores mundiais de carne bovina, e frango, com uma produção total de 9,75 e 13,5 milhões de toneladas, respectivamente, somente no ano de 2017. A produção de carne suína, em 2017, chegou a 3,75 milhões de toneladas (ABPA, 2018; ABIEC, 2018). Contudo, embora a produção brasileira de carne de peixes venha aumentando, nos últimos anos, chegando a mais de 722 mil toneladas em 2018, esse volume ainda está longe do volume total de produção das demais proteínas de origem animal produzidas no país (SCHULTER & FILHO 2017; IBGE 2017).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda um consumo *per capita* de pelo menos 12 quilos de pescado/ano. Estudo realizado pela FAO, em 2014, indicou que o consumo mundial de pescado atingiu 19,8 quilos *per capita* por ano, muito acima dos 12 quilos recomendados pela OMS; neste mesmo ano, a produção mundial de pescado atingiu a marca de 167 milhões de toneladas, com 73,8 milhões de toneladas provenientes da aquicultura e a estimativa é que em 2030 o déficit mundial de pescados possa atingir 100 milhões de toneladas (SNA, 2016; FAO, 2016).

Esse aumento na demanda pode ser atribuído, dentre outros fatores, às características nutricionais dos pescados que são extremamente atraentes aos consumidores que buscam uma alimentação mais equilibrada, dentre as quais se destacam: presença de ácidos graxos essenciais (Ômega 3 e 6), fonte de proteínas altamente digestíveis e de alto valor biológico, com teor proteico variando entre 15 a 20%, disponibilidade de minerais, principalmente Ferro (Fe), Iodo (I) e Fósforo (P), e

disponibilidade de vitaminas (A, D, B1, B2) (LEDERER, 1991; VIEIRA et al., 2000; FAO, 2006; BADAUI et al., 2015).

De acordo com dados da Associação Brasileira da Piscicultura Peixe BR (2021), a produção de pescados no Brasil cresceu 45,4% nos últimos anos, saltando de 578.800 toneladas em 2014 para 841.005 toneladas em 2021. Em um recente relatório da FAO (2016), a projeção é de que a produção da pesca e aquicultura no Brasil apresente crescimento de mais de 100% até o ano de 2025.

Estima-se que a Ásia continuará sendo um dos principais produtores, chegando a representar 89% da produção mundial, sendo a China responsável por 62% deste total. Entre os países desenvolvidos, a estimativa é de aumento da produção em 26% na próxima década. A África também deve aumentar sua produção em 35% (até 2,3 milhões toneladas) durante o mesmo período (FAO, 2016).

Embora a importação de pescados ainda seja maior que a exportação no Brasil, com 1,4 bilhões de dólares dispensados em importação no ano de 2014, o potencial de crescimento da pesca e aquicultura é bastante elevado: o país é detentor de uma das maiores reservas de água doce do mundo, com mais de 11 mil rios, riachos e córregos catalogados na Agência Nacional de Águas (ANA), além de um vasto litoral com mais de 7.400 quilômetros de extensão (SEBRAE, 2015).

Estima-se que o país possua 13,7% de toda a água doce disponível no planeta; contando ainda com 219 reservatórios hidrelétricos em 22 estados da Federação cujas águas podem ser utilizadas na aquicultura (SEBRAE, 2015). O clima do país com características equatoriais, tropicais e subtropicais, a depender da região situada, também é fator que contribui para que o país possa alcançar a liderança na produção da pesca e aquicultura mundial nos próximos anos, segundo especialistas (TAGUSHI, 2013; SEBRAE, 2015).

3.2.1 O mercado de Tilápias no Brasil

O pescado, conforme classificação do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), é a denominação que compreende peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, utilizados na alimentação humana (BRASIL, 2017). As espécies de pescados predominantemente cultivadas no país por região, de acordo com dados da Embrapa (2017) são: tilápia, pacu e pintado na região Sudeste; carpa, tilápia, jundiá, ostra e mexilhão na região Sul; tambaqui, pintado e pacu na região Centro-Oeste; tilápia e camarão marinho na região Nordeste; tambaqui, pirarucu e pirapitinga na região Norte.

Peixe originário do continente africano, a tilápia (*Oreochromis* spp.), tem se destacado entre os pescados de água doce cultivados no Brasil, nos últimos anos, por seu sabor suave e por tratar-se de uma espécie bem adaptada às condições climáticas do país o que facilita seu cultivo. A espécie foi introduzida no Brasil na década de 1950, em represas hidroelétricas para controle de macrófitas (plantas aquáticas que podem ser vistas a olho nu); espalhou-se e popularizou-se pelo mundo após programas de melhoramento genético iniciados na década de 80, na região das Filipinas, a partir do cruzamento de linhagens silvestres (BRITO, 2012; SUSSEL, 2013; RIBEIRO et al., 2016; IBGE, 2017; SENAR, 2018).

Apresentando boa resistência, a espécie se adaptou bem em águas brasileiras, principalmente nas regiões sul e sudeste do país, que concentram a maior parte da produção brasileira de tilápias (BRITO, 2012; SUSSEL, 2013; IBGE, 2017; SENAR, 2018). Os dez maiores pólos nacionais de produção de tilápia hoje são: regiões oeste e norte do Paraná, Vale do Itajaí, Ilha Solteira (divisa entre SP e MS), sub-médio São Francisco (divisa entre PE, BA e AL), Reservatório Boa Esperança (PI), Serra da Mesa e Cana Brava (GO), Três Marias (MG), Furnas (MG), e Reservatórios Orós e Castanhão (CE) representando juntos mais de 60% da produção nacional (FILHO et al., 2020). Ainda de acordo com a Embrapa (2017), o cultivo de tilápia é responsável por 90% das solicitações de áreas aquícolas no País.

A atividade de produção de pescados se divide em duas modalidades: aquicultura e pesca extrativista; a atividade de pesca extrativista se baseia na retirada direta dos pescados do ambiente natural, sendo fortemente impactada por questões como sazonalidade e a dificuldade de controle de predadores naturais das espécies de interesse, além da qualidade de grandes corpos d' água. Já a aquicultura se baseia no cultivo de organismos aquáticos, predominantemente, em ambiente confinado e controlado (SCHULTER & FILHO, 2017).

A tilápia é frequentemente cultivada em tanques-rede e viveiros escavados, assim como outros peixes de água doce, contudo, também pode se adaptar a ambientes de salinidade intermediária, sendo algumas espécies mais resistentes ao aumento da salinidade, como é o caso da espécie *Oreochromis aureus* (KUBTIZA & KUBTIZA, 2000; EMBRAPA, 2017; SCHULTER & FILHO, 2017).

O ciclo de vida das tilápias envolve as fases de ovo, embrião, larva, alevino, juvenil e adulto, com longevidade média de 10 anos; a espécie apresenta dimorfismo sexual, sendo os machos maiores que as fêmeas. Na natureza, sua alimentação é onívora com tendência herbívora, sendo que os juvenis se alimentam de plâncton e os adultos, de plantas, algas, insetos, crustáceos, sementes, frutos e raízes. Em cativeiro, a alimentação predominante é a ração, conforme o estágio de vida (FIEPR, 2019).

As fêmeas da espécie atingem a maturidade sexual por volta dos 3 a 4 meses de vida e podem se reproduzir durante o ano todo; em reprodução natural, a média de desovas é de 6 a 8 por ano, com cerca de 500 a 2000 ovos por desova, enquanto a reprodução artificial, em laboratórios, pode induzir maior produtividade, conforme a demanda do mercado (SENAR, 2017; FIEPR, 2019).

A espécie apresenta ainda facilidade de obtenção, reprodução e reversão hormonal dos alevinos para o sexo masculino (cujo rendimento de carcaça é maior em comparação ao sexo feminino), boa aceitação de diversos tipos de alimentos e boa conversão alimentar (com taxa de conversão entre 1 a 1,8), bom crescimento em cultivo intensivo (5 a 500g em 4 a 5 meses), boa resistência a baixos índices de oxigênio dissolvido na produção, ao manuseio, doenças e boa aceitação do consumidor à carne produzida (KUBTIZA & KUBTIZA, 2000).

De acordo com dados da Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR 2022), juntamente com consultoras internacionais e a FAO, a tilápia é atualmente o peixe de cultivo mais produzido no mundo, com produção global de 6,3 milhões de toneladas em 2022 (**Figura 1**), sendo o Brasil o quarto maior produtor mundial de tilápias, superando 534 mil toneladas em 2021 (**Figura 2**), representando 63,5% da produção total de peixes no país.

QUADRO - PRODUÇÃO GLOBAL DE TILÁPIA
(Mi/t/ANO)

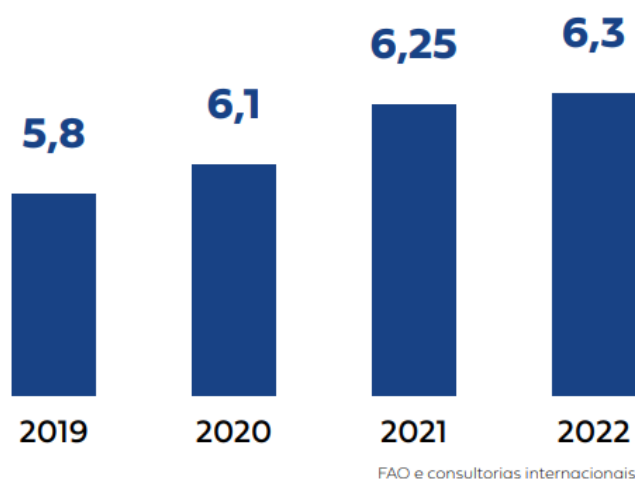


Figura 1 – Produção global de tilápias (Mi/t/ano).

QUADRO - MAIORES PRODUTORES MUNDIAIS
(Mi/t/ANO)

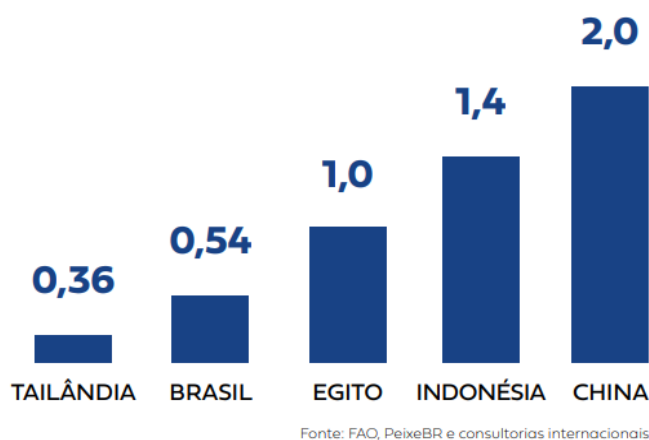


Figura 2 – Maiores produtores mundiais de tilápias (Mi/t/ano).

A cadeia de produção da tilápia gera renda não somente com a comercialização dos filés e postas do pescado mas também por meio da utilização de resíduos da produção, tais como: vísceras, cabeça, pele e ossos, que representam cerca de dois terços do volume da matéria-prima da indústria, para a fabricação de silagem de pescado, hidrolisado proteico de pescado e farinha de peixe que são utilizados na alimentação de peixes, rãs e frangos de corte principalmente pelo alto teor de proteína bruta em sua composição (CODEVASF, 2018; HENRIQUES et al., 2020).

A partir do processamento desses resíduos também é possível a obtenção de óleos ricos em ácidos graxos essenciais, minerais, enzimas, proteínas, e diversos outros componentes com alto valor agregado, aumentando assim a lucratividade das indústrias aquícolas (AGUIAR & GOULART, 2014; HENRIQUES et al., 2020).

A pele considerada ainda um subproduto de descarte, tem 1% de sua geração total sendo empregada em artesanato para a fabricação de bolsas, carteiras, chinelos e outros, contudo, pesquisas promissoras têm sido publicadas no país e no mundo demonstrando o potencial de utilização desse material no tratamento de queimaduras por apresentar boa resistência à tração e à compressão além da presença de peptídeos com possíveis funções antimicrobianas (RAJANBABU et al., 2011; FRANCO et al., 2013; CODEVASF, 2018).

Miranda & Brandt (2019), em um estudo que avaliou a eficácia da utilização da pele da tilápia-do-Nilo como curativo biológico oclusivo no manejo e tratamento de queimaduras de segundo grau superficial e profundo em adultos em comparação ao

curativo à base de hidrofibra com prata (Aquacel-AG®), verificaram que a pele da tilápia-do-Nilo é eficaz como curativo biológico oclusivo, no manejo/tratamento de queimaduras de 2º grau em adultos, não havendo inferioridade entre ambos os curativos testados quanto à necessidade de substituição destes.

De acordo com El-Sayed, 1999, dentre as diversas espécies de tilápias existentes (*Oreochromis* spp.), cerca de 22 são cultivadas no mundo, sendo a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia mossâmbica (*O. mossambicus*), a tilápia azul (*O. Aureus*), *O. Maccrochir*, *O. Hornorum*, *O. Galilaeus*, *Tilapia zillii* e a *T. rendalli* as espécies mais cultivadas comercialmente.

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), também conhecida, popularmente, como tilápia nilótica é uma espécie de pescado originária do continente africano (região sul da África até o norte da Síria). Foi introduzida no Brasil na década de 70 e apresentou melhor desempenho para a aquicultura em relação a outras espécies de tilápias, em virtude da sua rusticidade, resistência a doenças, alta densidade de povoamento, manejo sob baixos teores de oxigênio dissolvido, alto crescimento zootécnico (ganho de peso e rendimento de filé), boa adaptação ao confinamento e tolerância a faixas de temperaturas entre 12 a 36°C (SENAR, 2018).

Outra característica favorável e bastante importante para a criação da espécie em larga escala é a possibilidade de obtenção de alevinos ao longo do ano todo. Dentre as linhagens de tilápia-do-Nilo disponíveis, a GIFT (*Genetically Improved Farmed Tilapia*) e a Chitralada (mais conhecida como Tilápia Tailandesa) são as mais utilizadas no cultivo e, portanto, as mais disponíveis aos consumidores (RIBEIRO et al., 2016; SENAR, 2018).

3.2.2 A evolução do mercado de Tilápias na região do Grande ABC-Paulista

Considerado o principal polo industrial do país e um dos maiores da América Latina, a Região do Grande ABC Paulista integra o território de sete municípios da Região Metropolitana de São Paulo: Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul (**Figura 3**). A região conta com uma extensão territorial conjunta de 841 Km² e uma vasta bacia hidrográfica. Sua economia baseia-se, predominantemente, nos setores industriais automobilístico, metalúrgico, mecânico, químico, petroquímico, de material elétrico e de auto-peças (XAVIER et al., 2007; VALVERDE et al., 2018; AFONSO & URIOS, 2023).

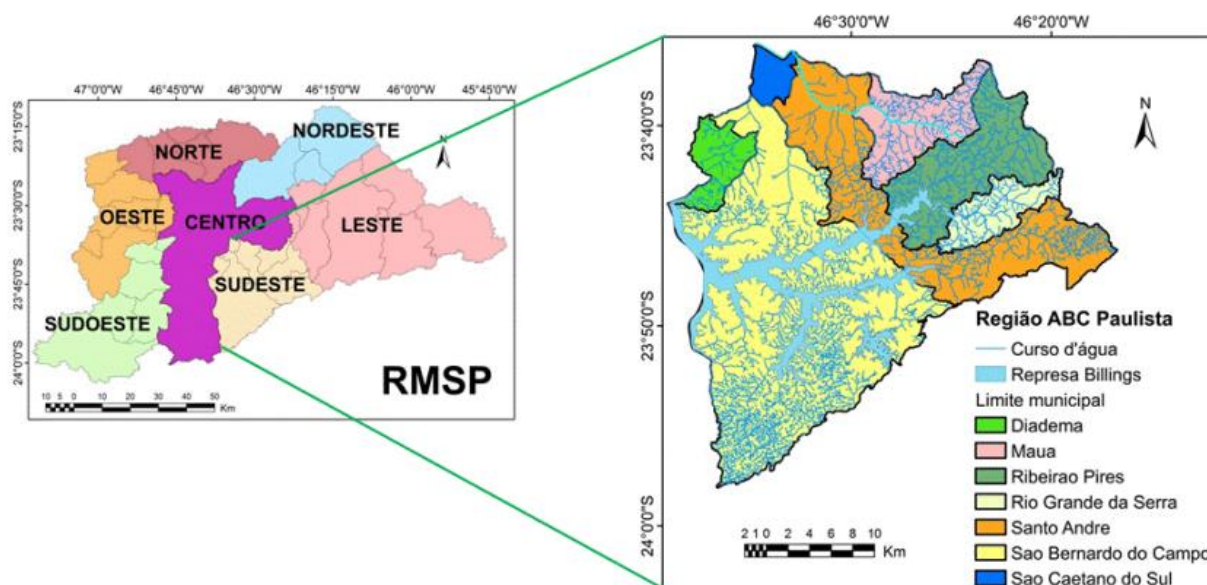


Figura 3 – Mapa da localização da Região do ABC Paulista na Região Metropolitana de São Paulo e sua rede hidrográfica Tamanduateí- Billings. **Fonte:** Valverde et al. (2018).

A região foi formada no século XVI, no Brasil-Colônia, com a fundação da Vila de Santo André da Borda do Campo pelo bandeirante português João Ramalho no ano de 1553, porém, somente a partir do século XIX, com a instalação da ferrovia Santos-Jundiaí para o transporte de gêneros agrícolas, em especial o café, do interior de São Paulo até o Porto de Santos, é que a região começou a se modernizar. Os incentivos fiscais do município e a facilitação do escoamento de mercadorias por meio da linha férrea atraíram muitas indústrias que começaram a se instalar na região (AFONSO & URIOS, 2023).

Em 1889, surgia o município de São Bernardo do Campo que abrangia, à época, toda a região do atual Grande ABC. Contudo, em 1930, com o distrito de Santo André, abrigando muitas indústrias importantes e políticos influentes na região, houve a mudança da sede do município de São Bernardo para Santo André, com toda a região do ABC passando a ser denominada por Santo André. No final da década de 30, com o início de movimentos emancipacionistas, os municípios que formam a região foram se emancipando: Santo André (1938), São Bernardo do Campo (1945), São Caetano do Sul (1949), Mauá e Ribeirão Pires (1953), Diadema (1958) e Rio Grande da Serra (1968) (AFONSO & URIOS, 2023).

Foi nesse contexto, que no ano de 1925, iniciou-se a construção da represa Billings, um reservatório de água doce com capacidade para armazenar 995 milhões de metros cúbicos de água (**Figura 4**) (SÃO PAULO, 2010).



Figura 4 - Vista aérea da represa Billings, no extremo sul de São Paulo. Fonte: MELO, 2022.

Compõem a bacia hidrográfica do reservatório Billings: o Córrego Alvarenga, Córrego grotas Funda, Ribeirão Bororé, Ribeirão Cocaia, Ribeirão Guacuri, Ribeirão Pires, Rio Grande (também conhecido como Jurubatuba), Rio Pedra Branca, Rio Pequeno e Rio Taquacetuba (BATISTA, 2018).

Os principais braços formadores da bacia foram agrupados segundo critérios urbanísticos e ambientais: Compartimento Ambiental Corpo Central I do qual fazem parte os Braços do Alvarenga, Grotas Funda e Cocaia; esta área possui regiões preservadas, porém, possui também áreas com acentuada presença de aglomerações precárias concentradas no Município de São Paulo, ao norte (SÃO PAULO, 2010).

Compartimento Ambiental Corpo Central II que compreende a região do Braço do Rio Grande em sua porção justante; a região possui aglomerações precárias ao norte e áreas de expansão urbana, clubes, chácaras e parques ao sul. Compartimento Bororé-Taquacetuba, composto pelo Braço Bororé que alberga um acentuado número de habitações precárias e loteamentos irregulares e Braço Taquacetuba onde a área é coberta, majoritariamente, por vegetação nativa bem conservada ou em estágio avançado de regeneração; a região também alberga duas aldeias indígenas guarani – Tenondé Porã e Krukutu (SÃO PAULO, 2010).

Compartimento Capivai-Pedra Branca, do qual fazem parte os Braços Pedra Branca e Capivari, região bastante isolada, com mata nativa preservada e pouco

urbanizada e, por fim, Compartimento Rio Grande-Rio Pequeno formado pelos dois braços de mesmo nome, área também bastante preservada e com população majoritariamente rural (**Figura 5**) (SÃO PAULO, 2010).

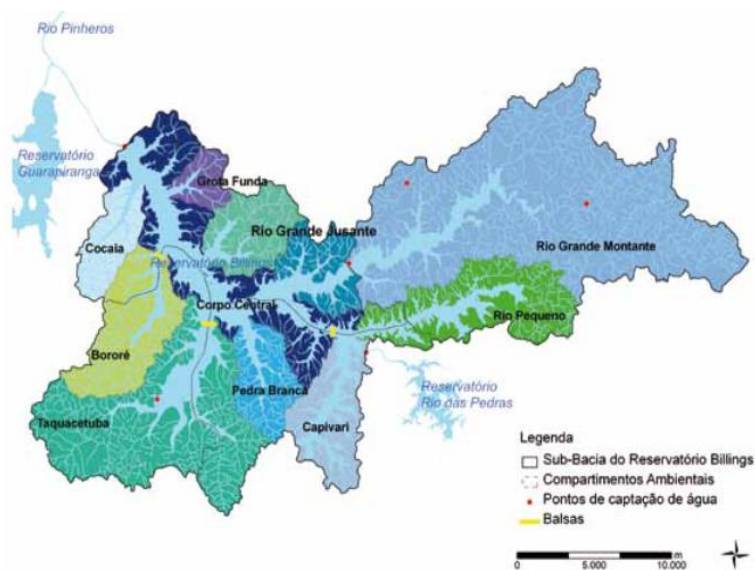


Figura 5 – Braços formadores da sub-bacia Billings. Fonte: SMA apud SÃO PAULO, 2010.

Inicialmente, a represa fora criada com a finalidade de geração de energia elétrica para a cidade de São Paulo, que sofria com uma forte estiagem nos anos de 1924 e 1925 que levou à redução de 30% da capacidade de fornecimento de energia do Sistema Guarapiranga (SÃO PAULO, 2010; MESQUITA, 2017).

A Companhia The São Paulo Railway Light & Power, empresa canadense concessionária do sistema de energia elétrica do país, à época, por meio do engenheiro Asa White Kenney Billings passou à avaliação do Projeto da Serra que objetivava o aproveitamento do desnível de 720 metros da Serra do Mar para a criação de uma represa que alimentaria a Usina Henry Borden localizada no município de Cubatão. Com o represamento das águas do Rio Grande e Rio das Pedras foi construído, inicialmente, o Reservatório Rio das Pedras cujas águas fluíam por túneis até adutores que se conectavam à usina em Cubatão (**Figuras 6 e 7**) (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2022).



Figura 6 – Construção da Barragem do Rio Grande (década de 30). Fonte: Fundação de Saneamento e Energia (2015).

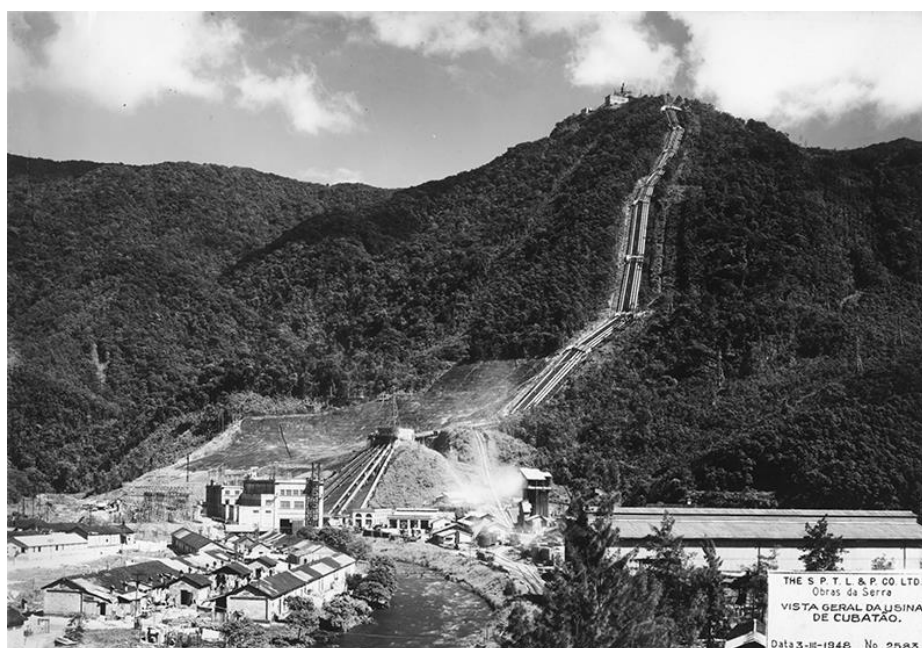


Figura 7 - Vista geral da Usina Henry Borden, de Cubatão. 1948. Fonte: Fundação de Saneamento e Energia (2015).

De 1940 a 1942, foram efetuadas operações de reversão do Rio Pinheiros, por meio da construção das Usinas Elevatórias de Pedreira e Traição a fim de bombear as águas do Tietê e afluentes para a Billings, visando aumentar a capacidade de geração de energia da Usina Henry Borden e, assim, suprir a demanda de energia na região.

Contudo, o rápido crescimento das cidades da região metropolitana de SP e a falta de infraestrutura de saneamento básico com adequada coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais, levaram à intensificação da poluição das águas do Tietê e afluentes, e conseqüentemente a qualidade das águas do Reservatório Billings também ficou comprometida após o início dos bombeamentos (SÃO PAULO, 2010).

Em 1948, se iniciaram trabalhos de povoamento de peixes na represa pelo antigo Serviço de Piscicultura da Ligth. Primeiramente foi efetuada a introdução de carpas (*Cyprinus carpio*) e, posteriormente, de tilápias rendalli (*Tilapia melanopleura* ou *Coptodon rendalli*) importadas do ex-Congo Belga (Zaire), em 1953, espécie que dominou completamente a Represa Billings, assenhoreando-se do nicho ecológico e levando à conseqüente diminuição da população de outras espécies de peixes existentes na Represa (ROCHA, 1985).

Em 1958, o crescimento populacional da região do ABC fez com que as autoridades públicas passassem a utilizar as águas do Reservatório Billings para abastecimento público, iniciando-se a captação de água no Rio Grande (SÃO PAULO, 2010). Contudo, em 1982, após sérios problemas de contaminação das águas da represa pela presença de algas cianofíceas potencialmente tóxicas que se proliferavam ainda mais com a carga de matéria orgânica oriunda do bombeamento das águas dos Rios Pinheiros e Tietê para a represa, surgiu a necessidade de interceptação total do Braço do Rio Grande por meio da construção da Barragem Anchieta a fim de garantir a qualidade mínima para o abastecimento de água para a região do ABC (COPABIANCO & WHALEY, 2002).

A oferta de emprego com as indústrias instaladas na região do ABC e Grande São Paulo fizeram com que a população residente nos municípios da Sub-Bacia Hidrográfica da Billings aumentasse rapidamente (**Figura 8**). Conseqüentemente, a população ribeirinha que ocupa as margens e as proximidades da represa também começou a aumentar, havendo ainda algumas regiões com menor densidade demográfica e mais preservadas como é o caso dos Braços Capivari, Rio Pequeno e Pedra Branca e outras com densidade bastante elevada (Corpo Central, Cocaia, Rio Grande – região montante e Braço Alvarenga) (**Figura 9**) (SÃO PAULO, 2010).

MUNICÍPIO/ANO	1970	1980	1991	2000	2015*
RMSP	8.140.000	12.589.000	15.445.000	17.879.000	21.049.680
São Paulo	5.925.000	8.493.000	9.646.000	10.434.000	11.247.544
Diadema	79.000	229.000	305.000	357.000	423.403
São Bernardo do Campo	201.000	426.000	567.000	703.000	882.121
Santo André	419.000	553.000	617.000	649.000	696.294
Ribeirão Pires	29.000	57.000	85.000	105.000	131.593
Rio Grande da Serra	8.000	20.000	30.000	37.000	48.095
Espelho d'água	-	-	534.421	863.004	1.089.366

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Censos Demográficos 1970, 1980, 1991 e 2000 (www.ibge.gov.br).
* Projeção populacional SEADE (www.seade.gov.br).

Figura 8 - Evolução da população residente nos municípios integrantes da Sub-bacia Hidrográfica Billings (1970 – 2015). Fonte: (SÃO PAULO, 2010).



Figura 9 – População total por região hidrográfica da Billings (SÃO PAULO, 2010).

Apesar do grande desenvolvimento econômico que as indústrias instaladas na região trouxeram, grandes também foram os impactos na qualidade da água da Billings. O crescimento populacional desordenado nas proximidades da represa e o lançamento de esgoto doméstico e industrial levaram ao aumento da poluição de suas águas (CAPOBIANCO & WHATELY, 2002; NANINI-COSTA et al., 2016).

Um dos mais importantes casos de contaminação da represa foi o despejo irregular de efluentes atribuído à indústria Solvay do Brasil (antiga Eletrocloro), desde a década de 50, no Braço Rio Grande da represa que levou à contaminação por mercúrio (Hg) das águas do reservatório. A contaminação só foi constatada em 1998

pela entidade ambientalista Greenpeace, que vinha monitorando o leito do rio e havia coletado amostras de sedimentos antes e depois da instalação da referida indústria no município de Santo André – SP (LACAZ, 1997; OLIVEIRA, 2012; NANINI-COSTA et al., 2016).

Em 2009 foi aprovada a Lei nº 13.579 de 2009, também conhecida como a Lei Específica da Billings; uma Lei Estadual que trata da proteção da bacia hidrográfica da Billings e determina diversas áreas de proteção ambiental a fim de garantir a manutenção da vegetação que protege os rios e a represa da poluição causada pela remoção de sedimentos das camadas mais superficiais do solo em períodos chuvosos e permitindo que a água infiltre mais lentamente abastecendo de forma adequada o lençol freático. A lei também prevê a ocupação de áreas somente mediante a critérios que garantam a proteção da represa (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2022).

Apesar de todo o histórico de problemas de contaminação, a oferta de peixes na represa ainda continuou atraindo muitos pescadores para a região, os quais foram se organizando levando à fundação da Associação de Pescadores Artesanais da Represa Billings (Aparbillings), em 2005 (REZENDE et al., 2013). Atualmente, muitas famílias que vivem no entorno da represa retiram dela o seu sustento, como é o caso dos pescadores ligados à Colônia de Pescadores Z-17-Orlando Feliciano, que atuam nas atividades de pesca profissional, confecção de cerâmica com argila extraída da própria represa e passeios realizados em suas águas, por meio do Projeto Billings *Tour*, iniciado em 2014, como alternativa na geração de renda durante o período de defeso entre os meses de novembro a fevereiro (período no qual a pesca na região é proibida em virtude da reprodução dos pescados) (MELO, 2022).

A região também passou a contar com grande número de pesqueiros da modalidade pesque-pague como alternativa encontrada pelos moradores para o desenvolvimento econômico em áreas de mananciais, movimentando mais de R\$ 3,2 milhões por mês e com frequência de público estimada em 160 mil pessoas/mês, segundo último levantamento efetuado pelo Diário do Grande ABC. Em muitos desses estabelecimentos, além da pesca esportiva, contato com a natureza, playgrounds, entre outras atividades, a aquisição de pescados frescos para consumo no local ou posteriormente é outro grande atrativo, sendo a tilápia a espécie mais cultivada para esta finalidade (FARIAS, 1999; MACCHI, 2003).

3.3 CONTAMINAÇÃO DE PESCADOS

As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) são aquelas provocadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados; os principais sintomas, em geral, são: diarreia, cólicas intestinais, fadiga, perda de apetite, náusea, vômito e febre; contudo, os sintomas digestivos podem não ser as únicas manifestações; a depender do agente etiológico envolvido e/ou do agravamento do quadro podem ocorrer ainda afecções extra intestinais, atingido diferentes órgãos e sistemas, tais como: rins, fígado, sistema nervoso central, meninges, terminações nervosas periféricas e outros (BRASIL, 2010).

De acordo com a OMS (OMS/FAO, 2022), as DTAs são consideradas um dos principais problemas de saúde pública global com mais de 200 patologias diferentes causadas pela ingestão de alimentos e/ou água infectados. Uma em cada dez pessoas no mundo adoecem todos os anos e cerca de 420.000 morrem em decorrência do consumo de alimentos contaminados, sendo que desse total, cerca de 125.000 são crianças. O problema é crescente e causa um impacto considerável nos sistemas de saúde; a sobrecarga do sistema é comparada à causada por malária e HIV/AIDS, afetando também a produtividade do turismo e do comércio mundial, com valor de perdas produtivas, estimado em US\$ 95 bilhões por ano.

Crianças menores de cinco anos são ainda mais afetadas por apresentarem maior risco de desnutrição, desidratação e mortalidade devido ao consumo de alimentos contaminados, sendo uma das principais causas de morte nessa faixa etária (uma em cada seis mortes por diarreia) (OMS/FAO, 2022).

Estima-se que esses números sejam ainda mais elevados que os apresentados, uma vez que, frequentemente, os dados tabulados por diferentes órgãos de saúde no mundo relativos às DTAs, são inferiores ao número real de ocorrências, já que, na grande maioria dos casos, a vítima só procura a assistência médica quando os sintomas se tornam mais graves ou incômodos (febre alta, vômito e diarreia concomitantes, fortes dores de cabeça, presença de sangue ou muco nas fezes). Além disso, muitos profissionais de saúde, por falhas na anamnese não identificam casos de sintomas mais leves ou incomuns como sendo em decorrência de DTAs e por vezes não notificam adequadamente; conseqüentemente, estes dados terminam por não compor as estatísticas das DTAs levando à subnotificação (SANTOS & VIEIRA, 2013).

A fim de evitar ou minimizar os riscos de ocorrência das DTAs, cuidados na manipulação dos pescados são imprescindíveis. De acordo com Vieira & Sampaio

(2004) a qualidade do pescado está diretamente ligada ao trinômio: higiene, tempo e temperatura, onde o grau de higiene do barco, estrutura de processamento e dos manipuladores influencia diretamente o grau de contaminação dos pescados, bem como o tempo e a temperatura em que os produtos são mantidos interferem na velocidade com que as reações autolíticas e/ou microbianas se desencadeiam ocasionando a degradação do produto.

Os pescados podem ser contaminados por uma ampla gama de agentes físicos, químicos e biológicos; a contaminação pré-captura se dá principalmente por meio da criação dos pescados em águas contaminadas ou poluídas dos estuários, bacias pesqueiras ou mesmo tanques escavados e cultivos em lagos artificiais sem os devidos cuidados de higiene e qualidade da água utilizada (FAO, 2012; SANTIAGO et al., 2013).

A contaminação dos pescados pós-captura é frequentemente associada à falta de higiene nos porões dos barcos pesqueiros e durante o trajeto até os portos, contato direto com gelo produzido a partir de água contaminada; lavagem com água proveniente de canais contaminados com matéria orgânica no cais dos entrepostos; acondicionamento em caminhões mal refrigerados e mal higienizados durante o transporte do porto até as fábricas ou armazéns distribuidores e, falta de higiene em toda a malha de processamento e distribuição do pescado até o comércio varejista ou consumidor final (GERMANO et al., 1993; FAO, 2012; SANTIAGO et al., 2013).

3.3.1 Bactérias em pescados

Após o abate do pescado iniciam-se processos de alterações teciduais que resultam na rigidez cadavérica (*rigor mortis*), nesta fase, devido à anaerobiose e redução do pH tecidual a proliferação microbiana é menor; contudo, ao término da rigidez, inicia-se, rapidamente, o processo de deterioração do produto que se dá principalmente pela ação de bactérias.

A forma com que o animal é abatido influencia diretamente na duração do *rigor mortis*, uma vez que, animais submetidos à exaustão física tentando escapar de redes de pesca e/ou mortos em agonia em barcos pesqueiros esgotam suas reservas de energia (adenosina trifosfato - ATP) e o glicogênio acaba por ocasionar uma deterioração mais rápida (MINOZZO, 2011; LIMA, 2014).

Existem alguns métodos de conservação do pescado dentre os quais o mais comumente utilizado é a redução de temperatura (resfriamento/congelamento) que diminuem a velocidade de proliferação das bactérias. Outros métodos utilizados são a redução do pH, salga e cocção/conservas; estudos vêm sendo realizados acerca do

uso de técnicas de irradiação para conservação de filés de tilápia (MINOZZO, 2011; MONTEIRO et al., 2012; LIMA, 2014). Contudo, qualquer falha no processamento ou contaminação posterior ao processamento pode levar à multiplicação desses micro-organismos e ocorrência de surtos.

Dentre as principais bactérias identificadas em pescados e de importância em saúde pública podemos citar: *Vibrio* spp. (*V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*), *Aeromonas* spp., *Clostridium botulinum* tipos B, E e F, *Plesiomonas shigelloides*, que ocorrem naturalmente no habitat das diferentes espécies de pescados; o gênero *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Campylobacter jejuni* cujo reservatório natural são os homens e animais; e *Clostridium botulinum* tipo A e B, *Clostridium perfringens* e *Bacillus* spp. e *Listeria monocytogenes*, micro-organismos comumente presentes no ambiente de forma geral (FARIAS, 2007; SANTOS & VIEIRA, 2013).

Em um recente estudo sobre a situação epidemiológica dos surtos de DTAs no Brasil, nos anos 2009 a 2019, onde as variáveis analisadas foram: surtos notificados, casos expostos, número de doentes, agente etiológico, critério de confirmação, alimento incriminado e local de ocorrência do surto e óbitos registrados, verificou-se que 7.674 surtos foram notificados a Vigilância Sanitária no período analisado, com 109 óbitos registrados (AMARAL et al., 2021).

No referido estudo, a região Sudeste concentrou a grande maioria dos surtos notificados (39,71%) e os principais agentes etiológicos envolvidos nos casos foram a bactéria *Escherichia coli*, representando 29% do total, seguido de *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*, com 17% e 16% respectivamente. Amaral et al. (2021), também verificaram que dos 2.226 surtos de DTAs confirmados laboratorialmente, os agentes bacterianos foram responsáveis por 84% dos casos nos quais os agentes etiológicos foram identificados.

Devido às altas incidências, a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, que dispõe sobre os padrões microbiológicos sanitários para alimentos estabelece limites de tolerância e preconiza a pesquisa dos seguintes micro-organismos em pescados *in natura*: *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* sp. (BRASIL, 2022b).

3.3.1.1 *Salmonella* spp

Salmonella é uma bactéria ubiquitária, bacilo, Gram negativo, anaeróbio facultativo, não formador de esporos, pertencente à família Enterobacteriaceae, fermentadora de glicose e outros açúcares e possuem a capacidade de descarboxilar

aminoácidos como a lisina (SANTOS et al., 2013; LUTOSA et al., 2021). O trato intestinal do homem e animais constitui o principal reservatório, à exceção de peixes, crustáceos e moluscos, cuja contaminação se dá, em geral, por falhas de boas práticas durante a manipulação (FARIAS, 2007; SANTOS et al., 2013).

A primeira observação da *Salmonella* foi em amostras de pacientes com febre tifóide, em 1880, por Karl Joseph Eberth. Em 1884, Georg Gaffky conseguiu isolar o bacilo (mais tarde descrito como *Salmonella Typhi*) de pacientes com febre tifoide, confirmando os achados de Eberth. Pouco depois, o médico veterinário patologista Daniel Elmer Salmon e seu assistente Theobald Smith, um bacteriologista americano, isolaram a *Salmonella Choleraesuis* de suínos, mais tarde, Joseph Lignières, um bacteriologista francês, propôs o nome do gênero *Salmonella* em homenagem a Salmon por seus esforços no reconhecimento do micro-organismo (BRASIL, 2011b; SANTOS et al., 2013; MONTE & SELLERA, 2020).

Após diversos trabalhos de classificação taxonômica, o gênero foi classificado em duas espécies geneticamente distintas: *S. enterica* e *S. bongori*, sendo a primeira dividida em seis subespécies (*enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica*) (BRASIL, 2011b). Quanto aos sorotipos, a *Salmonella enterica* contém cerca de 2.637 sorotipos, nos quais estão inclusos os sorotipos *S. Pullorum* e *S. Gallinarum*, causadores da pulorose e do tifo aviário específicos das aves e, cerca de 22 são classificados como da espécie *bongori*, isoladas comumente de animais de sangue frio, conforme **Tabela 1** (BARROS et al., 2020).

Tabela 1 - Quantificação e distribuição dos sorovares de *Salmonella* sp. de acordo com a espécie/subespécie. Fonte: BARROS et al. (2020) *apud* LOPES et al. (2016)

Espécie	Subespécie	Total de Sorovares
<i>Salmonella enterica</i>	Entérica	1586
	Salamae	522
	Arizonae	102
	Diarizonae	338
	Houtenae	76
	Indica	13
<i>Salmonella bongori</i>		22
TOTAL		2.659

O gênero causa três grupos de doenças: as febres entéricas (*Salmonella paratyphi*), a febre tifóide (*Salmonella typhi*), e as enterocolites ocasionada pelas

demais *Salmonellas* (LUTOSA et al., 2021). Dentre as espécies de *Salmonella*, as cepas *S. entérica subsp. entérica*, são as mais recorrentes nas patologias humanas, com maiores taxas de morbidade e mortalidade (LUTOSA et al., 2021).

De acordo com o *habitat* natural, as salmonelas podem ser divididas em três categorias, com base na especificidade do hospedeiro e padrão clínico por ele determinado: altamente adaptadas ao homem, incluindo *S. Typhi*, *S. Paratyphi A*, *B* e *C*, agentes da febre enterica (febres tifoide e paratifoide); altamente adaptadas aos animais, incluindo *S. Dublin* (bovinos), *S. Choleraesuis* e *S. Typhisuis* (suínos), *S. Abortusequi* (equinos), *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (aves), responsáveis pelo paratifo dos animais e sorovares que acometem o homem e os animais, designadas salmonelas zoonóticas, responsáveis por quadros de gastroenterite (enterocolite) e DTAs, relacionadas, principalmente, ao consumo de alimentos de origem animal (ovos, aves, carnes e produtos lácteos) (BRASIL, 2011b).

Segundo Fernandes et al. (2018), os sorovares de *Salmonella* mais comumente associados ao consumo de peixes contaminados são *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium*. Bactérias do gênero *Salmonella* spp. foram responsáveis por 11,2% dos surtos de origem alimentar no período entre 2012 a 2021, de acordo com dados do Sistema Nacional de Agravos e Notificações da Secretaria de Vigilância em Saúde SINAN/SVS, Ministério da Saúde (BRASIL, 2022a).

A Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, estabelece como padrão a ausência de *Salmonella* em 25 gramas de amostras de pescados crus refrigerados e congelados, contudo, diferentes estudos têm demonstrado a presença desse micro-organismo em amostras de pescados comercializados em diferentes regiões do país, demonstrando a importância da necessidade de seu monitoramento (BRASIL, 2022b; LIUSON, 2003; DUARTE et al., 2010; LORENZON et al., 2010; MATAÇA, 2014).

3.3.1.2 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus é um coco Gram positivo, imóvel, não esporulado e, geralmente não capsulado, com diâmetro entre 0,5 e 1,5 µm, catalase positiva e que se caracteriza por dividir-se em grupos que se assemelham a cachos de uva quando observados ao microscópio (FEITOSA et al., 2017; ANDRADE-JÚNIOR et al., 2019). A maioria das cepas de *S. aureus* contém o fator de coagulação (coagulase ligada) em sua superfície externa, que se liga ao fibrinogênio convertendo-o em fibrina insolúvel, sendo importante fator de virulência e utilizado para a identificação desta espécie (FEITOSA et al., 2017).

Trata-se de uma bactéria facilmente isolada na pele e mucosas de seres humanos, podendo atuar como comensal ou patógeno oportunista e é considerada frequente nos surtos de toxi-infecção de origem alimentar uma vez que a contaminação da água e alimentos é facilitada pela presença comum desta bactéria em seres humanos (SILVA et al., 2017c, ANDRADE-JÚNIOR et al., 2019).

S. aureus é facilmente destruído pela ação de saneantes e/ou cocção, contudo, dependendo da cepa, pode ocorrer a produção de toxinas termoestáveis, que não se degradam facilmente e podem persistir nos alimentos mesmo após cocção e, cujo consumo, pode ocasionar a intoxicação estafilocócica (SILVA et al., 2017c; ANDRADE-JÚNIOR et al., 2019; FDA 2019). Há pelo menos 14 tipos de enterotoxinas estafilocócicas conhecidas (SE): SEA, SEB, SEC1, SEC2, SEC3, SED, SEE, SEG, SEH, SEI, SEJ, SEK, SEL e SEM podendo algumas dessas ser produzidas no alimento em contagens mínimas de até 10^3 UFC/g (RAPINI et al., 2005).

Estudos em pescados revelaram a contaminação por *S. aureus* em diferentes regiões do país. Dentre 40 amostras de Jaraqui (*Semaprochilodus brama*) coletadas em uma feira de pescado em Macapá, 23 apresentaram valores de *Staphylococcus* coagulase positiva acima do padrão aceitável pela legislação vigente à época do estudo, a saber, a RDC 12, de 2 de janeiro de 2001, que foi revogada pela Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, sem alteração dos valores aceitáveis para o nível de *Staphylococcus* coagulase positiva em amostras de pescados crus (refrigerados ou congelados), indicando falhas de higiene durante o processamento dos pescados (SILVA JÚNIOR et al., 2015b; BRASIL, 2001; BRASIL, 2022b).

Utensílios como monoblocos plásticos utilizados no transporte e armazenamento de pescados em feiras livres e no Mercado Municipal na cidade de São Paulo também apresentaram elevado índice de contaminação por *S. aureus* e outros patógenos, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus* spp., *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio* spp., *Shigella* sp. e *Enterobacter gergoviae*, de acordo com estudo de Vargas & Quintaes (2003); os autores reportaram ainda que as caixas de poliuretano eram higienizadas apenas com água e apresentavam fissuras com aderência de sujidades que favoreciam a proliferação microbiana.

O isolamento deste micro-organismo em pescados decorre frequentemente da contaminação cruzada por falhas de boas práticas na manipulação (manipulação intensiva, uso de materiais/utensílios e água contaminados, transporte inadequado) (NOVOTNY et al., 2004; FARIAS, 2007). No Brasil, de acordo com dados do Sistema Nacional de Agravos e Notificações da Secretaria de Vigilância em Saúde SINAN\SVS, Ministério da Saúde, 12,9% dos surtos de origem alimentar no período entre 2012 a 2021 foram ocasionados por *S. aureus* (BRASIL, 2022a).

3.3.1.3 *Escherichia coli*

Os coliformes constituem um grupo de bactérias que abrangem mais de vinte espécies bacterianas, com espécies oriundas do trato gastrointestinal de animais de sangue quente como a *Escherichia coli* (*E. coli*) e outras oriundas de diversos ambientes naturais (origem não intestinal), tais como cepas de: *Klebsiella pneumoniae*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae* e *Citrobacter freundii*. Esses micro-organismos quando presentes em alimentos ou água podem ser prejudiciais à saúde humana, sendo utilizados como indicadores da qualidade microbiológica de alimentos (SILVA et al., 2017c).

Os coliformes totais constituem um subgrupo da família Enterobacteriaceae capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C, já o grupo dos coliformes termotolerantes, também denominados de coliformes fecais, compreende um subgrupo dos coliformes totais, restrito aos membros capazes de fermentar a lactose em 24 horas a 44,5-45,5°C, com produção de gás. A denominação coliforme fecal tem sido substituída, gradativamente, uma vez que neste grupo também estão incluídas bactérias de origem não fecal (BRASIL, 2005; SILVA et al., 2017c).

E. coli é uma bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa, pertencente à família Enterobacteriaceae, amplamente distribuída na natureza, que pode ser incluída tanto no grupo dos coliformes totais como no grupo dos coliformes termotolerantes. Trata-se de um micro-organismo comensal, integrante da microbiota intestinal (localizadas notadamente no ceco e colón), tendo como seu principal habitat o trato intestinal de humanos e diferentes espécies animais (TENAILLON et al., 2010; LOPES et al., 2016; SOUZA et al., 2016a).

Tradicionalmente, *E. coli* se distingue dos demais coliformes termotolerantes por suas características de crescimento em Ágar L-EMB (Levine Eosina Azul de Metileno) e pelo perfil dos testes de indol, vermelho de metila, Voges Proskauer e citrato (IMViC) contudo, métodos mais modernos diferenciam a *E. coli* por meio da atividade da enzima β -glicuronidase, que é produzida por 96% das cepas, incluindo as anaerogênicas (SILVA et al., 2010).

Embora *E. coli* constitua-se um micro-organismo com importante papel fisiológico como parte integrante da flora intestinal, existem seis categorias de *E. coli* que podem ocasionar infecções intestinais em homens e animais (*E. coli* patogênicas) e são classificadas de acordo com a presença de fatores de virulência (toxinas, adesinas, presença ou ausência de fimbrias e invasinas) em: *E. coli* enteropatogênica

(EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) ou *E. coli* produtora da toxina de Shiga (STEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) e *E. coli* aderente difusa (DAEC) (NGUYEN, et al., 2005; SOUZA et al., 2016a).

Dentre as bactérias relacionadas a surtos de doenças de origem alimentar e hídrica, no Brasil, no período de 2012 a 2021, *E. coli* foi a mais isolada, sendo responsável por 29,6% dos surtos de DTAs, de acordo com dados do Sistema Nacional de Agravos e Notificações da Secretaria de Vigilância em Saúde SINAN/SVS, Ministério da Saúde, mais que o dobro do segundo micro-organismo mais isolado (*S. aureus*) (BRASIL, 2022a).

A presença de coliformes em amostras de pescados e gelo utilizado em sua conservação tem sido relatada em diversos estudos indicando falhas de higiene no processamento deste produto (SILVA et al., 2008; RALL et al., 2008; SILVA JÚNIOR et al., 2015a); sendo que, alguns estudos apresentam índices elevados (acima de 47%) apontando a necessidade da implantação de medidas de controle da contaminação por estes patógenos e monitoramento da qualidade destes produtos (LOPES et al., 2012).

3.3.2 Parasitas em pescados

As doenças parasitárias transmitidas por alimentos podem causar problemas de saúde agudos e crônicos; o número estimado de pessoas que adoecem em decorrência de alguma das 11 principais doenças parasitárias transmitidas no mundo é de 48,4 milhões por ano, sendo que, desse total em 48% dos casos, a veiculação do parasita se dá por meio de alimentos e água contaminados (OMS/FAO, 2022; SILVA et al., 2017a).

A presença de parasitas em pescados também é um grande problema para a indústria pesqueira em diversos países, em virtude das perdas econômicas devido à diminuição da produção ou a condenação de filés altamente parasitados e do risco aos consumidores que podem ser acidentalmente infectados após ingerirem peixes e frutos do mar contendo larvas viáveis e apresentar problemas gástricos e/ou reações alérgicas (hipersensibilidade) a antígenos de parasitas (SOUZA et al., 2016b; FIORAVANTI et al., 2022).

Órgãos oficiais de saúde como a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) instituem recomendações, diretrizes e regulamentos que objetivam prevenir e/ou minimizar os

efeitos das DTAs sobre a saúde humana, incluindo-se nestes a pesquisa de parasitas (OMS/FAO, 2017).

A Comunidade Europeia, de igual modo, tem regulamentado há mais de duas décadas, regras sanitárias específicas que condicionam os operadores de empresas de alimentos e comerciantes a rigorosas inspeções sanitárias, devendo-se, de acordo com o Regulamento nº 2074/2005, inspecionar visualmente toda a cavidade abdominal do pescado a fim de controlar o risco de transmissão de parasitas como requisito indispensável previamente ao consumo humano (COMUNIDADE EUROPEIA, 1993; COMUNIDADE EUROPEIA, 2005).

No Brasil, de acordo com a Resolução RDC nº 623, de 9 de março de 2022, que dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências, não é permitida em alimentos a presença de parasitas associados a agravos à saúde humana (BRASIL, 2022a). Entretanto, há também outras legislações que tratam da presença de parasitas em pescados; destacando-se, a Instrução Normativa MAPA nº 21, de 31/05/2017, onde consta que o peixe congelado não deve conter impurezas ou substâncias estranhas de qualquer natureza e o disposto no CODEX STAN 190-1995, onde é considerada defeituosa a amostra que revele a presença de dois ou mais parasitas por quilograma de amostra, encapsulados, com mais de 3 mm de diâmetro ou a presença de um parasita não encapsulado com mais de 10 mm (BRASIL, 2017b; OMS/FAO, 2017).

O Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 (RIISPOA), que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal estabelece que os produtos da pesca e da aquicultura quando infectados com endoparasitas transmissíveis ao homem não poderão ser destinados ao consumo cru sem que sejam submetidos previamente ao congelamento à temperatura de -20°C por 24 horas ou a -35°C por 15 horas. Esta norma prevê ainda que o pescado ou os produtos de pescado devem ser considerados impróprios para consumo humano quando apresentarem infecção muscular maciça por parasitas (BRASIL, 2017a).

Em virtude da divergência entre os valores de referência das normas da ANVISA, MAPA e o CODEX STAN, em 08 de fevereiro de 2018, o MAPA lançou o Memorando-Circular nº 2/2018/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA, onde ficou estabelecido como critério de julgamento da condição parasitária de pescados o disposto no CODEX STAN 190-1995, sendo que os lotes que excederem aos limites, dentro de cada nível de aceitação, deverão ser julgados impróprios para o consumo humano (BRASIL, 2018).

Há ainda a Portaria GS/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e define a necessidade de monitoramento de diversos parâmetros, tais como: parâmetros físicos (temperatura, sabor, odor, turbidez, cor); químicos (pH, dureza, e dosagem de minerais como cloretos, fósforo, fluoreto, e ferro), cianotoxinas (cilindrospermopsinas, microcistina, saxitoxinas) e bacteriológicos (*E. coli*, coliformes totais) (BRASIL, 2021), contudo, a pesquisa de parasitos e protozoários não faz parte deste monitoramento.

Em pescados de vida livre a presença de parasitos é um fenômeno comum e difícil de controlar, uma vez que os corpos d'água apresentam grande volume e os fatores ecológicos que determinam tais infecções muitas vezes estão além do controle humano e um possível controle é inviável economicamente; já em pescados cultivados em cativeiro o controle de endo e ectoparasitas é possível, principalmente quando o cultivo é efetuado em tanques escavados (BADAoui et al., 2015).

Dentre as parasitoses transmitidas por meio do consumo de pescados, os nematódeos da Ordem Ascarida, Família *Anisakidae* são bastante comuns em humanos, sendo os gêneros *Contracaecum*, *Anisakis* e *Pseudoterranova* os mais frequentemente identificados em surtos (OKUMURA et al., 1999). A anisakidose ou anisakíose (infecção causada por larvas de anisacuídeos) tem sido reportada com destaque entre a comunidade científica humana; trata-se de uma parasitose gastrointestinal que, em alguns casos, pode se manifestar com reações de hipersensibilidade em pessoas previamente sensibilizadas às toxinas produzidas pelo parasita (SOUZA et al., 2016b).

A anisakidose é, atualmente, uma parasitose de distribuição mundial. A patologia se expandiu principalmente após o aumento do número de restaurantes de culinária japonesa onde o consumo do peixe cru favorece a infecção por permitir a viabilidade do parasita, uma vez as larvas somente são inviabilizadas sob temperaturas de cocção acima de 60°C por 10 minutos ou quando submetidas a congelamento a -20°C por um período de, no mínimo, 24 horas. As larvas L3 do parasita podem causar quadros mais incômodos com sintomas como dores gástricas, náuseas e vômito e, uma vez alojados no intestino, podem surgir sintomas semelhantes a uma apendicite ou diverticulite que em situações mais graves e raras podem evoluir para perfuração intestinal e peritonite (NUNES et al., 2003; BAHNA, 2016, SOUZA et al., 2016b, SOUZA et al., 2016c).

A presença de parasitos da ordem Trypanorhyncha também tem se mostrado relevante em pescados, principalmente pelo aspecto repugnante que conferem ao produto, sendo motivo de descarte na indústria de beneficiamento e nos serviços de

inspeção de produtos de origem animal (FERREIRA et al., 2006; DIAS et al., 2010). Embora os parasitos da ordem não sejam transmissíveis aos vertebrados homeotérmicos, bem como, um novo encapsular das pós-larvas não ocorre em animais de sangue quente, há estudos que relatam a possibilidade de que parasitos desta ordem localizados na musculatura dos peixes possam produzir toxinas e afetar o consumidor (DEARDORFF et al., 1984; VÁZQUEZ-LÓPEZ et al., 2002; DIAS et al., 2010).

3.3.3 Contaminantes Inorgânicos em Pescados

A presença de metais em pequenas quantidades em corpos d'água é considerada natural; contudo, o aumento da atividade industrial pode elevar estas concentrações naturais, ocasionando a contaminação dos ecossistemas aquáticos podendo influenciar diretamente os níveis destes metais nos organismos que habitam estes ecossistemas tais como os pescados e constituindo-se risco à saúde do consumidor (AGUIAR et al., 2002; MANZINI et al., 2010).

Alimentos contendo a presença de contaminantes inorgânicos podem ocasionar problemas de saúde a longo prazo, incluindo câncer e distúrbios neurológicos (OMS/FAO, 2022). O consumo desses contaminantes por meio da ingestão de pescado contaminado pode ser 20 a 40 vezes maior em comparação ao seu consumo por meio da ingestão de água contaminada, por exemplo. Isso ocorre devido à alta capacidade dos organismos aquáticos em concentrar traços dos elementos encontrados no meio em que habitam (bioacumulação) (GUIMARÃES et al., 1985; TELES et al., 2008).

A Resolução - RDC nº 722, de 1º de julho de 2022, que dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade e a Instrução Normativa – IN nº 160, de 1º de julho de 2022 da ANVISA que estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos preconizam a pesquisa de Arsênio (As), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) em pescados (BRASIL, 2022c, BRASIL, 2022d).

Alguns trabalhos, no estado de São Paulo, avaliaram a quantidade de contaminantes inorgânicos em peixes oriundos de corpos d'água como represas e pesqueiros da região. A determinação, por espectrofotometria de absorção atômica, de cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio e zinco, na água e peixes da represa Billings, SP (Brasil) demonstrou a contaminação tanto da água como dos peixes,

representando risco no consumo de pescados oriundos da represa (ROCHA et al., 1985).

Morgano et al. (2005) avaliaram os níveis de mercúrio total em 293 amostras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tilápia (*Oreochromis niloticus*), piauçu (*Leoporum sp.*), matrinxã (*Brycon cephalus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e carpa (*Cyprinus carpis*) oriundos de pesqueiros e pisciculturas de 39 regiões do estado de São Paulo, por meio da técnica de espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado em gerador de hidretos (HG-ICP OES) e observaram níveis médios de mercúrio de 0,0003-0,012mg/kg em tambaquis, 0,063mg/kg em carpas, 0,0003-0,074mg/kg em matrinxãs, 0,0003-0,078mg/kg em pacus, 0,0003-0,183mg/kg em piauços e 0,0003-0,217mg/kg estando dentro dos níveis de mercúrio total permitidos pela legislação, contudo, outros metais pesados não foram avaliados no referido estudo.

Em outros estados, observaram-se variações nos níveis de metais em peixes, dependendo da região estudada. Carvalho et al. (2000) avaliaram a concentração dos seguintes metais pesados: Alumínio (Al), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn), em peixes costeiros bentônicos da Região de Macaé, Rio de Janeiro (Brasil), e observaram concentração dos metais Cd, Mn, Ni e Pb abaixo do limite de detecção do aparelho, e concentração de Cu, Zn, Cr, Fe, e Al abaixo do máximo permitido para consumo humano pelo Ministério da Saúde do Brasil, semelhantes a níveis naturais.

Lima et al. (2015) determinaram as concentrações dos metais Cd, Cr, Cu, Pb, Zn e Mercúrio (Hg) no tecido muscular de peixes da bacia do rio Cassiporé, Amapá (Brasil), verificaram-se concentrações de Cd, Pb, Cr e Hg acima do limite permitido na legislação vigente, bem como a análise da água também apontou a contaminação da bacia em diferentes pontos. Outras pesquisas têm apontado inclusive a ração fornecida a esses peixes como possível fonte de contaminação, entretanto, os autores apontam que mais estudos são necessários a fim de se estabelecer o real impacto à saúde humana no consumo dos produtos e subprodutos da pesca (JACOBS et al., 2002; KASPER et al., 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Obtenção das amostras

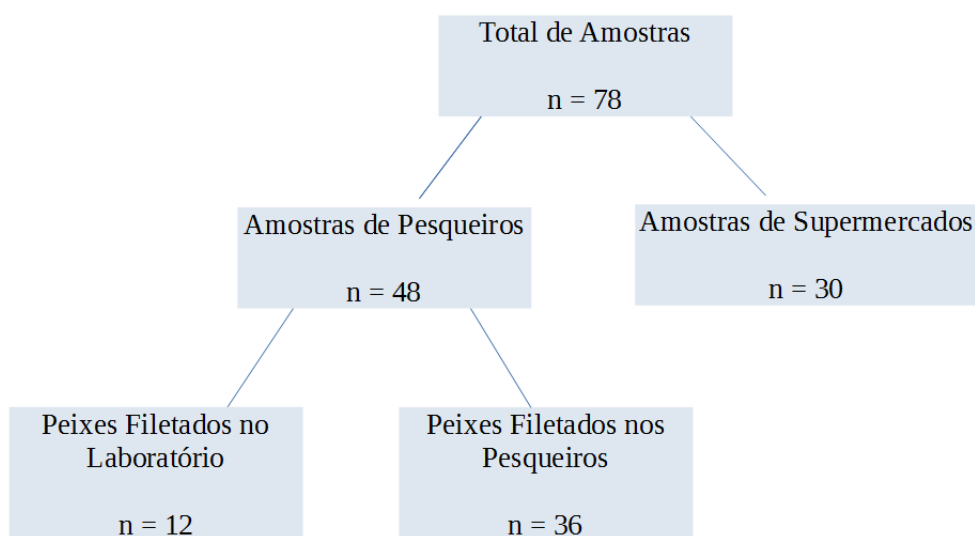
Durante o período de março a agosto de 2022 foram coletadas 78 amostras de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em pesqueiros pesque-pague instalados na região do Grande ABC-Paulista e em supermercados da região da Grande São Paulo.

Do total de 78 amostras, 48 foram coletadas em pesqueiros, sendo que 12 amostras de tilápias foram coletadas inteiras e filetadas posteriormente em laboratório com instrumental esterilizado e 36 foram coletadas após filetagem nos próprios pesqueiros.

Dentre as 36 amostras de tilápias coletadas em pesqueiros, 10 eram de vida livre (PF21 a PF30) e foram pescadas no braço Capivari da represa Billings por pescadores afiliados da Colônia de Pescadores Z-17-Orlando Feliciano, em cuja sede os peixes foram filetados para posterior comercialização dos filés de tilápia congelados ao público em geral.

As 30 amostras obtidas de supermercados da região da Grande São Paulo foram coletadas já filetadas e congeladas (produto industrializado e com selo de inspeção sanitária) em gôndolas de exposição de produto congelados de supermercados (**Figura 10**).

Figura 10 – Fluxograma de aquisição das amostras de peixes analisadas.



As amostras coletadas foram identificadas da seguinte forma:

- **(P)** amostras coletadas inteiras e filetadas no laboratório com instrumental esterilizado (n = 12);
- **(PF)** amostras coletadas após filetagem nos próprios pescueiros (n = 36);
- **(S)** amostras de filés de tilápia congeladas oriundas de supermercados (produto industrializado) (n = 30).

As amostras de pescueiros foram coletadas em 27 diferentes estabelecimentos (pesque-pague) espalhados ao longo da região da Grande ABC – Paulista, que compreende a bacia hidrográfica da Billings (**Figura 11**).

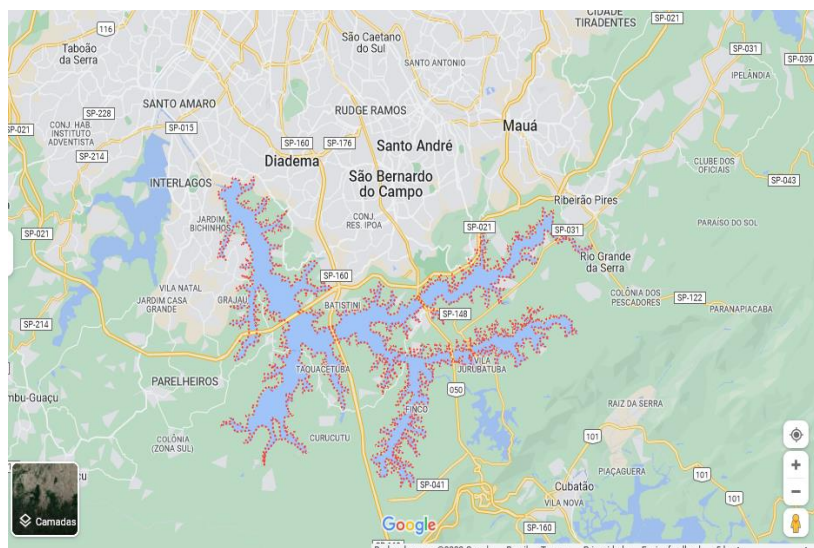


Figura 11 – Mapa da região do Grande ABC Paulista e bacia hidrográfica da Represa Billings (pontilhada em vermelho) onde os pescados oriundos de pescueiros pesque-pague foram coletados. **Fonte:** Google Maps, 2023.

Os pontos de coleta foram sinalizados no mapa, sendo que os marcadores de cor azul claro representam os pescueiros nos quais as tilápias foram adquiridas já adultas de indústrias de criação de tilápias e eram somente mantidas em tanques de cultivo por cerca de 7 a 15 dias, período no qual eram comercializadas. O marcador laranja representa a região do Braço Capivari da Represa Billings onde situa-se a Colônia de Pescadores Z-17 Orlando Feliciano na qual foram obtidas as amostras de tilápias de vida livre oriundas da represa às quais foram pescadas, filetadas e comercializadas por pescadores filiados da colônia (**Figura 12**).

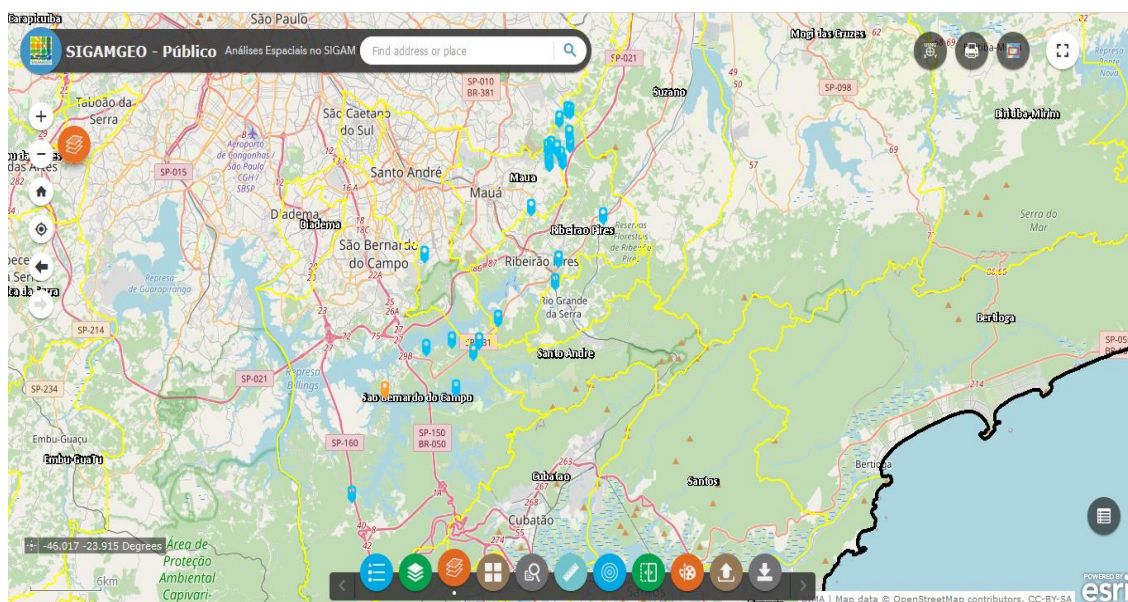


Figura 12 – Mapa da região do Grande ABC e bacia hidrográfica da Represa Billings. Marcadores azul claro indicam os pesqueiros onde foram coletadas as amostras de tilápia cultivadas em cativeiro e marcador laranja indica o ponto onde foram coletadas as amostras de tilápias de vida livre no Braço Capivari da Represa Billings. **Fonte:** SigamGEO Público, 2023.

Foi verificada a proximidade existente entre as áreas onde estão situados os pesqueiros nos quais as amostras foram coletadas e as áreas contaminadas existentes na região do Grande ABC e bacia hidrográfica da Billings por meio do Sistema de Gestão Ambiental – SigamGEO que alberga os dados relativos à contaminação ambiental emitidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) (SIGAMGEO, 2023) (**Figura 13**).

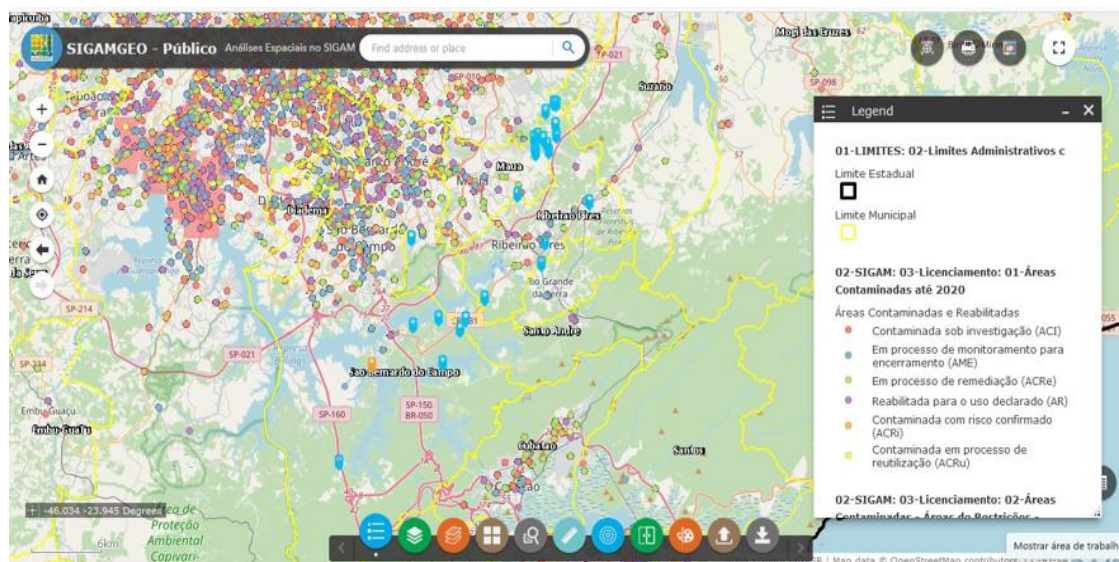


Figura 13 – Mapa da região do Grande ABC e bacia hidrográfica da Represa Billings com demarcação em círculos coloridos das áreas contaminadas, conforme legenda na no canto direito da foto. **Fonte:** SigamGEO Público, 2023.

Os dados relativos às amostras coletadas foram tabulados de acordo com o local de coleta, data da coleta, peso da amostra, origem do pescado e origem das águas de cultivo das tilápias nos pesqueiros onde as amostras foram coletadas conforme a tabela a seguir (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Dados brutos acerca dos locais, data de coleta, peso e origem das amostras de tilápias coletadas e acerca da origem das águas de cultivo das tilápias nos pesqueiros.

Amostra	Local da Coleta	Data da Coleta	Peso da Amostra	Origem do Pescado	Origem da água de cultivo nos locais de coleta
P1	Mauá - SP	25/03/22	2.1Kg	SC	nascente
P2	Mauá - SP	26/03/22	2.2Kg	SC	nascente
P3	*SBC - SP	16/03/22	2.0Kg	SC	nascente
P4	Mauá - SP	15/03/22	2.2Kg	SP	nascente
P5	Mauá - SP	15/03/22	1.7Kg	PR e SP	nascente
P6	Ribeirão Pires - SP	16/03/22	2.4Kg	SP	nascente
P7	Ribeirão Pires - SP	16/03/22	2.1Kg	MG	nascente
P8	Ribeirão Pires - SP	16/03/22	2.4Kg	SP	nascente
P9	SBC - SP	17/03/22	2.4Kg	SC	nascente
P10	Santo André - SP	17/03/22	1.9Kg	MG	nascente
P11	SBC - SP	18/03/22	2.3Kg	MG	nascente/Billings
P12	SBC - SP	18/03/22	3.0Kg	PR	nascente
PF1	Mauá - SP	25/03/22	2.3Kg	SC	nascente
PF2	Mauá - SP	26/03/22	2.1Kg	SC	nascente
PF3	SBC - SP	03/09/22	2.2Kg	SC	nascente
PF4	Mauá - SP	27/03/22	2.5Kg	SP	nascente
PF5	Mauá - SP	31/03/22	2.1Kg	PR e SP	nascente
PF6	Ribeirão-Pires - SP	29/03/22	2.2Kg	SP	nascente
PF7	Ribeirão Pires -SP	30/03/22	1.9Kg	MG	nascente
PF8	Ribeirão Pires - SP	31/03/22	1.8Kg	SP	nascente
PF9	SBC - SP	30/03/22	1.9Kg	SC	nascente
PF10	Santo André - SP	28/03/22	2.5Kg	MG	nascente
PF11	SBC - SP	30/03/22	3.0KG	MG	nascente e se encontra com a água da represa Billings
PF12		28/03/22	2.5Kg	PR	nascente
PF13	Mauá - SP	25/03/22	2.7Kg	SP	nascente
PF14	Mauá - SP	25/03/22	2.0Kg	PR	nascente
PF15	Ribeirão Pires - SP	27/03/22	2.1Kg	SP	nascente
PF16	Mauá - SP	31/03/22	1.8kg	SP	nascente

PF17	Mauá - SP	31/03/22	2.0kg	PR	nascente
PF18	Mauá - SP	02/04/22	2.1Kg	SP	mina d'água
PF19	Ribeirão Pires - SP	02/04/22	2.2Kg	SP	mina d'água
PF20	Mauá - SP	02/04/22	2,1Kg	SP	nascente
PF21 a PF30	Colônia de Pescadores da Billings - SBC - SP	14/09/23	2,5kg	Represa Billings - SP	represa alimentada por nascentes naturais mas com histórico de contaminação ambiental
PF31	Santo André - SP	03/09/23	2.1Kg	PR	nascente
PF32	Ribeirão Pires - SP	30/07/22	1.8Kg	SP	nascente
PF33	Ribeirão Pires - SP	06/08/22	1,5Kg	SP	nascente
PF34	Ribeirão Pires - SP	06/08/22	1,6Kg	SP	Desvio de rio
PF35	SBC - SP	27/08/22	2,0Kg	SP	nascente
PF36	Santo André - SP	03/09/22	2,1 Kg	PR	nascente

* São Bernardo do Campo

Após a coleta, as amostras foram colocadas em sacos plásticos fechados, identificadas e transportadas em caixas térmicas com placas de gelo reciclável e frascos rígidos de gelo até um ponto de armazenamento onde foram imediatamente acondicionadas em freezer para congelamento e, posteriormente, encaminhadas ao Laboratório de Bacteriologia Geral do Instituto Biológico de São Paulo (**Figura 14**).

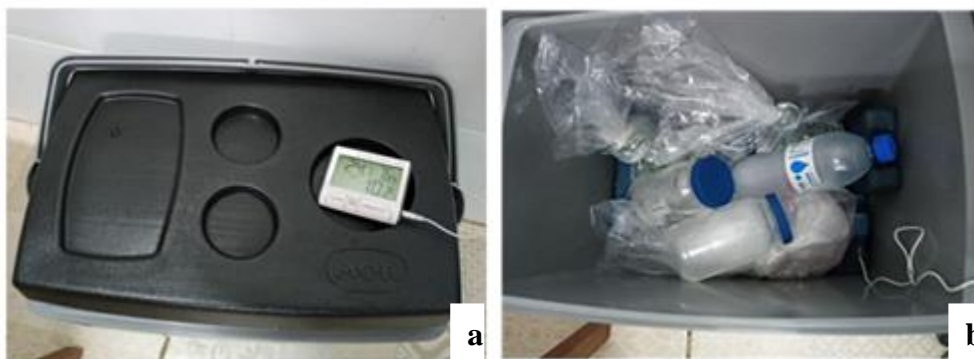
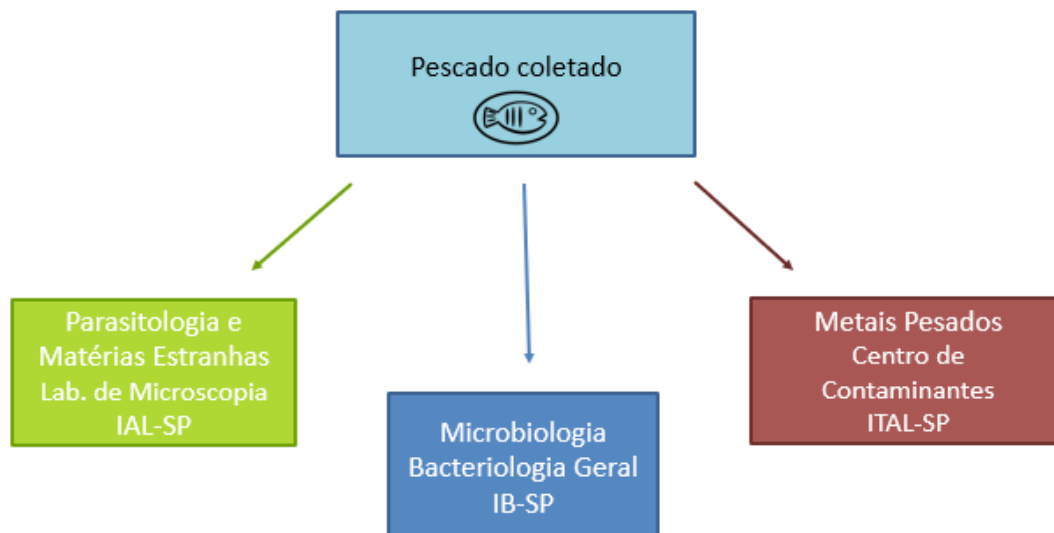


Figura 14 – Caixa térmica utilizada para o acondicionamento das amostras coletadas até o laboratório. **a)** vista exterior da caixa e painel de controle de temperatura do termômetro utilizado; **b)** vista interna da caixa contendo as amostras embaladas em sacos plásticos individuais e frascos com gelo para conservação.

No Laboratório de Bacteriologia Geral do Instituto Biológico de São Paulo foram efetuadas as análises microbiológicas para contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e *E. coli* e pesquisa de *Salmonella* spp e separadas as alíquotas das amostras para envio aos laboratórios participantes do estudo, a saber, Laboratório de Microscopia do Instituto Adolfo Lutz, Centro de Laboratório Regional de Santo André, no qual foram realizadas as pesquisas de parasitos e matérias estranhas e o Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do Instituto de Tecnologia de Alimentos onde foi efetuada a pesquisa de contaminantes inorgânicos (**Figura 15**).

Figura 15 – Fluxograma de separação (alíquotas) das amostras de tilápias para os diferentes laboratórios participantes para a realização das análises microbiológicas, microscópicas, pesquisa de matérias estranhas e metais pesados.



4.2 Metodologia para cultivo de *Salmonella* spp.

A pesquisa de *Salmonella* spp. foi efetuada de acordo com FDA (2022). Para cada 25g \pm 0,2 g de amostra de filés de tilápia foi adicionado 225 mL de solução salina peptonada 1,0% tamponada dentro de sacos plásticos estéreis. As amostras foram homogeneizadas por aproximadamente 60 segundos no Stomacher 400 Circulator e incubadas a 35-37°C por um período de 16 a 20 horas. A partir desse procedimento de pré-enriquecimento inocularam-se em meios de enriquecimento seletivos alíquotas de 0,1 mL das amostras em tubos contendo 10 mL de caldo Rappaport Vassiliadis (RP) e alíquotas de 1,0 mL em tubos contendo 10 mL de caldo Tetrionato (TT) acrescido de solução de iodo. As amostras em caldo tetrionato foram incubadas em estufa bacteriológica a 36°C por 24 horas, e as amostras em caldo RP, foram incubadas em bacteriológica a 41,5°C por 24 horas.

A partir dos caldos seletivos de enriquecimento, foi repicado sobre a superfície de placas com cada meio sólido seletivo, estriando de forma a se obter colônias isoladas. Dessa forma foram obtidas duas placas de ágar MacConkey (MC) Difco®, uma originária do caldo Rappaport Vassiliadis Difco® e outra do caldo Tetrionato Difco® e duas placas do meio *Salmonella-Shigella* (SS) Difco® obtidas do mesmo modo. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35-37°C por 24 horas.

Decorrido o período de cultivo e, havendo multiplicação bacteriana, foram

selecionadas três colônias suspeitas por amostra, conforme a característica típica de *Salmonella* spp. nos meios de cultura. No meio de MacConkey selecionaram-se colônias incolores, entre translúcidas e ligeiramente opacas, já no meio SS selecionaram-se colônias enegrecidas (SILVA et al., 2017c). Essas colônias foram ressuspensas em 20µl de Nuclease Free Water para realização da PCR e identificação de *Salmonella* spp. que em casos positivos foram diferenciadas também pela técnica de PCR em *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella*. Typhimurium (Quadros 1 e 2).

4.2.1 Reação em Cadeia pela Polimerase (PCR) para identificação de *Salmonella* spp., *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*

Quadro 1: Sequência nucleotídica dos primers do gene *Inv A* de *Salmonella* spp. descritos por Cortez et al. (2006).

Sequência alvo	Sequência de primers	Amplificação	Espécie de <i>Salmonella</i>
<i>Inv A</i>	TTGTTACGGCTATTTTGACCA CTGACTGCTACCTTGCTGATG	521pb	<i>Salmonella</i> spp.

Quadro 2: Sequência nucleotídica dos primers dos genes *fliC* e *sefA* de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium descritos por Soumet et al. (1999).

Gene alvo	Sequência de primers	Tamanho do amplicon	Espécie
<i>fliC gene</i>	5' CGGTGTTGCCAGGTTGGTAAT 3' 5' ACTCTTGCTGGCGGTGCGACTT 3'	559pb	<i>Salmonella</i> Typhimurium
<i>sefA gene</i>	5' AGGTTTCAGGCAGCGGTTACT 3' 5' GGGACATTTAGCGTTTCTTG 3'	312pb	<i>Salmonella</i> Enteritidis

Realizou-se a amplificação das amostras com a utilização de 10 µL da colônia ressuspensa em Nuclease Free Water acrescido de 40 µL da mistura de reagentes da PCR contendo 1,25 U taq DNA polimerase, 200 µM de cada desoxinucleotídeo, tampão (10mM Tris-HCl, pH 8,0; 50mM KCl); 2 mM MgCl₂ e 25 pmol de cada primer. 25 pmol de cada primer. A amplificação da PCR consistiu na desnaturação inicial a 95°C por 10 minutos, seguida de 35 ciclos a 94 °C por 1 minuto (*Salmonella* spp., *S.*

Typhimurium, *S. Enteritidis*), anelamento a 58 °C por 1 minuto e extensão a 72°C por 1 minuto e extensão final de 72°C por 7 minutos em termociclador BioRad®.

As cepas de *S. Enteritidis* ou *S. Typhimurium* utilizadas como controle positivo das reações eram oriundas da coleção do Laboratório de Bacteriologia Geral do Instituto Biológico, foi utilizada água deionizada estéril como controle negativo. Alíquotas de 10 µL das amostras amplificadas foram homogeneizadas com 1 µL corante glicerinado (*Blue juice* – Invitrogen) e submetidas à eletroforese em gel de agarose a 1,5% *gel red* (Biotum, USA) 10.000x a 1:125, adicionado de tampão Tris Borato EDTA (TBE) 0,5x (0,0045 M TRIS-Borato e 1mM de EDTA pH 8,0) respectivamente. A visualização das bandas foi realizada em transluminador de luz ultravioleta.

4.3 Metodologia para contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*

A contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* foi realizada conforme metodologia do FDA (2019). Para cada 25 ± 0,2 g da amostra de filé de tilápia, foi adicionado 225 mL de solução salina peptonada 0,1% tamponada estéril, sendo esta a diluição 10⁻¹.

Para cada diluição a ser semeada, transferiu-se assepticamente 1 mL de suspensão de amostra para 3 placas de ágar Baird-Parker, acrescido de 5% gema de ovo e telurito de potássio a 1%, distribuindo 1 mL de inóculo equitativamente para 3 placas (por exemplo, 0,4 mL, 0,3 mL e 0,3 mL) para todas as diluições subsequentes (10⁻² e 10⁻³) (FDA, 2019). As placas foram mantidas na posição horizontal até que o inóculo fosse absorvido pelo ágar (cerca de 10 min em placas devidamente secas) e incubadas a 35-37°C por 45-48 h. Foram selecionadas placas contendo 20-200 colônias e placas em diluições mais baixas (>200 colônias) só foram consideradas quando continham colônias com aparência típica de *S. aureus*.

As colônias típicas de *S. aureus* são circulares, lisas, convexas, úmidas, com 2-3 mm de diâmetro em placas sem aglomeração, cinza a preto azeviche, frequentemente com margem de cor clara (esbranquiçada) externa, cercadas por zona opaca e têm consistência amanteigada a gomosa quando tocadas com agulha de inoculação.

As colônias com características sugestivas de *S. aureus* foram contadas e uma colônia de cada placa foi transferida para o caldo BHI (brain heart infusion) para os testes de produção de coagulase. Adicionalmente foram realizados os testes de catalase e coloração de Gram. O resultado final foi expresso considerando-se os dois

primeiros algarismos representativos, separados por vírgula. Os algarismos subsequentes, foram arredondados e transformados em potência de 10 (FDA, 2019).

4.4 Metodologia para contagem do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes

A contagem do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes foi efetuada segundo FDA (2020a).

4.4.1 Prova presuntiva

Para cada 25g \pm 0,2 g de filé de tilápia, foi adicionado 225mL de solução salina peptonada 0,1% tamponada estéril, sendo esta diluição 10^{-1} . A partir dessa diluição inicial foram realizadas diluições seriadas na base 10 (10^{-2} e 10^{-3}) em solução salina peptonada 1% tamponada estéril. Foram inoculados volumes de 1mL em série de 3 tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio (LST) com tubos de Durhan invertidos (Difco®) para cada diluição e incubados a 35-37°C por 48 horas sendo a suspeita de coliformes totais indicada pela formação de gás nos tubos de Durhan.

4.4.2 Prova confirmatória para *E. coli*

Para a prova confirmatória para *E. coli* utilizou-se a metodologia FDA (2020b). Foram repicados 10 μ L com alças tipo “loop” descartáveis de cada tubo positivo de caldo LST obtido na prova presuntiva, para tubos contendo 10ml de caldo *Escherichia coli* (EC), todos os tubos continham tubos de Duhran invertidos. Os tubos de EC foram incubados a 45 \pm 1°C por 48 horas e a confirmação foi observada pela formação de gás nos tubos de Duhran e anotados o número de tubos positivos em cada série de diluição.

A partir da combinação de números correspondentes aos tubos que apresentaram resultado positivo em cada um dos testes confirmativos, foi verificado o Número Mais Provável (NMP) na tabela de interpretação com 95% de intervalo de confiança, conforme FDA (2020a). Dos tubos positivos de EC, 10 μ l foram retirados com o auxílio da alça bacteriológica e foi efetuada a inoculação em placas com ágar

EMB Levine, posteriormente incubadas por 24 horas a 37° C. Após esse período, havendo crescimento bacteriano característico, foram selecionadas de 3 a 5 colônias para confirmação de *E. coli* através do sistema de identificação por MALDI-TOF (Brucker®), segundo metodologia do fabricante.

4.5 Interpretação dos resultados bacteriológicos

As amostras foram analisadas de acordo com as características do alimento, conforme a Instrução Normativa nº 161, de 06 de julho de 2022 (Quadro 3) (BRASIL, 2022b).

Quadro 3: Interpretação dos resultados bacteriológicos, conforme Instrução Normativa nº 161, de 06 de julho de 2022 (Quadro 3) (BRASIL, 2022b).

Alimento	Micro-organismo	Tolerância para amostra representativa			
		n	c	m	M
Pescados (peixes, crustáceos, moluscos) e miúdos (ovas, moela, bexiga natatória) crus, temperados ou não, frescos, resfriados ou congelados	<i>Salmonella</i> /25g	5	0	Aus	----
	Estafilococos coagulase positiva/g	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Escherichia coli</i> /g, para produtos não consumidos crus	5	2	50	5 x 10 ²
	<i>Escherichia coli</i> /g, para produtos consumidos crus	5	2	10	10 ²

m: limite microbiológico m - limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de "Qualidade Aceitável" daquelas de "Qualidade Intermediária" e que, em um plano de duas classes, separa unidades amostrais de "Qualidade Aceitável" daquelas de "Qualidade Inaceitável";

M: limite microbiológico M - limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de "Qualidade Intermediária" daquelas de "Qualidade Inaceitável";

n: plano de amostragem - componente do padrão microbiológico que define o número de unidades amostrais a serem coletadas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente;

c: tamanho da unidade analítica e a indicação do número de unidades amostrais toleradas com qualidade intermediária.

A presença de *Salmonella* spp. em 25g do alimento torna o produto impróprio para consumo humano (BRASIL, 2022b).

4.6 Pesquisa Parasitológica

4.6.1 Pesquisa de parasitas na musculatura de pescados

As análises para pesquisa de parasitas foram realizadas pelo método de dissecação sob luz transmitida (*candling table*) em todo o conteúdo de cada embalagem, descrito por Dixon (2006).

Após processo de descongelamento das amostras, os filés foram dispostos em refratário de vidro sob uma fonte de luz e, por transparência, as formas parasitárias foram detectadas, isoladas em placas de Petri contendo água ultrapura, levadas ao microscópio estereoscópico e separadas dos tecidos musculares com auxílio de bisturi e pinça, para posterior verificação de suas estruturas e possível identificação.

4.7 Análise dos Resultados Parasitológicos

Os parasitas e/ou estruturas suspeitas, quando encontrados, foram colocados em microtubos contendo solução de álcool etílico a 70% para sua preservação (Dixon, 2006); quando da suspeita de nematódeos foi utilizada para possível identificação a metodologia de Hartwich (2009) e Felizardo et al. (2009), cestódeos, de acordo com Beveridge & Campbell (1996) e, acantocéfalos conforme Amin (2013). Foram considerados para classificação das amostras os limites de tolerância estabelecidos no Memorando-Circular nº 2/2018/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA (BRASIL, 2018) que define como insatisfatória toda a amostra que contenha 2 ou mais parasitas/kg, encapsulados, maiores que 10mm ou 1 parasita, não encapsulado, maior que 10mm.

4.8 Metodologia para pesquisa de matérias estranhas macroscópicas em filés de pescados

A pesquisa de matérias estranhas foi efetuada conforme metodologia FDA (2021). De acordo com a RDC nº 623, de 9 de março de 2022, da ANVISA, que dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade, são consideradas matérias estranhas macroscópicas as detectadas por observação direta (olho nu), podendo ser confirmada com auxílio de instrumentos ópticos (BRASIL, 2022a).

Foram consideradas insatisfatórias as amostras que apresentaram matérias estranhas indicativas de risco à saúde humana ou de falhas das Boas Práticas não previstas ou acima dos limites de tolerância estabelecidos em legislação vigente (BRASIL, 2022a).

4.9 Pesquisa de Contaminantes Inorgânicos

A pesquisa de contaminantes inorgânicos nas amostras de filés de tilápia foi realizado conforme metodologia de Griboff et al. (2017). Após a digestão, as amostras foram transferidas para balões volumétricos, diluídas com água deionizada, sendo filtradas em papel quantitativo e armazenadas até o momento da leitura por espectrofotometria.

4.9.1 Preparo das amostras

As amostras de filé de tilápia foram encaminhadas ao laboratório em porções de 100g e, antes da realização dos ensaios de elementos por ICP-MS, as amostras foram homogeneizadas em moinho analítico (A11, Ika Labortechnik, Staufen, Alemanha). Pesou-se 0,5 g de amostra homogênea em vasos de teflon e adicionaram-se 6 mL de ácido nítrico purificado por destilação *sub-boiling* (Eningen, Berghof, Alemanha) e 2 mL de peróxido de hidrogênio 30% (m/v) (Merck, Darmstadt, Alemanha). Após repouso *overnight*, os vasos foram fechados e o conteúdo foi aquecido em sistema fechado assistido por micro-ondas (Start E, Milestone, Sorisole, Itália) por 37 minutos à temperatura máxima de 170°C. Os vasos foram então resfriados, abertos à temperatura ambiente e o conteúdo foi transferido quantitativamente para tubos graduados de 25 mL utilizando água purificada por osmose reversa (Gehaka, São Paulo, Brasil). Os brancos analíticos foram preparados seguindo o mesmo procedimento, omitindo-se a amostra e os ensaios foram realizados em triplicata analítica.

4.9.2 Determinação dos elementos

Para a quantificação dos elementos utilizou-se um espectrômetro de massas com plasma acoplado indutivamente, ICP-MS (iCAP RQ, Thermo Fisher Scientific, Bremen, Alemanha), equipado com fonte de radiofrequência (RF), célula de colisão/reação (CRC), analisador tipo quadrupolo, bomba peristáltica, câmara de nebulização ciclônica de duplo passo refrigerada, tocha de quartzo e nebulizador tipo *micromist*. As condições utilizadas na determinação dos elementos foram:

- Potência do plasma: 1550 W;
- Vazão de argônio: 14,0 L min⁻¹;
- Vazão de argônio auxiliar: 0,80 L min⁻¹;
- Vazão de hélio (CRC): 5,00 mL min⁻¹;
- Vazão de nebulização: 0,98 L min⁻¹;
- Temperatura da câmara de nebulização: 2,8°C;
- Aquisição dos dados: modo de discriminação por energia cinética (KED);
- Tempo de permanência (*dwel time*): 0,2s e 0,01s (PI);
- Isótopos monitorados: ⁵³Cr, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶³Cu, ⁷⁵As, ⁸⁰Se, ⁹⁷Mo, ¹¹¹Cd, ¹²³Sb, ²⁰²Hg, ²⁰⁸Pb;
- Padrões internos (PI): ⁴⁵Sc, ⁷²Ge, ¹⁰³Rh, ¹¹⁵In, ¹⁸⁵Re, ²⁰⁹Bi.

As curvas analíticas foram preparadas a partir de diluições de padrões analíticos de 100 mg L⁻¹ e de 1000 mg L⁻¹ (Specsol - Quimlab, Jacareí, Brasil) nas faixas de 0,0001 a 0,1 mg L⁻¹ para As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb e Se, com coeficiente de correlação (r) superior a 0,9999.

4.10 Análise dos Resultados da Detecção de Contaminantes Inorgânicos

Os vapores de mercúrio liberados pela reação foram detectados por célula de leitura automática e a quantificação foi efetuada por espectrometria de absorção atômica. O comprimento de onda utilizado é 253.7 nm, e a absorbância medida é proporcional à concentração.

Os elementos de interesse Arsênio (As), Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd) presentes na amostra foram quantificados por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), onde os íons gasosos gerados no plasma foram introduzidos no espectrômetro de massas, e separados em função da sua razão massa/carga. A contagem obtida para um determinado elemento é proporcional à sua

concentração na amostra e é estabelecida por meio da utilização de uma curva analítica.

Foram considerados para avaliação dos resultados obtidos os parâmetros estabelecidos na Resolução - RDC nº 722, de 1º de julho de 2022 que dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade e a Instrução Normativa – IN nº 160, de 1º de julho de 2022 que estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos (BRASIL, 2022c; BRASIL, 2022d).

4.11 Metodologia para avaliação das condições higiênico-sanitárias e ambientais do pesqueiros

A avaliação das condições higiênico-sanitárias dos locais de filetagem e ambientais dos tanques de cultivo de pescados nos estabelecimentos pesque-pague foi baseada nos requisitos do Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (BRASIL, 2017a) e Regulamento Técnico de Procedimentos Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos (BRASIL, 2002).

Foi estabelecida uma lista de verificação com 12 itens a serem observados durante as inspeções e foram atribuídos créditos para cada um dos itens, sendo 0,50 créditos para cada item em conformidade total, 0,25 para cada item em conformidade parcial e 0,00 para cada item em desconformidade, sendo a nota 6,0 o valor máximo total de créditos a serem alcançados (SILVA et al., 2008). Com a metodologia proposta, quanto maior a quantidade de créditos obtida maior a quantidade de itens considerados conformes. Abaixo, segue a lista de itens observados e a pontuação atribuída a cada item:

1. Origem da água do criadouro/tanque de cultivo:

0,00 = fonte contaminada conhecida;

0,25 = fonte de água natural, porém, próxima ou em contato com água de outra fonte potencialmente ou sabidamente contaminada;

0,50 = fonte de água natural (minas d'água, nascentes na propriedade ou água de abastecimento público ainda que sem testes de controle de qualidade das águas).

2. Origem dos peixes:

0,00 = pescados de procedência desconhecida;

0,25 = pescados de procedência desconhecida e de procedência regular juntos;

0,50 = pescados de procedência regular (criatórios).

3. Ausência de animais de outras espécies ao redor ou no do tanque de cultivo:

0,00 = Presença de animais de outras espécies ao redor e no interior dos tanques de cultivo;

0,25 = Presença de animais de outras espécies somente ao redor dos tanques de cultivo;

0,50 = Ausência de animais de outras espécies ao redor e no interior dos tanques de cultivo.

4. Condições da estrutura física das instalações da área de filetagem (piso, parede, teto e pia):

0,00 = Pisos, paredes, teto e pia constituídos de material inadequado (material não sanitário*) e em mal estado de conservação e higiene;

0,25 = Pisos, paredes, teto e pia constituídos de material adequado (material sanitário**), porém, em mal estado de conservação e/ou higiene;

0,50 = Pisos, paredes, teto e pia constituídos de material adequado e em bom estado de conservação e higiene.

* Material não sanitário = material de superfície rugosa, permeável, com buracos ou fissuras que permitam o acúmulo de sujidades e de difícil higienização.

** Material sanitário = material de superfície lisa, íntegra, impermeável e de fácil higienização.

5. Condições dos equipamentos, mobiliário e utensílios (conservação, higienização):

0,00 = Equipamentos, mobiliário e utensílios de material inadequado (material não sanitário) e em mal estado de conservação e higiene;

0,25 = Equipamentos, mobiliário e utensílios de material adequado (material sanitário), porém, em mal estado de conservação e higiene;

0,50 = Equipamentos, mobiliário e utensílios de material adequado (material sanitário) e em bom estado de conservação e higiene.

6. Barreiras físicas contra a entrada de pragas nas áreas de filetagem:

0,00 = Ausência de ralos escamoteáveis e telas milimétricas nas janelas e portas de acesso à área de filetagem;

0,25 = Existência de ralos escamoteáveis e telas milimétricas nas janelas e portas de acesso à área de filetagem ainda que em mal estado de conservação;

0,50 = Presença de ralos escamoteáveis e telas milimétricas nas janelas e portas de acesso à área de filetagem em bom estado de conservação.

7. Ausência de animais de outras espécies ao redor ou na área de filetagem:

0,00 = Presença de animais de outras espécies ao redor e no interior da área de filetagem;

0,25 = Presença de animais de outras espécies somente ao redor da área de filetagem;

0,50 = Ausência de animais de outras espécies ao redor ou no interior da área de filetagem.

8. Iluminação e instalações elétricas:

0,00 = Iluminação insuficiente e instalações elétricas expostas;

0,25 = Iluminação insuficiente, porém, com instalações elétricas protegidas ou

iluminação suficiente, porém, com instalações elétricas expostas;

0,50 = Iluminação suficiente e instalações elétricas protegidas;

9. Manejo e armazenamento dos resíduos:

0,00 = Ausência de manejo de resíduos com lançamento de resíduos em área irregular;

0,25 = Ausência de manejo de resíduos, porém, com lançamento de resíduos em área adequada;

0,50 = Existência de manejo de resíduos e lançamento de resíduos em local adequado.

10. Abastecimento de água:

0,00 = Uso de água de fonte sabidamente contaminada;

0,25 = Uso de água de nascente na propriedade com possível contaminação da água por instalações inadequadas do reservatório de água ou encanamentos;

0,50 = Uso de água de abastecimento público ou nascente na propriedade sem possível contaminação da água aparente (ainda que sem testes de potabilidade da água solicitados pelo estabelecimento pesque-pague).

11. Higiene dos Manipuladores:

0,00 = Ausência de asseio pessoal, uso de uniformes (touca, luvas, botas e roupa apropriada) e hábitos higiênicos;

0,25 = Manipulador apresentando asseio pessoal, porém, com uso parcial de uniformes (touca, luvas, botas e roupa apropriada) e hábitos higiênicos;

0,50 = Manipuladores apresentando asseio pessoal, uso de uniformes (touca, luvas, botas e roupa apropriada) e hábitos higiênicos.

12. Armazenamento das embalagens dos produtos comercializados:

0,00 = Embalagens mantidas em local contaminado;

0,25 = Embalagens mantidas em local limpo, porém, sem proteção contra possível contaminação durante as atividades;

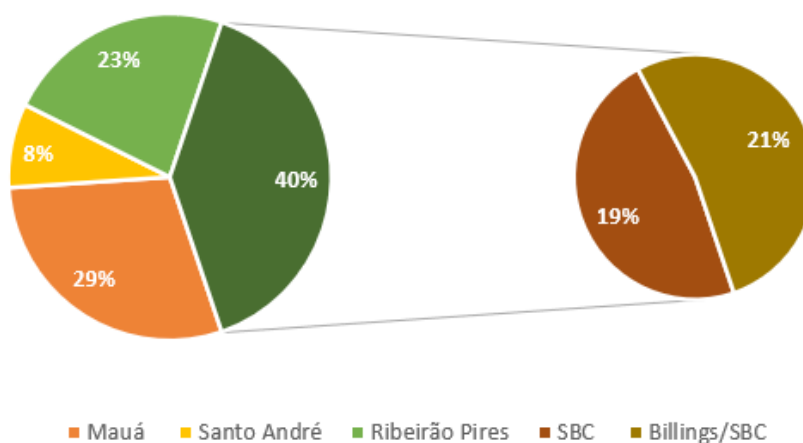
0,50 = Embalagens mantidas em local limpo e protegidos de contaminação durante as atividades.

5. RESULTADOS

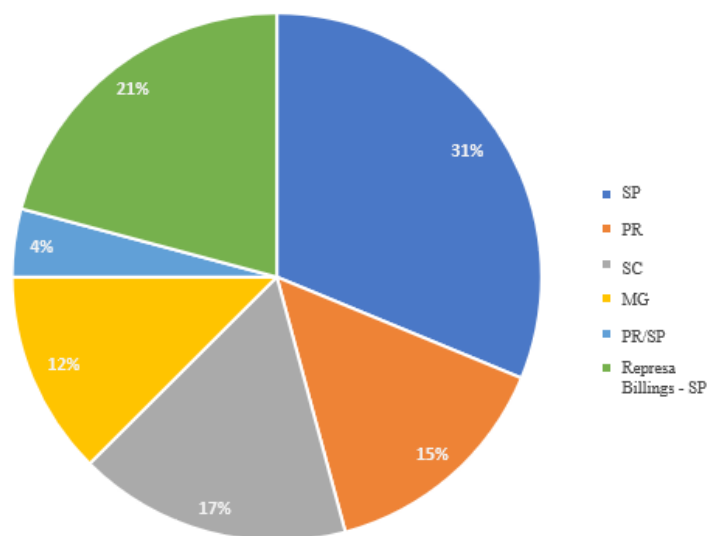
5.1 Porcentagem amostral por local de coleta, origem das amostras e origem das águas dos tanques onde as amostras de tilápias foram cultivadas nos pesqueiros

Os dados relativos à origem das amostras de tilápias coletadas, local de coleta (cidade na qual o pesqueiro estava instalado) e origem das águas dos tanques de cultivo das tilápias nos pesqueiros foram analisados obtendo-se os seguintes gráficos (Gráficos 1, 2 e 3):

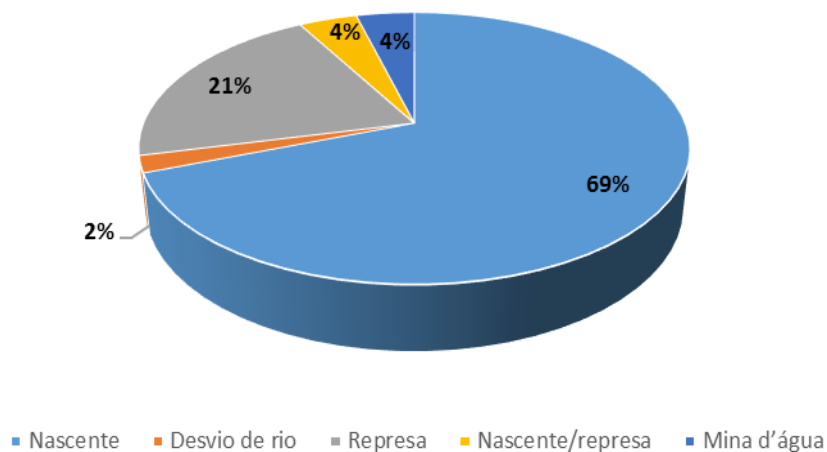
Gráfico 1 – Porcentagem de amostras coletadas por cidade do Grande ABC – Paulista.



Das 48 amostras coletadas 40% (19/48) eram de pesqueiros instalados no município de São Bernardo do Campo – SP; 29% (14/48) no município de Mauá – SP; 23% (11/48) no município de Ribeirão Pires – SP e 8% (4/48) no município de Santo André – SP.

Gráfico 2 – Estado de Origem das Amostras.

Dentre as 48 amostras de pescados oriundas de pesqueiros 31,2% (15/48) se originavam de criadouros instalados no interior de São Paulo; 17,0% (8/48) do estado de Santa Catarina, 15,0% (7/48) do estado do Paraná, 12,5% (6/48) de Minas Gerais, 4,1% (2/48) de criadores de São Paulo ou Paraná a depender do custo e 21,0% (10/48) animais de vida livre oriundos da Represa Billings, região sudeste de São Paulo.

Gráfico 3 - Origem da Água dos Tanques de Cultivo de Tilápias nos Pesqueiros.

Em relação à origem da água dos tanques onde as tilápias eram mantidas nos estabelecimentos pesque-pague 69,7% (33/48) das águas se originavam em nascentes naturais existentes nos próprios pesqueiros, 21% (10/48) da represa Billings, 4,1% (2/48) de minas d'água existentes nos pesqueiros; 4,1% (2/48) de nascentes naturais existentes nas propriedades cujas águas se encontravam com as águas da represa Billings e 2,0% (1/48) eram desviadas de um rio próximo à propriedade.

5.2 Resultados das análises bacteriológicas

As amostras de tilápias coletadas foram processadas para determinação da presença de microrganismos contaminantes, preconizados pela legislação atual (BRASIL, 2022b) e os resultados foram descritos nas tabelas a seguir (**Tabelas 3, 4 e 5**):

Tabela 3 – Resultados microbiológicos dos peixes coletados inteiros em pesqueiros e filetados em laboratório (P) para a pesquisa dos seguintes micro-organismos: *E coli* NMP/g-1, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella*/25g.

Amostras	<i>E coli</i> NMP/g-1	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	<i>Salmonella</i> /25g (Aus/Pres)
Valores aceitáveis	10 ²	10 ³	ausente
P1	3,6 x 10 ¹	5,0 x 10 ²	ausência
P2	<3,0	<10	ausência
P3	<3,0	<10	ausência
P4	2,3 x 10 ¹	<10	ausência
P5	<3,0	<10	ausência
P6	3,6 x 10 ¹	2,0 x 10³	ausência
P7	<3,0	<10	ausência
P8	<3,0	<10	ausência
P9	<3,0	<10	ausência
P10	<3,0	<10	ausência
P11	<3,0	<10	ausência
P12	<3,0	2,0 x 10 ²	ausência

As amostras coletadas em pesqueiros e filetadas em laboratório apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, dentro dos limites estabelecidos em legislação vigente para a pesquisa de *Salmonella* spp. e *E coli* (BRASIL, 2022b); já a contagem

de *Staphylococcus* coagulase positiva revelou uma amostra acima dos limites estabelecidos, representando 8,3% (1/12) do total.

Tabela 4 – Resultados microbiológicos dos filés de peixes coletados e filetados em pesqueiros (PF) para a pesquisa dos seguintes micro-organismos: *E coli* NMP/g-1, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella*/25g.

Amostras	<i>E coli</i> NMP/g-1	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	<i>Salmonella</i> /25g
Valores aceitáveis	10 ²	10 ³	ausente
PF1	4,3 x 10 ¹	1,7 x 10 ³ atípica	ausência
PF2	<3,0	7,2 x 10 ³ atípica	ausência
PF4	1,1 x 10 ³	5,7 x 10 ³ atípica	ausência
PF5	9,3 x 10 ¹	7,5 x 10 ³ atípica	presença
PF6	1,5 x 10 ²	6,1 x 10 ³ atípica	ausência
PF7	2,1 x 10 ²	<10	ausência
PF8	2,4 x 10 ²	3,0 x 10 ²	ausência
PF9	2,1 x 10 ²	3,2 x 10 ²	ausência
PF10	2,4 x 10 ²	<10	ausência
PF11	6,1 x 10 ¹	<10	ausência
PF12	9,3 x 10 ¹	<10	ausência
PF13	3,6 x 10 ¹	1,7 x 10 ³ atípica	ausência
PF14	<3,0	4,0 x 10 ³ atípica	ausência
PF15	<3,0	5,0 x 10 ³ atípica	ausência
PF16	4,3 x 10 ¹	<10	ausência
PF17	<3,0	<10	ausência
PF18	2,1 x 10 ²	<10	ausência
PF19	6,1 x 10 ¹	8,0 x 10 ²	ausência
PF20	<3,0	2,8 x 10 ³ atípica	ausência
PF21	<3,0	<10	ausência
PF22	<3,0	<10	ausência
PF23	<3,0	<10	ausência
PF24	<3,0	<10	ausência
PF25	<3,0	<10	ausência
PF26	4,3 x 10 ¹	<10	ausência
PF27	<3,0	<10	ausência

PF28	<3,0	<10	ausência
PF29	<3,0	<10	ausência
PF30	<3,0	<10	ausência
PF31	<3,0	<10	ausência
PF32	9,3 x 10 ¹	<10	ausência
PF33	<3,0	<10	ausência
PF34	<3,0	<10	ausência
PF35	<3,0	<10	ausência
PF36	<3,0	<10	ausência

Por meio da interpretação dos resultados da presença e ausência de *Salmonella* spp. em 25g de filé de tilápia, verificou-se que 2,7% (1/36) das amostras de filé de tilápia filetadas em pesqueiros pesque-pague apresentaram a presença de *Salmonella* em 25g/alimento; o sorovar isolado foi identificado pela PCR como *Salmonella* Tiphymurium.

Para a contagem de *E. coli*, considerando-se os valores de referência para pescados consumidos crus, verificou-se que 19,4% (7/36) das amostras de tilápias filetadas nos pesqueiros (pesque-pague) apresentaram resultado acima do limite estabelecido em legislação vigente (BRASIL, 2022b). Já as 12 amostras de tilápias coletadas inteiras e filetadas em laboratório apresentaram contagem de *E. coli* dentro dos limites estabelecidos em legislação vigente (BRASIL, 2022b).

A análise de *Staphylococcus* sp. revelou que 25,0% (9/36) das amostras apresentaram contagem fora do padrão estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2022b), porém, tratavam-se de colônias atípicas, cujo resultado à prova de coagulase foi negativo.

Tabela 5 – Resultado microbiológico dos filés de peixes coletados em supermercados (S) para a contagem de *E. coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* spp.

Amostra	<i>E. coli</i> NMP/g-1	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	<i>Salmonella</i>/25g
Valores aceitáveis	10²	10³	ausente
S1	3,6 x 10 ¹	<10	ausente
S2	9,2 x 10 ¹	<10	ausente
S3	<3,0	<10	ausente
S4	<3,0	<10	ausente
S5	<3,0	<10	ausente
S6	3,6 x 10 ¹	<10	ausente

S7	3,6 x 10 ¹	<10	ausente
S8	<3,0	<10	ausente
S9	<3,0	<10	ausente
S10	<3,0	<10	ausente
S11	<3,0	<10	ausente
S12	<3,0	3,8 x 10 ³ (atípica)	ausente
S13	<3,0	<10	ausente
S14	<3,0	<10	ausente
S15	<3,0	<10	ausente
S16	<3,0	<10	ausente
S17	<3,0	<10	ausente
S18	<3,0	<10	ausente
S19	2,3 x 10 ¹	<10	ausente
S20	<3,0	<10	ausente
S21	<3,0	<10	ausente
S22	9,2 x 10 ¹	<10	ausente
S23	<3,0	<10	ausente
S24	<3,0	<10	ausente
S25	<3,0	<10	ausente
S26	<3,0	<10	ausente
S27	<3,0	<10	ausente
S28	<3,0	<10	ausente
S29	<3,0	<10	ausente
S30	<3,0	<10	ausente

As 30 amostras de filés de tilápias industrializadas, obtidas em supermercados da região da Grande São Paulo, apresentaram resultados satisfatórios para a pesquisa de *E. coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* spp., conforme limites microbiológicos estabelecidos em legislação vigente (BRASIL, 2022b).

5.3 Resultados das análises parasitológicas

Não foram identificadas estruturas parasitárias encapsuladas ou não encapsuladas nas 78 amostras de tilápias analisadas, estando dentro dos limites estabelecidos no Memorando-Circular nº 2/2018/CGI/DIPOA/MAPA/ SDA/MAPA (BRASIL, 2018).

5.4 Resultados das análises macroscópicas (matérias estranhas)

Dentre as 36 amostras de filés de tilápia filetadas em pesqueiros (PF) avaliadas quanto à presença de matérias estranhas macroscópicas 3 amostras (PF2, PF5 e PF16) apresentaram resultado insatisfatório por conter a presença de fragmentos de vegetais (grama), representando 8,3% (3/36) do total e uma amostra (PF4) apresentou resultado insatisfatório por conter fragmento de pelo animal de espécie não identificada, representando 2,7% (1/36) (BRASIL, 2022a). Das amostras de filés de supermercados (S) fora verificada somente a presença de escamas em três amostras (S8, S14 e S19).

5.5 Resultados das análises de contaminantes inorgânicos

Os resultados das pesquisas para detecção de contaminantes inorgânicos obtidos foram tabulados e avaliados de acordo com limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos estabelecidos na Instrução Normativa nº 160, de 1º de julho de 2022 (BRASIL, 2022d), conforme tabelas que seguem (**Tabelas 6 a 13**):

Tabela 6 – Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de tilápias coletadas inteiras em pesqueiros (amostras P1 a P12).

Elemento	Amostra 1 - Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			1,00
Cádmio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,30
Mercúrio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,50
Cromo	0,154	0,111	0,124	0,13	±	0,02	**NE
Cobalto	1,277	1,203	1,238	1,24	±	0,04	NE
Níquel	0,073	0,066	0,069	0,070	±	0,004	NE
Cobre	0,169	0,166	0,168	0,168	±	0,002	NE
Selênio	0,154	0,138	0,149	0,15	±	0,01	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Antimônio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE

*ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente

Tabela 7 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em supermercado (amostras S1 a S10).

Elemento	Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	0,041	0,043	0,038	0,041	±	0,003	1,00
Cádmio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,30
Mercúrio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,50
Cromo	0,036	0,056	0,038	0,043	±	0,011	**NE
Cobalto	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Níquel	0,041	0,044	0,036	0,040	±	0,004	NE
Cobre	0,286	0,300	0,283	0,29	±	0,01	NE
Selênio	0,181	0,195	0,171	0,18	±	0,01	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Antimônio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE

*ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente.

Tabela 8 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em supermercado (amostras S11 a S20).

Elemento	Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			1,00
Cádmio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,30
Mercúrio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,50
Cromo	0,073	0,093	-	0,083	±	0,014	**NE
Cobalto	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Níquel	0,042	0,062	0,043	0,049	±	0,011	NE
Cobre	0,242	0,251	0,261	0,25	±	0,01	NE
Selênio	0,094	0,091	0,098	0,094	±	0,004	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Antimônio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE

*ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente.

Tabela 9 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas em supermercado (amostras S21 a S30).

Elemento	Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	0,030	0,030	0,029	0,030	±	0,001	1,00
Cádmio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,30
Mercúrio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,50
Cromo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			**NE
Cobalto	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Níquel	0,029	0,027	0,025	0,027	±	0,002	NE
Cobre	0,181	0,185	0,162	0,18	±	0,01	NE
Selênio	0,148	0,134	0,142	0,14	±	0,01	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Antimônio	0,008	0,009	0,013	0,010	±	0,003	NE

*ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente

Tabela 10 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas e filetadas em pesqueiros (amostras PF1 a PF10).

Elemento	Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			1,00
Cádmio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,30
Mercúrio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,50
Cromo	-	0,013	0,011	0,012	±	0,001	**NE
Cobalto	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Níquel	0,023	-	0,027	0,025	±	0,003	NE
Cobre	0,139	0,141	0,159	0,15	±	0,01	NE
Selênio	0,112	-	0,110	0,111	±	0,001	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Antimônio	-	0,030	0,030	0,030	±	0,000	NE

*ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente

Tabela 11 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas e filetadas em pesqueiros (amostras PF11 a PF20).

Elemento	Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			1,00
Cádmio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,30
Mercúrio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,50
Cromo	0,187	0,144	0,201	0,18	±	0,03	**NE
Cobalto	0,924	0,938	0,947	0,94	±	0,01	NE
Níquel	0,146	0,136	0,138	0,14	±	0,01	NE
Cobre	0,213	0,229	0,216	0,22	±	0,01	NE
Selênio	0,087	0,110	0,107	0,10	±	0,01	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Antimônio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE

*ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente

Tabela 12 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas e filetadas em pesqueiros (amostras PF21 a PF30).

Elemento	Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			1,00
Cádmio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	-	0,012	0,011	0,012	±	0,001	0,30
Mercúrio	0,056	0,060	0,060	0,059	±	0,002	0,50
Cromo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			**NE
Cobalto	0,024	0,024	0,023	0,024	±	0,001	NE
Níquel	0,016	0,026	0,020	0,021	±	0,005	NE
Cobre	0,194	0,216	0,219	0,21	±	0,01	NE
Selênio	0,121	0,148	0,119	0,13	±	0,02	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE
Antimônio	0,011	0,017	-	0,014	±	0,004	NE

*ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente

Tabela 13 - Resultados da pesquisa de contaminantes inorgânicos em pool de amostras de filés de tilápias coletadas e filetadas em pesqueiros (amostras PF31 a PF36).

Elemento	Resultados (mg/kg)						Limites de tolerância (mg/kg)
	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Média	±	DP	
Arsênio	0,012	0,011	0,009	0,011	±	0,002	1,00
Cádmio	*ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,05
Chumbo	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,30
Mercúrio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			0,50
Cromo	0,130	0,143	0,139	0,14	±	0,01	**NE
Cobalto	0,543	0,541	0,539	0,541	±	0,002	NE
Níquel	0,071	0,081	0,074	0,075	±	0,005	NE
Cobre	0,386	0,366	0,381	0,38	±	0,01	NE
Selênio	0,127	0,130	0,136	0,131	±	0,005	NE
Molibdênio	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01	ND < 0,01			NE

AI *ND = não detectável

**NE = limite de tolerância não estabelecido em legislação vigente

A análise dos dados das tabelas 6 a 13 demonstram que todos os pools de filés de tilápia analisados encontram-se dentro dos limites de tolerância para os contaminantes inorgânicos especificados na IN n° 160, de 1° de julho de 2022 (BRASIL, 2022d).

5.6 Resultados das avaliações das condições higiênico-sanitárias e ambientais dos pesqueiros

As 48 amostras de tilápias (inteiras e filetadas) oriundas de pesqueiros (pesque-pague) foram coletadas em 27 diferentes estabelecimentos cujas condições higiênico-sanitárias foram avaliadas, sendo atribuídos créditos de 0 a 0,5 de acordo com a conformidade ou não aos itens avaliados (SILVA et al., 2008), obtendo-se os seguintes resultados (**Tabela 14**):

Tabela 14 - Avaliação das condições higiênico-sanitárias dos pesqueiros (pesque-pague), onde foram coletadas as amostras de filés de tilápia e tilápias inteiras.

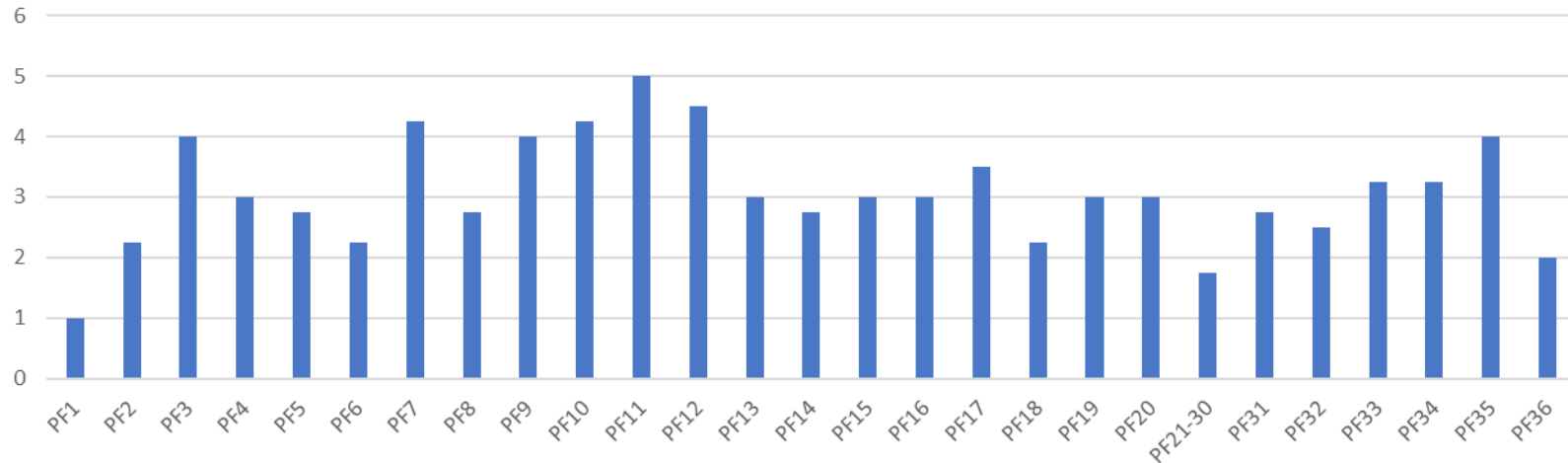
Amostra	Água tanque	Origem Peixes	Ausência de animais (área do tanque)	Estrutura (piso, paredes, teto)	Equipamentos, Mobiliário, Utensílios	Barreiras físicas (telas/ralos)	Ausência de animais (área de filetagem)	Iluminação/instalações elétricas	Manejo de resíduos	Abastecimento de água	Manipulador (asseio, hábitos, uniforme)	Armazenamento de embalagens	TOTAL
PF1	0,25	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,25	1,25
PF2	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0	0,25	0	0	0,25	0,25	0	2,25
PF3	0,5	0,5	0,25	0,5	0	0	0,5	0,5	0,25	0,5	*NA	*NA	3,50
PF4	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0	0	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	3,00
PF5	0,5	0,5	0	0,25	0	0	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0	2,75
PF6	0,25	0,5	0,25	0,25	0	0	0	0	0,25	0,5	0,25	0	2,25
PF7	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25	4,25
PF8	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0	0	0,25	0	0,5	0,25	0,25	2,75
PF9	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	4,00
PF10	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	4,25
PF11	0,5	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	5,00
PF12	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,25	4,50
PF13	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0	0	0,25	0	0,5	0,25	0,25	3,00
PF14	0,5	0,5	0,5	0,25	0	0	0	0	0,25	0,5	0	0,25	2,75
PF15	0,25	0,5	0,25	0,25	0	0	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	3,00

PF16	0,5	0,5	0	0,25	0,25	0	0	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	3,00
PF17	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0,25	0	0,25	0,5	0,25	0,25	3,50
PF18	0,5	0,5	0,5	0,25	0	0	0	0	0,25	0,5	0,25	0	2,25
PF19	0,5	0,5	0,5	0,25	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,25	0	3,00
PF20	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	3,00
PF21-30	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0,25	*NA	*NA	2,00
PF31	0,5	0,5	0	0,25	0,25	0	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0,25	2,75
PF32	0,5	0,5	0	0,25	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0,25	2,25
PF33	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	3,25
PF34	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	3,25
PF35	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0,5	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	4,00
PF36	0,25	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0,25	0,5	0,25	0	2,00

Escala de atribuição de créditos: 0 = não conforme; 0,25 = parcialmente conforme; 0,5 = totalmente conforme

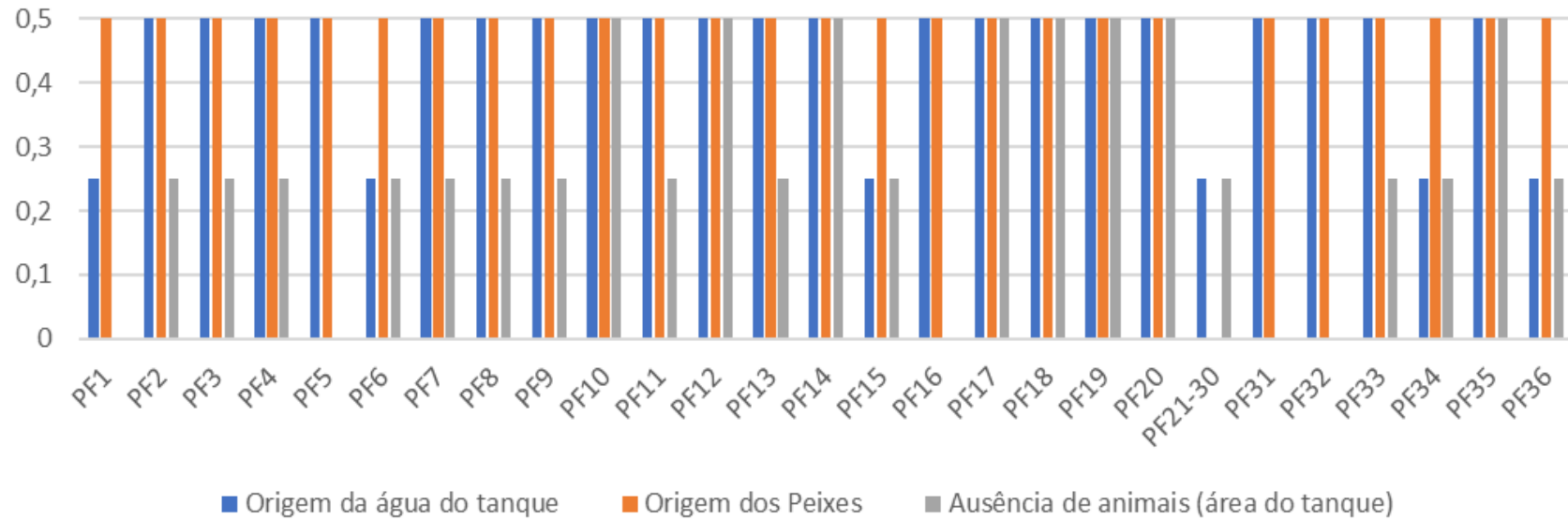
*NA = Não avaliado (não foi possível avaliar visto que os pescados já estavam filetados e embalados).

Gráfico 4 – Pontuação geral das condições higiênico-sanitárias e ambientais dos estabelecimentos pesque-pague.



Dentre os 27 locais de coleta avaliados nenhum apresentou nota máxima em relação às condições higiênico-sanitárias e ambientais das áreas de cultivo e filetagem dos pescados. Somente um estabelecimento, 3,7% (1/27), apresentou nota próxima à máxima de 6,0 (PF11) e um próxima à mínima de 0,0 (PF1). A maioria dos estabelecimentos, 85,1% (23/27), oscilou em notas médias (entre 2,0 e 4,0), apresentando a maioria dos itens em conformidade parcial.

Gráfico 5 – Avaliação das condições ambientais e de cultivo dos pescados dos estabelecimentos pesque-pague.



Em relação às condições ambientais e de cultivo dos pescados, dentre os 27 locais de coleta avaliados, 77,7% (21/27) apresentaram pontuação máxima (0,5) quanto à origem da água do tanque, por se tratarem de fontes de águas naturais (minas/nascentes) e 22,2% (6/27) apresentaram conformidade parcial por se tratar de fontes de águas naturais mas com possível contato com fontes de contaminação da água. Quanto à origem dos peixes, a grande maioria, 96,2% (26/27), adquiria os pescados de unidades de criação de tilápias certificadas. Concernente à ausência de animais nas áreas do tanque e áreas adjacentes 29,6% (8/27) pesqueiros apresentaram conformidade total, 51,8% (14/27) apresentaram conformidade parcial, havendo animais de diferentes espécies ao redor do tanque e 18,5% (5/27) foram classificadas como não conforme por haver diferente espécies de animais no interior dos tanques de cultivo.

Foi verificada a presença de animais domésticos (cães) e aves (em especial aves aquáticas) ao redor e no interior dos tanques de cultivo das tilápias nos pesqueiros visitados para a coleta de amostras (**Figura 16**).



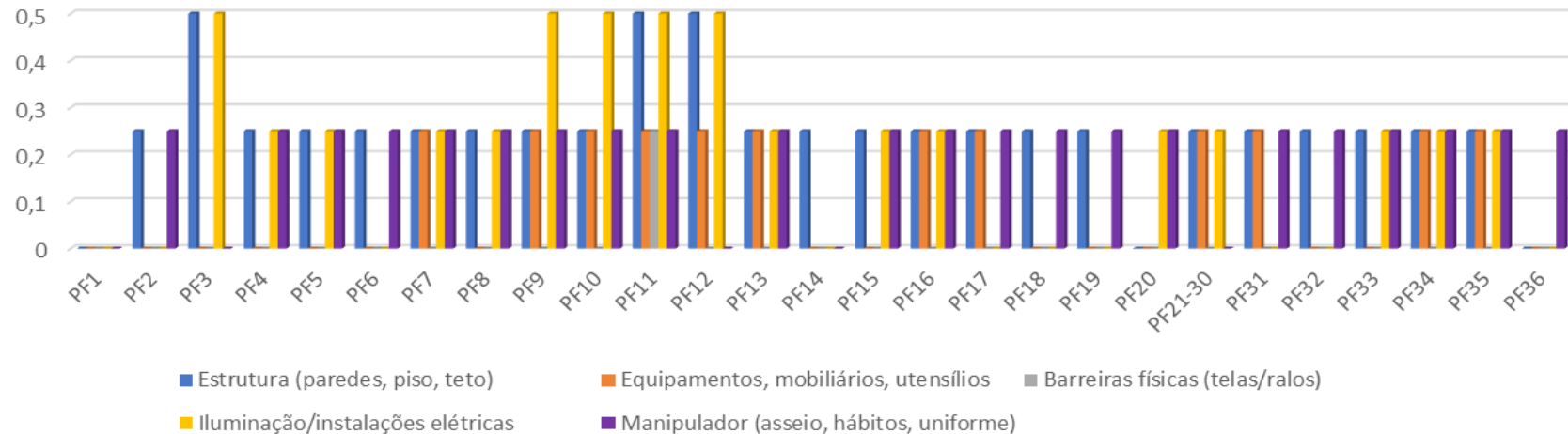
Figura 16 – Presença de animais nos tanques de cultivo de tilápias. **a)** Pesqueiro PF – presença de várias espécies de aves (aquáticas e de rapina) ao redor dos tanques de pesca e cultivo de tilápias; **b)** Pesqueiro PF32 – presença de cão ao redor do tanque e aves sobre estruturas montadas e equipamentos instalados no interior do tanque de cultivo e pesca de tilápias.

No pesqueiro PF2, devido ao manejo inadequado dos resíduos e a proximidade com o aterro sanitário do município verificamos a presença de vários urubus nos céus (revoada) e ao redor dos tanques de cultivo de tilápias (**Figura 17**).



Figura 17 – Pesqueiro PF2 - presença de animais sobrevoando e ao redor dos tanques de cultivo. **a)** revoada de urubus sobre a área do pesqueiro; **b)** presença de urubus nas margens do tanque de cultivo de tilápias.

Gráfico 6 – Avaliação das condições higiênico-sanitárias dos locais de filetagem de pescados dos estabelecimentos pesque-pague.



Em relação às condições higiênico-sanitárias a maioria dos estabelecimentos apresentou conformidade parcial em grande parte dos quesitos avaliados. Somente um estabelecimento possuía barreiras físicas contra a entrada de pragas nas janelas da área de filetagem, representando porcentagem de 3,7% (1/27), porém, a porta era mantida aberta, sendo considerada conformidade parcial; os 96,2% (26/27) restantes não possuíam quaisquer barreiras físicas de telas milimétricas ou ralos escamoteáveis e suas áreas eram bastante abertas possibilitando o acesso de moscas e outros vetores além de animais domésticos que frequentemente circundam essas áreas. Quanto à conformidade da estrutura física de piso, paredes e teto somente 11,1% (3/27) apresentaram nota próxima à máxima e 18,5% (5/27) com relação à conformidade da iluminação/instalações elétricas. Em relação ao asseio pessoal, hábitos de higiene dos manipuladores 12,0% (3/25) apresentaram nota mínima (zero) e em duas não foi possível avaliar (peixes já filetados anteriormente na propriedade), o restante, 88,0% (22/25) apresentou conformidade parcial para este item; 55,5% (15/27) dos estabelecimentos apresentaram nota mínima (zero) em relação às condições higiênico-sanitárias dos equipamentos, utensílios e mobiliários. Nenhum estabelecimento apresentou nota máxima nos quesitos avaliados.

Após a retirada das tilápias dos tanques também foi observada a colocação destes animais diretamente sobre o chão onde se debatiam fazendo com que partículas de pó, grama, pedregulhos se aderissem nos corpos destes animais (**Figura 18**).



Figura 18 – Pesqueiro PF1 – estabelecimento com menor pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. **a)** Área do tanque de cultivo de pescados; **b)** Processo de retirada dos peixes do tanque; **c)** Peixes colocados diretamente no chão de terra após despesca.

Em alguns estabelecimentos observamos a prática correta de retirada das tilápias em passaguá sem contato destes animais com o solo após a retirada do tanque (Figura 19).



Figura 19 – Pesqueiro PF11 – estabelecimento com maior pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. **a)** Área do tanque de cultivo de pescados; **b)** Processo de retirada dos peixes do tanque; **c)** Transporte dos peixes em passaguá até o local da área de filetagem.

Área de filetagem do Pesqueiro PF11 - estabelecimento com maior pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias apresentando estrutura física geral de piso, paredes e teto, bem como, utensílios, mobiliário e equipamentos constituídos de material sanitário, em bom estado de conservação e higiene, entretanto, observou-se que um dos pescados foi alocado irregularmente sobre o chão da área durante a pesagem e na área externa observou-se pequeno acúmulo de água residual do da lavagem da área de filetagem (**Figura 20**).



Figura 20 – Pesqueiro PF11 – estabelecimento com maior pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. **a)** Área do filetagem de pescados; **b)** Pesagem dos pescados (observa-se um dos pescados mantido irregularmente diretamente no chão); **c)** Área externa.

A estrutura física de paredes, piso e teto das áreas de filetagem de diversos estabelecimentos era bastante precária, sendo observada ausência de revestimentos de piso, paredes e teto e/ou pisos e azulejos quebrados nestas áreas, pias sem sistema adequado de sifão e encanamento ligados à rede de esgoto, utilização de materiais não sanitários (materiais porosos, permeáveis como madeira, por exemplo) nas estruturas das áreas de filetagem e iluminação precária (áreas de filetagem escuras) (**Figura 21**).

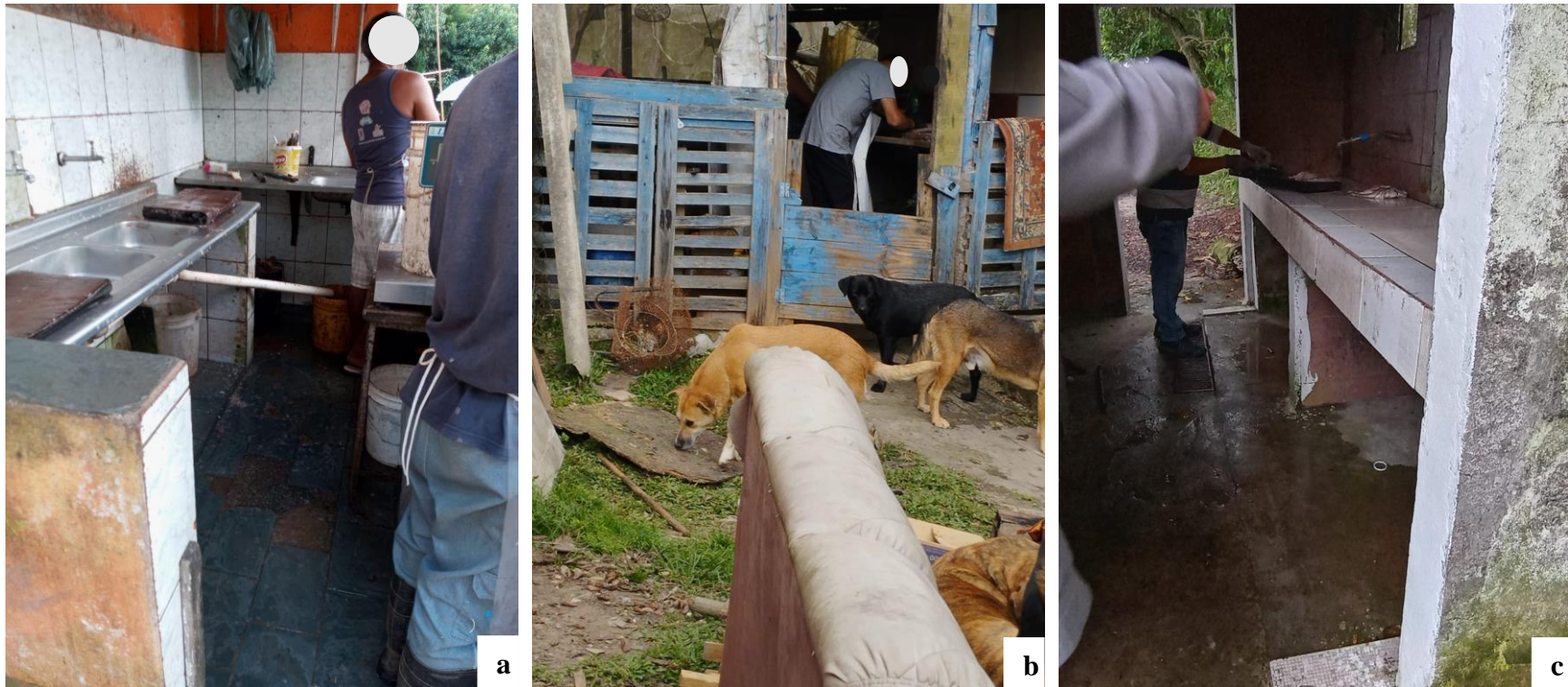


Figura 21 – Condições higiênico-sanitárias das áreas de filetagem. **a)** Pesqueiro PF15 – área de filetagem semi-aberta, pisos e azulejos em mal estado de conservação, pia sem sifão com escoamento de água direcionado para um balde; **b)** Pesqueiro PF36 – estrutura da área de filetagem constituída de material não sanitário (madeira) e com iluminação precária; **c)** Pesqueiro PF19 – área de filetagem sem revestimento de piso e com iluminação precária ausência de instalações elétricas havendo somente a incidência de pouca luz natural sobre a área).

Com relação às condições de higiene dos utensílios, equipamentos e mobiliários observamos em diversos locais o acúmulo de sujidades nestes materiais, além da utilização de materiais não sanitários (madeira) (**Figura 22**).



Figura 22 – Condições de higiene dos utensílios, equipamentos e mobiliário das áreas de filetagem. **a)** Pesqueiro PF4 – utensílios, mobiliário e piso apresentando-se em mal estado de conservação e higiene; **b)** Pesqueiro PF8 – balde apresentando acúmulo de sujidades e água residual de filetagem; **c)** utilização de utensílio de material não sanitário (madeira) durante as atividades de filetagem de pescados.

Em vários pesqueiros observamos a prática de retirada das tilápias vivas dos tanques-rede utilizando-se passaguás que eram mantidos diretamente no chão ou em contato com superfícies contaminadas como ralos de escoamento de água residual da filetagem (**Figura 23**).

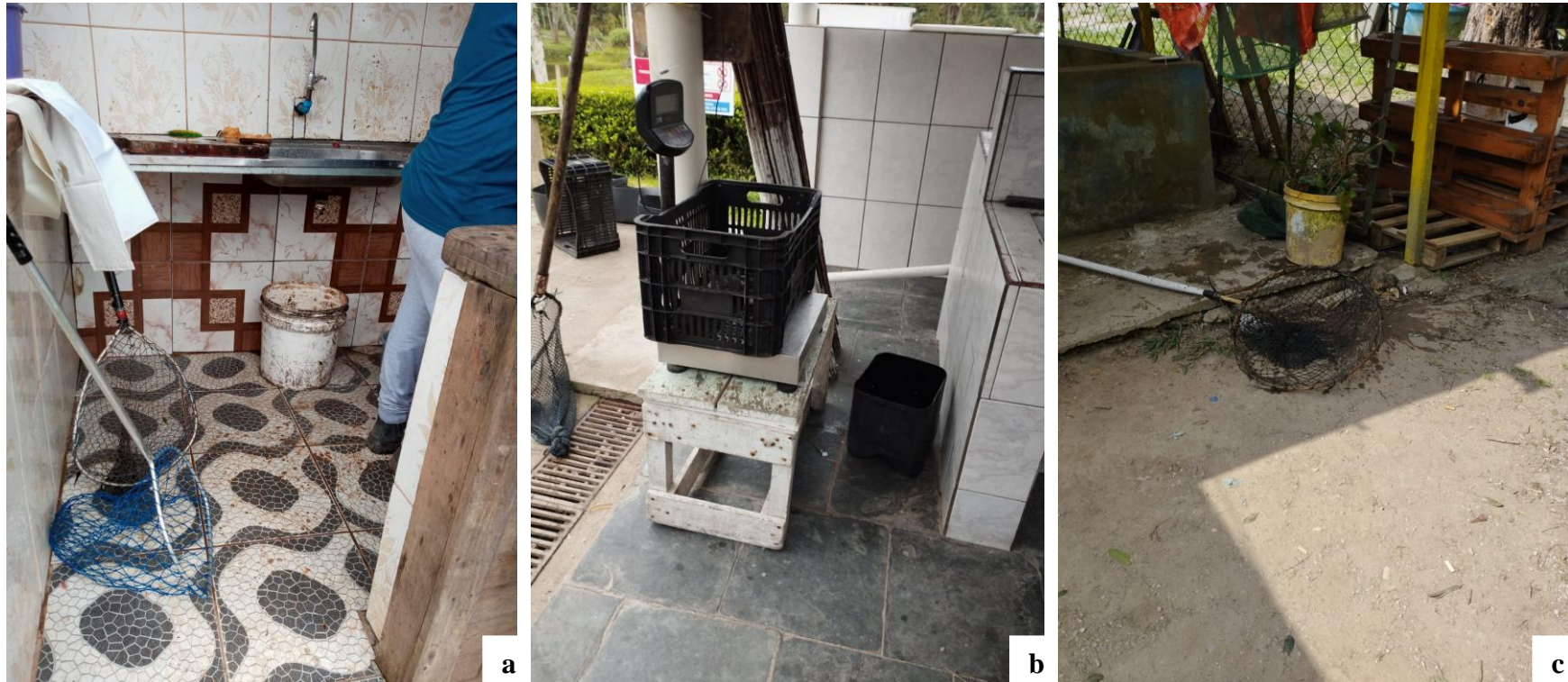


Figura 23 – Armazenamento inadequado dos passaguás utilizados para a retirada das tilápias dos tanques de cultivo nos pesqueiros. **a)** Pesqueiro PF18 – passaguá mantido diretamente sobre o piso da área de filetagem de pescados; **b)** Pesqueiro PF34 – rede do passaguá encostando no ralo de escoamento da água residual da área de filetagem de pescados; **c)** Pesqueiro PF36 – passaguá colocado diretamente sobre o chão de terra.

A maioria dos estabelecimentos visitados para a coleta de amostras as áreas de filetagem possuía áreas de filetagem semi-abertas, não possuindo barreiras físicas de telas milimétricas contra a entrada de pragas e permitindo o acesso de insetos e animais, bem como observamos ralos abertos (**Figura 24**).



Figura 24 – Ausência de barreiras físicas contra a entrada de pragas nas áreas de filetagem dos pesqueiros: **a)** Pesqueiro PF5 – ausência de porta com tela milimétrica e abertura da meia parede no canto esquerdo da foto; **b)** Pesqueiro PF16 - área de filetagem totalmente aberta, sem barreiras físicas contra a entrada de pragas; **c)** Pesqueiro PF9 – ralo na área de filetagem aberto, permitindo o acesso de pragas.

Em relação às práticas de higiene dos manipuladores observamos que a grande maioria não demonstrava conhecimento em boas práticas na manipulação de alimentos e poucos faziam uso completo de uniformes (touca, avental e botas). Também verificamos um manipulador fumando durante as atividades de filetagem (Figura 25).

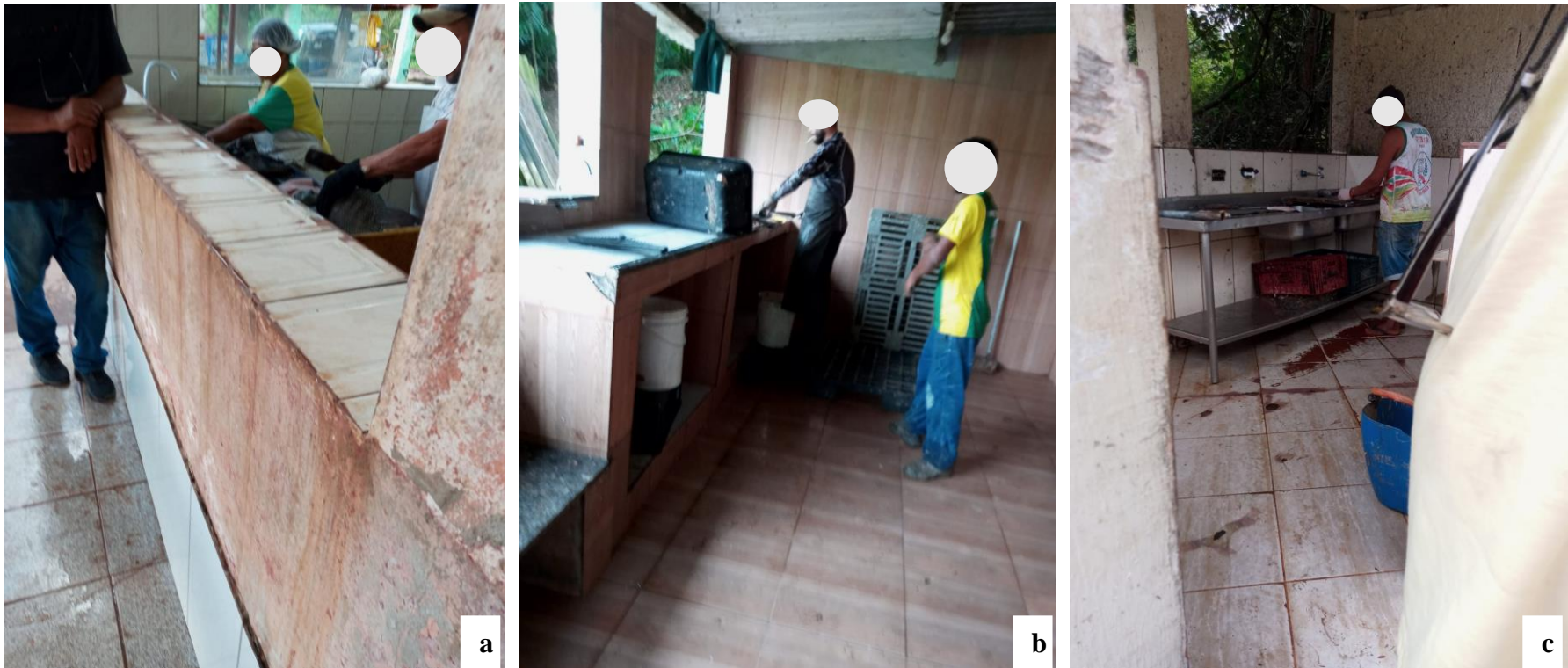
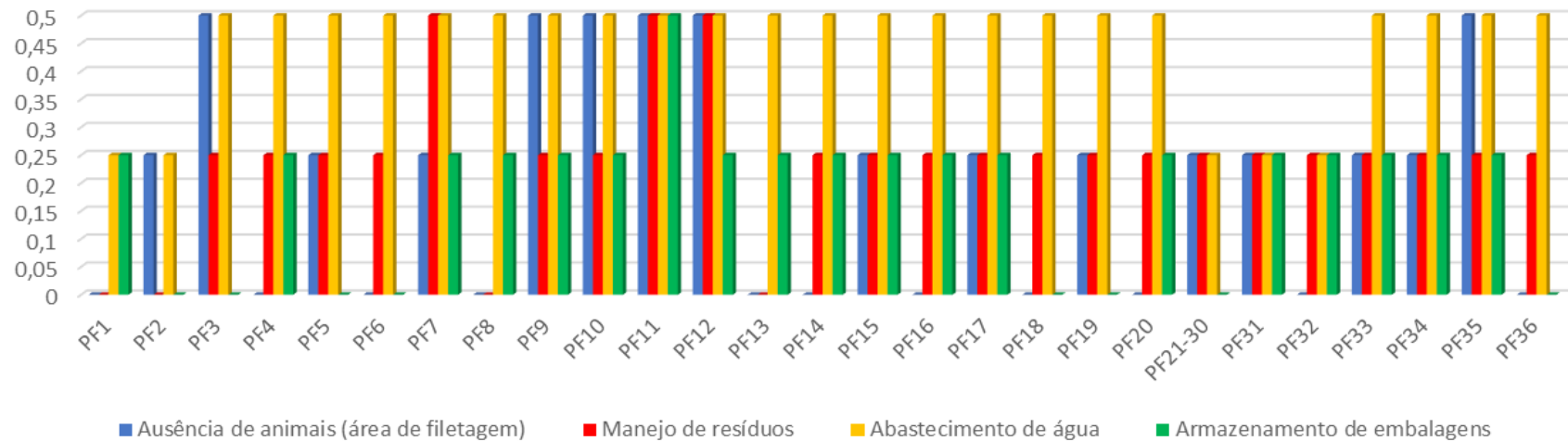


Figura 25 – Práticas dos manipuladores dos pescados nos estabelecimentos pesque-pague. **a)** Pesqueiro PF5 – manipuladora utilizando avental e touca durante as atividades de manipulação dos pescados; **b)** Pesqueiro PF8 – manipulador fumando durante as atividades de filetagem dos pescados; **c)** Pesqueiro PF14 – manipulador sem uniforme (ausência de touca, botas e avental).

Gráfico 7 – Avaliação das condições ambientais e de armazenamento das áreas de filetagem de pescados dos estabelecimentos pesque-pague.



Em relação às condições ambientais e de armazenamento das áreas de filetagem de pescados dos estabelecimentos pesque-pague verificou-se que a maioria dos estabelecimentos apresentavam-se nota máxima quanto ao abastecimento de água, 77,7% (21/27). Quanto à ausência de animais na área de filetagem 22,2% (6/27) apresentaram nota máxima contra 40,7% (11/27) que apresentaram nota mínima. Em relação ao manejo de resíduos 11,1% (3/27) apresentaram nota máxima e 14,8% (4/27) nota mínima; o restante apresentou nota média, representando 74,0% (20/27) do total. A maioria dos pesqueiros, 72,0% (18/25), apresentou nota média com relação ao armazenamento das embalagens e em duas não foi possível avaliar este quesito visto que os pescados já estavam filetados.

Em alguns pesqueiros foram observadas condições de descarte inadequado do esgoto da área de filetagem o qual era lançado diretamente em uma valeta no solo de terra e ficava exposto atraindo animais (aves de rapina e cães) e insetos para área. As carcaças das tilápias filetadas também eram lançadas a céu aberto ao final desta valeta (**Figura 26**).

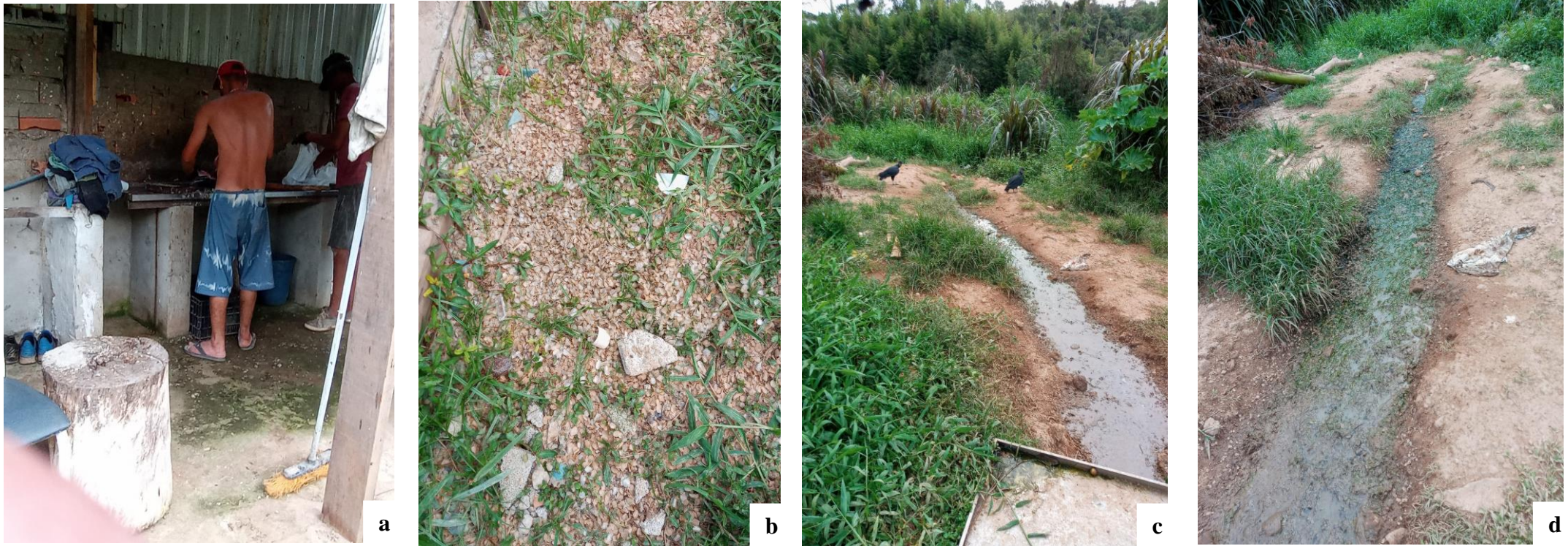


Figura 26 – Pesqueiro PF1 – estabelecimento com menor pontuação relativa às condições higiênico-sanitárias. **a)** Área do filetagem de pescados; **b)** Escamas de peixes lançadas diretamente no chão em frente a área de filetagem; **c, d)** Resíduos oriundos do encanamento da pia da área de filetagem (esgotamento da pia a céu aberto), presença de urubus que se alimentavam das carcaças dos peixes que eram lançados diretamente nos fundos do terreno.

Em um pesqueiro (PF2) foi observado o descarte irregular de carcaças diretamente sobre as águas de um córrego atrás da área de filetagem gerando a atração de aves de rapina e contaminando as águas (**Figura 27**).



Figura 27 – Pesqueiro PF2 - Descarte irregular de carcaças. **a)** abertura na parede da área de filetagem para lançamento das carcaças em um pequeno córrego que passava atrás da área de filetagem (**seta**); **b)** córrego onde as carcaças eram lançadas apresentando aves de rapina (urubus) em suas margens.

A presença de animais ao redor e no interior das áreas de filetagem foi notória em vários estabelecimentos pesque-pague (**Figura 28**).



Figura 28 – Presença de animais nas áreas de filetagem de pescados a) Pesqueiro PF6 apresentando um gato no interior da área de filetagem para o qual foram lançados resíduos do processo de filetagem e consumidos crus pelo animal; b) Pesqueiro PF20 apresentando área de filetagem totalmente aberta permitindo o acesso de cães que viviam no estabelecimento; c) Pesqueiro PF36 apresentando a presença de vários animais domésticos (cães) e de criação (aves em poleiros) ao redor da área de filetagem.

6. DISCUSSÃO

O pescado, alimento com alto valor nutritivo (rico em proteínas, ácidos graxos essenciais, minerais e vitaminas) é também um dos alimentos mais suscetíveis à deterioração, requerendo cuidados relativos à sua qualidade desde a criação até sua comercialização ao consumidor final visando a redução ou eliminação de possíveis riscos de transmissão de patógenos (VIEIRA et al., 2000; FAO, 2016; BADAoui et al., 2015; SILVA JÚNIOR e tal., 2015b).

No presente estudo, a qualidade microbiológica de filés de tilápia comercializadas no estado de São Paulo foi verificada em conformidade com os parâmetros da legislação vigente (BRASIL, 2022b); a presença de *Salmonella* spp., foi isolada em apenas uma amostra de filé de tilápia (1/27), oriunda de um pescueiro (pescue-pague), identificada pela PCR como *S. Tiphymurium*, representando 3,7%.

Similarmente, Lorenzon et al. (2010) relataram o isolamento de *Salmonella* sp. em uma amostra de músculo e em duas amostras de trato gastrointestinal de pescados de um total de 50 amostras colhidas em pescue-pagues da região da microbacia do Córrego Rico – SP. Duarte et al. (2010), relataram que de 143 amostras de peixes e crustáceos (camarão congelado e cauda de lagosta) 5 (3,5%) apresentaram resultado positivo para *Salmonella* spp.

Bartolomeu et al. (2011) em um estudo sobre a contaminação microbiana do filé de tilápia e da água em diferentes etapas do beneficiamento do pescado em uma indústria de Curitiba – PR, detectaram a presença de *Salmonella* sp. em uma amostra de filé obtida após a retirada da pele e em 3 amostras após a retirada do espinho central. Os autores apontam a necessidade de atenção especial na etapa de acabamento (retirada do espinho central) dos filés por se tratar da etapa de maior manipulação e, portanto, principal ponto crítico para a contaminação por *Salmonella* spp.

Duarte et al. (2010) relataram incidência de 3,5% (5/143) de amostras de pescados positivas para *Salmonella* spp., enquanto Lopes et al. (2012) não encontraram *Salmonella* spp. em nenhuma das 42 amostras de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) e gelo para conservação dos pescados em seu estudo efetuado no Maranhão - região nordeste do Brasil.

Os resultados obtidos também são similares às incidências de *Salmonella* spp. verificadas em alguns trabalhos de monitoramento da qualidade de pescados em outros países, como Itália (0.3%), nos Estados Unidos (1.3%) e China (3.5%) (BUSANI et al., 2005; HEINITZ et al., 1998; CHAO et al., 2007).

Por outro lado, outros trabalhos apresentaram frequências de isolamento mais elevadas. Costa et al. (2015) pesquisaram a presença de *Listeria* spp. e *Salmonella* spp. em 18 amostras de filés e 18 amostras de peças inteiras de tilápias (*Oreochromis* spp.) oriundos de pesque-pagues da microrregião interiorana do Estado de São Paulo, e encontraram 21 (58,34%) isolados para *Salmonella* spp., sendo 11 (61,12%) presentes nas amostras de filés e 10 (55,56%) nas tilápias inteiras.

Em um estudo sobre a qualidade de tilápias comercializadas em pesqueiros na região da Grande São Paulo, verificou-se índice de 7,8% (14/180) de positividade para *Salmonella* spp. nas amostras analisadas (LIUSON, 2003). Vieira et al (2000), após análise de 60 amostras de tilápias congeladas em um frigorífico relataram frequência de 8,3% de *Salmonella* spp.

Onyango et al. (2009), em um estudo de 120 amostras de tilápia-do-Nilo capturadas no Quênia, identificaram 63 amostras (52,5%) contaminadas com bactérias da família Enterobacteriaceae, sendo que 9 (14,3%) destas apresentaram contaminação por *S. Typhimurium*, 7 (11,1%) por *S. Typhi* e 4 (6,3%) por *S. Enteritidis*; os autores apontaram que as águas onde amostras foram coletadas poderiam ter sido contaminadas por esgoto urbano não tratado.

Um estudo sobre a presença de *Salmonella* spp. em pescados elaborado pelos laboratórios de campo da Food and Drug Administration dos EUA em 11.312 amostras importadas e 768 domésticas, no período de 1990 a 1998, constatou incidência geral de 7,2% de *Salmonella* spp. em produtos de importação e 1,3% para produtos nacionais, sendo que em pescados crus importados o índice foi de 12,2% e os países com maior incidência de produtos contaminados foram os do Pacífico Central e África (12%) (HEINITZ et al., 2000).

Por não se tratar de um micro-organismo comum em espécies aquáticas, o isolamento dessa bactéria em amostras de pescados pode ser atribuído à presença de mamíferos e aves no entorno dos viveiros, cuja ocorrência é bastante comum, conforme observado no presente estudo, logo, o monitoramento da qualidade da água é um fator de suma importância uma vez que a contaminação da água pode estar diretamente ligada à contaminação do pescado, seja por *Salmonella* spp. ou outros micro-organismos presentes na pele e/ou trato gastrintestinal de humanos e outras espécies animais (LORENZON et al., 2010).

Estudos microbiológicos para a pesquisa de *Staphylococcus* spp. em pescados têm sido realizados (RIBEIRO et al., 2009; DUARTE et al., 2010; LORENZON et al., 2010; SOARES et al., 2012; LOPES et al., 2012; SILVA-JÚNIOR et al., 2015b). Por se tratar de um micro-organismo indicador das condições de higiene e sanitização a presença de *S. aureus* nos alimentos, ainda que em contagens dentro dos limites

estabelecidos em legislação vigente, pode representar falhas de processamento (DUARTE et al., 2010).

No presente estudo, a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva ficou acima do limite permitido (BRASIL, 2022b) em 8,3% (1/12) das amostras de tilápia coletadas inteiras e filetadas no laboratório; 25,0% (9/36) das amostras de tilápias filetadas em pesqueiros pesque-pague apresentaram contagem de *Staphylococcus* spp. acima do limite estabelecido em legislação vigente, contudo, tratavam-se de colônias atípicas, cujo resultado à prova de coagulase foi negativo.

De forma similar, Lopes et al. (2012), avaliaram as características microbiológicas da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) e do gelo utilizado em sua conservação e das 42 amostras de pescada analisadas 13 (30,9%) apresentaram contagens de *Staphylococcus* spp. entre 2×10^3 a $3,1 \times 10^5$ UFC/g, contudo, nenhuma destas amostras apresentou contaminação por *Staphylococcus* coagulase positiva.

Um estudo em amostras de peixes congelados, defumados e salgados, oriundas de 11 indústrias, do estado do Rio de Janeiro, em um período de sete meses no ano de 2003, demonstrou a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva acima dos limites máximos estabelecidos em apenas uma amostra de peixe defumado, estando as demais amostras dentro dos padrões de qualidade microbiológica exigidos em legislação vigente (RIBEIRO et al., 2009).

Duarte et al. (2010), analisaram 143 amostras de peixes (n=50), crustáceos e camarões congelados (n=71) e cauda de lagosta (n=22) e verificaram a ocorrência de *Staphylococcus* coagulase positiva em três (2,1%) das 143 amostras analisadas, sendo as três positivas amostras de camarão que apresentavam contagens entre $1,0 \times 10^1$ UFC/g e $2,6 \times 10^1$ UFC/g estando dentro dos limites estabelecidos em legislação vigente.

Soares et al. (2012) em um estudo sobre a presença de *S. aureus* em Tilápias-do-Nilo armazenadas em gelo, oriundas de um viveiro de cultivo localizado no município de Apodi – RN, avaliaram 108 amostras de Tilápias-do-Nilo capturadas, abatidas sob hipotermia, manipuladas sob três formas de apresentação (inteira, eviscerada e filé sem pele) e imediatamente acondicionadas em caixas térmicas com gelo na proporção 1:1 para transporte ao laboratório de análise e posteriormente armazenadas em câmara fria de 0 a 4 °C, durante 21 dias, de onde as amostras foram sendo retiradas para análise a cada 72 horas. Os autores relataram que nenhuma amostra apresentou crescimento de *S. aureus* durante o armazenamento, embora tenha sido detectado o crescimento *Staphylococcus* sp.

Lorenzon et al. (2010), determinaram a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva no músculo, tecido superficial, no trato gastrintestinal de peixes e na água de

cultivo de pesque-pagues na microbacia do Córrego Rico – SP; e, de igual modo, o micro-organismo não foi detectado em nenhuma amostra, embora tenha sido isolado *Staphylococcus* sp. na água de enxaguadura da pele dos peixes com médias variando de $1,0 \times 10^2$ a $3,3 \times 10^5$ UFC. mL⁻¹; na musculatura dos pescados com variação média de $1,0 \times 10^2$ a $6,7 \times 10^3$ UFC. g⁻¹; no trato gastrintestinal, com variação de $1,0 \times 10^3$ a $2,9 \times 10^5$ UFC. g⁻¹; e na água do viveiro, com variação entre < 20 a $3,3 \times 10^2$ UFC. mL⁻¹.

O estudo de Bartolomeu et al. (2011), em amostras de filés de tilápia após embalagem apontou que todas as amostras analisadas apresentavam resultados inferiores a 10^3 UFC/g para a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva estando de acordo com a legislação vigente. Trabalhos relacionados à avaliação da qualidade microbiológica de produtos à base de carne de tilápia como *nuggets*, *steaks* (empanados), *cookies* preparados com carne de tilápia mecanicamente separada e enlatados também têm apresentado resultados dentro dos limites estabelecidos em legislação vigente (CORTEZ NETTO et al., 2010; SILVA et al., 2011; GOES et al., 2017; COSTA et al., 2022; BRASIL, 2022b).

Divergentemente, Silva Júnior et al. (2015b) detectaram a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva em 50% das amostras analisadas (10/20) em um estudo acerca da qualidade microbiológica de Pescada Branca (*Cynoscion* sp.) exposta para comercialização na feira do Perpétuo Socorro, Macapá-AP e Souza (2019), em um estudo de 15 amostras de tilápias pescadas na Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte - MG, verificou que 20% (3) das amostras analisadas estavam fora dos padrões microbiológicos para *S. aureus* preconizados pela legislação vigente.

De acordo com Lorenzon et al (2010), *Staphylococcus* coagulase positivo é uma bactéria comumente encontrada no corpo humano (trato respiratório, mucosas nasais e pele) e transferida aos alimentos por higiene precária durante o manuseio e/ou armazenamento, sendo que a ausência do micro-organismo em seu estudo pode ser explicada pelo fato dos peixes terem sido coletados diretamente dos viveiros, sem receberem nenhum tipo de manipulação humana posterior até sua análise, divergentemente, no presente estudo, o micro-organismo foi isolado em tilápias coletadas inteiras nos estabelecimentos pesque-pagues e filetadas em laboratório, sob ambiente controlado.

Embora somente uma amostra (P6) tenha apresentado resultado positivo à prova de coagulase e acima do limite permitido para *S. coagulase* positiva em legislação vigente (BRASIL, 2022b), e incidências semelhantes tenham sido observadas na maioria dos trabalhos, o isolamento frequente de *Staphylococcus* spp.

em alimentos não deve ser ignorado, uma vez que, novos trabalhos têm demonstrado capacidade toxigênica em linhagens de *Staphylococcus* coagulase negativa.

Cunha et al. (2006) em um estudo sobre a capacidade toxigênica de linhagens de *Staphylococcus* coagulase negativa verificaram 22,7% (20/88) de frequência de *Staphylococcus* coagulase negativo, sendo que quatro isolados possuíam genes responsáveis pela produção de enterotoxinas, sendo predominante o gene *sea* (3/4), ligado à produção de enterotoxina A.

Nascimento et al. (2020), isolaram 204 cepas de *Staphylococcus* coagulase negativas em 180 amostras de queijo Emmental acondicionados em vários tipos de embalagem, as cepas foram identificadas por provas bioquímicas, sendo encontrados: 46 (22,6%) isolados de *S. saprophyticus*, 27 (13,2%) de *S. hominis* spp. *hominis*, 22 (10,8%) de *S. sciuri*, 21 (10,3%) de *S. xylosus*, 19 (9,3%) de *S. epidermidis*, 19 (9,3%) de *S. haemolyticus*, 17 (8,3%) de *S. lentus*, 17 (8,3%) de *S. warneri*, 11(5,4%) de *S. equorum* e 5 (2,5%) de *S. cohnii*. As autoras também detectaram, por meio da técnica de PCR multiplex, a presença de genes para enterotoxina E (SEE) em 14 (6,9%) isolados, enterotoxina J (SEJ) em 11 (78,6%) isolados e enterotoxina C (SEC) e I (SEI), em 1 (7%) isolado cada.

Simon & Sanjeev (2007) avaliaram 168 produtos da pesca e 87 amostras de swabs das mãos de trabalhadores de fábricas de processamento de pescados e isolaram *Staphylococcus aureus* enterotoxigênico em 21 (17%) e 54 (62%) amostras respectivamente, sendo a enterotoxina estafilocócica C (SEC) predominante (57%) seguida pela enterotoxina estafilocócica A (SEA) (43%) nos produtos e enterotoxina estafilocócica B (SEB) (40%), enterotoxina estafilocócica C (SEC) (40%) e enterotoxina estafilocócica A (SEA) (20%) em trabalhadores.

De modo semelhante, em um estudo sobre a presença de *Staphylococcus* spp. produtores de enterotoxinas e da toxina da síndrome do choque tóxico (TSST-1) em manipuladores de um laticínio de queijos de cabra, os pesquisadores agruparam 167 cepas de *Staphylococcus*, isoladas de diferentes sítios (fossas nasais, orofaringe, palma das mãos e leitos subungueais) de dois manipuladores e testaram o potencial de produção de enterotoxinas (SE) A, B, C e D, e da toxina TSST-1 destas cepas, sendo constatado que 62,2% dos pools foram capazes de produzir enterotoxinas de forma individual ou associada e 96,4% dos pools enterotoxigênicos correspondiam a espécies coagulase negativas (*Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus cohnii*). Os autores enfatizam ainda que a capacidade de produção de enterotoxinas e da TSST-1 pelas cepas de *Staphylococcus* spp. isoladas reafirmam sua importância na transmissão de intoxicações de origem alimentar e a necessidade de condutas higiênicas durante a manipulação de alimentos (RAPINI et al., 2005).

E. coli foi classificada como a principal responsável por surtos de doenças de origem alimentar e hídrica no Brasil, no período de 2012 a 2021, identificada em 29,6% dos surtos de DTA's no país (BRASIL, 2022a). A popularização da culinária japonesa, nas últimas décadas, aumentou o consumo de pescados crus de diferentes espécies no país, algumas consumidas mais tradicionalmente, como o salmão, truta, peixe prego, atum e outras espécies, inclusive de água doce que, por questões de custo e disponibilidade, vêm sendo incorporadas ao cardápio de diversos estabelecimentos, como a tilápia, pirarucu, tambaqui, entre outros (RIBEIRO & PAOLUCCI, 2006; KATO et al., 2016; SOUZA & FAGUNDES, 2020).

Contudo, é notório que o consumo de carnes cruas, de qualquer espécie animal, eleva o risco do desenvolvimento de DTA's associados a agentes patogênicos de origem bacteriana (BRASIL, 2010); motivo pelo qual a atual legislação acerca dos padrões microbiológicos para alimentos traz parâmetros mais rigorosos para pescados que serão consumidos crus no que concerne à presença de *E. coli*, sendo tolerado o índice de 10^2 NMP/g em amostras de pescados para consumo cru e 5×10^2 NMP/g em amostras que serão consumidas após cocção (BRASIL, 2022b).

No presente estudo, considerando-se os valores de referência para pescados consumidos crus, a contagem de *E. coli* ficou acima dos parâmetros estabelecidos na legislação vigente em sete amostras de tilápias filetadas nos pesqueiros (pesque-pague), representando 19,4% (7/36) do total, enquanto as 12 amostras de tilápias coletadas inteiras em pesqueiros (pesque-pague) e filetadas em laboratório, bem como as 15 amostras de filés de tilápias industrializadas, obtidas em supermercados da região da Grande São Paulo, apresentaram contagem de *E. coli* dentro dos limites estabelecidos em legislação vigente (BRASIL, 2022b).

Estes dados corroboram com as observações de Lorenzon et al. (2010), acerca do menor índice de contaminação bacteriana de amostras de pescados coletadas inteiras, sem nenhuma manipulação prévia à análise e demonstram também maior controle higiênico-sanitário em estabelecimentos industriais em comparação aos pesqueiros cujas instalações de filetagem são bastante precárias, com estruturas abertas, sem barreiras físicas contra a entrada de pragas e a presença frequente de animais ao redor (cães, gatos, aves), bem como estruturas e materiais mal higienizados antes e após as atividades.

Vieira et al. (2000), após a análise de 60 amostras de peixes coletados ao longo da cadeia de produção de filés congelados em um frigorífico de uma fazenda de criação de peixes, em Campina Grande-PB (Brasil), observaram que os peixes recém-capturados apresentavam o valor mínimo de 3,0 NMP/g tanto para coliformes totais (CT) como para coliformes fecais (CF) e *E. coli* e que a contaminação foi crescendo ao

longo da cadeia, atingindo valores nas amostras comercializadas ao final do processamento de 2400 NMP/g para CT, CF e *E. coli*.

Lopes et al. (2012) verificaram que as amostras de três diferentes fábricas de gelo utilizadas na conservação dos pescados desembarcados em Cedral – MA apresentavam contaminação por coliformes a 35 °C, com variações de <3,0 a 460 NMP/mL e de <3,0 a 93 NMP/mL para o grupo de coliformes a 45 °C, tornando-o impróprio para o consumo e contato com alimentos.

Similarmente, Bartolomeu et al. (2011), em um estudo sobre a qualidade de filés de tilápia em uma indústria de processamento, em Curitiba – PR, relataram a contaminação por coliformes totais e *E. coli* na água de recepção e água de lavagem dos peixes cujos valores se mostraram acima do permitido pela legislação; conseqüentemente, as amostras de filés também apresentaram contaminação por esses microrganismos em todas as etapas avaliadas apresentando valores de 5×10^1 a $4,5 \times 10^3$ UFC/g de coliformes totais e <10 a $3,0 \times 10^2$ UFC/g de *E. coli*, evidenciando, segundo os autores, a necessidade de maior controle microbiano durante o processamento do filé de tilápia e da água utilizada no processo.

Lorenzon et al. (2010), determinaram o número de coliformes totais, termotolerantes no músculo, tecido superficial e trato gastrintestinal de peixes e na água de cultivo de peixes de cinco pesque-pagues, situados na microbacia do Córrego Rico – SP, e verificaram a presença de coliformes totais e termotolerantes em amostras tanto de peixes (tecido superficial e trato gastrointestinal) como na água de cultivo. De acordo com os autores, a presença das populações de micro-organismos pesquisados na água, pele e trato gastrintestinal reflete uma relação direta, sendo o monitoramento da qualidade da água de suma importância para a produção de peixes de boa qualidade.

Outros trabalhos têm apresentado a frequente presença de coliformes totais e termotolerantes em amostras de pescados comercializados em diferentes regiões do país. Silva-Júnior et al. (2015b) relataram a presença de coliformes termotolerantes em todas as 20 amostras de pescada branca analisadas com contagem $>1,1 \times 10^3$ NMP/g, na região de Macapá - AP. Em um estudo de 20 amostras de pescados coletados em feiras livres do município de São Paulo, nove foram consideradas impróprias para o consumo cru, representando 45,0% do total, em virtude da presença de coliformes termotolerantes e/ou *E.coli* e *V. cholerae* não-O1/não-O139 (SILVA et al., 2008).

Rall et al. (2008), em um estudo envolvendo 70 amostras de pescados oriundos de supermercados e peixarias da região de Botucatu – SP, relataram a presença de coliformes termotolerantes em 7 (21,2%) de 33 amostras de peixes

frescos, com variações de < 3 a 93 NMP/g e em 4 amostras (10,8%) de um total de 37 amostras de pescados congeladas, em concentrações que variaram de < 3 a > $2,4 \times 10^3$ NMP/g; os autores atribuíram o menor índice de contaminação por coliformes termotolerantes em amostras congeladas às baixas temperaturas que reduzem e/ou inibem o crescimento de micro-organismos.

Divergentemente, Ribeiro et al. (2009) verificaram a presença de coliformes termotolerantes acima dos limites máximos estabelecidos em apenas uma amostra de peixe defumado em um estudo em amostras de peixes congelados, defumados e salgados, oriundas de 11 indústrias, do estado do Rio de Janeiro, em um período de sete meses no ano de 2003.

Lopes et al. (2012) relataram que a determinação do NMP de coliformes em 42 amostras de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), revelou 20 amostras (47,61%) apresentando contagens entre 3,0 a 93 NMP/g, e 7 amostras (16,67%) apresentando intervalos de 3,0 a 23 NMP/g para coliformes a 35°C e a 45 °C, respectivamente, não ocorrendo isolamento de *E. coli*; os autores atribuíram a ausência de *E. coli* à alta salinidade do ambiente aquático no qual as amostras são cultivadas (água marinha) e/ou à presença de *Pseudomonas aeruginosa* nas amostras, bactéria produtora da substância pseudocina com efeito bacteriostático sobre *E. coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* e *Klebsiella*, dificultando seu isolamento.

Em outros países, estudos também têm reportado a presença de *E. coli* em amostras de pescados. Onyango et al. (2009), em um estudo de amostras de tilápias-do-Nilo, oriundas diretamente de pescadores em cinco praias da região do Golfo de Winam no Quênia e comparação com amostras coletadas em feiras livres da região e observou incidência de 1,6% de *E. coli*, em amostras de pescados coletados diretamente de pescadores contra 50% em amostras coletadas em feiras livres.

Em um estudo de 414 amostras de peixes (23 diferentes espécies de peixes de fontes marinhas, salobras e de água doce), sendo 280 amostras de peixes não processados coletados em mercados e 134 amostras de peixes congelados coletados em frigoríficos, na região de Cochin, Índia, os autores identificaram que a prevalência de *E. coli* foi consistentemente alta e estava acima do limite aceitável de 20 UFC/g para peixes na maioria dos casos (66% do total de amostras analisadas) (THAMPURAN et al., 2005).

Marín et al. (2009), em um estudo de 240 amostras de duas espécies de pescados, pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) e corvina aguada (*Cynoscion squamipinnis*), oriundos de mercados da região metropolitana da Costa Rica verificaram a presença de *E. coli* em 11% das amostras, sendo que em 2,5% de contagens totais foram superiores ao limite legal.

Em relação aos agentes bacterianos sabe-se que as temperaturas influenciam diretamente em sua proliferação, sendo que, em períodos mais quentes seu crescimento é acelerado; no presente estudo, observamos que as amostras coletadas nos meses de março e abril apresentaram maior incidência de micro-organismos em relação às coletadas nos meses de julho a setembro, sendo possível que a elevação destes índices estejam relacionados a fatores climáticos, contudo, pesquisas específicas são necessários para confirmação visto que este não foi o objeto de estudo do presente trabalho.

Nenhuma das amostras de filés de tilápias analisadas apresentou resultado positivo para a pesquisa de parasitos. Em contraste, vários estudos têm identificado a presença de parasitos em pescados. Um estudo envolvendo 79 amostras de diferentes espécimes de peixes teleósteos comercializados no estado do Rio de Janeiro, verificou a ocorrência de parasitos da família *Anisakidae* e da ordem Trypanorhyncha em aproximadamente 20% das amostras analisadas, sendo que, em algumas espécies (*Micropogonias furnieri* e *Pagrus pagrus*) foram observados ambos os parasitismos (CARDOSO et al., 2006).

Um estudo realizado na Venezuela, pesquisou a presença de nematóides da família *Anisakidae* em peixes frescos comercializados em mercados da região nordeste e insular do país; e das 913 amostras de 20 espécies de petiscos de consumo popular analisadas, verificou-se que, apenas duas, tainha branca (*Mugil liza*) e tainha Lebranche (*Mugil curema* ou *Mugil incilis*) foram positivas para anisacuídeos (BADAOUÏ et al., 2015).

Badaoui et al. (2015) verificaram ainda, o predomínio do gênero *Contracaecum* spp. (84,39%) na Tainha Branca, seguida pela *Pseudoterranova* spp. (10,00%) e *Anisakis* spp. (5,61%) e na Tainha Lebranche, os resultados foram: *Anisakis* spp. (47,16%), *Pseudoterranova* spp. (40,10%) e *Contracaecum* spp. (12,74%); com carga parasitária média de 65 ± 5 parasitas/indivíduo para a Tainha Lebrache e 38 ± 16 parasitas/indivíduo na Tainha Branca; sendo encontrado principalmente nas vísceras digestivas e nos rins, representando risco aos consumidores a depender dos hábitos de consumo destes pescados.

Azevedo et al. (2006) realizaram um estudo da resposta hematológica e branquial de tilápias parasitadas na região do Vale do Rio Tijuca em Santa Catarina em peixes criados em pesque-pague e em viveiro com dejetos de suínos e verificaram que, dos 360 animais analisados, 64 (17,8%) estavam parasitados com *Cichlidogyrus sclerosus* e *Cichlidogyrus* sp. (Monogeneoidea: Ancyrocephalidae), 20 (5,5%) com *Trichodina* sp. (Protozoa: Ciliophora) e quatro (1,1%) com *Lamproglana* sp. (Crustacea: Lernaecidae); embora estes parasitas não representem, à luz dos

conhecimentos atuais risco à saúde pública podem causar aspecto repugnante ao consumidor.

Em um estudo de 100 amostras dos seguintes pescados: pacu *Piaractus mesopotamicus* (Characidae), carpa comum *Cyprinus carpio* (Cyprinidae), tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Cichlidae), híbrido tambacu (macho de *P. mesopotamicus* x fêmea de tambaqui-*Colossoma macropomum*) e piraputanga *Brycon hillari* (Characidae), 15% estavam parasitados por pelo menos um dos seguintes parasitos: *Trichodina* sp.; helmintos monogenóides; copepoditos de *Lernaea cyprinacea*; *L. cyprinacea* adulta ou *Dolops carvalhoi*. (SCHALCH et al., 2006).

Dixon (2006) relatou a identificação de duas espécies de anisquídeos, *Contracaecum osculatum* e *Phocascaris* spp. em peixes marinhos de importância comercial. Ferreira et al. (2006), em um estudo envolvendo 150 amostras de cinco espécies de pescados teleósteos, de origem marinha, comercializados no Mercado São Pedro, Município de Niterói, Rio de Janeiro, no gênero de pescado *Cynoscion* sp. observaram prevalência de 16,6% de parasitas da espécie *Pterobotrium crassicolle* nos pescados *Caranx latus* e *Pomatomus saltator* e verificaram prevalência de *Callitetrarhynchus gracilis* em 33,33% e 36,67% das amostras respectivamente.

Dias et al. (2010), em um estudo de 100 amostras de peixe-porco (*Aluterus monoceros*), coletadas entre maio e agosto de 2006, em estabelecimentos de comercialização de pescados nos municípios de Niterói e Rio de Janeiro, verificaram 16 peixes parasitados por larvas de nematoides anisquídeos pertencentes às espécies *Anisakis* sp. e *Contracaecum* sp., com prevalência de 1 e 16% e 51 amostras de peixes parasitados no fígado e mesentério por cestoides da ordem Trypanorhyncha, sendo as espécies identificadas como *Floriceps saccatus* e *Callitetrarhynchus speciosus*, com prevalência de 45 e 6%, respectivamente, sendo este o primeiro registro de larvas de *Anisakis* sp. e de Trypanorhyncha em peixe-porco (*A. monoceros*).

Um recente estudo, analisou 108 amostras de filé de Polaca do Alasca congelado, adquiridas em estabelecimentos comerciais do estado de São Paulo - Brasil, no período de julho de 2017 a novembro de 2019, e verificou que apenas 18 amostras (17%), de quatro marcas diferentes, não apresentaram nenhuma forma parasitária enquanto nas amostras restantes foram identificadas a presença de cestóides da ordem Trypanorhyncha em 73 amostras e nematóides da família Anisakidae em 57 amostras (FIORAVANTI et al., 2022).

Fioravanti et al. (2022) também observaram que mais da metade das amostras estudadas (76 amostras) apresentaram até cinco formas parasitárias na taxa de quilograma e reforçaram a necessidade de mais dados sobre a incidência de parasitas

em peixes e seu impacto na saúde humana, a fim de alertar a população e autoridades sanitárias sobre seus perigos.

A presença de matérias estranhas macroscópicas também foi avaliada sendo identificados fragmentos de grama 8,3% (3/36) e 2,7% (1/36) pelo animal de espécie não identificado por método microscópico. Similarmente, Souza et al. (2021), em estudo acerca da presença de contaminantes físicos em amostras de camarões, oriundos de três supermercados e três feiras livres da região metropolitana do município de Belém – PA, identificaram a presença de formigas, saco plástico, fio de cabelo, fragmentos de insetos (baratas, pernilongos) entre outros.

Nas amostras de filés de tilápia industrializadas obtidas de supermercados foi verificada a presença de escamas em três amostras. Por definição, em regulamentos técnicos de identidade e qualidade de pescados, filé é o músculo obtido a partir do corte do peixe em sentido paralelo à coluna vertebral, desprovido de ossos da espinha dorsal, com ou sem pele ou o produto obtido a partir de corte único longitudinal da porção muscular desde a parte imediatamente posterior da cabeça até o pedúnculo caudal, no sentido paralelo à coluna vertebral (BRASIL, 2011a; BRASIL, 2017b), logo, a presença de escamas ou qualquer outra parte oriunda do pescado, que não somente a musculatura e pele, não é esperada.

Em algumas indústrias do ramo de beneficiamento de pescados o processo de remoção de escamas é efetuado por descamadeiras industriais seguido de lavagem, entretanto, há indústrias onde o pescado segue diretamente para filetagem sem descamação prévia, aumentando assim a probabilidade de que escamas que se desprendam da pele durante a filetagem possam se aderir aos filés (SILVA, 2021b).

Há diversos trabalhos relacionados à pesquisa de matérias estranhas em alimentos na literatura atual, contudo, ainda são pouquíssimos os que utilizam amostras de pescados para essa finalidade, sendo necessárias mais publicações para obtenção de dados estatísticos acerca da presença de matérias estranhas em pescados e uma melhor compreensão dos riscos reais no possível consumo desses contaminantes (SOUZA et al., 2021).

A presença de contaminantes inorgânicos também é apontada como fator de risco diretamente ligado ao consumo de pescados pela grande capacidade de bioacumulação e biomagnificação que estes organismos, em especial os filtrantes, apresentam (AGUSTINI & MUCELIN, 2010).

Estuários e regiões costeiras foram e ainda são muito utilizados para a disposição de efluentes urbanos e industriais muitas vezes sem o tratamento adequado gerando a contaminação de corpos d'água por compostos químicos orgânicos, nutrientes, resíduos de pesticidas e metais tóxicos e, conseqüentemente,

expondo a vida aquática a esses contaminantes (VAZ & FURLAN, 2020). Acrescidos a esses poluentes já amplamente conhecidos surge nos dias atuais a preocupação com a contaminação por novos produtos nanotecnológicos, fármacos e disruptores endócrinos presentes no esgoto industrial e doméstico (AVARI, 2013).

A concentração de metais tóxicos tais como Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn, o semi-metal As e outros metais de interesse em amostras de sedimentos dos reservatórios da região do Complexo Billings foi avaliada em recente estudo que classificou como péssima a qualidade dos sedimentos analisados (SILVA et al., 2017b).

No presente estudo, apesar do histórico de contaminação por metais pesados residuais de indústrias instaladas na região da represa Billings e dos diversos pontos de contaminação ambiental mapeados nas proximidades dos pesqueiros onde as amostras foram coletadas, conforme dados disponíveis no Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SigamGEO) verificou-se que todos os pools de amostras de filés de tilápia analisados encontravam-se dentro dos limites de tolerância para os contaminantes inorgânicos estabelecidos em legislação vigente (ROCHA et al., 1985; SILVA et al., 2017b; BRASIL, 2022d; CETESB, 2022; SIGAMGEO, 2023).

Com a revogação do Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965, que dispõe acerca das normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, os limites de tolerância para alguns contaminantes ficaram indisponíveis, visto que não constam na lista da nova regulamentação (IN nº 160, de 2022), é o caso dos minerais Antimônio, Cobre, Cromo, Estanho, Níquel, Selênio e Zinco, bem como do Cobalto e Molibdênio, entretanto, cabe salientar que, se os limites da referida legislação fossem considerados os pools das amostras P1 a P12, PF11 a PF20 e PF31 a PF36 estariam acima dos limites estabelecidos para Cromo (0,10 mg/kg para qualquer alimento) (BRASIL, 1965; BRASIL, 2022d).

Avári (2013) identificou a presença dos metais pesados cromo, mercúrio e chumbo em análises de amostras de água do braço Taquacetuba da Billings; o autor relaciona o aumento da suspensão de elementos do sedimento à elevação e equalização das temperaturas da coluna d'água no período final do mês de setembro e/ou a lixiviação de resíduos de fertilizantes e pesticidas pela presença de áreas agrícolas na região como possíveis fatores para o aumento dos níveis de metais pesados na região.

O autor também aponta índices elevados de chumbo em amostras de outros dois braços da represa pesquisados (braço Ilha dos Biguás e braço Alvarenga) e cita que as características físico-químicas da água da represa, como pH <6,0, podem fazer com que complexos de chumbo solubilizem com maior facilidade (AVARI, 2013).

Um estudo realizado no ano de 2013, analisou o índice de alteração histológica (I.A.H.) em 10 amostras de tilápias do Nilo provenientes da Represa Billings (n = 5) e de tanques comerciais da Royal Fish (n = 5) e observou-se diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os grupos, concluindo-se que poluentes presentes nas águas do reservatório afetaram histologicamente as brânquias (órgão mais afetado e principal porta de entrada da maioria dos poluentes em peixes) dos animais provenientes da Represa Billings sendo essa alteração uma forma de adaptação desses animais ao ambiente poluído (REZENDE et al., 2013).

Dentre as 48 amostras de pescados oriundas de pescueiros 31,2% (15/48) se originavam de criadouros instalados no interior de São Paulo; 32,0% (15/48) de estados da região sul do país (SC e PR), 12,5% (6/48) de Minas Gerais, e 21,0% (10/48) animais de vida livre oriundos da Represa Billings, região sudeste de São Paulo. Nesses estados, e em outros locais do país, a contaminação de pescados por metais pesados também vem sendo apontada (ROCHA et al., 1985; MARENGONI et al. 2008; MARENGONI et al. 2014; NANINI-COSTA et al., 2016; SILVA et al., 2021a).

Marengoni et al. (2008), em um estudo realizado no estado do Paraná, acerca da presença de metais pesados essenciais cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e metais pesados tóxicos cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr), por meio do método de espectrometria de absorção atômica, modalidade chama, em amostras de tilápias das linhagens GIFT, Bouaké e Chitralada cultivadas em hapas em tanques escavados, verificaram valores acima do limite tolerável preconizado pelo Ministério da Saúde, conforme Decreto nº. 55.871 de 26/03/65 para os metais pesados tóxicos Cd e Pb (1,00 e 2,00 mg kg⁻¹, respectivamente) em todas as linhagens.

De acordo com os autores, como o cultivo das tilápias foi realizado em um reservatório de policultivo (contendo diferentes espécies de peixes fora dos hapas) e com dinâmica de água e solo acumulada de outros cultivos, não foi possível determinar exatamente a fonte de contaminação (água, solo, peixe, ração, poluição, entre outros).

Em um recente estudo, realizado no estado do Rio Grande do Norte, foram analisadas 61 amostras dos principais produtos aquícolas da região: Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), Ostra (*Crassostrea gazar*) e camarão (*Litopenaeus vannamei*), cultivadas em sete diferentes métodos de produção, para pesquisa da concentração de Fe, Cd, Cu, Pb, Cr, Co, Ni, Ag, Mn e Zn. Os autores verificaram índices insatisfatórios de cromo em amostras de tilápia Estação de Tratamento de Efluente - ETE, ostra viveiro, ostra sistema convencional, ostra ambiente natural e camarão sem ração; cádmio em ostras de viveiro e ambiente natural e zinco em ostras de sistema convencional ambiente natural (SILVA et al., 2021a).

Marengoni et al. (2014) em um estudo sobre a bioacumulação de Cd, Pb e Cr em tilápias-do-Nilo, no Instituto de Pesquisa em Aquicultura Ambiental (InPAA), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, analisaram amostras de ração, filé, pele, brânquias, fígado, carcaça, solo e sedimento da caixa de coleta dos viveiros por meio da técnica de digestão nitro perclórica, e, espectrometria de absorção atômica e verificaram teores de Pb nos filés superiores ao preconizado pela legislação, bem como, o teor de Pb do solo no final do cultivo também foi significativamente maior (71,15 mg kg⁻¹) ($p < 0,05$) que o encontrado inicialmente (49,10 mg kg⁻¹).

Os autores destacaram ainda que o Índice de Poluição por Metais (MPI) nos filés (9,40) dos juvenis de tilápias analisadas foram maiores 79,8, 79,2, 69,6, 44,6 e 40,5% que os encontrados nas brânquias, no fígado, na pele, na carcaça dos alevinos e na carcaça dos juvenis, respectivamente, e apontaram o índice elevado como um fator de preocupação quanto ao consumo destes filés, caso as condições verificadas no estudo fossem mantidas até a vida adulta destes animais (MARENGONI et al, 2014).

No presente estudo, as amostras dos pescados oriundos da Billings foram obtidas pelos pescadores da Zona – Z17, cuja atividade de pesca é exercida em áreas mais preservadas da represa e com menor população total por região hidrográfica, a saber, Braço Capivari, onde o índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público (IAP) foi classificado como ótimo ou bom, de acordo com o mais recente relatório da CETESB, fato que poderia estar ligado à ausência de amostras acima dos limites de tolerância para contaminantes inorgânicos mesmo nos pescados de vida livre obtidos na represa (SÃO PAULO, 2010; CETESB, 2022; SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2022).

Entretanto, há trabalhos que apontam a presença de agentes contaminantes inorgânicos também neste braço da represa, tanto em amostras de sedimento como em espécies de peixes invasores (*Platanichthys platana*), sendo de suma importância a continuidade de trabalhos semelhantes com um n amostral maior e em diferentes épocas do ano, visto que fatores climáticos como o índice pluviométrico e a temperatura que podem influenciar as taxas de lixiviação, solubilização de partículas e suspensão de sedimentos na água e, conseqüentemente, nos índices de contaminantes inorgânicos na água e organismos aquáticos (BRAGA et al., 2009; OLIVEIRAS, 2012; AVARI, 2013; NANINI- COSTA et al., 2016; SILVA et al., 2017b).

Cabe ainda salientar que o potencial de bioacumulação de um contaminante pode variar em função do sexo, idade, etnia, localização (proximidade com área poluída), número de fontes de contaminação e, principalmente, quanto à frequência de consumo de um determinado produto ou tempo de exposição a ambiente

contaminado. Logo, embora dentro dos limites estabelecidos, populações que tenham por hábito o consumo frequente de alimentos que contenham traços de contaminantes inorgânicos, como é o caso das comunidades ribeirinhas, estão mais expostas e suscetíveis aos problemas de saúde que esses contaminantes podem gerar, motivo pelo qual seu monitoramento no sedimento, água e organismos aquáticos deve ser constante (BRAGA et al., 2009; AVARI, 2013).

As condições higiênico-sanitárias e ambientais dos estabelecimentos pesque-pague foram avaliadas no presente estudo e verificou-se que, dentre os 27 pesqueiros avaliados 44,4% (12/27) apresentaram nota mínima (zero) em relação às condições higiênico-sanitárias dos equipamentos, utensílios e mobiliários. Pinto et al. (2012), avaliaram as condições higiênico-sanitárias de pontos de comercialização de peixe *in natura* do mercado do peixe, na região de Teresina-PI e identificaram irregularidades nas barracas das feiras livres, equipamentos e utensílios, bem como nas práticas de manipulação exposição dos produtos ofertados.

De modo semelhante, Paiva et al. (2018), avaliaram as condições higiênico-sanitárias em feiras livres de Palmas-TO e verificaram problemas sanitários na maioria dos boxes de venda de pescados, equipamentos, utensílios, local de armazenamento e em relação à higiene dos manipuladores.

Em relação à qualidade da água, a maioria dos pesqueiros 77,7% (21/27) apresentava origem da água do tanque de cultivo de pescados considerada satisfatória, oriundas de fontes naturais (nascentes ou minas d'água nas propriedades), contudo, 22,2% (6/27) apresentavam conformidade parcial, tratando-se também de águas de nascentes, porém, com possível fonte de contaminação próxima (esgoto, áreas de descarte de carcaças de animais), representando sério risco à saúde dos consumidores uma vez que, em muitas dessas propriedades não há um monitoramento sistemático da qualidade da água dos tanques de cultivo.

Também cabe salientar que são necessários mais estudos acerca da qualidade da água dos reservatórios destas propriedades uma vez que a avaliação realizada no presente trabalho foi somente com base em quesitos visuais, não havendo laudos de controle de qualidade efetivamente.

Costa (2016) relatou em seu trabalho que as análises microbiológicas realizadas em 36 amostras de filés de tilápias, oriundas de pesque-pagues da microrregião do Estado de São Paulo, apresentaram resultados de qualidade superior quando comparadas a amostras de peixes processados inteiros; a autora cita o ambiente onde as tilápias são criadas como possível agravante sobre qualidade microbiológica dos pescados avaliados.

A presença de animais de outras espécies ao redor dos tanques de cultivo dos pescados e ao redor e nos tanques, simultaneamente, foi outro grande problema observado, sendo que 51,8% (14/27) dos estabelecimentos apresentavam animais de diferentes espécies ao redor do tanque, em sua maioria cães e algumas espécies de aves e 18,5% (5/27) foram classificadas como não conformes pela presença de animais, predominantemente aves aquáticas (patos, gansos, entre outros), no interior dos tanques de cultivo, representando risco de contaminação por agentes patogênicos que podem estar presentes principalmente nas fezes desses animais (LORENZON et al., 2010; COSTA, 2016).

A ausência de barreiras físicas contra a entrada de pragas e animais nas áreas de manipulação/filetagem dos pescados também foi notória em 96,2% (26/27) dos estabelecimentos, motivo pelo qual a presença de animais domésticos, principalmente cães e gatos e de vetores (moscas) foi frequentemente constatada nesse locais 40,7% (11/27). O mesmo problema também é apontado por outros autores em locais de desembarque de pescados e feiras livres (FREIRE et al., 2011; MEDEIROS-JUNIOR, 2015).

Pinto et al. (2012) verificaram a presença de animais (cães e gatos) em 100% dos locais de comercialização de pescados amostrados; os autores relatam que esses animais transitavam entre as barracas de peixes nas feiras livres e que as vísceras acumuladas embaixo das barracas e outros resíduos poderiam interferir diretamente nas condições de sanidade do local, atraindo vetores e pragas e constituindo focos de insalubridade.

Verificou-se também que muitos estabelecimentos pesque-pague ainda apresentam estrutura física precária nas áreas de filetagem e fazem uso de utensílios e equipamentos inadequados e/ou em condições de higiene e conservação insatisfatórias, sendo frequente a observação de acúmulos de sujidades, com formações de bolor em baldes e bacias utilizados, bem como o emprego de utensílios de material inadequado, constituídos, principalmente, de madeira. Diversos trabalhos relacionam o isolamento de micro-organismos patogênicos em pescados e outros alimentos à utilização de equipamentos e utensílios contaminados, sendo uma das principais falhas que ocorrem durante o processamento dos produtos (FERREIRA, 2006; SANTOS et al., 2008; MEDEIROS et al., 2017; SILVA-JÚNIOR et al., 2017).

Irregularidades concernentes às boas práticas de manipulação também foram observadas mesmo nos estabelecimentos com maior pontuação e que apresentavam melhor estrutura física da área de filetagem, sendo observado o toque de mucosas (nariz, olhos, boca) e cabelos por parte dos manipuladores durante as atividades de manipulação dos pescados, bem como o uso incompleto de uniforme (ausência de

toucas, aventais e/ou botas) ou uniformes sujos. Pinto et al. (2012), relataram quanto à proteção dos cabelos, que alguns manipuladores de pescados em feiras livres não apresentavam qualquer cuidado, não fazendo uso de touca ou utilizando de forma inadequada (não contendo os cabelos) e alguns apresentavam inclusive o hábito de coçar a cabeça constantemente.

Embora existam alguns materiais educativos acerca das boas práticas na manipulação e conservação de pescados (PEREIRA et al., 2009), observa-se nesses estabelecimentos, que os procedimentos de manipulação são executados, quase que em sua totalidade, por pessoas que não passaram por nenhum tipo de treinamento relativo ao tema. O deficitário embasamento legal para a atividade de fiscalização sanitária desses estabelecimentos favorece, muitas vezes, a falta de fiscalização e contribui para que práticas inadequadas de manipulação e conservação dos produtos se perpetuem (ELER et al., 2006).

No ano de 2019, a Portaria CVS 01, que disciplina, no âmbito do Sistema Estadual de Vigilância Sanitária – SEVISA, o licenciamento sanitário dos estabelecimentos de interesse da saúde e das fontes de radiação ionizante, e dá providências correlatas, incluiu em seu anexo I, no qual consta a lista de estabelecimentos passíveis de inspeção sanitária, a atividade de pesqueiros e pesque-pague, entretanto, não foi emitido por parte do CVS ou ANVISA nenhum regulamento técnico especificando o que deveria ser observado durante as ações regulatórias/fiscalizatórias dessa nova atividade incluída (SÃO PAULO, 2019).

Vale ainda salientar que, praticamente em todos os pesqueiros visitados observamos a atividade de criação e abate de pescados para comercialização, cuja competência regulatória e fiscalizatória recai sobre o MAPA ou Secretaria de Defesa Agropecuária Estadual, sendo ainda expressamente proibida a dupla atividade de fiscalização sanitária, conforme Art. 6º da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950 (BRASIL, 1950; BRASIL, 2017), entretanto, devido ao baixo número de fiscais disponíveis também nesses órgãos e a grande ocupação destes com a regulação e fiscalização de estabelecimentos de grande escala de produção e exportação/importação de produtos de origem animal, os estabelecimentos de pequeno porte, como é o caso dos pesqueiros, acabam não sendo priorizados.

O descarte irregular de carcaças e vísceras dos pescados diretamente na mata ou em corpos d'água, é outro grande problema do ponto de vista sanitário e ambiental e está diretamente ligado à contaminação da água (modificação da biota aquática) e à atração de pragas, vetores e animais silvestres (como urubus e outras aves de rapina) para as regiões dos pesqueiros. De acordo com Rodrigues et al. (2004) as sobras da manipulação de pescados (tais como: carcaças, peles, vísceras, cabeças), quando

armazenadas inadequadamente, constituem-se uma grande fonte de contaminação ambiental, seja pela acumulação destes resíduos ou pela poluição no solo, água ou ar que geram a depender da forma de descarte.

Muitos estabelecimentos do ramo ainda atuam sem licença dos órgãos ambientais competentes e sem a presença de um responsável técnico pelas atividades exercidas. Novamente, o baixo número de fiscais nos órgãos ambientais e a burocracia para o licenciamento são apontadas como as principais causas da falta de regularização destes estabelecimentos (MACHI, 2003; RESK, 2004).

Essas situações críticas vêm sendo apontadas em outros trabalhos há mais de uma década, não sendo observada evolução favorável e demonstram a necessidade urgente de maior fiscalização e controle sobre estes estabelecimentos a fim de minimizar os riscos de problemas sanitários e ambientais que a atividade, exercida irregularmente, pode gerar (ELER et al., 2006; MARTINO & CHIRINOS, 2015).

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, no presente estudo, é possível concluir que:

Dentre os micro-organismos estudados, *E. coli* apresentou maior frequência de contagem em valores acima dos limites aceitáveis pela legislação vigente.

Staphylococcus spp. foi o segundo micro-organismo mais frequentemente isolado, porém, somente uma amostra apresentou contagem de *S. coagulase* positiva acima dos limites aceitáveis.

Salmonella spp. apresentou baixa incidência, sendo isolada somente em uma amostra de tilápia filetada em estabelecimento pesque-pague, sendo identificada como sorotipo *S. Tiphymurium*.

O consumo dos filés de tilápia oriundos dos pontos de coleta avaliados não representa risco iminente de parasitose ou intoxicação por contaminantes inorgânicos ao consumidor final.

Foram detectados contaminantes macroscópicos indicativos de falhas de boas práticas na manipulação dos filés analisados.

Os filés de tilápia obtidos artesanalmente em estabelecimentos pesque-pague apresentaram maior contaminação bacteriana e por sujidades macroscópicas em comparação aos obtidos industrialmente ou filetados em ambiente controlado (laboratório).

Há necessidade de estruturação e implantação de programas de treinamento, monitoramento e vigilância das condições higiênico-sanitárias e ambientais dos estabelecimentos pesqueiros (pesque-pague) visando a melhoria da qualidade dos filés de pescados comercializados por estes estabelecimentos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A BÍBLIA. **A pesca maravilhosa**. Tradução de João Ferreira Almeida. Rio de Janeiro: King's Cross Publicações, 2013. 1627 p. Velho Testamento e Novo Testamento.

ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne). **Perfil da Pecuária no Brasil – Relatório Anual**, 2018. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2019

ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal). **Relatório Anual**, 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 05 jun. 2019

ABRUNHOSA, J. P. **Novas oportunidades na Aquicultura**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA. p. 118, 2011.

AFONSO, G.; URIOS, M. Sobre o ABC. **UFABC – Relações Sociais**. Disponível em: <<https://ufabcsocial.wordpress.com/sobre-o-abc/>>. Acesso em: 17/01/2023

AGUIAR, G. P. S.; GOULART, G. A. S. Produção de óleo e farinha a partir de coprodutos de pescado provenientes da bacia Tocantins-Araguaia. **Interdisciplinar: Revista Eletrônica da UNIVAR**. 1 (11): 67-71, 2014.

AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, A. C.; GUARINO, A. W. S. REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS POR ALUMINOSSILICATOS. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, p. 1145-1154, 2002.

AGUSTINI, M.A.B.; MUCELIN, C.A. 2010. Mexilhões-dourados como bioindicadores da qualidade hídrica do reservatório do lago de Itaipu-PR. **Seminário Nacional de Meio Ambiente e Extensão Universitária**, 9 a 21 de maio de 2010. Campus de Marechal Cândido Rondon-PR da Unioeste.

AMARAL, S. M. B.; Ana Paula Ferreira de ALMEIDA, A. P. F.; SILVA, F. S.; SILVA, Y. V.; DAMACENO, M. N. Panorama dos Surtos de Doenças Transmitidas por

alimentos no Brasil no período de 2009 a 2019. **Revista Científica Multidisciplinar**, v.2, n.11, 2021.

AMIN, O. M. Classification of the Acanthocephala. **Folia Parasitologica**, v. 60, n. 4, p. 273-305, 2013.

ANDRADE-JÚNIOR, F. P.; LIMA, B. T. M.; ALVES, T. W. B.; MENEZES, M. E. S. Fatores que propiciam o desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* em alimentos e riscos atrelados a contaminação: uma breve revisão. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 18, n. 1, p. 89-93, 2019.

AVARI, R. Represa Billings: **Aspectos de poluição em locais de pesca considerando seus múltiplos usos**. Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA – SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca. São Paulo, 2013. 100f.

AZEVEDO, T. M. P.; MARTINS, M. L.; BOZZO, F. R.; MORAES, F. R. Haematological and gill responses in parasitized tilapia from Valley of Tijucas River, SC, **Brazilian Science and Agriculture**., v. 63, n. 2, p. 115-120, 2006.

BADAQUI M.T.M.; LEMUS-ESPINOZA D, MARCANO Y, NOUNOU E, ZACARIAS M, NARVAEZ N. Larvas *Anisakidae* en peces del género *Mugil* comercializados en mercados de la región costera nor-oriental e insular de Venezuela. **Saber, Universidad de Oriente, Venezuela**., v. 27, n. 1, p. 30-38, 2015.

BAHNA, S.L. Ann Allergy. **Asthma Immunol**. v.117, p. 458-461, 2016.

BARTOLOMEU, D. A. F. S.; Dallabona DALLABONA, B. R.; MACEDO, R. E. F.; KIRSCHNIK, P. G. Contaminação Microbiológica durante as etapas de processamento de filá de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Archives of Veterinary Science**, v.16, n.1, p.21-30, 2011.

BATISTA, A. A. **A Lei Específica da Billings: avanços e desafios**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de pós-graduação “Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais”, da Escola Superior da CETESB, como

requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Conformidade Ambiental. São Paulo, 2018, f. 238.

BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016. DOI 10.2312/ActaFish.2016.4.2.50-58

BRAGA, A. L. F. 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, CEDEC, IBCCF/ UFRJ, NEEA/FMUSP, IPEN, 2009. Projeto Estuário.

BARROS, I. M.; LIMA, T. F.; STELLA, A. E. Salmonelose aviária e saúde pública: atualidades e o seu controle no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.17 n.32; p. 460, 2020.

BEVERIDGE, I. & CAMPBELL, R. A. New records and descriptions of Trypanorhynch cestodes from Australian fishes. **Records of the South Australian Museum**, v. 29, n. 1, p. 1-22, 1996.

BRASIL (1950). Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950. **Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal**. Diário Oficial da União: seção 1, de 19 de dezembro de 1950.

BRASIL (1965). Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965, **modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprêgo de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962**. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 09 de abril de 1965

BRASIL (2001). Ministério da Saúde. Resolução – RDC no°12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 de janeiro de 2001. Seção I, p. 45-53.

BRASIL (2002). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 275, de 21 de outubro de 2002. **Regulamento Técnico de Procedimentos Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 out. 2002.

BRASIL (2005). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p.

BRASIL (2010). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010. 158 p. : il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

BRASIL (2011a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa SDA nº 45, de 13 de dezembro de 2011. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de conservas de peixes**. Diário Oficial [da] União, 14 de dezembro de 2011, Seção 1.

BRASIL (2011b). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de *Salmonella* spp.** Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Adolfo Lutz. – Brasília: Ministério da Saúde, 2011, 60 p.

BRASIL (2017a). Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Decreto nº 9.013/2017 e alterado pelo Decreto nº 9.069/2017. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Diário Oficial [da] União, 30 de março de 2017, Seção 1.

BRASIL (2017b). Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017. **Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado, na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo.** Diário Oficial [da] União, 07 de junho de 2017 nº108, Seção: 1, pág. 5

BRASIL (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Memorando-Circular nº 2/2018/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA.** Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 08 fev. 2018.

BRASIL (2021). Ministério da Saúde. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial [da] União, 07 de maio de 2021, nº 85, Seção: 1, pág. 127

BRASIL (2022a). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 623, de 9 de março de 2022. **Dispõe sobre matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade.** Diário Oficial [da] União, 16 de março de 2022, nº 51, Seção 1, pág. 119.

BRASIL (2022b). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022. **Estabelece a lista de padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial [da] União, de 6 de julho de 2022, nº 126.

BRASIL (2022c). Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 722, de 1º de julho de 2022. **Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 de julho de 2022. Edição: 126, Seção I, p. 202.

BRASIL (2022d). Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN nº 160, de 1º de julho de 2022. **Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 de julho de 2022. Edição: 126, Seção I, p. 227.

BRITO, A. História da Raça: Tilápia Gift. **Rural Centro**, 2012. Disponível em: <<http://ruralcentro.uol.com.br/>>

BUSANI, L.; CIGLIANO, A.; TAIOLI, E.; CALIGIURI, V.; CHIAVACCI, L.; DI BELLA, C.; BATTISTI, A.; DURANTI, A.; GIANFRANCESCHI, M.; NARDELLA, M. C.; RICCI, A.; ROLESU, S.; TAMBA, M.; MARABELLI, R.; CAPRIOLI, A. Prevalence of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* contamination in foods of animal origin in Italy. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 8, p. 1729–1733, 2005.

CARDOSO, T. P.; SALGADO, R. L.; ANDRADE, P. F.; SÃO-CLEMENTE, S. C.; LIMA, F. C. Nematóides da família Anisakidae e cestóides da ordem Trypanorhyncha em peixes teleósteos comercializados no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 13, n. 2, p. 98-101, 2006.

CARVALHO, C. E. V.; FARIA, V. V.; CAVALCANTE, M. P. O.; GOMES, M. P. & REZENDE, C. E. Distribuição de Metais Pesados em Peixes Costeiros Bentônicos da Região de Macaé, R.J., Brasil. **Ecotoxicology and Environmental Restoration** v. 3, n. 2, 2000.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2022). **Série Relatórios: Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2021**. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/RAI2021-Relatorio-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo.pdf>>. Acesso em: 20 fev 2023.

CHAO, G.; ZHOU, X.; JIAO, X.; QIAN, X.; XU, L. Prevalence and Antimicrobial Resistance of Foodborne Pathogens Isolated from Food Products in China. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 4, n. 3; 2007. DOI: <https://doi.org/10.1089/fpd.2007.0088>

CODEVASF (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA) (2018). **Artesanato de couro de tilápia apoiado**

pela Codevasf é destaque em feira de peixe. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/artesanato-de-couro-de-tilapia-apoiado-pela-codevasf-e-destaque-em-feira-de-peixe>>. Acesso em: 20/06/2018.

COMUNIDADE EUROPEIA. 1993. Regulamentos para peixe e derivados. Decisão 93/140 / CEE: Decisão da Comissão de 19 de Janeiro de 1993, que fixa as modalidades de Controlo visual para pesquisa de parasitas nos produtos da pesca. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 56/42** (31993D0140) p.0042. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993D0140&from=ES>. Acesso em 18 ago 2018

COMUNIDADE EUROPEIA. 2005. Regulamento (CE) n° 2074/2005 da Comissão de 5 de Dezembro de 2005 que estabelece medidas de execução para determinados produtos ao abrigo do Regulamento (CE) n.o 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho e para a organização de controlos oficiais ao abrigo dos Regulamentos (CE) n.o 854/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho e n.o 882/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, que derroga o Regulamento (CE) n.o 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho e altera os Regulamentos (CE) n.o 853/2004 e (CE) n.o 854/2004. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 338/27**. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjYleeanYPdAhUMDZAKHTEIBUMQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.spcna.pt%2Fdownload.php%3Fpath%3Dpdfs%26filename%3DSPCNA_20081231150528_Reg__CE__n__2074_2005_de_5_12.pdf&usg=AOvVaw2NMpJU5yq9XPkSPwoEymO2>. Acesso em 18 ago 2018.

CONWAY, P. L. 1995. **Microbial ecology of the human large intestine**. In: GIBSON, G.R. and MACFARLANE, G.T. eds. p.1-24. Human colonic bacteria: role in nutrition, physiology, and pathology. CRC Press, Boca Raton, FL.

CAPOBIANCO, J. P. R. & WHATELY, M. Billings 2000: Ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo: relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99. São Paulo: **Instituto Socioambiental**, 2002.

CORTEZ, A. L. L.; CARVALHO, A. C. F. B.; IKUNO, A. A.; BÜRGER, K. P.; VIDAL-MARTINS, A. M. C. Identification of *Salmonella* spp. in isolates from chicken abattoirs by multiplex – PCR. **Research Veterinary Science**, v.81, p. 340-344, 2006.

CORTEZ NETTO, J. P.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; MALUF, M. L. F.; FREITAS, J. M. A.; SIMÕES, M. R. Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 181-7, 2010.

COSTA, L. C.; MACEDO, H. R.; VON DENTZ, B. A.; SERRÃO, G. X.; SOUZA, H. B.; FEIDEN, A. Tilápias pequenas com tamanhos não comerciais para processamento de enlatados: rendimento corporal, análise centesimal e microbiológica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32237>. Acesso em: 08 set 2022.

COSTA, T. D.; VIDAL, A. M. C.; VAZ, A. C. N. Pesquisa de *Listeria* spp. e *Salmonella* spp. isoladas de tilápias (*Oreochromis* spp.) obtidas de pesque-pagues no interior do estado de São Paulo, Brasil. **Ars Veterinaria**, v.31, n.2, p.93, 2015.

COSTA, T. D. **Qualidade microbiológica e perfil de sensibilidade antimicrobiana dos isolados de tilápias (*Oreochromis* spp.) de pesque-pague da microrregião do Estado de São Paulo**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Medicina Veterinária Preventiva). Jaboticabal, 2016, 86 p.

CUNHA, M. L. R. S.; PERESI, E.; REGINA ADRIANA OLIVEIRA CALSOLARI, R. A. O.; ARAÚJO JÚNIOR, J. P. Detection of enterotoxins genes in coagulase-negative *Staphylococci* isolated from foods. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 37, p. 70-74, 2006.

DEARDORFF, T. L.; RAYBOURNE, R. B.; MATTIS, T. E. Infections with *Trypanorhyncha plerocerci* (Cestoda) in Hawaiian fishes of commercial importance. **Quarterly University of Hawaiian Sea Grant College Program**, v. 6, n. 3, p. 1-6, 1984.

DIAS, F. J. E.; CLEMENTE, S. C. S.; KNOFF, M. Nematoides anisquídeos e cestoides *Trypanorhyncha* de importância em saúde pública em *Aluterus monoceros*

(Linnaeus,1758) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 19, n. 2, p. 94-97, 2010.

DIXON, B. R. **Isolation and identification of Anisakid roundworm larvae in fish.** OPFLP-2 June 2006. Disponível em: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/res-rech/analy-meth/microbio/index_e.html>. Acesso em 21 ago 2018.

DUARTE; A. R. RIBEIRO, A. M. M; VASCONCELOS, J. V. D; SILVA, P. L. A.; SANTANA, A. A. P. Ocorrência de *Salmonella* spp. e *Staphylococcus* coagulase positiva em pescado no nordeste, Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Laboratório nacional agropecuário, rua Dom Manoel de Medeiros, s/n o, CEP 52171-030, Recife, PE, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 711-713, 2010.

ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. L.; NOGUEIRA, A; MILANI, T. **Avaliação sócio-econômica dos empreendimentos de pesque pague.** In: Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio MogiGuaçu. Eler, M.N. Espíndola (org.). São Carlos: Rima. 2006, p. 31-75.

EL-SAYED, A. F. M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, 179:149-168.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Pesca e aquicultura.** Palmas: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/>>. Acesso em: abr. 2022.

FAO (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA). Aquaculture Development 7. Aquaculture governance and sector development. **FAO Technical Guidelines for Responsible fisheries.** n. 5 Suppl. 7, Rome, Italy, p50, 2017.

FAO. El Estado Mundial de La Pesca Y La Acuicultura 2016. Contribución a La Seguridad Alimentaria Y La Nutrición Para Todos. **Part 4 – Perspectivas.** Roma, p. 190-211, 2016.

FAO. Farming the waters for people and food. **Proceedings of the Global Conference on Aquaculture**. 2012. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/015/i2734e/i2734e.pdf>>. Acesso em: 07 jul 2021.

FARIAS, M. C. A. (2007). Avaliação das condições higiênico-sanitárias do pescado beneficiado em indústrias paraenses e aspectos relativos à exposição para consumo em Belém, Pará. **Revista Do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 2, p. 206–206. Recuperado de [//periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32834](http://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32834)

FDA (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). Bacteriological Analytical Manual (BAM). **Appendix 2: Most Probable Number from Serial Dilutions**. 2020a. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-appendix-2-most-probable-number-serial-dilutions>>. Acesso em: 01 abr 2022.

FDA. Bacteriological Analytical Manual (BAM). **Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria**. 2020b. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>>. Acesso em: 01 abr 2022.

FDA. Bacteriological Analytical Manual (BAM) **Chapter 5: Salmonella**. 2022. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella>>. Acesso em: 01 abr 2022.

FDA. Bacteriological Analytical Manual (BAM) **Chapter 12: Staphylococcus aureus**. 2019. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus>>. Acesso em: 01 abr 2022.

FDA. Macroanalytical Procedures Manual (MPM) **MPM: V-7. Seafood**. 2021. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/macroanalytical-procedures-manual-mpm>>. Acesso em: 28 set 2022.

FEITOSA, A. C.; RODRIGUES, R. M.; TORRES, E. A. T.; SILVA, J. F. *Staphylococcus aureus* em alimentos. **Revista Desafios**, v. 04, n. 04, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2017v4n4p15>.

FELIZARDO, N. N.; KNOF, M.; PINTO, R. M.; GOMES, D. C. Larval anisakid nematodes of the flounder, *Paralichthys isosceles* Jordan, 1890 (pisces: teleostei) from Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 3, n. 2, p. 57-64, 2009.

FERNANDES, D. V. G. S.; CASTRO, V. S.; CUNHA NETO, A.; FIGUEIREDO, E. E. S. Salmonella spp. in the fish production chain: a review. **Ciência Rural**, v. 48, n. 8, p. 1 - 11, 2018.

FERREIRA, M. F.; CLEMENTE, S. C. S.; TORTELLY, R.; LIMA, F. C.; NASCIMENTO, E. R.; OLIVEIRA, G. A.; LIMA, A. R. Parasitas da ordem Trypanorhyncha: sua importância na inspeção sanitária do pescado. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 3, p. 190-193, 2006.

FERREIRA, S. M. S. **Contaminação de alimentos ocasionadas por manipuladores**. 2006. 47 f. Monografia (Especialização), Universidade de Brasília/UNB, Brasília, 2006.

FIEPR - Federação das Indústrias do Estado do Paraná. **Tilápia: O segundo peixe mais consumido do mundo**. 2019. Disponível em: <<https://www.fiepr.org.br/observatorios/biotecnologia-animal/FreeComponent21755content391993.shtml>>. Acesso em: 29/12/2022.

FILHO, P. X. M.; RIBEIRO, V. S.; ROCHA, H. S.; UMMUS, M. E.; Vale, T. M. Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura**, ISSN 2318-1400, p. 49, 2020.

FIORAVANTI, M. I. A.; SILVA, E. C.; SPECIAN, A. M.; NASCIMENTO, A. L.; CARVALHO, F.; MATTOS, E. C. Incidence of Parasites on Frozen Alaska Pollock (*Gadus chalcogrammus*, Pallas, 1814) Fillets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.65, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2022210277>>. Acesso em: 15 jul 22.

FARIAS, L. Pesqueiros têm movimento superior a R\$ 3 mi na região. **Diário do Grande ABC / Economia**. 1999. Disponível em: <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/258558/pesqueiros-tem-movimento-superior-a-rs-3-mi-na-regiao>>. Acesso em: 23 fev 2023.

FUNDAÇÃO DE ENERGIA E SANEAMENTO. **Boletim da Fundação de Energia e Saneamento**. Ano 9, n. 3, 2015.

FRANCO, M. L. R. S.; FRANCO, N. P.; GASPARINO, E.; DORADO, D. M.; PRADO, M. E.; VESCO, A. P. D. Comparação das peles de tilápia do nilo, pacu e tambaqui: Histologia, composição e resistência. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 21-32, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922013000100003>

FREIRE, J. L.; SILVA, B. B. SOUZA, A. S. Aspectos Econômicos e Higiênicos-Sanitários da Comercialização do pescado no Município de Bragança (PA). **Biota Amazônica**, v.1, n. 2, p. 17-28, 2011.

GAZAL, L. E. S.; BRITO, K. C. T.; CAVALLI, L. S.; KOBAYASHI, R. K. T.; NAKAZATO, G.; OTUTUMI, L. K.; CUNHA, A. C.; PIRES-NETO, J. A. S.; BRITO, B. G. Salmonella sp. em peixes – qual a importância para sanidade em pescado?. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.24, n.1/2, p. 55 - 64, 2018.

GERMANO, P. M. L.; OLIVEIRA, J. C. F.; GERMANO, M. I. S. O pescado como causa de toxinfecções bacterianas. **Revista Higiene Alimentar**, v.7, n.28, p.40-44, 1993.

GRIBOFF, J.; WUNDERLIN, D. A.; MONFERRAN, M. V. Metals, As and Se determination by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) in edible fish collected from three eutrophic reservoirs. Their consumption represents a risk for human health? **Microchemical Journal**, v. 130, p. 236–244, 2017.

GOES, E. S. R.; FEIDEN, A.; VEIT, J. C.; FINKLER, J. K.; GOES, M. D.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de biscoitos tipo cookies com inclusão de peixe. **Revista Agrarian**, v.10, n.37, p. 245-253, 2017.

GUIMARÃES, J. R. D.; LACERDA, L. D. & TEIXEIRA, V. L. Concentração de metais pesados em algas bentônicas da Baía da Ribeira, Angra dos Reis: Com sugestão de espécies monitoras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42, p. 553-557, 1982.

HARTWICH, G. Ascaridida. In: ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. **Keys to the nematode parasite of vertebrates**. London: MPG; 2009. p. 309-23.

HEINITZ M.L, JOHNSON J.M. The incidence of *Listeria* spp., *Salmonella* spp., and *Clostridium botulinum* in smoked fish and shellfish. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 3, p. 318-23, 1998.

HEINITZ, M. L.; RUBLE, R. D.; WAGNER, D. E.; TATINI, S. R. Incidence of *Salmonella* in Fish and Seafood, **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 5, p. 579–592, 2000.

HENRIQUES, J. K. S.; PIRES, B. S.; RODRIGUES, R. B. Utilização de subprodutos da indústria pesqueira na nutrição de peixes. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 17, n. 5, p.8788-8799, 2020.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal. **Prod. Pec. Munic.**, Rio de Janeiro, v. 45, p.1-8, 2017

JACOBS, M. N.; COVACI, A. & SCHEPENS, P. Investigation of selected persistent organic pollutants in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*), salmon aquaculture feed, and fish oil components of the feed. **Environmental Science & Technology**, 36, p. 2797-2805, 2002.

KASPER, D.; BOTARO, D.; PALERMO, E. F. A.; MALM, O. Mercúrio em peixes – fontes e Contaminação. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 228-239, 2007.

KATO, H. C. A.; OLIVEIRA, L. S.; MACIEL, E. S.; FREITAS, A. A. A cozinha de fusão encontra o rio: peixes nativos amazônicos como alternativa para a culinária japonesa. **Applied Tourism**, v. 1, n. 2, p. 97-114. 2016. DOI: 10.14210/at.v1n2.p97-114. Acesso em: 01 setembro 2022.

KUBTIZA, F.; KUBTIZA, L. M. M. Tilápias. **Panorama da Aquicultura**. v. 10, n. 59, 2000.

LACAZ, F. A. C. **Saúde dos trabalhadores: cenário e desafios**. **Caderno de Saúde Pública**, v. 13, supl. 2, p. 7-19, 1997.

LIMA, I. M. A. F. **Atividade jangadeira: ergonomia e qualidade do pescado de Ponta Negra, Natal-RN**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Engenharia de Produção. Natal/RN, 2014.

LIMA, D. P.; SANTOS, C.; SILVA, R.S.; YOSHIOKA, E.T.O.; BEZERRA, R.M. Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **Acta Amazonica**. v. 45, p. 405 – 414, 2015.

LIUSON, E. **Pesquisa de coliformes totais, fecais e Salmonella spp. em tilápias de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Medicina Veterinária. 93 f. 2003.

LOPES, E. S.; MACIEL, W. C.; TEIXEIRA, R. S. C.; ALBUQUERQUE, A. H.; VASCONCELOS, R. H.; MACHADO, D. N.; BEZERRA, W. G. A.; SANTOS, I. C. L. Isolamento de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* de psittaciformes: relevância em saúde pública. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.83, p. 1-10, 2016. DOI: 10.1590/1808-1657000602014

LOPES, I. S.; FERREIRA, E. M.; PEREIRA, D. M.; PEREIRA, L. S.; CUNHA, M. C. S.; COSTA, F. N. Pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) desembarcada: características microbiológicas e qualidade do gelo utilizado na sua conservação. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 4, p. 677-84, 2012.

LORENZON, C. S.; GATTI JUNIOR, P.; NUNES, A. P.; PINTO, F. R.; SCHOLTEN, C.; HONDA, S. N.; AMARAL, L. A. Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.4, p.617-624, 2010.

LUTOSA, A. G.; MONTEIRO, B. L. F.; SILVA, L. M. C. M.; SOUSA, M. L. S.; NERY, S. B. M.; BRITO, M. G. A.; SILVA, M. A.; LEITE, N. F. B.; OLIVEIRA, G. A. L. Aspectos gerais de infecções por bactérias do gênero *Salmonella*, um problema de saúde pública e animal. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13656>>. Acesso em: 17 ago 2022.

MACCHI, A. Pesqueiros do ABC vivem sem fiscalização. **Diário do Grande ABC / Setecidades**. 2003. Disponível em: <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/115954/pesqueiros-do-abc-vivem-sem-fiscalizacao>>. Acesso em: 24 fev 2023.

MANZINI, F. F.; SÁ, K. B.; PLICAS, L. M. A.; Metais Pesados: fonte e ação toxicológica. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 6, p. 800-815, 2010.

MARENGONI, N. G.; POSSAMAI, M.; GONÇALVES-JÚNIOR, A. C.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Performance e retenção de metais pesados em três linhagens de juvenis de tilápia-do-Nilo em hapas. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 351-358, 2008. DOI: 10.4025/actascianimsci.v30i3.455.

MARENGONI, N. G.; WILD, M. B.; GONÇALVES-JUNIOR, A. C.; VIVIAN, M. M. P. S.; Milton César de MOURA, M. C. Bioacumulação de metais pesados em tilápia do Nilo e retenção no solo e sedimento dos viveiros com adição de probióticos na dieta. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 1158-1167, 2014.

MARÍN, C.; FONSECA, C.; ARIAS, S.; VILLEGAS, I.; GARCÍA, A.; ISHIHARA, H. Bacteriological load of the fishes *Cynoscion squamipinnis* and *Lutjanus guttatus* in the marketing chain, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 57, n. 1-2, p. 45-52, 2009.

MARTINO, M. M. V.; CHIRINOS, J. E. M. **Evaluación de los residuos sólidos en el pesque- pague “São José” Maringá, Paraná, Brasil**. Tesis para optar el título profesional de biólogo acuicultor. Nuevo Chimbote, Perú 2015, f. 55.

MEDEIROS, J. M.; ARAÚJO, R. M. B.; NÓBREGA, A. L. A.; LIMA, A. D.; ZORRO, M. C.; SILVA, M. G. Alternativas para diminuir a poluição e a contaminação no beneficiamento dos mariscos usando equipamentos térmicos e máquinas rotativas. **Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, nº 36, 9. 77-90, 2017.

MEDEIROS-JUNIOR, E. F.; EIRAS, B. J. C. F.; RODRIGUES, E. C.; ALVES, M. M. Avaliação higiênico-sanitária do pescado comercializado na cidade de Bragança Pará. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.12, n.5, p.4237-4243, 2015.

MELO, A. A quase centenária Billings garante renda e trabalho aos moradores. **Diário do Grane ABC / Setecidades**. 2022. Disponível em: <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/3837471/a-quase-centenaria-billings-garante-renda-e-trabalho-aos-moradores>>. Acesso em: 23 fev 2023.

MESQUITA, K. **Estudo dos poluentes orgânicos persistentes (POPs) no sedimento da represa Billings – SP via cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas**. Dissertação para obtenção do título de mestre em ciências na área de Tecnologia Nuclear – Materiais. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo, 2017, 108f.

MINOZZO, M. G. **Processamento e Conservação do Pescado**. Caderno Digital. Instituto Federal do Paraná para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasile-Tec Brasil. Curitiba - PR. 166p. 2011.

MIRANDA, M. J. B.; BRANDT, C. T. Xenoenxerto (pele da Tilápia-do-Nilo) e hidrofibra com prata no tratamento das queimaduras de II grau em adultos. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**; v. 34, n. 1, p. 79-85, 2019.

MONTE, D. F. M.; SELLERA, F. P. *Salmonella*. **Emerging Infectious Diseases**. v. 26, n. 12, 2020. DOI: 10.3201/eid2612.ET2612. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7706954/>>. Acesso em: 10 ago 2022.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; TEIXEIRA, C. E.; MANO, S. B.; CONTE-JÚNIOR, C. A.; VITAL, H. C. Validade comercial de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) resfriados embalados em atmosfera modificada e irradiados. *Tecnologia de Alimentos*. **Ciência Rural**, v. 42 n. 4, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000400027>>. Acesso em: 10 ago 2022.

MORGANO, M. A.; Gomes, P. C.; MANTOVANI, D. M. B.; PERRONE, A. A. M.; SANTOS, T. Níveis de mercúrio total em peixes de água doce de pisciculturas paulistas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 25, n. 2, p. 250-253, 2005.

NANINI-COSTA, M. H. N.; QUINÁGLIA, G. A.; HELD, B.; PETESSE, M. L.; ESTEVES, K. E. Bioacumulação de mercúrio total em *Platanichthys platana* (Regan, 1917), um peixe zooplantívoro invasor no Complexo Billings (Alto Tietê - SP). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 3, p. 674-690, 2016. DOI: 10.20950/1678-2305.2016v42n3p674.

NASCIMENTO, A. L.; SOUSA, R. S.; RODRIGUES, A. A. R.; MATTOS, E. C.; DAROS, V. S. M. G.; DAL COL, R.; PINHEIRO, E. S.; NASSAR, A. F. C. Detection of virulence

factors in coagulase-negative *Staphylococcus* spp. strains isolated from Emmental cheese. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.87, 1-7, 2020.

NGUYEN, T. V.; VAN, P. L.; HUY, C. L.; GIA, K. N.; WEINTRAUB, A. Detection and Characterization of Diarrheagenic *Escherichia coli* from Young Children in Hanoi, Vietnam. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 43, n. 2, p. 755–760, 2005. doi: 10.1128/JCM.43.2.755-760.2005.

NOVOTNY, L.; DVORSKA, L.; LORENCOVA, A.; BERAN, V.; PAVLIK, I. Fish: a potential source of bacterial pathogens for human beings. **Veterinary Medicine Czech Republic**, v. 49, p. 343-358, 2004. DOI: <https://doi.org/10.17221/5715>. Acesso em: 05 jul 2021

NUNES, C.; LADEIRA, S.; MERGULHÃO, A. Alergia ao *Anisakis simplex* na população portuguesa. **Revista Portuguesa de Imunoalergologia**, v. 11, n. 1, p. 30-40, 2003.

OKUMURA, M. P. M.; PEREZ, A. C. A.; FILHO, A. E. Principais zoonoses parasitárias transmitidas por pescado – Revisão. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, v. 1, n. 1, p. 66-80, 1999.

OLIVEIRA, T. A. **Metais presentes nas águas e em tecidos de peixes da Represa Billings: uma avaliação temporal**. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na área de Tecnologia Nuclear – Materiais. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia associada á Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012. 215 f.

OMS/FAO. World Food Safety Day – **A Guide to World Food Safety Day 2022**. Disponível em: <<https://www.who.int/campaigns/world-food-safety-day/2022>>. Acesso em: 05 ago 2022.

OMS/FAO. CODEX STAN 190-1995. **Norma para filetes de pescado congelados rapidamente**. Adotada em 1995. Alterada em 2011, 2013, 2014. Revisada em 2017.

ONYANGO, D. M.; WANDILI, S.; KAKAI, R. et al. Isolation of *Salmonella* and *Shigella* from fish harvested from the Winam Gulf of Lake Victoria, Kenya. **Journal of Infection in Developing Countries**, v.3, n.2, p.99-104, 2009.

PAULI-YAMADA, L. F.; AQUINO, C. L.; MARCIANO, M. A. M.; SILVA, A. M.; NOGUEIRA, M. D. Detecção de parasitos em filés de polaca do Alasca (*Gadus chalcogrammus*, Pallas, 1814) comercializados em São Paulo, Brasil. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 7, n. 3, p. 46-52, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.22239/2317-269x.01304>>. Acesso em: 13 jul 2022.

PAIVA, M. J. M.; ANJOS, E. S.; COSTA, R. F.; ZUNIGA, A. D. G. Avaliação das condições higiênico sanitárias da comercialização de pescado em feiras livres de Palmas-TO. **Revista Desafios**, v. 5, n. 4, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.23593652201854p117>. Acesso em: 01 set 2022.

PEIXE BR (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA). Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/>>. Acesso em: 08 jul 2022.

PEREIRA, D. S.; JULIÃO, L.; SUCASAS, L. F. A.; SILVA, L. K. S.; OETTERER, J. A. G. M. **Boas Práticas para Manipuladores de Pescado: O Pescado e o Uso do Frio**. Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”. Piracicaba, 2009, f. 20.

PINHEIRO, C. Breve histórico da piscicultura e o trabalho da Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Casa da Agricultura**, n. 3, p. 40, 2011

PINTO, L. I. F.; BORGES, J. M.; ABREU, M. M.; CASTRO, A. S.; ALENCAR, G. R. R.; FEITOSA, R. G. N. Avaliação das condições higiênico-sanitárias das bancas de comercialização de peixe no mercado do peixe na cidade de Teresina-PI. **VII Congresso Norte, Nordeste de Pesquisa e Inovação** – Palmas – TO, 2012.

RAJANBABU, V.; CHEN, J. Y. Applications of antimicrobial peptides from fish and perspectives for the future. **Peptides**. 2011;32(2):415-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.peptides.2010.11.005>

RALL, V. L. M., CARDOSO, K. F. G. e XAVIER, C. Enumeração de coliformes termotolerantes em pescados frescos e congelados. **Pubvet**, v. 2, n. 39, 2008.

RAPINI, L. S.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; CARMO, L. S.; VERAS, J. F.; SOUZA, M. R. Presença de *Staphylococcus* spp. produtores de enterotoxinas e da toxina da

síndrome do choque tóxico em manipuladores de queijo de cabra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 6, p. 825-829, 2005.

RESK, S. S. Burocracia deixa pesqueiros da região na ilegalidade. **Diário do Grande ABC / Setecidades**. 2004. Disponível em: <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/291767/burocracia-deixa-pesqueiros-da-regiao-na-ilegalidade>>. Acesso em: 25 fev 2023.

REZENDE, K. F. O.; SANTOS, R. M.; SANTOS, R. M.; SHIMADA, J. C. B.; SILVA, J. R. M. C.; MUNIZ, C. A. S. D. Histopatologia das brânquias de Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, provenientes da represa Billings, área de proteção ambiental Bororé- Colônia. **Atlas de Saúde Ambiental**, v. 1, n. 1, p.57-68, 2013.

RIBEIRO, A. L. M. S.; OLIVEIRA, G. M.; FERREIRA, V. M.; PEREIRA, M. M. D.; SILVA, P. P. O. Avaliação microbiológica da qualidade do pescado processado, importado no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 16, n. 3, p. 109-112, 2009.

RIBEIRO, C. M. A & PAOLUCCI, L. Gastronomia, Interação cultural e Turismo: estudo sobre a dispersão da culinária nipônica na Cidade de São Paulo – 100 anos da imigração japonesa no Brasil. **Anais do Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul**, Caixas do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil , v. 4, 2006.

RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; OLIVEIRA, C. A. L. Dez anos da Tilápia Gift no Brasil. **Aquaculture Brasil**, 2016.

ROCHA, A. A.; PEREIRA, D. N.; PÁDUA H. B. Produtos de pesca e contaminantes químicos na água da represa Billings, São Paulo (Brasil). **Revista de Saúde Pública**, v. 19, p. 401-10, 1985.

RODRIGUES, M. S. M.; RODRIGUES, L. B.; CARMO, J. L.; JÚNIOR, W. B. A.; PATEZ, C. Aproveitamento Integral do Pescado com ênfase na Higiene, Manuseio, Cortes, Salga e Defumação. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. Belo Horizonte, 2004.

SANTOS, C. A. M. L. & VIEIRA, R. H. S. F. Bacteriological hazards and risks associated with seafood consumption in Brazil – Review. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 55, n. 4, p. 219-228, 2013.

SANTOS, J. R., MEZA, S. K. L., MARTINI, K. C., & NUNES, R. V. A Importância do Controle da Salmonella na Cadeia Produtiva de Frango de Corte. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 3, 167–174. Disponível em < <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v12n3p167-174>>. Acesso em: 02 jul 2020.

SANTOS, T. M.; MARTINS, R. T.; SANTOS, W. L. M.; MARTINS, N. E. Inspeção visual e avaliações bacteriológica e físico-química da carne de piramutaba (*Brachyplatistoma vaillanti*) congelada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 6, p. 1538-1545, 2008.

SANTIAGO, J. A. S.; ARAÚJO, P. F. R.; SANTIAGO, A. P.; CARVALHO, F. C. T.; VIEIRA, R. H. S. F. Bactérias Patogênicas relacionadas à Ingestão de Pescados – Revisão. **Arquivos de Ciência do Mar**, v. 46, n. 2, p. 92 – 103, 2013.

SÃO BERNARDO DO CAMPO (2022). Prefeitura Municipal de. Secretaria de Meio Ambiente e Proteção Animal / Departamento de Gestão Ambiental. **Atlas Socioambiental de São Bernardo do Campo**. Disponível em: <<https://www.saobernardo.sp.gov.br/web/sma/atlas/represa-billings-nossa-agua-nossa-vida>>. Acesso em: 15 nov 2022.

SÃO PAULO (Estado) (2010). Secretaria do Meio Ambiente / Coordenadoria de Educação Ambiental. **Billings**. Cadernos de Educação Ambiental – Edição Especial Mananciais, São Paulo: SMA/CEA. vol. I, 2010. 150p.

SÃO PAULO (Estado) (2019). Secretaria de Estado da Saúde. Coordenadoria de Controle de Doenças. Centro de Vigilância Sanitária. Portaria CVS 1, de 09 de janeiro de 2019. **Disciplina, no âmbito do Sistema Estadual de Vigilância Sanitária – Sevisa, o licenciamento dos estabelecimentos de interesse da saúde e das fontes de radiação ionizante, e dá providências correlatas**. Diário Oficial [do] Estado, nº 21, 31 de janeiro de 2019, Seção 1, pág. 50.

SCHALCH, S. H. C.; MORAES, J. R. E.; MOARES, F. R. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do pague” do município de Guariba, São Paulo, Brasil município de Guariba, São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum: Biological Science**, v. 28, n. 3, p. 291-297, 2006.

SCHULTER, E. P.; FILHO, J. E. R. V. **Evolução da Piscicultura no Brasil: Diagnóstico e Desenvolvimento da Cadeia Produtiva de Tilápia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA - Texto para discussão 2328; Rio de Janeiro: 2017

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (2015). **Aquicultura no Brasil – Série Estudos Mercadológicos**, 2015. 76 pp. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/\\$File/5403.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/$File/5403.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2019

SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) (2018). **Piscicultura: criação de tilápias em tanques-rede**. Brasília: SENAR, 2018.

SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) (2017). **Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de tilápias**. Brasília: SENAR, 2017.

SIGAMGEO (2023). Sistema Integrado de Gestão Ambiental. Acesso à Informação. **SigamGEO Público**. Disponível em: <<https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=16796>>. Acesso em: 02 fev 2023.

SILVA, A.; ZITKOSKI, J.; MAZUTTI, M. A.; MOSSI, A.; OLIVEIRA, J. V.; OLIVEIRA, D.; CICHOSKI, A. J.; TREICHEL, H. Evaluation of process parameters in the industrial scale production of fish nuggets. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 406-411, 2011.

SILVA, E. A. F.; SILVA, L. A.; OLIVEIRA, N. G.; AZEVEDO, T. F.; MANHANI, M. N. Análise parasitológica da água de abastecimento do município de Nova Serrana – MG. **Conexão Ciência**, v. 12, n. 2, p. 31-36, 2017a

SILVA, J. C.; TAVARES, J. L.; NAVONI, J. A. **Segurança Alimentar: Avaliação do conteúdo de metais pesados presentes nos principais produtos aquícolas produzidos no Rio Grande do Norte**. Artigo apresentado ao Programa de Pós Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às

exigências legais como requisito à defesa de artigo, na linha de Saneamento Ambiental, para obtenção do título de mestre, Natal, 2021a.

SILVA, L. S.; FERREIRA, F. J.; FÁVARO, D. I. T. Avaliação da concentração de metais tóxicos em amostras de sedimentos dos reservatórios do complexo Billings (Guarapiranga e Rio Grande). **Geochimica Brasiliensis**, v. 31, n. 1, p. 37 - 56, 2017b. DOI: 10.21715/GB2358-2812.2017301037

SILVA, M. L.; MATTÉ, G. R.; MATTÉ, M. H. Aspectos sanitários da comercialização de pescado em feiras livres da cidade de São Paulo, SP/Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 67, n. 3, p. 208-214, 2008.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKASAKI, M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5. ed, São Paulo: Blucher, 2017c. p. 560.

SILVA, T. L. A. Relatório de estágio supervisionado obrigatório realizado na Noronha Pescados Ltda, Recife-PE. **Relato de experiência - Fluxograma de controle de qualidade na indústria de pescado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Medicina Veterinária, Recife, 2021b. 47 f.

SILVA-JÚNIOR, A. C. S.; BARBOSA, F. H. F.; PROIETTI-JÚNIOR, A. A.; PALHA, S. E. M.; EMIN, E. T. Avaliação microbiológica de Pescada Branca (*Cynoscion* spp) comercializada na feira do pescado, Macapá AP. **Higiene Alimentar**, v. 29, n. 246/247, p. 108-112, 2015a.

SILVA-JÚNIOR, A. C. S.; FERREIRA, L. R.; FRAZÃO, A. S. Condições higienicossanitárias da comercialização de pescado em feiras livres da cidade de Santana, AP. **Higiene Alimentar**; v. 31 n. 274/275, p. 81-6, 2017.

SILVA-JÚNIOR, A. C. S.; SILVA, A. S. S.; BRITO, T. P.; FERREIRA, L. R. Ocorrência de *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes termotolerantes em Jaraqui, *Semaprochilodus brama* (Valenciennes, 1850) comercializado na Feira do Pescado, Macapá-AP. **Biota Amazônica**. Macapá, v. 5, n. 1, p. 32-36, 2015b.

SIMON, S. S.; SANJEEV, S. **Prevalence of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in fishery products and fish processing factory workers.** **Food Control**, v. 18, n. 12, p. 1565-1568, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.12.007>. Acesso em: 07 set de 2022

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para a produção de alimentos de forma sustentável. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 119-170, jun. 2018

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A.; SOUZA, L. B.; SILVA, J. B. A. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenada em gelo. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.6, n.3, p.239-242, 2012.

SOMET, C.; ERMEL, G.; ROSE, V.; ROSE, N.; DROUIN, P.; SALVAT, G.; COLIN, P.; Identification by a multiplex PCR-based assay of *Salmonella* Typhimurium and *Salmonella* Enteritidis strains from environmental swabs of poultry houses. **Letters in Applied Microbiology**, v.29, p.1-6, 1999.

SOUZA, C. O.; MELO, T. R. B.; MELO, C. S. B.; MENEZES, E. M.; CARVALHO, A. C.; MONTEIRO, L. C. R. *Escherichia coli* enteropatogênica: uma categoria diarreio gênica versátil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. 2, 2016a. doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232016000200010>

SOUZA; F. A., FAGUNDES; N. J. R. Identificação molecular de espécies comercializadas como “peixe branco” em restaurantes de sushi de Porto Alegre, Brasil. **Congresso Iberoamericano de Saúde Pública Veterinária**, 2ª edição, de 10/08/2020 a 15/08/2020. ISBN dos Anais: 978-65-86861-21-1. 2020

SOUZA, M. C. C.; ARAÚJO JUNIOR, J. P.; RODRIGUES, M. V. New Technique Development For *Anisakidae* Detection In Fish Fillets. **International Journal of Innovative Studies in Aquatic Biology and Fisheries**, v. 2, n. 3, p. 10-14, 2016b. DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-7670.0203002>

SOUZA, R. B. P.; PINHEIRO, B. G. M.; CAMPOS, H. O. B.; CORREA, T. P.; BARBOSA, A. K. S.; PALHETA, M. K. S.; LOBATO, C. C. F. M.; NUNES, E. L. R. F.; CABEÇA, C. L. S.; ALMEIDA, E. G. **Análise microscópica de sujidades em camarões sem casca, vendidos no município de Belém/PA.** In: SALES, R. S.

Química: Ensino, Conceitos e Fundamentos. Editora Científica Digital, Capítulo 14, p. 178 – 186, 2021. DOI: 10.37885/210504703.

SOUZA, R. M. Avaliação da qualidade microbiológica de peixes da espécie *Oreochromis niloticus* da Lagoa da Pampulha - Belo Horizonte - MG. **Revista NBC**, vol. 9, nº 18, 2019.

SOUZA, M. E.; CARDOSO, E. O.; LEAL, L. A.; LIMA, T. M. P.; TOLEDO, R. C. C. Anisakidose humana: zoonose com risco potencial para consumidores de pescado cru. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 25-37, 2016c.

SUSSEL, F. R. **Tilapicultura no Brasil e Entraves na Produção**. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Pirassununga, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www.pesca.sp.gov.br/TilapiculturaEntraves2013.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2019

TAGUSHI, V. O Mercado está para peixe. **Revista Globo Rural**, 2013. Disponível em: <http://revista_globorural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI338998-18282,00-O+MERCADO+ESTA+PRA+PEIXE.html>. Acesso em: 04 abr 2019.

TELES, L. T.; ZARA, L. F.; FURLANETTO, U. L. R.; SILVA-JUNIOR, N. J. Elementos traço em peixes de interesse comercial do Rio Caiapó (Goiás, Brasil) em área sob impacto ambiental. **Estudos**, v. 35, n. 11/12, p. 1055-1067, 2008.

TENAILLON, O.; SKURNIK, D.; PICARD, B.; DENAMUR, E. The population genetics of commensal *Escherichia coli*. **Nature Reviews Microbiology**, v.8, p.207-217, 2010. DOI: 10.1038/nrmicro2298

THAMPURAN, N.; SURENDRARAJ, A.; SURENDRAN, P. K. Prevalence and characterization of typical and atypical *Escherichia coli* from fish sold at retail in Cochin, India. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 10, p. 2208–2211, 2005.

VALVERDE, M. C.; CARDOSO, A. O.; BRAMBILA, R. O padrão de chuvas na região do ABC Paulista: os extremos e seus impactos. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 14, v. 22, 2018.

VARGAS, D. S. T.; QUINTAES, K. D. Potencial perigo microbiológico resultante do uso de caixas plásticas tipo monobloco, no armazenamento e transporte de pescados em São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 517-522, 2003.

VÁZQUEZ-LÓPEZ, C.; DE ARMAS-SERRA, C.; BERNADINA, W.; RODRÍGUEZ-CAABEIRO, F. A 24-kDa collagenase from *Gymnorhynchus gigas* elicits rat ileum hyperreactivity and is a target of humoral responses in mice previously given a single oral dose of parasite extract. **Digestive Diseases and Sciences** v. 47, n. 4, p. 935-942, 2002.

VAZ, F. S. & FURLAN, E. F. **Contaminantes inorgâncios em pescados**. In: CORDEIRO, C. A. M. Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 2. p.64 – 79, 2020. DOI: 10.37885/200801011.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, p. 305, 2017.

VIEIRA, K. V. M.; MAIA, D.C.C.; JANEIRO, D.I.; VIEIRA, R.H.S.F.; CEBALLOS, B.S.O. Influência das condições higiênico-sanitárias no processo de beneficiamento de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em filés congelados. **Higiene Alimentar**, v.14, n. 71, p. 37-40, 2000.

VIEIRA, R. H. S. F. & SAMPAIO, S. S. Emprego de gelo nos barcos de pesca, p.37-44, in Vieira, R.H.S.F. (org.), **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. Varela Editora e Livraria Ltda., 380 p., São Paulo, 2004.

XAVIER, M. L. P.; SOUZA, A. C. M.; RODRIGUES, J. P.; BRESCIANI, L. P. O novo perfil econômico do Grande ABC. **Organizações em contexto**, ano 3, n. 6, 2007.

