

IZABELA ALVES PAIVA

**SOROVARIÉDADES DE *Leptospira* sp. CIRCULANTES EM DUAS ESPÉCIES
DE PEIXES NEOTROPICAIS EM ÁREA LACUSTRE MARANHENSE,
BRASIL**

Documento de Dissertação apresentado
em cumprimento às exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ecologia
e Conservação da Biodiversidade
(PPGECB) da Universidade Estadual do
Maranhão.

Orientador(a): Profa. Dr^a. Nancyleni
Pinto Chaves Bezerra

São Luís – MA

2023

Paiva, Izabela Alves.

Sorovariedades de *Leptospira sp.* circulantes em duas espécies de peixes neotropicais em área lacustre maranhense, Brasil. / Izabela Alves Paiva – São Luís, 2023.

125f

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECEB/UEMA) - Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2023.

Orientadora: Profa. Dra . Nancyleni Pinto Chaves Bezerra.

1.Comunidades tradicionais. 2.Leptospirose. 3.Pesca artesanal. 4. Saúde Pública
I.Título.

CDU: 579.834 (812.1)

IZABELA ALVES PAIVA

**SOROVARIÉDADES DE *Leptospira* sp. CIRCULANTES EM DUAS ESPÉCIES
DE PEIXES NEOTROPICAIS EM ÁREA LACUSTRE MARANHENSE,
BRASIL**

Documento de Dissertação apresentado
em cumprimento às exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ecologia
e Conservação da Biodiversidade
(PPGECB) da Universidade Estadual do
Maranhão.

Aprovada em: 27/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dr^a. Nancyleni Pinto Chaves Bezerra
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
Orientadora

Profa. Dr^a. Ilka Márcia Ribeiro de Souza Serra
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
1º Examinador

Prof. Dr. José Eduardo Costa de Freitas
Universidade de Aveiro - Portugal
2º Examinador

*À Deus pelo dom da vida.
Minha família.
Aos meus amigos que conquistei ao longo dessa vida.*

Com amor e carinho, dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força suficiente para nunca desistir dos meus sonhos. Agradeço por todos os momentos bons e ruins que vivenciei nos últimos dois anos, pelas pessoas incríveis que conheci e pelas experiências e novos conhecimentos adquiridos. Amém!

Meus mais profundos agradecimentos ao meu pai José Conceição (*in memória*) e minha mãe Ely Dionete, por todo investimento em minha educação, pelo amor incondicional que recebi e recebo e por serem meu alicerce, minha inspiração, minha felicidade. Agradeço a minhas irmãs Maria Isabel e Iolanda, por sempre estarem do meu lado para o que der e vier. Agradeço a toda a minha família. Amo vocês!

A Universidade Estadual do Maranhão – UEMA pelos sete anos de aprendizado e conhecimento adquiridos, assim como, a concessão da bolsa de mestrado. Agradeço o Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade pela oportunidade, como também, todos os docentes e colaboradores do Curso de mestrado.

Agradeço minha orientadora Profa. Dr^a Nancyleni Pinto Chaves Bezerra, pela dedicação, paciência e competência no suporte técnico científico, nas correções e no seu grande desempenho no papel que lhe foi designado. Tenho sorte em tê-la como orientadora e amiga, a senhora é uma referência para mim, agradeço principalmente pelos puxões de orelha.

Aos meus colegas de turma, em especial, meu grupinho em nome de Itallo Cristian Oliveira, Ingrid Caroline Moreiras, Rayane Serra e Ana Virgínia Oliveira, assim como, Karen Bianca Souza.

Agradeço a Ladilson Rodrigues, Juliany Mendes, Greiciene de Jesus, Vitória Monteiro e os demais colaboradores do Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Água que, direta ou indiretamente, me ajudaram na execução desta e de outras pesquisas.

Ao Laboratório de Diagnóstico de Doenças Infecciosas da UEMA, em nome do Prof. Dr. Hamilton Pereira Santos, por todo apoio no desenvolvimento da minha pesquisa. Ao Prof. Dr. Danilo Cutrim Bezerra, por toda ajuda na logística das coletas e análises, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amigos de graduação por toda ajuda e suporte, em nome de Nyanne França, Natacha Bianca e Matheus Willy, obrigada por esses sete anos de amizade.

Agradeço também minha Célula, composta por João Rubem, Camila Monteiro, Camila Pecegueiro, Noele Cabral, Thirza Rafaela, Thayanne Lago, Ricardo, Ana Paula, Erika e a pequena Elise, por toda ajuda e por acreditarem e torcerem por mim.

E por último, mas não menos importante, eu quero me agradecer. Agradecer por nunca ter desistido, apesar de todas as dificuldades, por zelar pela minha saúde mental. Muito obrigado!

Com carinho, agradeço!

“Por maior que sejam seus sonhos, o sonho de Deus é maior. Ele sabe o que você pede, mas o que ele quer dar é melhor!”

Robson Fonseca

RESUMO

A leptospirose é uma zoonose de distribuição cosmopolita cujo agente etiológico pode infectar diferentes espécies animais e acidentalmente o ser humano. Apesar da ampla variedade de hospedeiros existe escassez de estudos sobre a ocorrência da enfermidade em espécies de habitat aquático. Nesse sentido, objetivou-se diagnosticar as sorovariedades de *Leptospira* sp. circulantes em duas espécies de peixes neotropicais de área quilombola maranhense. Para isso, o estudo foi dividido em três etapas: (i) levantamento bibliográfico sobre a temática em estudo, com busca nas bases de dados Pubmed, SciELO, Periódicos Capes, Catálogo de Teses e Dissertações Capes, Teses e Dissertações de Programas de Pós-graduação do estado do Maranhão, além de sites de Órgãos Oficiais, utilizando como estratégias de busca os conectores booleanos e sinais, de acordo com a metodologia de cada base de dados e também, critérios de inclusão e exclusão; (ii) atividade de campo com a aferição dos parâmetros abióticos (temperatura, potencial hidrogeniônico e salinidade) da água do ambiente de captura dos peixes, com a utilização de instrumento multiparâmetro e, captura de 42 exemplares de peixes, sendo 21 *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jeju) e 21 *Cichlasoma bimaculatum* (acará preto). Os peixes capturados foram transportados vivos em caixas isotérmicas com água proveniente do local de captura provida de equipamento para oxigenação da água até a Universidade Estadual do Maranhão. Em ambiente laboratorial, amostras sanguíneas foram coletadas por canalização de veias branquiais. Os soros obtidos foram submetidos à pesquisa de aglutininas anti-leptospiras contra 25 sorovares do complexo *Leptospira* sp. por meio da técnica de soroaglutinação microscópica; e, (iii) elaboração de guia orientativo sobre a saúde e meio ambiente em comunidades quilombolas. Como resultados da primeira etapa do estudo, tem-se que as bactérias identificadas no levantamento bibliográfico foram os coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Aeromonas caviae*, *A. hydrophila*, *A. veroni* biovar veron, *A. schubertii*, *A. trota*, *Staphylococcus* sp. e coagulase positiva, *Citrobacter* sp. e *Serratia odorifera*. Nenhuma das bactérias identificadas, nesse levantamento, está incluída na lista de doenças de notificação obrigatória do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e, Organização Mundial de Saúde Animal. Quanto à segunda etapa do estudo, no ambiente amostrado constatou-se características favoráveis à sobrevivência da *Leptospira* sp. como a baixa velocidade das águas; pH de 7,31; e, temperaturas de 28,3 °C. A ocorrência total de aglutininas anti-*Leptospira* no estudo foi de 80,95% (n=34/42) com títulos que variaram de 1:100 a 1:400. As sorovariedades do complexo *Leptospira* sp. mais frequentes foram: Pomona, Hebdomadis, Butembo, Copenhageni, Cynopteri, Panama, Sentot, Bratislava, Icteriohaemorrhagiae, Pomona variante Bubalinos, Pyrogenes, Whitcombi. A leptospirose, doença infecciosa, documentada mundialmente em diversas espécies animais e no homem, infecta os peixes nativos *H. unitaeniatus* e *C. bimaculatum* com elevados percentuais de ocorrência. São necessárias ações de educação em saúde junto à comunidade quilombola sobre os riscos da utilização da água e dos recursos pesqueiros oriundos do ambiente alagável estudado. Também se faz necessário, a investigação das fontes de infecção para os peixes e a aplicação de medidas adequadas para a prevenção de leptospirose nessa área geográfica. Espera-se que os resultados obtidos nesse estudo e o guia orientativo elaborado na terceira do estudo possam auxiliar na discussão e elaboração de estratégias de controle para a leptospirose em áreas quilombolas que tem a economia pautada, sobretudo, na pesca artesanal.

Palavras-chave: Comunidades Tradicionais. Leptospirose. Pesca Artesanal. Saúde Pública.

ABSTRACT

Leptospirosis is a zoonosis with a cosmopolitan distribution whose etiological agent can infect different animal species and accidentally infect humans. Despite the wide variety of hosts, there is a scarcity of studies on the occurrence of the disease in species living in aquatic habitats. In this sense, the objective was to diagnose the serovarieties of *Leptospira* sp. circulating in two species of neotropical fish from the quilombola area of Maranhão. To this end, the study was divided into three stages: (i) bibliographical survey on the topic under study, with a search in the databases Pubmed, SciELO, Periódicos Capes, Catalog of Theses and Dissertations Capes, Theses and Dissertations of Postgraduate Programs graduation from the state of Maranhão, in addition to websites of Official Bodies, using Boolean connectors and signals as search strategies, according to the methodology of each database and also inclusion and exclusion criteria; (ii) field activity with the measurement of abiotic parameters (temperature, hydrogen potential and salinity) of the water in the fish capture environment, using a multiparameter instrument and capture of 42 fish specimens, 21 of which were *Hoplerthrinus unitaeniatus* (jeju) and 21 *Cichlasoma bimaculatum* (black acará). The captured fish were transported alive in isothermal boxes with water from the capture site, equipped with equipment to oxygenate the water, to the State University of Maranhão. In a laboratory environment, blood samples were collected by channeling branchial veins. The sera obtained were tested for anti-leptospira agglutinins against 25 serovars of the *Leptospira* sp. complex. using the microscopic seroagglutination technique; and, (iii) preparation of a guide on health and the environment in quilombola communities. As results of the first stage of the study, the bacteria identified in the bibliographical survey were total and thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Aeromonas caviae*, *A. hydrophila*, *A. veroni* biovar *veron*, *A. schubertii*, *A. trota*, *Staphylococcus* sp. and positive coagulase, *Citrobacter* sp. and *Serratia odifera*. None of the bacteria identified in this survey are included in the list of notifiable diseases of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply and the World Organization for Animal Health. As for the second stage of the study, the sampled environment found characteristics favorable to the survival of *Leptospira* sp. such as the low speed of the water; pH of 7.31; and, temperatures of 28.3 °C. The total occurrence of anti-Leptospira agglutinins in the study was 80.95% (n=34/42) with titers ranging from 1:100 to 1:400. The serovarieties of the *Leptospira* sp. The most frequent were: Pomona, Hebdomadis, Butembo, Copenhageni, Cynopteri, Panama, Sentot, Bratislava, Icteriohaemorrhagiae, Pomona variant Bubalinos, Pyrogenes, Whitcombi. Leptospirosis, an infectious disease documented worldwide in several animal species and in humans, infects native fish *H. unitaeniatus* and *C. bimaculatum* with high percentages of occurrence. Health education actions are needed with the quilombola community about the risks of using water and fishing resources from the flooded environment studied. It is also necessary to investigate the sources of infection for fish and apply appropriate measures to prevent leptospirosis in this geographic area. It is expected that the results obtained in this study and the guidance prepared in the third part stage of the study can help in the discussion and development of control strategies for leptospirosis in quilombola areas whose economy is based, above all, on artisanal fishing.

Keywords: Traditional Communities. Leptospirosis. Artisanal Fishing. Public health.

LISTA DE FIGURAS

METODOLOGIA GERAL

Figura 01	Localização geográfica da Comunidade de Ponta Bonita, município de Anajatuba – MA.....	42
Figura 02	Ambiente alagável da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba, estado do Maranhão.....	43
Figura 03	Coleta de amostra de peixes em ambiente alagável da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba, estado do Maranhão.....	44
Figura 04	Coleta de sangue em peixes oriundos da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba – MA: (A) <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (jeju); (B) <i>Cichlasoma bimaculatum</i> (acará preto)	45
Figura 05	Processamento Laboratorial das Amostras Sanguíneas de Peixes Oriundos da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, Município de Anajatuba – MA: (A) amostras sanguíneas; (B) centrifugação dos soros em centrífuga digital; (C) soro sanguíneo em ampolas tipo eppendorf.....	45
Figura 06	Soroaglutinação Microscópica em Soros de Peixes Oriundos da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, Município de Anajatuba – MA: (A) alíquotas de soro de solução salina em placas de polietileno; (B) microscópio de campo escuro.....	47

CAPÍTULO I

Figura 01	Fluxograma do processo de busca, seleção e inclusão das Referências no estudo “bacterioses em peixes no estado do Maranhão”	53
------------------	---	----

CAPÍTULO III

Figura 01	Lista de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado.....	94
Figura 02	Vias de Transmissão e Principais Sintomas da Leptospirose.....	95
Figura 03	Higiene e Cuidados Pessoais como Promoção de Saúde.....	97
Figura 04	Higiene e cuidados com os Alimentos como Promoção de Saúde.....	98
Figura 05	Higiene e Cuidados com a Água como Promoção de Saúde.....	99
Figura 06	Cuidados com o Lixo como Promoção de Saúde.....	100

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 01.	Critérios de inclusão e exclusão dos textos utilizados no estudo “bacterioses em peixes no estado do Maranhão.....	54
Quadro 02.	Referências utilizadas no estudo sobre identificação de bactérias em peixes no estado do Maranhão.....	54

LISTA DE TABELAS

METODOLOGIA GERAL

Tabela 01.	Coleção de antígenos do complexo <i>Leptospira</i> spp. de referência utilizados na prova de Soroaglutinação Microscópica (SAM).....	46
-------------------	--	----

CAPÍTULO II

Tabela 01.	Collection of antigens belonging to the <i>Leptospira</i> sp. complex that were used in the Serum-agglutination Microscopy (SAM) technique to diagnose the <i>Leptospira</i> sp. serovariety circulating in <i>Cichlasoma bimaculatum</i> and <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	79
-------------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACEB	Associação Cultural e Educacional do Brasil
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA	Área de Proteção Ambiental
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
BIONORTE	Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CEEA	Comitê de Ética e Experimentação Animal
CF	Constituição Federal
CFMV	Conselho Federal de Medicina Veterinária
CCN	Centro de Cultura Negra
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DHAA	Direito Humano à Alimentação
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado
ELISA	Ensaio de Imuno Absorção Enzimática
EUA	Estados Unidos da Américas
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FCP	Fundação Cultural Palmares
Ha	Hectare
IN	Instrução Normativa
LARAQUA	Laboratório de Reprodução de Recursos Pesqueiros
LDDI	Laboratório de Diagnóstico de Doenças Infecciosas
LILACS	Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

LPI	Local Provável de Infecção
LPS	Lipopolisacarídeos
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mm	Milimitro
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
NC	Não Consta
NMP	Número Mais Provável
OD	Oxigênio Dissolvido
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OIE	Organização Mundial de Saúde Animal
PCR	Reação de Cadeia de Polimerase
PEIXE- Br	Associação Brasileira de Piscicultura
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNAN	Política Nacional de Alimentação e Nutrição
PUBMED	Wational Center For Biotechnology Information
RDC	Resolução da Diretoria Colegiado
RENORBIO	Rede Nordeste de Biotecnologia
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal
SAM	Soroaglutinação Microscópica
SAN	Segurança Alimentar e Nutricional
SCIELO	Scientific Elestronic Library Online
SEIR	Secretaria Estadual Extraordinária de Igualdade Racial
SIM	Sistema de Informação de Mortalidade
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SNVE-Lepto	Sistema de Vigilância Epidemiológica da Leptospirose

SOFIA	Relatório do Estado da Pesca e Aquicultura
SU	Saúde Única
SUS	Sistema Único de Saúde
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
UC	Unidade de Conservação
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
USP	Universidade de São Paulo
UV	Ultravioleta
VE	Vigilância Epidemiológica
ZEE	Zona Econômica Exclusiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO ESTUDO.....	21
3	HIPÓTESE CIENTÍFICA DO TRABALHO.....	22
4	OBJETIVOS.....	22
4.1	Geral.....	22
4.2	Específicos.....	22
5	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
5.1	Panorama da Pesca no Mundo.....	23
5.2	Panorama da Pesca no Brasil.....	24
5.3	Panorama da Pesca no Maranhão.....	25
5.4	Baixada Ocidental Maranhense.....	26
5.4.1	Comunidades Remanescentes do Quilombo da Baixada Ocidental Maranhense.....	28
5.5	Conhecimento Local de Pescadores sobre a Ecologia de Peixes....	29
5.6	Espécies de Peixes Neotropicais.....	30
5.6.1	Jeju (<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> , Spix e Agassiz, 1829)	30
5.6.2	Acará preto (<i>Cichlasoma bimaculatum</i> , Linnaeus, 1758).....	31
5.7	Bacterioses em Peixes.....	31
5.8	Leptospirose.....	32
5.8.1	Etiologia.....	32
5.8.2	Epidemiologia.....	33
5.8.3	Patogenia.....	34
5.8.4	Situação da Leptospirose no Mundo.....	35
5.8.5	Situação da Leptospirose no Brasil.....	36
5.8.6	Leptospirose em Animais Silvestres.....	37
5.8.6.1	<i>Leptospira</i> sp. em Peixes.....	37
5.8.7	Diagnóstico.....	38
5.8.8	Controle.....	39
5.9	Educação em Saúde.....	39
5.9.1	Uso de Material Educativo como Promoção de Saúde.....	40
6	METODOLOGIA GERAL.....	41

6.1	Comitê de Ética e Experimentação Animal.....	41
6.2	Levantamento Bibliográfico.....	41
6.3	Caracterização da Área de Estudo.....	42
6.3.1	Avaliação dos Parâmetros Abióticos da Água e Coleta das amostras.....	43
6.3.2	Coleta de Amostras Sanguíneas.....	44
6.3.3	Soroaglutinação microscópica.....	45
6.3.4	Análise dos Dados.....	47
6.4	Processo de Produção do Guia Orientativo.....	47
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
7.1	Capítulo 1.....	49
7.2	Capítulo 2.....	63
7.3	Capítulo 3.....	81
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
	REFERÊNCIAS.....	106
	ANEXO- CARTA DE SUMISSÃO.....	125

1. INTRODUÇÃO

A demanda e oferta de pescado¹ aumentaram nos últimos anos e o consumo de peixes foi impulsionado, dentre outros fatores, pelo seu reconhecimento como um alimento saudável e funcional, associado à presença de aminoácidos essenciais, ácidos graxos poli-insaturados (ômega 3 e 6), vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis e, macro e micro minerais essenciais (Pastro *et al.*, 2019; Pessoa *et al.*, 2020).

O consumo de peixe tem forte influência sociocultural em várias partes do mundo, a exemplo do Brasil, sobretudo em grupos tradicionais como os quilombolas, povos que têm sua subsistência alicerçada na agricultura, extrativismo e, principalmente na pesca artesanal (Almeida, 2006; Arruda *et al.*, 2018).

No Maranhão, a pesca² (principalmente a artesanal) e a aquicultura são umas das principais atividades fornecedoras de proteína animal de alto valor biológico para alimentação humana (Monteles; Funo; Castro, 2010; Nunes, 2015). Dentre as áreas de maior produção de peixes neste Estado, destaca-se a Baixada Ocidental Maranhense, região composta por um sistema hidrográfico integrado por um conjunto de rios, lagos e planícies fluviais inundáveis que possui extensão territorial de 1.775.035,9 hectares (ha), conferindo-lhe o *status* de maior bacia lacustre da Região Nordeste (Pereira; Rodrigues; Viegas, 2016; Silva Junior *et al.*, 2016).

A Baixada Ocidental Maranhense possui características que permitiram a instalação de diversos povos tradicionais ao longo do tempo. De acordo com Almeida (2013), essa região detém o maior número de comunidades remanescente de quilombos. As comunidades tradicionais quilombolas que habitam a Região tem na pesca artesanal, um importante modo de vida, com a obtenção de relevante fonte de proteínas ao longo do ano, sendo, a atividade realizada de acordo com conhecimentos tradicionais empíricos (Bernardes *et al.*, 2011; Arruda *et al.*, 2018).

Apesar dos inquestionáveis benefícios à saúde humana e deste integrar a cultura alimentar de diversos povos tradicionais (Sartori; Amancio, 2012), o peixe é muito

¹**Pescado:** Por definição oficial, o termo “pescado”, segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), por meio do Decreto nº 9.013, de 2017 inclui os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis, equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (Brasil, 2017).

²**Pesca:** Toda operação, ação ou ato tendente a extrair, colher, apanhar, apreender ou captura recursos pesqueiros (MPA, 2011).

susceptível, por suas características intrínsecas, à ação de vírus, fungos, parasitas e bactérias que podem colocar em risco a sanidade animal e a saúde do ser humano, já que muitos desses agentes são potencialmente zoonóticos³ (Oliveira, 2005; Alexandre *et al.*, 2021). Nesse quesito é importante mencionar que o estado do Maranhão apresenta aspectos fisiográficos favoráveis à disseminação e à endemicidade de enfermidades bacterianas por suas condições de temperatura e umidade próprias e à presença de fauna silvestre (Brasil, 1995).

No que concerne as enfermidades bacterianas infecciosas existentes encontra-se leptospirose, zoonose emergente de importância mundial causada por espiroquetas patogênicas do gênero *Leptospira* (Helmerhorst *et al.*, 2012). São conhecidas 14 espécies patogênicas de *Leptospira*, sendo a mais importante a *L. interrogans* (Oliveira *et al.*, 2009).

As leptospirosas são mantidas na natureza, principalmente, nos mamíferos, embora já tenham sido isoladas de répteis, anfíbios, pássaros, invertebrados e peixes. Estes animais podem se tornar portadores das leptospirosas, albergando-as no aparelho urinário e eliminando-as pelas excretas para o meio ambiente, constituindo fonte de infecção para animais suscetíveis (Vasconcelos *et al.*, 2002). Os principais reservatórios são os animais sinantrópicos domésticos e selvagens como *Rattus norvegicus* (ratazana ou rato de esgoto), *Rattus rattus* (rato de telhado ou rato preto) e *Mus musculus* (camundongo ou catita). Além de outros reservatórios de importância como os caninos, suínos, bovinos, equinos, ovinos e caprinos (Brasil, 2009).

Estudos sobre a circulação de bactérias do gênero *Leptospira* em peixes é incipiente no Brasil. Um estudo realizada por Esteves *et al.* (2005) com 166 animais (mamíferos, répteis, peixes e aves) e 26 funcionários do Zoológico Municipal de Uberaba com a utilização da técnica de soroaglutinação microscópica detectou que dos sete peixes avaliados, sendo seis da espécie *Oreochromis niloticus* (tilápia) e uma da espécie *Hoplias malabaricus* (traíra), seis (85,75%) foram reagentes para *Leptospira* spp. sorovar Canicola.

³**Agentes zoonóticos:** são doenças que são transmitidas de animais vertebrados para o homem e também do homem para os animais, principalmente quando seu ciclo ecológico é alterado, seja por intervenção natural ou pela intervenção humana (POVILL; LAZAR; BONVICINO, 2017).

Portanto, o estudo da leptospirose na fauna silvestre se reverte de grande importância para o controle e profilaxia da enfermidade em espécies domésticas e, também no homem.

2. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A sanidade animal é uma temática importante na criação de animais e na conservação da vida selvagem. Seja em animais domésticos ou selvagens, o impacto que as doenças causam nas populações animais e as formas de transmissão são preocupações recorrentes e atuais. A importância de se compreender a ecologia dos vetores, reservatórios e hospedeiros é reconhecida desde o início do Século XX (Delgado, 2010).

Entre os fatores que favoreceram o contato entre animais selvagens, domésticos e o homem, estão o acelerado crescimento populacional humano somado à destruição e fragmentação dos *habitats*. Em se tratando de zoonoses, a ocorrência destas, geralmente, acompanha as incursões dos seres humanos e seus animais domésticos em áreas naturais onde agentes de doenças têm existido há muito tempo em associação com animais selvagens (Field *et al.*, 2001).

O estudo das doenças de animais selvagens e a dinâmica destas são importantes para a saúde única (sanidade animal, saúde humana e meio ambiente) e economia de um País. Além das implicações diretas das enfermidades de animais selvagens nesses quesitos, a presença de surtos de doenças e de grande mortalidade desses animais podem ser importantes indicadores de desequilíbrios ecológicos, de introdução de novas espécies ou doenças, de mudanças climáticas, de alteração do *habitat* ou de poluição local (Morner *et al.*, 2002).

O município de Anajatuba, bem como a Baixada Ocidental Maranhense em geral, possui grande potencial para a realização de estudos de natureza biótica, abiótica, social e econômica, e estes precisam ser cada vez mais frequentes e terem continuidade, com a abordagem de aspectos inovadores, com o objetivo de testar hipóteses científicas.

Portanto, esta pesquisa é de relevância já que os resultados a serem obtidos podem contribuir para o debate ambiental, social e político, relacionado a área geográfica em estudo. Outrossim, o estudo está associado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com destaque para os seguintes: (i) ODS 2 - acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover uma agricultura

sustentável ; (ii) ODS 3 - assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; (iii) ODS 4 – assegurar uma educação inclusiva e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos; (iv) ODS 6 - assegurar o acesso a água potável e saneamento; (v) ODS 12 - assegurar a produção e padrões de consumo; (vi) ODS 14 - garantir a vida na água. Assim sendo, o presente estudo pretende levantar informações sobre a ocorrência de aglutininas anti-*Leptospira* sp. em peixes nativos, informações consideradas importantes para subsidiar programas de manejo com vistas a conservação dos recursos pesqueiros da área em estudo e percepção ambiental na Região.

3. HIPÓTESE CIENTÍFICA DO TRABALHO

O crescimento desordenado das cidades localizadas na Baixada Ocidental Maranhense, acrescido à falta de sistemas de tratamento de esgoto, desmatamento, criação precária de animais de interesse pecuário - suínos, bubalinos e bovinos -, domésticos, animais sinantrópicos e a presenças de espécies silvestres, fundamentam a hipótese de que bactérias do complexo *Leptospira* sp. infectam espécies de peixes neotropicais capturados em comunidade quilombola maranhense.

4. OBJETIVOS

4.1 Geral

- Diagnosticar sorovariedades de *Leptospira* sp. circulantes em duas espécies de peixes neotropicais de área quilombola maranhense.

4.2 Específicos

- Realizar levantamento bibliográfico sobre estudos de bacterioses em peixes no estado do Maranhão.
- Avaliar os parâmetros físico-químicos (temperatura, pH e salinidade) de amostras de água do local de captura dos peixes.
- Determinar a ocorrência de aglutininas anti-*Leptospira* em peixes neotropicais de área quilombola no município de Anajatuba, Maranhão

- Identificar os sorovares do complexo *Leptospira* sp. mais frequentes nos peixes avaliados.
- Elaborar um guia orientativo com a temática saúde e meio ambiente em comunidades quilombolas.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 Panorama da Pesca no Mundo

O pescado é um alimento rico em proteínas, caracterizado por alta digestibilidade e valor biológico. Possui, ainda, elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, sendo considerado um alimento muito saudável do ponto de vista nutricional (Soares *et al.*, 2016). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2022), da produção total de animais aquáticos, mais de 157 milhões de toneladas (89%) foram utilizados na alimentação humana.

Nos dias atuais, a indústria pesqueira tem crescido consideravelmente, tanto pelo aumento da demanda do consumidor, como pelas inovações tecnológicas que o setor tem incorporado (Agenta, 2012). De acordo com o relatório do Estado da Pesca e Aquicultura Mundial (SOFIA), a produção total advinda da pesca e aquicultura expandiu significativamente nas últimas sete décadas, passando de 19 milhões de toneladas (equivalente a peso vivo) em 1950 para um recorde histórico de cerca de 179 milhões de toneladas em 2018, com uma taxa de crescimento anual de 3,3% (FAO, 2022). Das 178 milhões de toneladas produzidas no ano de 2020, 51% (90 milhões de toneladas) foram provenientes da pesca e 49% (88 milhões de toneladas) da aquicultura. O pescado representa um dos segmentos mais comercializados no setor alimentício mundial, com aproximadamente 78% dos produtos destinados à concorrência do comércio internacional (Farias; Farias, 2018).

Segundo a FAO (2022), no ano de 2020, os países asiáticos foram os principais responsáveis por capturas, respondendo por 70% do volume total da pesca e aquicultura de animais aquáticos, seguidos por países das Américas (12%), Europa (10%), África (7%) e Oceania (1%). Os sete principais produtores de captura foram China (14,9%), Indonésia (8,2%), Peru (7,1%), Federação Russa (6,1%), Estados Unidos da América (EUA) (5,4%), Índia (4,7%) e o Vietnã (4,2%) que responderam por mais de 50% da produção, enquanto os 20 principais produtores por mais de 73%.

As capturas globais em águas continentais em 2020 foram de 11,5 milhões de toneladas, uma queda de 5,1% em relação a 2019. Assim como na captura marinha, as operações de pesca em águas interiores foram severamente impactadas pela pandemia da COVID-19 no ano de 2020 (FAO, 2022).

5.2 Panorama da Pesca no Brasil

Os setores de pesca e aquicultura têm sido cada vez mais reconhecidos por sua contribuição essencial para a segurança alimentar e nutricional global no século XXI (FAO, 2022). Nesse cenário, o Brasil tem condições de se tornar um grande produtor de pescado mundial e, portanto, alavancar o mercado, pois possui vasta extensão de zona econômica exclusiva (ZEE)⁴ e de costa marítima com 8.500 km de extensão; 12% da água doce disponível do planeta; grande volume d'água represado em reservatórios e de água subterrânea; condições climáticas favoráveis; disponibilidade de mão de obra; características de ambiente propícias à produção intensiva em mar aberto ou na região costeira (maricultura); localização estratégica para escoamento da produção para o Cone Sul, Europa e EUA e grande mercado doméstico de diferentes classes econômicas (Vidal; Ximenes, 2019).

Em uma análise retrospectiva e histórica, constata-se que a pesca no Brasil se iniciou primeiramente com os índios que a praticavam para garantir a subsistência. Ao longo dos anos esta atividade ganhou grande importância, classificando-se conforme a modalidade exercida em artesanal e industrial, implicando em sua regularização como atividade econômica (Silva, 2013). De acordo com Lima (2012), o setor pesqueiro brasileiro possui quatro modalidades de pesca: (i) artesanal continental; (ii) artesanal marinha; (iii) industrial; e, (iv) esportiva.

A pesca artesanal se constitui em uma atividade de fundamental importância social, econômica e histórica no País. Tal atividade extrativista apresenta heterogeneidade e pluralidade de sujeitos, relações, trajetórias, tipos de apetrechos e embarcações, espécies capturadas, modos de vida, ecossistemas. E, ao mesmo tempo, representa a relação socioeconômica dos sujeitos sociais, que direta ou indiretamente estão envolvidos, além

⁴**ZEE:** Zona econômica exclusiva é a faixa marítima, de largura igual a 200 milhas marítimas, medida a partir da linha de base utilizada para a determinação do mar territorial. Ou seja, a ZEE compreende a faixa do mar territorial e a faixa da zona contígua, se estendendo, depois do final do mar territorial, por uma faixa de mar de 188 milhas marítimas (Souza, 2001).

de revelar os entraves e injustiças ambientais, territoriais, laborais e até mesmo de invisibilização por parte do Estado brasileiro (Moreno, 2019).

Em referência à produção de pescado no Brasil, esta advém essencialmente de duas importantes atividades, a pesca extrativista marinha e continental (pesca artesanal, semiindustrial e industrial) e da aquicultura (Sedrez *et al.*, 2013; Farias; Farias, 2018).

No ano de 2016 estavam registrados no Brasil 1.097.384 pescadores profissionais, 99% deles realizavam a atividade de maneira artesanal e apenas 1% de forma industrial (Brasil, 2016). Estima-se que do total de pescado produzido/capturado no País, mais da metade é proveniente da atividade pesqueira artesanal (CPP, 2015), com destaque para pesca artesanal marinha quando comparada à atividade continental.

De acordo com estimativas oficiais, o Brasil cresceu aproximadamente 46,6% na atividade de pesca. O crescimento registrado pelo País não foi suficiente para o incluir entre os 20 maiores produtores de pescado de captura marinha. No entanto, ele figura em 13º lugar no *ranking* dos maiores produtores de pescado de captura continental, com produção estimada em 220 mil toneladas (FAO, 2020).

5.3 Panorama da Pesca no Maranhão

O litoral maranhense possui extensão de 640 km, sendo caracterizado por extensa plataforma continental, baías e estuários ligados por canais naturais através dos mangues, número considerável de rios que desembocam no mar, oferecendo quantidade significativa de nutrientes essenciais para a cadeia trófica marinha. Possui ainda, grande extensão da plataforma continental e presença de uma ampla área estuarina associadas às elevadas amplitudes de marés (Castro, 2001; Cantanhêde *et al.*, 2007).

A pesca em pequena escala constitui meio de subsistência, particularmente nos países em desenvolvimento (Allison; Ellis, 2001). Segundo Silva (2014), a pesca artesanal brasileira é de grande relevância considerando fatores sociais, políticos, institucionais, econômicos e ambientais. É considerada um indicador de qualidade ambiental, sendo ainda uma importante estratégia para a conservação dos recursos pesqueiros.

Na costa do Maranhão, a pesca artesanal é bastante difusa e é um dos principais meios de sobrevivência de comunidade ribeirinhas, fornecendo alimento e trabalho. (Isaac *et al.*, 2006). Segundo Almeida *et al.* (2007), a exploração dos estoques pesqueiros no Estado é estritamente artesanal e, ainda, é realizada por métodos e apetrechos de pesca

bastante simples, entretanto, bem adaptados às condições ambientais e à realidade socioeconômica local. Outrossim, constata-se uma estreita relação dessa atividade com o modo de vida das comunidades pesqueiras, não apenas, por se tratar da principal fonte de recursos para muitas famílias, mas, por ser um modo de vida tradicional, repassado ao longo das gerações.

Ainda no contexto da pesca no estado do Maranhão, destaca-se, a Baixada Maranhense, estabelecida como Área de Proteção Ambiental (APA), pelo Decreto nº 11.900 de 11 de julho de 1991, que compõe o maior conjunto de bacias lacustres do Nordeste, formada pelos rios Mearim, Pindaré, Grajaú, Pericumã, Turiaçu e outros rios menores que transbordam anualmente, e também se destaca pela pesca artesanal, com maior representação econômica quando comparada a outras regiões do Estado (Maranhão, 1991; Santos, 2004; Costa, 2006; Almeida-Funo; Pinheiro; Monteles, 2010; Pavão; Farias Filho, 2013; Silva Junior *et al.*, 2016). Não obstante, a tradicionalidade e importância do setor pesqueiro, nessa localidade, por sua rica e diversa ictiofauna vem a representar um dos pilares da economia local (Araújo; Pinheiro, 2008; Pavão; Farias Filho, 2013).

5.4 Baixada Ocidental Maranhense

A APA da Baixada Maranhense foi originada pelo Decreto Estadual nº 11.900/1991, justificada por ser uma região importante que abriga:

uma complexa interface de ecossistemas incluindo manguezais, babaçuais, campos abertos e inundáveis, uma série de bacias lacustres em sistema de “rosário”, um conjunto estuarino e lagunar e matas ciliares – todos abrigando rica e complexa fauna e flora aquática e terrestre, com destaque à ictiofauna, à avifauna migratória e permanente e às variedades de espécies da flora local e regional considerados alguns daqueles ecossistemas como Reservas Biológicas (Maranhão, 1991).

A Baixada Maranhense está localizada na mesorregião norte do estado do Maranhão, com características transicionais da Amazônia e do Nordeste brasileiro, com influência de ambientes fluviais, costeiros e marinhos (Silva; Moura, 2004). A região é composta por um significativo contingente populacional de 563.895 habitantes que se distribuem em 21 municípios, são eles: Anajatuba, Arari, Bela Vista do Maranhão, Cajari, Conceição do Lago-Açu, Igarapé do Meio, Matinha, Monção, Olinda Nova do Maranhão, Palmeirândia, Pedro do Rosário, Penalva, Perimirim, Pinheiro, Presidente Sarney, Santa

Helena, São Bento, São João Batista, São Vicente de Ferrer, Viana, Vitória do Mearim (Ibge, 2015).

Esta APA⁵ é uma categoria de unidade de conservação inserida no grupo de Uso Sustentável, por meio da Lei Nº 9.985/2000, em que são permitidos o uso diretos dos recursos naturais, sendo a dominialidade pública ou privada (Cabral; Souza, 2002). A Baixada Maranhense é constituída por um complexo conjunto ecológico de rios, campos, estuários, agroecossistemas, manguezais, babaçuais, e um dos maiores conjuntos de bacias hidrográficas do Nordeste brasileiro, composta pelos rios Mearim, Pindaré, Grajaú, Pericumã, Turiaçu e outros menores, que acolhe uma flora e fauna silvestre bastante representativa (Nogueira, 2003).

A quantidade de espécies ameaçadas, raras e endêmicas, nos mais variados grupos de animais e plantas atestam a importância biológica da região não só para o estado do Maranhão, mas para o País como um todo. É notório também o acelerado grau de degradação tanto das áreas florestadas como dos demais ambientes amazônicos do Estado (Martins; Oliveira, 2011). A Baixada Maranhense é uma Área de Proteção Internacional e a Convenção de Ramsar (1971), um acordo intergovernamental, que tem o intuito de promover a conservação e o uso racional das zonas úmidas e de seus recursos por meio de ação nacional e cooperação internacional.

Os Sítios Ramsar são áreas naturais selecionadas com base na significância internacional em termos de ecologia, botânica, zoologia, limnologia e hidrologia. Esses ambientes oferecem diversos serviços (controle de enchentes, purificação de água, retenção de carbono, proteção da linha de costa) e produtos (solo rico para agricultura, água potável, fibras para utensílios e construção, combustível, recursos pesqueiros) e, portanto, são vistas como áreas de interesse estratégico tanto do ponto de vista ambiental como do desenvolvimento socioeconômico (MMA, 2008).

5.4.1 Comunidades Remanescentes de Quilombos da Baixada Ocidental Maranhense

As comunidades remanescentes de quilombos no Brasil localizam-se em 24 Estados da federação brasileira, sendo a maior parte nos estados do Maranhão, Bahia,

⁵APA: Área de Proteção Ambiental é uma extensa área natural destinada à proteção e conservação dos atributos bióticos (fauna e flora), estéticos ou culturais ali existentes, importantes para a qualidade de vida da população local e para a proteção dos ecossistemas regionais.

Pará, Minas Gerais e Pernambuco. Os únicos Estados que não registram ocorrências destas comunidades são o Acre e Roraima, além do Distrito Federal (Brasil, 2020).

O Maranhão é um dos estados que possui o maior número de quilombos no País com aproximadamente 1.457 comunidades remanescentes de quilombos, distribuídos nas 18 regiões maranhenses (94,7%), em 88 municípios (40,5%). Essas comunidades estão concentradas especialmente na Baixada Maranhense e nos Vales do Itapecuru e do Mearim (Brasil, 2020; Maranhão, 2020).

Historicamente, o movimento quilombola no Maranhão é marcado por conflitos agrários em busca do reconhecimento do direito de posse das terras por eles ocupadas (Lourenço, 2017). Segundo Almeida (2013), a luta pela legalização dos territórios das comunidades negras rurais no Maranhão antecede a Constituição de 1988, tendo início por volta de 1979, mediante as ações do Centro de Cultura Negra do Maranhão (CCN/MA), que, em situações de conflitos entre proprietários rurais e moradores dessas comunidades, buscava formas de apaziguar e promover uma boa convivência entre ambos.

Conforme o quadro geral das comunidades remanescentes de quilombos emitido em 2020, pela Fundação Palmares, no Maranhão existe 839 comunidades quilombolas identificadas sem certificação, 583 com certidões, dessas últimas somente 68 comunidades foram tituladas pelo Instituto de Terra do Maranhão (Brasil, 2020; Maranhão, 2020).

As populações tradicionais quilombolas, embora estejam inseridas dentro do universo da agricultura familiar, apresentam características peculiares que expressam suas dimensões de etnicidade e territorialidade reforçadas por laços solidários e pelo uso comum dos recursos naturais manejados estrategicamente, levando à manutenção secular de suas formas de produção tradicional e de sua reprodução social. A agricultura de autoconsumo representa a base de economia familiar dos quilombolas, sendo as atividades agrícolas associadas às atividades extrativistas a partir da combinação do extrativismo vegetal e da pesca artesanal (Benardes, 2014).

A pesca é uma das atividades extrativistas tradicionais mais importantes na Região Amazônica. O peixe representa uma das principais fontes de proteína para as comunidades tradicionais que vivem em áreas de rios, igarapés, lagos e demais cursos de água relevantes do ponto de vista da produção pesqueira (Isaac; Barthem, 1995). Esta atividade foi elemento fundamental na formação de quilombos na Baixada Maranhense (Barros *et al.*, 2019).

5.5 Conhecimento Local de Pescadores sobre a Ecologia de Peixes

No Maranhão, a exploração pesqueira é realizada, principalmente na forma artesanal, essa atividade contribui de forma significativa para a economia regional; fornecimento de fonte de proteína animal, identidade e fortalecimento social no sistema de crenças e valores agregados na atividade pesqueira (Kefalás, 2016).

A pesca é uma atividade de grande relevância econômica por representar uma importante fonte de alimento e renda para uma representativa parcela da população mundial (FAO, 2016). Sobretudo, a pesca artesanal tem uma importância social, local e regional, e por tradição se tornou uma fonte de subsistência para populações ribeirinhas, que dependem da pesca e das atividades com ela relacionadas (Santos *et al.*, 2012). A pesca proporciona aos pescadores conhecimento empírico, não somente das estratégias de pesca, mas sobre a fauna aquática, como as espécies-alvos da captura ou mesmo de outras espécies presentes (Brito *et al.*, 2015).

Estudos envolvendo conhecimentos etnoecológicos, também conhecidas por saberes tradicionais, tem por premissa entender a interação entre as comunidades tradicionais e a maneira como fazem uso dos recursos naturais por meio do manejo, captura, comercialização, classificação e identificação da fauna e da flora (Marques, 1995; Mourão; Nordi, 2006). A Etnoecologia é uma ciência que procura fornecer entendimento dos sistemas de conhecimento de populações locais. Logo, é utilizada para enquadrar uma variedade de estudos do conhecimento de populações locais sobre ecologia e história natural, incluindo outras áreas de estudo como a etnobiologia e a etnozoologia (Gragson; Blount, 1999).

O conhecimento ecológico tradicional pode ser um grande aliado para a proteção de *habitats* e espécies econômicas e culturalmente importantes, além de colaborar para o planejamento de medidas voltadas à conservação da biodiversidade nas áreas alagáveis (Silva; Moraes, 2010). Na contemporaneidade, muitos estudos têm relatado a importância do conhecimento ecológico local aliado à conservação de diversos tipos de ambientes, incluindo os ecossistemas aquáticos (Pantalo, 2018).

Para Santana e Alves (2016), é necessário conhecer a realidade das comunidades pesqueiras para preservar a cultura e a sustentabilidade ambiental, bem como, por meio de estudos socioeconômicos é possível o levantamento preciso das atividades locais. Contudo, existe uma grande lacuna no que se refere aos estudos técnico-científicos sobre

a ocorrência de doenças infecciosas de impacto em saúde pública na ictiofauna em comunidades tradicionais, a exemplo da leptospirose.

5.6 Espécies de Peixes Neotropicais

Os peixes são os vertebrados que apresentam maior abundância de espécies, com mais de 28.000 descritas, representando pouco mais da metade de espécies vertebradas (Lewinsohn; Prado, 2005; Nelson, 2006; Pough; Janis; Heiser, 2008). Algumas podem viver em ambientes com altitudes acima de 5200 metros, profundidades abaixo dos 7000 metros, em habitats de alta salinidade, em locais escuros (cavernas), locais com extremo de temperaturas e no lençol freático (Nelson, 2006).

Os peixes de água doce da região neotropical estão compreendidos em mais de 5.600 espécies catalogadas, estima-se, no entanto, que o total exceda 7.000 (Carvalho; Albert, 2011).

O estado do Maranhão é caracterizado por dispor de um vasto litoral e uma expressiva rede hidrográfica, nos quais são identificadas e praticadas tanto a pesca marinho-costeira quanto a continental, sendo que em ambas predomina a pesca artesanal e de subsistência. A Baixada Maranhense (01°59'-04°-00''S; 44°00'-45°-33''W) incorpora uma complexa interface de ecossistemas, abrigando uma riqueza de flora e fauna terrestres e aquáticas (PINHEIRO, 2010). Algumas espécies de peixes da região são acará (*Geophagus brasiliensis*), acari (*Hypostomus affinis*), aracu (*Leporinus freiderici*), bagrinho (anojado) (*Luciopimelodus Platanus*), cabeça-jandiá (*Rhamdia sebae*), jeju (*Hoplerythrinus Unitaeniatus*) e acará-preta (*Cichlasoma bimaculatum*) (Cunha, 2015).

5.6.1 Jeju (*Hoplerythrinus unitaeniatus*, Spix e Agassiz, 1829)

A família Erythrinidae está inserida na ordem dos Characiformes, é composta por três gêneros, em que o *Hoplerythrinus* é endêmico na América do Sul, possuindo grande distribuição pelas bacias brasileiras, principalmente na bacia Amazônica (Oyakawa, 2003). A espécie *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Spix e Agassiz, 1829) popularmente conhecida como jeju ou aimara (Smith, 1979), é uma espécie ativa, com crescimento rápido, sendo encontrada em águas com inundação temporária (Lowe-McconneL, 1987).

H. unitaeniatus possui hábito alimentar onívoro e alimenta-se de peixes pequenos, invertebrados aquáticos e insetos (Graça; Pavanelli, 2004; Moraes *et al.*, 2004; Luna, 2015). Essa espécie tem preferência por ambientes de águas lânticas, sobrevive em temperaturas entre 23 a 27°C, pH entre 5,6 a 7,8 (Luna, 2015).

A espécie *H. unitaeniatus* possui uma importante característica, pois absorve oxigênio atmosférico para respirar, conseguindo sobreviver a longos períodos de hipóxia (Polez *et al.*, 2003; Jucá-Chagas, 2004; Oliveira *et al.*, 2004), sendo assim capaz de fazer tanto a respiração aérea (ar atmosférico) como a branquial (em meio aquático) (Alkins, 1981).

5.6.2 Acará preto (*Cichlasoma bimaculatum*, Linnaeus, 1758)

O gênero *Cichlasoma* compreende 118 espécies com pelo menos 17 espécies encontradas na América do Sul (Fishbase, 2016). É considerado um gênero típico da ictiofauna de água doce brasileira, estando presente nos rios dos estados do Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba (Kullander, 2004; Chellappa *et al.*, 2009).

Cichlasoma bimaculatum (acará preto) é um peixe onívoro de água doce tropical, com até 20 cm de comprimento, apresenta coloração que varia do branco-amarelado ao amarelo-avermelhado e possui uma mancha negra no centro do corpo e outra no pedúnculo caudal (Fishbase, 2016).

A espécie *C. bimaculatum* ocorre em toda extensão da América tropical, desde a região Nordeste do Brasil até o sul da Flórida nos EUA. É uma espécie presente em rios e alagados, sendo muito presente em regiões de baixada e córregos (Fishbase, 2016). No estado do Maranhão é muito apreciado, sendo capturado e mesmo cultivado em algumas localidades. Possui potencial para a aquarofilia por apresentar coloração destacável e formas exóticas, como nadadeiras peitorais em tons que variam do amarelo ao azul metálico (Farias Junior, 2017).

5.7 Bacterioses em Peixes

Dos principais patógenos que acometem os peixes, as bactérias são as que mais têm chamado a atenção da sociedade nos últimos vinte anos; não só por causarem elevados prejuízos econômicos na produção, mas também por que algumas espécies de bactérias são potencialmente zoonóticas (Weinstein *et al.*, 1997; Nawaz *et al.*, 2008;

Noga, 2010). As bactérias encontram-se na água e na microbiota do peixe sem causar qualquer dano à saúde, porém fatores ambientais, nutricionais, genéticos e sanitários podem interferir no ambiente e microbioma animal, gerando impacto direto na saúde dos peixes e desencadeando diversas doenças (Tavares; Palhares, 2011).

Diversas espécies bacterianas patogênicas já foram associadas a casos de doença em peixes, mas, apenas algumas espécies, foram incriminadas como responsáveis por surtos com importâncias econômicas na piscicultura mundial (Sudheesh *et al.*, 2012). Esta situação pode estar relacionada a especificidade das bactérias pelo hospedeiro e o número reduzido de espécies de peixe com uma produção expressiva no mundo (Assane, 2018).

Considerando que a ocorrência de bactérias é mais frequentes na água que nos peixes e que o ambiente influencia fortemente a qualidade do pescado, atenção deve ser dispensada ao controle da qualidade microbiológica das águas de criação dos peixes para evitar contaminação e doenças nos mesmos, bem como diminuição dos riscos à saúde pública, especialmente quando consumidos sem tratamento térmico adequado ou em preparações cruas (Paixa *et al.*, 2022).

Com o recente aumento da produção brasileira de pescado, a incidência de doenças bacterianas também aumentou. Somente no período de 2010 a 2014 foram registrados pelo menos 178 surtos de bacterioses em quatro estados brasileiros (Sebastião *et al.*, 2015), entre estas doenças bacterianas, podemos destacar a Leptospirose.

5.8 Leptospirose

Leptospirose é uma enfermidade zoonótica de importância social e econômica, com elevada ocorrência em determinadas áreas, alto custo para os cofres públicos por absenteísmo e tratamento, além de apresentar letalidade em casos graves, próxima aos 40% (Pereira, 2014). A doença apresenta distribuição cosmopolita, sendo considerada a zoonose mais disseminada do planeta (Kaake; Levett, 2015).

A doença apresenta distribuição endêmica no Brasil, com casuística registrada em todos os meses do ano. Porém, os casos são mais frequentes em comunidades carentes, pós-enchentes e inundações e em áreas rurais (Flores *et al.*, 2020). Estatísticas oficiais do Ministério da Saúde (MS) evidenciam que no Brasil são notificados mais de quatro mil casos de leptospirose anualmente, com taxa aproximada de 10% de letalidade (Brasil, 2013).

Os casos suspeitos de leptospirose humana são de notificação compulsória ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e os óbitos, registrados no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) (Carvalho, 1997). Surtos epidêmicos aparecem associados com questões ambientais, como períodos chuvosos, ocorrência de enchentes e inundações (Pereira, 2014).

5.8.1 Etiologia

O agente etiológico da leptospirose pertence à ordem Spirochaetales, família Leptospiraceae, gênero *Leptospira*. É uma espiroqueta aeróbia, móvel, exigente no que se refere a meios de cultivo, com 0,1 a 0,2 μm de diâmetro por 6 a 12 μm de comprimento, suas extremidades são semelhantes a pontos de interrogação, esta última característica deu nome à espécie *Leptospira interrogans* (Paes, 2016).

O gênero *Leptospira* é dividido em mais de 300 sorovares agrupados em 30 sorogrupos (Picardeau, 2017; Thibeaux *et al.*, 2018; Vincent *et al.*, 2019). Os sorovares antigenicamente semelhantes são agrupados em sorogrupos (Yasuda *et al.*, 1987) que estão, atualmente, divididos em dois grandes clados: (i) saprófitas - espécies capazes de sobreviver e se reproduzir no ambiente e que não causam infecções; e, (ii) patogênicas, espécies causadoras da leptospirose em humanos e animais. Esses clados são subdivididos em dois subclados cada: P1 (patogênicos), P2 (intermediários), S1 (saprofíticos) e S2 (novo subclado de saprofíticos) (Vincent *et al.*, 2019). As diferentes espécies do gênero *Leptospira* são agrupadas em genomoespécies ou genoespécies. Desta forma, atualmente, o gênero *Leptospira* compreende 66 espécies (Paes, 2016; Oliveira, 2020)

A composição antigênica das cepas de leptospiros utilizadas com propósito taxonômico abaixo da espécie é o sorovar. E, o método padrão para determinação do sorovar é a soroaglutinação microscópica (SAM) com absorção de aglutininas cruzadas. Os sorovares patogênicos alojam-se nos animais hospedeiros, doentes ou não, especialmente nos túbulos renais e no trato genital (Gomes, 2014).

A classificação das leptospiros em sorovares se fundamenta em características fenotípicas das bactérias, por meio da expressão de epítomos expostos na superfície da membrana externa da célula bacteriana, na forma de um mosaico de antígenos lipopolissacarídeos (LPS), sendo a composição dos mesmos variada em função dos açúcares que os compõem e na configuração deles. Espécies patogênicas são agentes

etiológicos da leptospirose no ser humano e animais vertebrados (Adler; Moctezuma, 2010).

5.8.2 Epidemiologia

A leptospirose ocorre em todo o território nacional e todos os meses do ano, mas com maior frequência em períodos chuvosos. Nas áreas urbanas, principalmente em grandes cidades, a doença apresenta caráter epidemiológico mais grave, devido a aglomerações populacionais de baixa renda, que vivem à beira de córregos, em locais com infraestrutura sanitária precária e com infestações de roedores, fatores que favorecem o aparecimento de doentes (Brasil, 2014).

O *habitat* das leptospirosas inclui água estagnada, solo úmido, matéria orgânica em decomposição, plantas, animais e o homem. A sobrevivência é favorecida por umidade, temperatura moderadamente quente (28° a 30°C), água estagnada neutra com pH levemente moderado 7,2 a 7,6. Sua sobrevivência é pequena e breve em solos secos ou quando a temperatura é inferior a 10°C ou superior a 34°C (Correa; Correa, 1992). As leptospirosas são sensíveis ao pH ácido, à exposição direta aos raios solares, álcool a 70%, glutaraldeído, formaldeído, antissépticos e à pasteurização (Faine *et al.*, 2000; Levett, 2001).

É importante mencionar o aspecto epidemiológico dos ratos como reservatórios naturais e transmissores da *Leptospira* sp. em meios urbanos. Contudo, apresenta pouca relevância epidemiológica no meio rural, como fonte de infecção em propriedades. Neste caso, os próprios animais infectados (domésticos e silvestres) são os responsáveis pela disseminação da bactéria que contaminam o pasto, água e concentrado, através da urina, secreções uterinas, fetos abortados, placenta infectada, e na cópula devido a infecções uterinas e pelo sêmen, infectando assim o rebanho e o próprio homem (Ellis, 1984).

5.8.3 Patogenia

A leptospirose é transmitida de animal a animal e de animal ao homem, a transmissão homem a homem, porém, é pouco frequente e não tem importância prática. A transmissão ao homem ocorre diretamente por contato com urina, sangue, tecido ou órgãos de animais infectados ou indiretamente, através do contato com água e/ou solo úmido e vegetação contaminada com urina de animais doentes. A transmissão acidental

em laboratórios e a ingestão de alimentos contaminados são também descritos na literatura. A forma mais frequente de transmissão humana consiste na exposição à urina de animais infectados, direta ou indiretamente (Brasil, 1995; Riet-Correa; Lemos, 2001).

A penetração no organismo hospedeiro, seja ele animais domésticos ou silvestres e também a espécie humana, ocorre através da pele lesionada e das mucosas. Como evolução da patogênese causada pelas leptospirosas pode ocorrer lesão nos pequenos vasos sanguíneos ocasionando hemorragias, formação de trombos e bloqueio do aporte sanguíneo nas áreas acometidas. O período de incubação é de sete a 14 dias, durante esse período a bactéria circulante na corrente sanguínea multiplica-se no fígado, baço, rins, trato reprodutor, olhos e sistema nervoso central (Faine *et al.*, 1999).

A infecção em humanos caracteriza-se por manifestações clínicas variadas, podendo ser assintomática ou fulminante e fatal. Na sua forma leve, o indivíduo doente pode apresentar sintomas inespecíficos, como febre, dores de cabeça e mialgia. A sua forma grave caracteriza-se por icterícia, disfunção renal e hemorragias espontâneas (Kasper *et al.*, 2017). As bactérias são mantidas nos túbulos renais dos hospedeiros reservatórios, eliminadas pela urina e transmitida para hospedeiros susceptíveis através do contato direto com secreções do animal infectado, especialmente urina ou através do contato indireto com água contaminada (Allen; Ojkic; Jardine, 2014; Levett, 2001).

5.8.4 Situação da Leptospirose no Mundo

A leptospirose é a zoonose com maior morbidade e mortalidade no mundo (Kumar *et al.*, 2019). Estima-se que anualmente ocorram mais de um milhão de casos e aproximadamente 60.000 mortes em âmbito global (Costa *et al.*, 2015).

Encontrada em todos os continentes, exceto a Antártica, a leptospirose é considerada um grave problema para saúde pública e animal, especialmente em países em desenvolvimento, onde condições climáticas e ambientais somadas a falta de saneamento são favoráveis a sobrevivência e transmissão do patógeno (Hartskeerl *et al.*, 2011), causando grande impacto econômico na indústria agropecuária, pois afeta animais de criação, induzindo abortamentos, infertilidade, natimortos, redução na produção de leite e óbitos (Bharti *et al.*, 2003; Levett, 2001).

Na América Latina, estima-se que entre 10 a 15% dos casos de leptospirose apresentam sinais clínicos graves, o que é considerado um dos principais fatores responsáveis pelo diagnóstico correto da doença (Gonçalves *et al.*, 2020). Na Itália, 53%

dos casos reportados decorrem de ocupação laboral relacionada ao contato com animais ou água contaminada (Muñoz-Zanzi *et al.*, 2014). Na Itália, em torno de 78% dos casos em que foi possível estabelecer o modo de exposição, a água contaminada foi o mecanismo de maior prevalência; já na Alemanha, 59% dos casos de leptospirose reportados possuíam correlação com ambiente ou água contaminada (Muñoz-Zanzi *et al.*, 2014).

5.8.5 Situação da Leptospirose no Brasil

As primeiras notificações de casos de leptospirose humana no Brasil ocorreram em 1917, porém, indícios apontam a existência anterior, pois havia confusão dos sintomas com a febre amarela (Oliveira, 2013). Atualmente as notificações são provenientes das unidades de saúde e encaminhadas às vigilâncias epidemiológicas (VE) por meio da ficha de notificação, que contém dados demográficos, antecedentes epidemiológicos e clínicos dos casos. Preconiza-se que essa notificação gere uma investigação para identificar o local provável de infecção (LPI) e possíveis fatores de risco do caso suspeito e esses dados são anotados em uma ficha de investigação (Gonçalves; Barberini; Furtado, 2021).

O Sistema de Vigilância Epidemiológica da Leptospirose (SNVE-lepto) se caracteriza por ser um sistema passivo e universal, tendo como fonte de informação a notificação espontânea, sendo responsável pelo acompanhamento contínuo da leptospirose, estabelecendo as bases técnicas para elaboração e implementação do programa de controle (Brasil, 2009). Sua notificação é compulsória no Brasil desde 1993, tanto para o registro de casos suspeitos isolados, como para ocorrência de surtos, conforme a Portaria de Consolidação nº 4 de 28 de setembro de 2017 (Gonçalves; Barberini; Furtado, 2021).

No período de 2007 a 2016, foram registrados 39.263 casos confirmados de leptospirose, com média anual de 3.926 casos, incidência de 1,02/100 mil habitantes e taxa de letalidade de 8,9% (Flores *et al.*, 2020). Estudo realizado por Martelini *et al.* (2020) entre os anos de 2007 a 2017, evidenciaram que no Brasil, a média anual foi de 3.846 casos.

De acordo com estatísticas oficiais brasileiras, os indivíduos mais acometidos foram os do sexo masculino (n= 31.082; 79%), com idade entre 20 a 34 anos (n= 12.128; 24,7%), faixa etária produtiva na sociedade, sendo esses mais expostos a doença pela prática de atividade que esteja em contato com as fontes da infecção (Brasil, 2018).

A alta incidência no número de casos evidencia um importante problema de Saúde Pública em nosso meio, com prejuízos sanitários e econômicos, expostos pelo custo hospitalar gerado com pacientes internados com perda de dias de trabalho (Flores *et al.*, 2020).

5.8.6 Leptospirose em Animais Silvestres

A pesquisa de doenças infecciosas em animais silvestres possui grande importância no contexto atual. Nos últimos anos, houve aumento no número de estudos voltados para essa temática. O conceito de Saúde Única, também conhecido como One Health, exemplifica muito bem a importância destes estudos: a saúde pública, animal e ambiental deve ser entendida e trabalhada de forma integrada, pois existe uma importante relação de causa e efeito entre elas (Gebreyes *et al.*, 2014).

Devido à proximidade com humanos, importância econômica e facilidade na amostragem, as espécies domésticas são mais estudadas que as silvestres, não somente no campo da leptospirose, mas de outras enfermidades (Fornazari, 2015).

A pesquisa de leptospirose em animais silvestres pode fornecer informações a respeito da condição de portador renal e, conseqüentemente, indicar seu potencial como fonte de infecção. Outro importante aspecto que justifica esse tipo de investigação é o papel dos animais como sentinelas, indicando assim a dispersão do micro-organismo no ambiente. Estes estudos devem ser priorizados em áreas urbanas e rurais, onde existe maior proximidade entre animais silvestres, domésticos e humanos (Fornazari, 2015).

5.8.6.1 *Leptospira* sp. em Peixes

Investigações sobre infecção por leptospirose em animais silvestres foram demonstradas em roedores (Bengis *et al.*, 2005), edentatas, carnívoros e artiodáctilos, os quais podem atuar como fonte de infecção para outros animais e seres humanos (Michna, 1970). O melhor conhecimento da leptospirose na fauna silvestre é de grande importância para o controle e profilaxia da enfermidade nos diferentes hospedeiros (Sosa *et al.*, 1988).

Estudo da leptospirose em peixes é incipiente no Brasil. Em uma pesquisa com a utilização da técnica de soroaglutinação microscópica (SAM) realizada por Esteves *et al.* (2005) em animais e funcionários do Zoológico Municipal de Uberaba, foram colhidas amostras de sangue de 166 animais entre mamíferos, répteis, peixes e aves e de 36

funcionários. Dos sete peixes avaliados, sendo seis da espécie *Oreochromis niloticus* (tilápia) e uma da espécie *Hoplias malabaricus* (traíra), seis (85,75%) foram reagentes para *Leptospira* spp. sorovar Canicola.

Douglas (1995), Holk, Nielsen e Ronne (2000) e, Fattakhov e Mefodyev (2002) relacionaram a ocorrência de infecção em peixes à contaminação da ração por urina de roedores portadores da *Leptospira*. No Bosque Zoológico Municipal “Dr. Fábio de Sá Barreto” de Ribeirão Preto foram analisadas 25 amostras de soro sanguíneo de peixes e duas foram reagentes (8%; n=2/25) para os sorovares Icterohaemorrhagiae e Bratislava (Silva, 2008). O estudo sorológico para leptospirose em répteis, aves e peixes é de fundamental importância já que ainda é desconhecido o comportamento da doença nesses animais (Silva, 2008).

5.8.7 Diagnóstico

O diagnóstico da doença baseia-se na associação dos sinais clínicos e testes laboratoriais. O isolamento de *Leptospira* spp. pode ser feito a partir de diferentes amostras e técnicas (Guedes, 2017). No sangue é detectada durante os primeiros sete a dez dias da infecção, e a partir da urina durante aproximadamente duas semanas após a infecção inicial, tanto por cultura em meio líquido quanto por inoculação natural (Mergulhão, 2019).

Os testes laboratoriais são divididos em diretos e indiretos. Os primeiros pesquisam o material genético (DNA) do agente etiológico, e os segundos, buscam anticorpos humorais contra a bactéria. Os diferentes testes apresentam vantagens e desvantagens de acordo com o grau de maior ou menor, especificidade ou sensibilidade que se pretenda obter (Bolin, 2003; Marques, 2008).

A detecção de anticorpos pode ser realizada pela prova de soroprecipitação microscópica (SAM), por sua alta sensibilidade e especificidade. Esta técnica sorológica é considerada “padrão ouro” para o diagnóstico da leptospirose (Brandão *et al.*, 1998; Brasil, 2014b; Eugene *et al.*, 2015; Santiago, 2019). A SAM se fundamenta na reação antígeno-anticorpo, cujo resultado é visível em microscopia de campo escuro (Santiago, 2019).

5.8.8 Controle

Devido à grande variedade de animais selvagens que são reservatórios, o controle da leptospirose é, consideravelmente, difícil (Loureiro; Ilenbaum, 2020). O controle e prevenção da leptospirose, de maneira geral, estão fundamentadas na investigação dos sorovares prevalentes na propriedade e nas criações, detecção de fontes de infecção, tratamento dos animais infectados, imunização dos susceptíveis, controle com teste diagnóstico e quarentena antes da entrada de novos animais nas criações (Hashimoto *et al.*, 2012).

Para o controle efetivo da leptospirose, Castro *et al.* (2010) explicam que é necessário a implantação de programas de saúde adequados, com práticas de higiene, vacinação e diagnóstico precoce. Entretanto, para conseguir diminuir os efeitos dessa enfermidade, deve-se usar antibioticoterapia, especialmente a estreptomicina, vacinação e manejo adequado, principalmente em terrenos alagados ou lamacentos (Martins; Lilenbaum, 2017). Além disso deve-se implantar medidas de manejo associadas com controle de roedores e cães errantes, para que se possa minimizar a incidência nos animais domésticos e conseqüentemente nos seres humanos (Basso *et al.*, 2022).

5.9 Educação em Saúde

A noção de educação em saúde não está restrita às práticas realizadas nos serviços de saúde. Muito embora as práticas educativas realizadas nestes serviços sejam muito importantes, a educação em saúde possui maior capilaridade e, atualmente, já faz parte do cotidiano de vida das pessoas. Em um primeiro momento, pode-se considerar que o principal objetivo destas práticas é o de transmitir informações sobre prevenção de doenças e promoção da saúde (Morel; Pereira; Lopes, 2020).

Uma das contribuições da promoção da saúde é a educação, que visa ampliar a compreensão da saúde e facilitar a capacidade das comunidades para resolver os seus próprios problemas e fortalecer a sua própria participação no processo. Esta atividade pode ter lugar em diferentes espaços (por exemplo, escolas) para expandir e melhorar a saúde através do trabalho coletivo e participativo em toda a comunidade (Sheiham; Moysés, 2000).

A eficácia dos programas de educação em saúde depende da correta comunicação da mensagem, da sua base científica e deve estar relacionada com a credibilidade da fonte e a utilização de canais familiares para atingir o público-alvo. A comunicação em saúde tornou-se uma ferramenta de promoção da saúde pela sua

capacidade de aumentar o conhecimento e a consciência sobre problemas, problemas e soluções de saúde (Moreira; Nóbrega; Silva, 2003).

A tecnologia educativa, sendo uma forma de promoção da saúde, vem como um instrumento disponível, capaz de facilitar todo o processo de ensino-aprendizagem, podendo proporcionar a elaboração de habilidades que constroem conhecimentos para o cuidado e o autocuidado (Souza *et al.*, 2005). A tecnologia aplicada à educação em saúde deve ser percebida como um sistemático conjunto de procedimentos e metas, que tornem possível o planejamento, a execução, o controle e o acompanhamento do processo educacional (Nietsche *et al.*, 2005).

5.9.1 Uso de Material Educativo como Promoção da Saúde

O uso de material educativo, como as cartilhas, no Brasil foi herança portuguesa que, de acordo com Collares (2015) acabou se tornando o instrumento pedagógico de maior utilização nas escolas primárias brasileiras.

A cartilha é um instrumento pedagógico eficiente para trazer informações e proporcionar um alicerce de conhecimentos sobre qualquer assunto em uma aparência menos formal, e, conseqüentemente, mais peculiar aos leitores. Esse recurso possibilita apresentar o tópico de maneira simplificada, ilustrativa e de fácil acesso aos variados públicos a serem atingidos (Alfonsin, 2011).

Para Lima (2020), as cartilhas educativas podem ser compreendidas como um recurso dedicado a informar a população sobre direitos, deveres, riscos para a ocorrência do evento, dentre outros, sendo o conteúdo abordado por meio da divulgação de conceitos e mensagens, bem como de perguntas e respostas, podendo alternar narrativas em quadrinhos e textos didáticos ou informativos com bastante ilustração.

A utilização de materiais educativos impressos da área da saúde é prática comum no Sistema Único de Saúde (SUS). Reconhecidamente, o material educativo impresso é amplamente utilizado para se veicular mensagens de saúde e para se facilitar o processo ensino-aprendizagem, embora haja algumas restrições ou limitações em seu uso. Em geral, essas limitações são decorrentes de dificuldades de leitura, em decorrência da inadequação do material, das características do leitor, principalmente de seu grau de escolaridade (Moreira; Nóbrega; Silva, 2003; Robert *et al.*, 2012).

A contribuição desses materiais para a promoção da saúde depende dos princípios e das formas de comunicação envolvidos nos processos de elaboração. O material escrito

é um instrumento que facilita o processo educativo uma vez que permite ao leitor, destinatário da comunicação, uma leitura posterior possibilitando-lhe a superação de eventuais dificuldades, através do processo de decodificação e de memorização (Silva; Mendes, 2022).

6. METODOLOGIA GERAL

6.1 Comitê de Ética e Experimentação Animal

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal (CEEAA) da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA sob o protocolo nº 08/2021 por atender as Resoluções do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV) nº. 879/2008, 1000/2012 e a Lei Federal nº. 11794/2008, que tratam dos procedimentos Éticos na Experimentação Animal.

6.2 Levantamento Bibliográfico

Realizou-se um levantamento bibliográfico em fontes de informação primárias e secundárias. Para isso, foram utilizadas bases de dados eletrônicas de acesso livre, tanto referenciais como textuais: Pubmed, SciELO, Periódicos Capes, Catálogo de Teses e Dissertações Capes, Teses e Dissertações de Programas de Pós-graduação do estado do Maranhão, Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) e Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE), além de sites de Órgãos Oficiais – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Organização Mundial de Saúde Animal – (OIE).

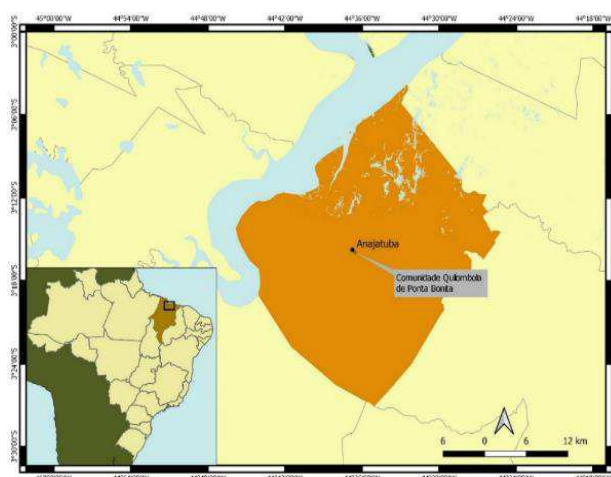
Como estratégia de busca, utilizou-se palavras e/ou expressões, combinadas com operadores booleanos “AND”, “OR” e/ou “NOT” como também sinais, de acordo com a metodologia permitida em cada base de dados e suas correspondentes na língua inglesa.

6.3 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo compreendeu a Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, situado na zona rural do Município de Anajatuba, estado do Maranhão. O referido

município pertence à região da Baixada Maranhense, localizado entre as coordenadas geográficas de Latitude 03°15'50" S e Longitude de 44°37'12" W (Figura 01). De acordo com a Secretaria Estadual Extraordinária de Igualdade Racial (SEIR), Anajatuba possui 21 quilombos, sendo Ponta Bonita, oficialmente reconhecido pela Fundação Cultural Palmares (FCP) (SEIR, 2018).

Figura 01. Localização geográfica da Comunidade de Ponta Bonita, município de Anajatuba – MA



Fonte: Elaborado pelos autores.

O clima dominante na região, onde está inserido o município de Anajatuba, é do tipo AW⁶ (clima tropical úmido com estação seca de inverno), de acordo com a classificação climática de Koppen (1948). Na área de estudo, tem-se de modo geral, um período seco de seis meses (agosto a janeiro), dos quais, três a quatro meses são considerados muito secos, com menos de 8% da chuva total. No período chuvoso, de seis meses (fevereiro a julho), pelo menos dois meses podem ser considerados muitos chuvosos, com mais de 30% do total da precipitação pluviométrica.

6.3.1 Avaliação dos parâmetros abióticos da água e coleta das amostras

⁶**Clima AW:** Clima tropical que apresenta uma temperatura média do ar sempre superior a 18°C e um regime pluviométrico que define duas estações, uma chuvosa e outra seca, caracterizada, esta última, por uma precipitação mensal inferior a 60 mm nos meses de menor precipitação (Koppen, 1948).

As amostras foram coletadas de lagoas marginais (ambiente alagável)⁷ da comunidade de Ponta Bonita (Figura 02). *In situ*, os parâmetros abióticos, temperatura (°C), potencial hidrogeniônico (pH) e salinidade foram aferidos por meio de instrumento multiparâmetro modelo AK88.

Figura 02. Ambiente alagável da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba, estado do Maranhão



Fonte: Arquivo dos autores

Foram capturados 42 exemplares de peixes adultos com o auxílio de tarrafa malha 4 (20 mm), sendo 21 da espécie *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jeju) e 21 de *Cichlasoma bimaculatum* (acará preto) (Figura 03). Os exemplares capturados foram transportados vivos em caixas isotérmicas com água proveniente do local de captura provida de equipamento para oxigenação da água até o Laboratório de Reprodução de Recursos Pesqueiros – LARAQUA na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, no mesmo dia da coleta.

Figura 03. Coleta de peixes em ambiente alagável da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba, estado do Maranhão

⁷**Lagoas marginais:** ambientes reconhecidos por sua importância na manutenção e integridade da biodiversidade regional, seja como criadouros naturais das espécies de importância comercial, na sua maioria migradores de longa distância (Agostinho *et al.*, 1993; Agostinho *et al.*, 2000), ou como *habitat* preferencial das espécies sedentárias e de pequeno porte.



Fonte: Arquivo dos autores.

6.3.2 Coleta de amostras sanguíneas

As amostras de sangue foram coletadas com o auxílio de seringas descartáveis de 1 mL e agulhas estéreis de 8 x 0,30 mm, em que foram canalizadas veias branquiais por introdução da agulha em ângulo de $\pm 45^\circ$ (Figura 04 A e B). Após as coletas, as amostras sanguíneas foram transferidas para tubos estéreis que foram deixados em posição inclinada, na temperatura ambiente, até a retração do coágulo e liberação do soro.

Figura 04. Coleta de sangue em peixes oriundos da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba – MA: (A) *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jeju); (B) *Cichlasoma bimaculatum* (acará preto)

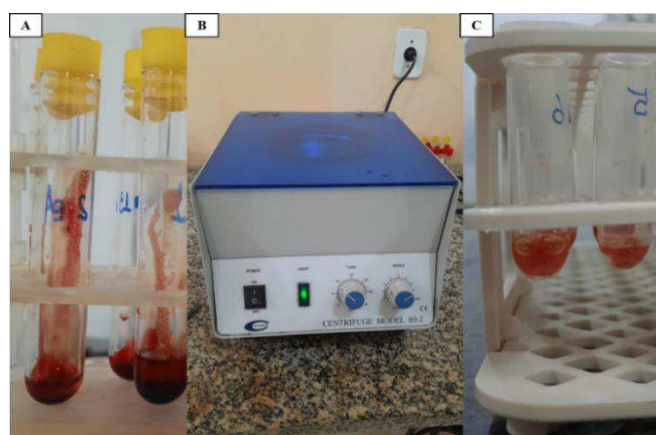


Fonte: Arquivo dos autores.

6.3.3 Soroaglutinação microscópica

No Laboratório de Diagnóstico de Doenças Infecciosas da UEMA, o soro sanguíneo foi separado do sangue por centrifugação a 2.000 rpm, durante 15 minutos (Figura 05 A e B). As amostras foram acondicionadas em ampolas tipo eppendorf (Figura 05 C) e estocadas a -20° C até a realização dos testes sorológicos.

Figura 05. Processamento laboratorial das amostras sanguíneas de peixes oriundos da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba – MA: (A) amostras sanguíneas; (B) centrifugação dos soros em centrífuga digital; (C) soro sanguíneo em ampolas tipo eppendorf



Fonte: Arquivo dos autores.

Os soros sanguíneos foram submetidos à pesquisa de aglutininas anti-leptospiras contra 25 sorovares do complexo *Leptospira* spp. provenientes do banco da Universidade de São Paulo (USP) e mantidas pelo Laboratório de Diagnóstico de Doenças Infecciosas da UEMA (Tabela 01).

Tabela 01. Coleção de antígenos do complexo *Leptospira* sp. utilizados na técnica de Soroaglutinação Microscópica (SAM) para diagnóstico de sorovariedades de *Leptospira* sp. circulantes em *Cichlasoma bimaculatum* e *Hoplerythrinus unitaeniatus*

Espécies	Sorogrupos	Serovarieties
<i>L. interrogans</i>	Australis	Australis Bratislava
	Autumalis	Autumnalis
<i>L. kirschneri</i>	Autumalis	Butembo
<i>L. borgpetersenii</i>	Ballum	Castellonis

<i>L. interrogans</i>	Batavia	Bataviae
	Canicola	Canicola
<i>L. borgpetersenii</i>	Caledoni	Whitcombi
<i>L. kirschneri</i>	Cynopteri	Cynopteri
	Gripotyphosa	Gripotyphosa
<i>L. interrogans</i>	Hebdomadis	Hebdomadis
	Icteriohaemorrhagie	Copenhageni Icteriohaemorrhagiae
<i>L. borgpetersenii</i>	Javanica	Javanica
<i>L. noguchi</i>	Panama	Panama
<i>L. interrogans</i>	Pomona	Pomona
		Pomona variante bubalinos
		Pomona RG
<i>L. interrogans</i>	Pyrogenes	Pyrogenes
<i>L. interrogans</i>	Serjroe	Hardjo Prajitno
<i>L. borgpetersenii</i>		Hardjo Bovis
<i>L. santarosai</i>		Guaricurus
<i>L. santarosai</i>	Shermani	Shermani
<i>L. borgpetersenii</i>	Tarassovi	Tarassovi
<i>L. interrogans</i>	Djasiman	Sentot

Fonte: Elaborado pelos autores.

A presença de anticorpos contra *Leptospira* spp. nos soros de peixes foi verificada por meio da técnica de Soroaglutinação Microscópica (SAM), a partir de uma diluição 1/50, sendo uma parte de soro sanguíneo para 49 partes de solução salina 0,85%. Dessa diluição foram colocadas alíquotas de 25 µL em placas de polietileno (Figura 06 A), com fundo plano, e adicionada igual quantidade do antígeno, o que resultou em uma diluição 1/100. As placas foram então incubadas em estufa bacteriológica à temperatura de 28°C por uma hora. A leitura foi realizada em microscópio de campo escuro, diretamente na placa, utilizando a objetiva de 10x e ocular de 10x (Figura 06 B).

O critério adotado para considerar um soro como reagente foi a aglutinação de pelo menos 50% das leptospiros no campo microscópico no aumento de 400x. Os soros reagentes na triagem inicial foram reexaminados em sete diluições seriadas de razão dois

e selecionadas apenas as amostras com titulação mínima de 100 (ponto-de-corte), ou seja, todas as reagentes (Santa Rosa *et al.*, 1975; Santa Rosa *et al.*, 1980).

Figura 06. Soroaglutinação microscópica em soros de peixes oriundos da Comunidade Quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba – MA: (A) alíquotas de soro de solução salina em placas de polietileno; (B) microscópio de campo escuro



Fonte: Arquivo dos autores.

6.3.4 Análise dos dados

Para o cálculo da ocorrência de aglutininas anti-*Leptospira* sp. utilizou-se a análise estatística descritiva por meio de distribuições absolutas e relativas.

6.4 Processo de Produção do Guia Orientativo

A produção do guia orientativo constituiu uma pesquisa exploratória. Nesta etapa do estudo, buscou-se definir quais eram os principais tópicos para as partes teóricas e práticas do material educativo. Os tópicos da seção teórica foram: Saúde Pública no Brasil; SUS como Direito do Cidadão e Dever do Estado; Direitos dos Cidadãos, Saúde e Meio Ambiente e Saúde e Alimentação, bem como informações sobre os direitos dos cidadãos, além de doenças que estão relacionadas com o meio ambiente.

O material buscou também trazer dicas de Boas Práticas em Higiene, destacando os cuidados pessoais, com a água, com os alimentos, além de cuidados com o lixo.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta dissertação de mestrado serão apresentados em três capítulos:

- **Capítulo 1:** é apresentado o artigo intitulado “Bacterioses em peixes no estado do Maranhão: uma revisão sistemática e perspectivas para pesquisa”. O trabalho foi publicado no E-book “Engenharia de Pesca: Aspectos Teóricos e Práticos - Volume 4” da Editora Científica Digital, ISBN 978-65-5360-136-9, DOI: 10.37885/220508884, páginas 37-49, ano de 2022.
- **Capítulo 2:** o capítulo é constituído pelo artigo “*Leptospira* Sp. serovarieties circulating in two neotropical fish species in a quilombola area in Maranhão State, Brazil, que está submetido para publicação na revista International Caldásia, Qualis Capes B2 (quadriênio 2017-2020), área de avaliação Biodiversidade.
- **Capítulo 3:** consta o guia orientativo “Saúde e Meio Ambiente em Comunidades Quilombolas: um olhar para Leptospirose”, publicada na editora EDUEMA, ISBN digital 978-65-85022-24-8.

7.1 Capítulo 1

BACTERIOSES EM PEIXES NO ESTADO DO MARANHÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E PERSPECTIVAS PARA PESQUISA⁸

Adriana Prazeres Paixão, Herlane de Olinda Vieira Barros, Monalisa de Sousa Moura Souto, Tânia Maria Duarte Silva, Valter Marchão Costa Filho, Izabela Alves Paiva, Alanna Raissa de Araújo Silva, Danilo Cutrim Bezerra, Viviane Correa Silva Coimbra, Nancyleni Pinto Chaves Bezerra.

RESUMO

As bactérias presentes em peixes podem ser classificadas como oportunistas e patogênicas e podem causar prejuízos econômicos, comprometer a qualidade da matéria prima, além de problemas ligados à saúde pública e sanidade animal. No Brasil, vários estudos têm identificado bacterioses em pisciculturas, alertando para o desafio da atividade.

Objetivo: Nesse contexto, objetivou-se com o estudo realizar um levantamento das pesquisas realizadas no estado do Maranhão sobre bacterioses em peixes, por meio de uma revisão sistemática. **Método:** Foi realizada a busca nas bases de dados Pubmed, SciELO, Periódicos Capes, Catálogo de Teses e Dissertações Capes, Teses e Dissertações de Programas de Pós-graduação do estado do Maranhão, Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) e Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE), além de sites de Órgãos Oficiais – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Organização Mundial de Saúde Animal – (OIE), utilizando como estratégias de busca os conectores booleanos e sinais, de acordo com a metodologia de cada base de dados e também, critérios de inclusão e exclusão. Com a metodologia utilizada foram obtidas 10 referências. **Resultados:** As bactérias identificadas foram os coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Aeromonas caviae*, *A. hydrophila*, *A. veroni* biovar *veron*, *A. schubertii*, *A. trota*, *Staphylococcus* sp. e coagulase positiva, *Citrobacter* sp. e *Serratia odifera*. Nenhuma das bactérias identificadas no estudo está na lista de doenças de notificação obrigatória do MAPA e OIE. **Conclusão:** Outras bactérias de interesse na piscicultura e de cunho zoonótico têm

⁸ Artigo publicado como capítulo de livro no E-book “Engenharia de Pesca: Aspectos Teóricos e Práticos - Volume 4” da Editora Científica Digital, ISBN 978-65-5360-136-9, DOI: 10.37885/220508884, páginas 37-49, 2022

sido identificadas em outros estados, mostrando o enorme campo de pesquisa sobre o assunto no estado do Maranhão, uma vez que a piscicultura é uma atividade promissora no estado.

Palavras-chave: Bactérias, sanidade, saúde pública, peixe, Maranhão.

INTRODUÇÃO

De todas as modalidades de produção de pescado (pesca marinha e continental, aquicultura marinha e continental), a pesca marinha é a que possui maior produção mundial (84,4 milhões de toneladas), seguida da aquicultura continental e marinha (ambas totalizam 82,1 milhões de toneladas de pescado) e por último, a pesca continental (12 milhões de toneladas) (FAO, 2020).

A China é a líder na produção global de pescado (por aquicultura e pesca), com 35% do total. Excluindo a China, a Ásia (34%), seguida da América (14%), Europa (10%), África (7%) e Oceania (1%) lideram a produção. Em relação a pesca, os sete maiores países com potencial pesqueiro são responsáveis por mais de 50% da produção global, tratam-se da China (15%), Indonésia (8%), Peru (8%), Índia (4%), Rússia (6%), Estados Unidos da América (EUA) (6%) e Vietnam (4%) (FAO, 2020).

O Brasil ocupa a 13ª posição na produção de peixes em cativeiro e a 8ª posição na produção de peixes de água doce (FAO, 2020). Mas, destaca-se que não existem estatísticas brasileiras atualizadas sobre o volume de pescas marinha e continental no País, desde o ano de 2011 (XIMENES, 2021). O estado Maranhão destaca-se como o 3º maior produtor nacional de peixes de cultivo de espécies nativas, utilizando principalmente a espécie *Colossoma macropomum* (tambaqui) e seus híbridos com uma produção anual de 35.200 toneladas (MEDEIROS, 2019).

Apesar do crescimento produtivo evidenciado pelos valores supracitados, as enfermidades bacterianas são motivos constantes de preocupação na produção e captura de peixes, pois podem resultar em mortalidades ou em lesões que impedem a comercialização, gerando prejuízos econômicos (LEIRA *et al.*, 2016; GAZAL *et al.*, 2018).

As bactérias encontram-se na água e na microbiota do peixe sem causar qualquer dano à saúde, porém fatores ambientais, nutricionais, genéticos e sanitários podem

interferir no ambiente e no microbioma do peixe, gerando impacto direto na saúde destes animais e desencadeando diversas doenças de etiologia bacteriana (TAVARES; PALHARES, 2011).

Algumas bactérias patogênicas são de ocorrência frequente e apresentam maior impacto econômico na produção comercial de peixes. Dentre as bactérias potencialmente patogênicas para essa classe de vertebrados destacam-se as pertencentes aos gêneros *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Streptococcus* e *Edwardsella* (LEIRA *et al.*, 2016; LEIRA *et al.*, 2017). Já bactérias como *Salmonella* sp. e as integrantes do grupo coliformes estão relacionadas à qualidade higiênicossanitária do produto (BRASIL, 2019a).

A estreptococose é uma enfermidade causada por bactérias gram positivas do gênero *Streptococcus*. É uma doença septicêmica que afeta peixes de água doce e de ambiente estuarino e marinho, tanto em cultivo quanto em animais de vida livre. É considerada uma enfermidade de grande impacto econômico. Os sinais clínicos observados em peixes acometidos pela estreptococose são típicos de uma septicemia bacteriana, como escurecimento do corpo, natação lenta e errática, exoftalmia, ascite, hemorragias difusas, esplenomegalia, trato digestivo hiperêmico e acúmulo de líquido na cavidade abdominal (FIGUEIREDO *et al.*, 2006; TAVARES; PALHARES, 2011).

Aeromonas hydrophila são bastonetes Gram negativos, móveis. A infecção por essa espécie está associada a um quadro de infecção generalizada. Os sinais clínicos observados são lesões hemorrágicas de pele em diferentes regiões do corpo e ulcerativas, natação lenta e anorexia (ALMEIDA *et al.*, 2013). A *Flavobacterium columnare* é o agente etiológico da columnariose, um bastonete longo, gram negativo e móvel. A sintomatologia clínica da doença é caracterizada por erosões na cabeça, dorso, brânquias e nadadeiras (LEIRA *et al.*, 2017).

Edwardsiella sp. é uma bactéria gram negativa e a maior incidência da infecção ocorre no verão e no início do outono. Os sintomas observados em animais infectados são opacidade de córnea, dificuldade respiratória, nado desordenado, nódulos nas brânquias e lesões hemorrágicas na pele, nadadeiras e órgãos internos (MURATORI *et al.*, 2001).

As bactérias do gênero *Salmonella* sp. são mesófilas gram-negativas, anaeróbicas ou aeróbias facultativas. É um patógeno comum aos peixes e distribuídos em vários ambientes. Podem ser detectados em piscicultura, principalmente nas que apresentam má condição de higiene e também nas diferentes etapas da cadeia de produção e comercialização do peixe, o que inviabiliza o pescado para consumo e prejudica a inocuidade do produto (GAZAL *et al.*, 2018).

As bactérias do grupo coliformes abrangem várias espécies bacterianas. Existem dois grupos de bactérias coliformes, as totais e as termotolerantes, e elas são consideradas indicadores higiênicos-sanitário de alimentos e da água. O grupo dos coliformes totais é formado por enterobactérias capazes de fermentar a lactose, com produção de gás a 35°C e os coliformes termotolerantes a 44,5-45,5°C (SILVA *et al.*, 2017).

No Brasil, pesquisas identificaram bactérias em peixes, na água de cultivo e na comercialização em feiras e mercados. No estado do Pernambuco, foi detectado *Aeromonas* spp. em Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (KIM *et al.*, 2020) e no Mato Grosso do Sul, *Pantoea agglomerans* em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) (FERREIRA *et al.*, 2019). Em água de uma represa utilizada para piscicultura em Rondônia, foi quantificado populações de coliformes totais e termotolerantes acima do permitido pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº. 357/2005 (RODRIGUES *et al.*, 2020). Em feiras e mercados, no Amapá, amostras coletadas de Apairi (*Astronotus ocellatus*) comercializados *in natura* e sem refrigeração, apresentaram coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positiva em 100% das amostras analisadas (NASCIMENTO *et al.*, 2019).

Enfermidades bacterianas em peixes são comuns em sistemas aquáticos, porém práticas de manejo adequadas podem prevenir morbi-mortalidades. Nesse contexto, objetivou-se com a pesquisa realizar um levantamento das pesquisas realizadas no estado do Maranhão sobre bacterioses em peixes, por meio de uma revisão sistemática.

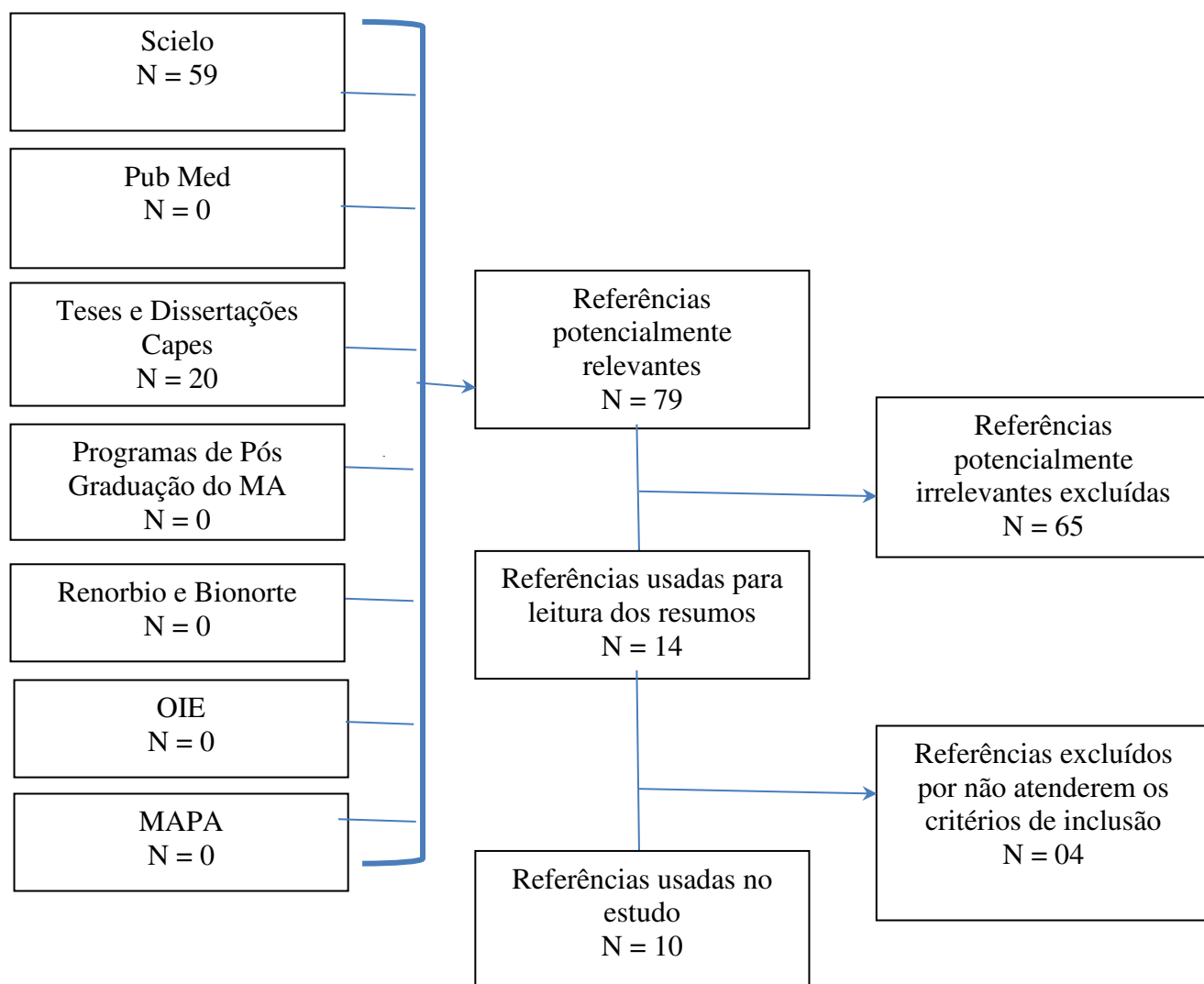
MATERIAL E MÉTODOS

Após a delimitação do tema, buscou-se material bibliográfico em fontes de informação primárias e secundárias. Utilizou-se bases de dados eletrônicas de acesso livre, tanto referenciais como textuais: Pubmed, SciELO, Periódicos Capes, Catálogo de Teses e Dissertações Capes, Teses e Dissertações de Programas de Pós-graduação do estado do Maranhão, Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) e Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE), além de sites de Órgãos Oficiais – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Organização Mundial de Saúde Animal – (OIE).

Como estratégia e busca, utilizou-se palavras e/ou expressões, combinadas com operadores booleanos “AND”, “OR” e/ou “NOT” como também sinais, de acordo com a

metodologia permitida em cada base de dados e suas correspondentes na língua inglesa, conforme sumarizado na Figura 01.

Figura 01. Fluxograma do processo de busca, seleção e inclusão das referências no estudo “bacterioses em peixes no estado do Maranhão”.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O material selecionado foi salvo em arquivo eletrônico e depois de selecionadas as referências potencialmente relevantes, considerou-se elegíveis aquelas com relato de pesquisa de bactérias em peixe/pescado no território maranhense. Após esta fase, procedeu-se a leitura dos resumos e aplicou-se os critérios de inclusão e exclusão para seleção dos textos que foram utilizados no estudo (Quadro 01).

Quadro 01. Critérios de inclusão e exclusão dos textos utilizados no estudo “bacterioses em peixes no estado do Maranhão”

Critérios de Exclusão	Critérios de Inclusão
1. Artigos anteriores a 2010. 2. Textos com acesso controlado. 3. Origem do objeto estudado (peixe) fora do estado do Maranhão.	1. Textos de livre acesso. 2. Versar sobre a identificação de quaisquer espécies de bactéria em peixe no estado do Maranhão, em qualquer fase da cadeia produtiva (produção primária, transporte, beneficiamento ou comércio). 3. Teses e Dissertações de Programas de Pós-graduação do estado do Maranhão

Fonte: Elaborado pelos autores.

A extração qualitativa dos dados foi registrada em planilha eletrônica e compreenderam: I - autores e ano de publicação; II - bactérias identificadas; III – origem do pescado (produção primária, transporte, beneficiamento ou comércio); IV – município onde foi realizado o estudo; V - espécie de pescado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bactérias são os principais micro-organismos causadores de doenças e perdas econômicas, quantitativas e qualitativas, relacionadas à produção, transporte e comercialização do pescado (GERMANO; GERMANO, 2013; LEIRA *et al.*, 2016). Os trabalhos utilizados no estudo, referente a bacterioses no estado do Maranhão, nos últimos 10 anos, identificaram a presença de diferentes bactérias, conforme sumarizado no Quadro 02.

Quadro 02. Referências utilizadas no estudo sobre identificação de bactérias em peixes no estado do Maranhão

Item	Autores e Ano de Publicação	Bactérias Identificadas	Origem do Pescado	Município onde foi realizado o estudo	Produto Analisado
1	Lopes <i>et al.</i> (2012)	Bactérias mesófilas coliformes <i>Aeromonas spp.</i>	Produção primária (ponto de desembarque)	Cedral	Pescada amarela (<i>Cynoscion acoupa</i>)

2	Santos <i>et al.</i> (2012)	Bactérias Gram-positivas e negativas	Produção primária (pisciculturas)	Itapecuru Mirim	Tambacu (<i>Colossoma macropomum</i>) (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)
3	Silva (2013)	<i>Aeromonas sp.</i> <i>Staphylococcus sp</i> <i>Escherichia coli</i>	Comércio (feiras) Produção primária (pontos de despesca de cada localidade)	Pinheiro São Bento São João Batista São Vicente Ferrer Palmeirândia	Traíra (<i>Hoplias cf malabaricus</i>) BOagrinho (<i>Trachelyopterus galeatus</i>) Curimatá (<i>Prochilodus lacustres</i>) Água
4	Ferreira <i>et al.</i> (2014)	Coliformes totais Coliformes termotolerantes <i>E. coli</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Staphylococcus</i> coagulase positivo e negativo <i>Aeromonas</i>	Produção primária (ponto de desembarque)	Raposa	Peixe serra (<i>S. brasiliensis</i>)
5	Paiva (2016)	Coliformes totais Coliformes termotolerantes Família <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Clostridium</i> sulfito redutor	Produção primária (pontos de desembarque)	Bacabal	Não Informado
6	Cunha <i>et al.</i> (2017)	Coliformes totais Coliformes termotolerantes Bactérias heterotróficas mesófilas	Produção primária (piscicultura)	São Bento	Água
7	Guimarães <i>et al.</i> (2017)	Coliformes termotolerantes <i>E. coli</i> Bactérias aeróbias mesófilas <i>Salmonella spp.</i> <i>Aeromonas spp.</i>	Feiras e mercados	São Bento	Traíra (<i>Hoplias cf malabaricus</i>)
8	Marreira, Luvizotto-Santos e Nascimento (2017)	Coliformes totais Coliformes termotolerantes <i>E. coli</i> <i>Enterobacter sp.</i> <i>Klebsiella spp.</i>	Produção primária (recém-capturado)	São Luís Paço do Lumiar	Bagre (<i>Sciades herzbergii</i>)
9	Frazão (2018)	Coliformes totais Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>) <i>Aeromonas sp</i>	Comércio (feiras e supermercado)	São Luís	Pescada amarela (<i>Cynoscion acoupa</i>)

10	Santos <i>et al.</i> (2019)	Coliformes totais Coliformes termotolerantes <i>Escherichia coli</i> <i>Aeromonas spp. e</i>	Comércio (feiras e supermercado)	São Luís	Tambaqui (<i>C. macropomum</i>)
----	--------------------------------	--	--	----------	-----------------------------------

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nenhuma das bactérias identificadas nos estudos que integram este levantamento e listadas no quadro 02 integra a lista de doenças de notificação obrigatória preconizada pelo MAPA (BRASIL, 2013). Também não foram observados nenhum registro de notificação de doenças de animais aquáticos, no estado do Maranhão, nos últimos anos no site oficial do MAPA e OIE.

Dos trabalhos pesquisados de Ferreira *et al.* (2014), Paiva (2016), Marreira, Luvizotto-Santos e Nascimento (2017), em pelo menos uma amostra avaliada houve contaminação por coliformes totais e termotolerantes, com elevados valores de número mais provável (NMP) de coliformes o que sugere condições insalubres de processamento, possibilidade de contaminação de origem fecal e risco à saúde humana. Independentemente da espécie de peixe pesquisado, local de colheita da amostra (tanques de piscicultura, águas doce ou salgada), período seco ou chuvoso, os pesquisadores constataram a ocorrência de bactérias nos tecidos dos peixes capturados ou desembarcados.

Santos *et al.* (2019), ao pesquisarem sobre a qualidade higiênico-sanitária de tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado na cidade de São Luís - MA, quantificaram populações de coliformes totais e termotolerantes elevadas, com a identificação da *E. coli* em 43,3% das 30 amostras analisadas provenientes de feiras, além de bactérias patogênicas, como *Aeromonas spp.* em 93,3% (56/60) das amostras, o que segundo os pesquisadores pode estar relacionada à origem dos exemplares avaliados (criadores locais e regionais) e ao local de comercialização (feiras livres e supermercados).

Alguns pesquisadores, mesmo sem a padronização de resultados na legislação, identificaram gêneros e/ou espécies de bactérias integrantes da família Enterobacteriaceae nas amostras de peixe avaliadas o que sugere contaminação ambiental das amostras, como é o caso dos coliformes totais. *E. coli* foi a bactéria mais identificada e com maior ocorrência no pescado e nas amostras de água avaliados (PAIVA, 2016; FERREIRA *et al.*, 2014; MARREIRA; LUVIZOTTO-SANTOS; NASCIMENTO, 2017), indicando contaminação fecal oriunda de seres humanos ou animais de sangue

quente que possam ser criados na mesma propriedade que os peixes e assim contaminam a água do local de criação, uma vez que a *E. coli* não pertence ao microbioma dos peixes.

Paiva (2016), identificou *Citrobacter* spp., *Enterobacter* sp., *Serratia* spp. em amostras de peixes de variadas espécies capturadas em três pontos diferentes do Rio Mearim no município de Bacabal, estado do Maranhão. Marreira, Luvizotto-Santos e Nascimento (2017) identificaram *Enterobacter* sp. e *Klebsiella* ssp. no peixe bagre (*Sciadesherz bergii*) capturado na Lagoa da Bacanga na cidade de São Luís-MA.

Em estudo sobre a qualidade microbiológica de peixe traíra (*Hoplias malabaricus*), no município de São Bento-MA, Guimarães *et al.* (2017), analisaram 40 amostras e constataram presença de *E. coli* em 35% (n= 14) das amostras avaliadas e ausência de *Staphylococcus* coagulase positiva. Foi detectado *Salmonella* spp. em 5% das amostras (n= 2), estando, portanto, em desacordo com os padrões exigidos pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 12 de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para os parâmetros *E. coli* e *Salmonella* (BRASIL, 2001). Adicionalmente, 90% (n= 36) das amostras estavam contaminadas por *Aeromonas*, sendo 19,4% (n= 07) por *A. caviae* e 80,6% (n= 29) por *A. hydrophila*.

A pesquisa realizada por Silva (2013), na Baixada Maranhense, abrangendo os municípios de Palmeirândia, Pinheiro, São Bento, São João Batista e São Vicente Ferrer, com espécies nativas da região como a traíra (*Hoplias malabaricus*), bagrinho (*Trachelyopterus galeatus*) e curimatá (*Prochilodus lacustris*), demonstrou que das 120 amostras de peixe oriundas de feiras e pontos de despesca de cada um dos municípios supracitados, 56,66% estavam contaminadas por bactérias do gênero *Aeromonas*, apresentado a seguinte estratificação por espécie: *A. hydrophila* (95,5%), *A. caviae* (1,5%), *A. veroni* biovar *veroni* (1,5%) e *A. trota* (1,5%).

Das 30 amostras de pescada amarela (*Cynoscion* *coupa*) coletadas por Frazão (2018), em feiras do município de São Luís, foi observado a ausência de coliformes a 35°C em 6,67% das amostras (n= 2); 90% das amostras (n= 27) apresentaram contagens em intervalo de 3 a 460 NMP/g e apenas 3,33% (n= 01) apresentaram contagens ≥ 1.100 NMP/g. Foi detectada a presença de *E. coli* em 13,33% das amostras (n= 4). Já nas 30 amostras coletadas em supermercados, 13,33% (n= 04) não foram detectados coliformes a 35°C, 80% (n= 24) apresentaram contagens em um intervalo de 3 a 460 NMP/g e 6,67% (n= 2) apresentaram valores ≥ 1.100 NMP/g. Quanto aos coliformes a 45°C foi verificada ausência. Bactérias do gênero *Aeromonas* spp. foram identificadas em 88,33% das amostras analisadas (n= 53), com a constação de quatro espécies: *A. hydrophila*, *A.*

caviae, *A. veronii* biovar *veronii* e *A. schubertii*, sendo a mais frequente a *A. hydrophila* (81,13%; n= 43). Os resultados obtidos denotam condições higiênico-sanitárias insatisfatórias das amostras analisadas.

Das pesquisas obtidas nesse levantamento, constatou-se que nas amostras coletadas de água de tanques de pisciculturas foram encontradas coliformes totais e termotolerantes em todas as amostras pesquisadas. Santos *et al.* (2012) encontraram ocorrência de 16,66% das amostras contaminadas com *E. coli* em valores superiores a 1000 colônias/100mL de água no período seco. Cunha *et al.* (2017) e Paiva (2016), encontravam médias de 75% das amostras de água contaminadas e fora do padrão recomendado pela legislação vigente no Brasil.

Considerando que a ocorrência de bactérias é mais frequentes na água que nos peixes e que o ambiente influencia fortemente a qualidade do pescado, importante observações devem ser dispensadas ao controle da qualidade microbiológica das águas de criação dos peixes para evitar contaminação e doenças nos mesmos, bem como diminuição dos riscos à saúde pública, especialmente quando consumidos sem tratamento térmico adequado ou em preparações cruas.

Ferreira *et al.* (2014) também pesquisaram a ocorrência de bactérias no gelo utilizado para conservação do pescado e identificaram que 100% das amostras eram impróprias por estavam contaminadas com coliformes totais e termotolerantes ou *E. coli*. Atenção também deve ser dada ao gelo usado para conservação uma vez que este pode ser fonte de contaminação do pescado.

O gelo utilizado para a conservação de alimentos deve ser fabricado com água potável e deve ser mantido em condições higiênico-sanitárias que evite a contaminação do peixe, pois como constatado por Lopes *et al.* (2012) a origem da água utilizada para a fabricação do gelo é um fator de extrema importância para evitar contaminação do produto.

Todos os trabalhos levantados nessa pesquisa tiveram seus resultados comparados aos parâmetros determinados pela RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001), que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, porém em dezembro de 2019 foi publicada a RDC de nº 331/2019 (BRASIL, 2019a) sendo complementada pela Instrução Normativa (IN) nº 60 de 2019 (BRASIL, 2019b), ambas entraram em vigor em dezembro de 2020 revogando assim a RDC nº 12 de 2001.

A RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019 da ANVISA, dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Essa RDC abrange todos os setores

envolvidos nas etapas de produção, industrialização, armazenamento, fracionamento, transporte, distribuição, importação e comercialização dos alimentos (BRASIL, 2019a). Para complementar o disposto na RDC 331/2019, também foi publicada a IN nº 60 de 23 de dezembro de 2019, que define as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor (BRASIL, 2019b).

Dos requisitos gerais dispostos na RDC 331/2019 tem-se “os alimentos não podem conter micro-organismos patogênicos, toxinas ou metabólitos em quantidades que causem danos à saúde” (BRASIL, 2019a). Portanto, os setores envolvidos na cadeia produtiva de alimentos são responsáveis por realizar avaliações periódicas quanto à adequação do processo para atendimento aos padrões e determinar a frequência das análises, assegurando que, durante todo o prazo de validade, os alimentos cumpram os padrões microbiológicos estabelecidos pela IN 60/2019, em conformidade com as BPF e outros programas de controle de qualidade, como os programas de auto controle e análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC).

Os indicadores e critérios estabelecidos na IN 60/2019 quando comparada a RDC nº. 12/2001 (legislação que anteriormente disciplinava os padrões microbiológicos de alimentos) são mais rígida e apresentam algumas importantes mudanças para pescado, como: (i) pesquisa de histamina para peixes¹, crustáceos, moluscos e miúdos (ovas, moela, bexiga natatória) crus, temperados ou não, frescos, resfriados ou congelados; e, (ii) pesquisa de *Escherichia coli*.

CONCLUSÕES

A pesquisa sistemática mostrou que nos últimos dez anos poucas pesquisas sobre bacterioses em peixes foram desenvolvidas no estado do Maranhão. As bactérias identificadas nas referências pesquisadas indicam a qualidade higiênico-sanitária do local de origem/produção da matéria prima e/ou água e/ou gelo usado na conservação do pescado, porém nenhuma das bactérias identificadas no estudo está na lista de doenças de notificação obrigatória do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2015). Outras bactérias de interesse na piscicultura e de cunho zoonótico têm

¹ **Peixes produtores de histamina:** peixes da família Carangidae, Gempylidae, Istiophoridae, Scombridae, Clupeidae, Engraulidae, Coryfenidae, Pomatomidae, Scombrosidae (BRASIL, 2019b).

sido identificadas em outros estados, expondo uma grande perspectiva de campo de pesquisa sobre o assunto no estado do Maranhão.

Sendo a piscicultura uma atividade promissora no Estado, e considerando a falta de conhecimento sobre os problemas sanitários nas pisciculturas maranhenses, se faz necessário a realização de pesquisas visando estudos epidemiológicos para avaliação da situação de doenças dos animais aquáticos, análise de risco de introdução e disseminação de agentes patogênicos exóticos de importância para a piscicultura e proposição de sistemas de vigilância para as doenças relacionadas às espécies cultivadas no estado, entre outras. Para tanto o fortalecimento de grupos de estudos, parcerias da academia com o setor privado, laboratórios de diagnóstico e com os órgãos de defesa agropecuária, são de grande importância para encontrar alternativas que possam fortalecer a atividade no estado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.unirio.br/dmp/microbiologia/nutricao-integral/legislacao/Resolucao%20RDC%20ANVISA%2012%20-%202001%20-Padrees%20Microbiologicos%20de%20Alimentos.pdf>. Acesso em: 22 fev. de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 50, de 24 de setembro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 de setembro de 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-suidea/legislacao-suideos/2013IN50de24desetembrode.pdf/view>

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019a. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-331-de-23-de-dezembro-de-2019.pdf/view>. Acesso em: 22 fev. de 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019b. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019. Disponível em: www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/U_IN-MS-ANVISA-60_231219. Acesso em: 22 fev. de 2022.

CUNHA, M. C. S. *et al.* Microbiological and physical-chemical characteristics of the water used to Tambaqui *Colossoma macropomum* species, in Maranhão State. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 3, 2017.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action.** Roma, 2020. 244p.

FERREIRA, E. M. *et al.* Qualidade microbiológica do peixe serra (*Scomberomerus brasiliensis*) e do gelo utilizado na sua conservação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, 2014.

FERREIRA, M. W. *et al.* Mortalidade em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) ocasionada por *Pantoea agglomerans* e *Pseudomonas aeruginosa* em tanque escavado. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 47, Suppl. 1, p. 1-5, 2019.

FIGUEIREDO, H. C. P. *et al.* *Streptococcus agalactiae* associado à meningoencefalite e infecção sistêmica em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p.6 78-680, 2006.

FRAZÃO, F. B. **Avaliação da qualidade microbiológica e perfil de suscetibilidade antimicrobiana das bactérias isoladas da pescada amarela (*Cynoscion coupa*) comercializada na cidade de São Luís - MA.** 2018. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018).

GAZAL, L. E. S. *et al.* *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.; GERMANO, M. I. S. **Sistema de gestão: qualidade e segurança dos alimentos.** São Paulo: Manole, 2013.

GUIMARÃES, L. *et al.* Qualidade microbiológica de peixe traíra (*Hoplias malabaricus*) proveniente da Baixada Maranhense, município de São Bento, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 84, p. 1-7, 2017.

KIM, F. J. P. *et al.* Elevada frequência de *Aeromonas* spp. e genes de virulência em cultivos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede, na região semiárida de Pernambuco, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 5, p. 1609-1615, 2019.

LEIRA, M. H. *et al.* Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil – uma revisão. **Revista Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 3, n. 1, p. 044-059, 2016.

LEIRA, M. H. *et al.* Problemas sanitários das pisciculturas brasileiras. **PUBVET**, v. 11 n. 6, p. 538-645, 2017.

LOPES *et al.* 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. 677-684, 2012.

MARREIRA, R. G.; LUVIZOTTO-SANTOS, R.; NASCIMENTO, A. R. Microbiological condition of the catfish *Sciades herzbergii* from Bacanga lagoon, Northeastern Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 502-512, 2017.

MEDEIROS, F. **Anuário Brasileiro da Piscicultura**. 2019. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2019/>. Acesso em: 21. 22 fev. de 2022.

MURATORI *et al.* Mortalidade por “septicemia dos peixes tropicais” em tilápias criadas em consorciação com suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 6, p. 658-662, 2001.

NASCIMENTO, J. F. *et al.* Avaliação microbiológica do Apaiari, *Astronotus cellatus* (Agassiz, 1729) (Pisces, Cichlidae) comercializados na Feira do Pescado, Macapá-Amapá. **Biota Amazônia**, v. 9, n. 2, p. 47-50, 2019.

PAIVA, T. V. **Avaliação das condições microbiológicas da água e de peixes do Rio Mearim, no município de Bacabal - MA**. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

RODRIGUES M. C. S. *et al.* Avaliação microbiológica de uma estação de piscicultura no Território Central do Estado de Rondônia, Brasil. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, v. 12, n. 1, p. e743, 2020.

SANTOS, D. M. S. *et al.* Microbiological water quality and gill histopathology of fish from fish farming in Itapecuru-Mirim County, Maranhão State. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 2, p. 199-205, 2012.

SANTOS, E. J. R. *et al.* Qualidade higiênico-sanitária de tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado na cidade de São Luís – MA. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, n. 1-12, e-46537, 2019.

SILVA, M. P. M. **Estudo da cadeia produtiva e avaliação higiênico sanitária das principais espécies de peixes nativos da Baixada Maranhense, Brasil**. 2013. 89 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.

SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 5a edição. São Paulo: Editora Bluncher, 2017. 1304p.

TAVARES, G. C.; PALHARES, M. M. Epidemiologia, diagnóstico e controle das principais bacterioses que afetam a tilapicultura no Brasil. **V & Z em Minas**, p. 40-46, 2011.

XIMENES, L. F. Produção de pescado no Brasil e no Nordeste Brasileiro. **Caderno Setorial ETENE**, v. 5, n. 150, p. 1-16, 2021.

7.2 Capítulo 2

***Leptospira* sp. serovariedades que circulan en dos especies de peces neotropicales en un área quilombola en el estado de Maranhão, Brazil⁹**

***Leptospira* sp. circulating in two neotropical fish species in a quilombola area in Maranhão State, Brazil**

Izabela Alves Paiva¹, Ladilson Rodrigues Silva¹; Juliany Silva Mendes¹; Greiciene dos Santos de Jesus¹; Vitoria Mendes da Silva Monteiro², Marcelo Victor Rodrigues da Silva³; Danilo Cutrim Bezerra⁴; Hamilton Pereira Santos⁵; Viviane Corrêa Silva Coimbra⁵, Helder de Moraes Pereira⁶; Nancyleni Pinto Chaves Bezerra^{1,3,4,5,10}

¹Graduate Program in Ecology and Biodiversity Conservation at Maranhão State University – UEMA. paivaisabela27@gmail.com; ladilsonrodrigues341@gmail.com; jmmendes06@outlook.com; greicy2403@hotmail.com; nancylenichaves@hotmail.com.

²Undergraduate Course in Biological Sciences at Maranhão State University – UEMA, vymendes224@gmail.com

³Undergraduate Course in Fishing Engineering at Maranhão State University – UEMA, mavictor98@hotmail.com.

⁴Animal Sciences Course, Animal Sciences Department, Agricultural Sciences Center, Maranhão State University – UEMA, danilocbezerra15@gmail.com.

⁵Graduate Program in Animal Health Defense, Agrarian Sciences Center, Maranhão State University – UEMA, hpsluiza@yahoo.com.br; vivianecorrea@yahoo.com.

⁹ Artigo está submetido para publicação na revista International Caldasia, Qualis Capes B2 (quadriênio 2017-2020), área de avaliação Biodiversidade.

¹⁰ Autor para correspondência: Nancyleni Pinto Chaves Bezerra. Address: Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva, n. 1000, Bairro Jardim São Cristóvão, CEP 65055-310, São Luís-MA. Telephone: (98) 9 8708-1070, E-mail: nancylenichaves@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3970-7524>.

⁶Graduate Program in Animal Science, Agrarian Sciences Center, Maranhão State University – UEMA, helderpereirap@yahoo.com.br.

ABSTRACT

Despite fish's relevance as reservoir of several zoonotic bacteria, their role in maintaining and outspreading *Leptospira* remains poorly known. The objective of study was to report the serovarieties of *Leptospira* sp. circulating in fish belonging to species *Hoplerythrinus unitaeniatus* and *Cichlasoma bimaculatum* living in a quilombola area in Maranhão State, Brazil. In order to do so, 42 fish (21 *H. unitaeniatus* and 21 *C. bimaculatum*) were captured and transported (still alive) - in isothermal boxes filled with water - from the location they were collected in to laboratory environment. Blood samples of these fish were collected through brachial vein conduit and serum was subjected to anti-leptospiral agglutinins assessment against 25 serovarieties belonging to the *Leptospira* sp. complex, based on the serum-agglutination microscopy technique. Total anti-leptospiral agglutinins prevalence in the present study reached 80.95% (n=34/42) – with titles that range from 1:100 to 1:400. The most frequent serovarieties belonging to the *Leptospira* sp. complex were Pomona, Hebdomadis, Butembo, Copenhageni, Cynopteri, Panama, Sentot, Bratislava, Icteriohaemorrhagiae, Pomona variant Bubalinos, Pyrogenes, Whitcombi. Leptospirosis is a globally documented infectious disease observed in several animal species and in humans. It infected native fish belonging caught in Ponta Bonito quilombola community at high prevalence rate. It is essential investigating fish's infection sources and the application of proper measures to prevent leptospirosis in this geographic area.

Keywords: Traditional communities, leptospirosis, native fish, serology.

RESUMEN

A pesar de la relevancia de los peces como reservorio de varias bacterias zoonóticas, su papel en el mantenimiento y propagación de *Leptospira* sigue siendo poco conocido. El objetivo del estudio fue reportar las serovariedades de *Leptospira* sp. circulante en peces pertenecientes a las especies *Hoplerythrinus unitaeniatus* y *Cichlasoma bimaculatum* que viven en un área quilombola en el estado de Maranhão, Brasil. Para ello, 42 peces (21 *H. unitaeniatus* y 21 *C. bimaculatum*) fueron capturados y transportados (todavía vivos) - en cajas isotérmicas llenas de agua - desde el lugar donde fueron recolectados hasta el ambiente del laboratorio. Se recolectaron muestras de sangre de estos peces a través del conducto de la vena braquial y el suero se sometió a evaluación de aglutininas anti-leptospira contra 25 serovariedades pertenecientes a *Leptospira* sp. complejo, basado en la técnica de microscopía de aglutinación de suero. La prevalencia total de aglutininas antileptospirales en el presente estudio alcanzó el 80,95% (n=34/42) – con títulos que van de 1:100 a 1:400. Las serovariedades más frecuentes pertenecientes a la *Leptospira* sp. complejo fueron Pomona, Hebdomadis, Butembo, Copenhageni, Cynopteri, Panamá, Sentot, Bratislava, Icteriohaemorrhagiae, Pomona variante Bubalinos, Pyrogenes, Whitcombi. La leptospirosis es una enfermedad infecciosa documentada a nivel mundial que se observa en varias especies animales y en humanos. Infectó peces nativos pertenecientes a la comunidad quilombola de Ponta Bonito con una alta tasa de prevalencia. Es fundamental investigar las fuentes de infección de los peces y aplicar las medidas adecuadas para prevenir la leptospirosis en esta área geográfica.

Palabras clave: Comunidades tradicionales, leptospirosis, peces nativos, serología.

INTRODUCTION

Fish are among the most traded and consumed food in Brazil (Souza et al. 2013). Fishing and aquaculture in Maranhão State are important activities to provide animal-origin protein for human nutrition (Monteles et al. 2010). Among areas accounting for the greatest fish production in the country, one finds the Western Plain of Maranhão State, since this region encompasses an integrated hydrographic system comprising rivers, lakes and floodable river plains. Such a feature gives this region the status of the biggest lake basin in the Northern Region (Pereira et al. 2016).

The Western Plain of Maranhão State holds countless traditional quilombola communities who practice artisanal fishing, which is an important means of survival and source of protein throughout the year (Bernades et al. 2011). *Cichlasoma bimaculatum* (Black Acara) and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Gold Wolf Fish) are important fishing resources for human consumption in *quilombola* communities, in Maranhão State (Gurgel et al. 1994, Viana et al. 2014). Both species are distributed in shallow water environments and in environments close to submerged or riverside vegetation (Leal et al. 2010, Froese and Pauly 2016).

Despite the importance of artisanal fishing in Maranhão State, it has been strongly affected by anthropic and ecological changes that have led to the loss of several fish species, every year. Besides the countless environmental impacts statewide (deforestation and pollution resulting from domestic sewage discharge), it is also possible mentioning domestic animals' husbandry and animals' breeding (for livestock activity purposes) under precarious sanitary conditions, such as those provided to pigs, buffaloes and cattle, since these animals can host bacterial etiological agents like *Leptospira* sp.

Despite fish's relevance as reservoir of several zoonotic bacteria, their role in maintaining and outspreading *Leptospira* remains poorly known. Research about

leptospirosis in fish, carried out in Brazil, are scarce; there are only few records about this class of vertebrates to point them out as potential spirochete carriers (Esteves et al. 2005, Silva 2008).

Leptospirosis is an emerging zoonosis of global distribution that affects both humans and animals that are directly or indirectly exposed to environments contaminated with urine, blood or tissue of infected animals (Thibeaux et al. 2018a, Vincent et al. 2019). The etiological agent is a bacterium that belongs to genus *Leptospira*, which encompasses intermediate and pathogenic saprophytic species (Perolat et al. 1998, Helmerhorst et al. 2012, Marteli et al. 2020). According to Thibeaux et al. (2018b) and Vincent et al. (2019), this genus is highly heterogeneous and genetically different from other bacteria; it is divided into 35 species and more than 300 serovars.

Esteves et al. (2005) carried out a serological study with animals and employees of Uberaba Municipal Zoo and found six samples of *Oreochromis niloticus* (tilapia) reagent to *Leptospira* sp., serovar Canicola. In total, 25 samples of fish blood serum were analyzed in the Municipal Wood Zoo “Fábio de Sá Barreto”, in Ribeirão Preto County, two of them were reagent (8%; n=2/25) to serovars Icterohaemorrhagiae and Bratislava (Silva 2008). Despite the aquaculture and fishery importance of Maranhão State, there are no studies addressing the occurrence of zoonotic bacteria in fish, in the state. Accordingly, the aim of the current study was to report the serovarieties of *Leptospira* sp. circulating in two neotropical fish species in a quilombola area in Maranhão State, Brazil.

MATERIALS AND METHODS

Research ethics

This research was approved by the Ethics Committee on Animal Experimentation (CEEAA) of State University of Maranhão – UEMA – under protocol n. 08/2021, since it

meets the Resolutions of the Federal Veterinary Medicine Council (CFMV) n. 879/2008, 1000/2012, and Federal law n. 11794/2008, which provides on Ethical procedures in Animal Experimentation.

Study site

The study was carried out in Ponta Bonita Quilombola community, which is located in the rural municipality of Anajatuba, Maranhão State. This municipality belongs to the Western Plain of Maranhão State, between geographic coordinates: latitude 03°15'50" S and longitude 44°37'12" W.

Collection of water and fish abiotic parameters

Abiotic parameters: temperature (°C), pH and salinity were measured *in situ* with the aid of a multi-parameter instrument, before fish capture in riverside lagoons (floodable environment), in the rainy season (February, 2021). In total, 42 specimens were collected, 21 individuals belonging to species *H. unitaeniatus* and 21 belonging to species *C. bimaculatum*.

Mesh gill net 4 (20 mm), actively operated (drags / sieges), and cast net with mesh 4 (20 mm) were used to catch the fish. After fish were collected, the specimens were stored (alive) and transported in 100-L polystyrene boxes added with water oxygenation equipment.

Blood transport and collection

Fish were transported alive to the Aquatic Resources Reproduction Laboratory – LARAQUA – of UEMA, where they were placed in water tanks under constant oxygenation for, at most, 12 hours in order to rest. Subsequently, blood samples of the

specimens were collected at the Parasitology Laboratory of the Agricultural Sciences Center with the aid of 1-mL disposable syringes and 8 x 0.30 mm sterile needles – the gill vein was channeled by introducing a needle at the angle of $\pm 45^\circ$. After the blood collection procedure, blood samples were taken to sterile tubes at sloped position, at room temperature, to delay coagulation and serum liberation process.

Serological diagnosis

Serum was separated from blood through centrifugation at 2,000 rpm, for 10 min, in UEMA's Laboratory of Infectious Disease Diagnosis. The serum samples were placed in Eppendorf-type ampoules and stored at -20°C until the time for serological tests. The blood serums were subjected to anti-leptospiral agglutinins against 25 serovars belonging to the *Leptospira* sp. complex, from the bank of University of São Paulo – they were kept in the aforementioned laboratory (Table 1).

The presence of anti-leptospiral agglutinins was observed in serums through the Serum-agglutination microscopic (SAM) technique, according to Faine et al. (1999) and Vasconcellos et al. (1997), based on 1/100 dilution (cut-off point). Agglutination of at least 50% of leptospiras in the microscopic field at 100x magnification was the criterion adopted to classify serums as reagent. Reagent serums were titled under geometric series of four ratio-two dilutions; the title was provided as reciprocal to the greatest dilution presenting agglutination. Descriptive analysis was used to calculate the frequency of anti-leptospiral agglutinins through absolute and relative distribution.

RESULTS AND DISCUSSION

The sampled environment showed favorable features for *Leptospira* sp. survival, such as low water speed, pH of 7.31 and temperature of 28.3°C . According to Correa and

Correa (1992), Brasil (1995) and Simões et al. (2019), leptospiras habitat includes backwater, moistened soil, decomposing organic matter, plants, animals and man. Survival is favored by humidity, slightly warm temperature (28°C to 30°C), neutral backwater with slightly moderated pH (7.2 to 7.6) and favorable habitat in the assessed site.

Disorderly changes in the ecological system due to anthropic action, which can set the behavioral changes in animals seeking other ecosystems, is another relevant aspect to be taken into consideration for the herein detected serovars. Such a practice helps outspreading leptospiras to new hosts and/or reservoirs. Based on Genovéz (2007), habitat particularities in the rural zone and the presence of wild animals make it easier to transmit leptospirosis to livestock-interest animals such as pigs, buffaloes and cattle; and from them to other animals. Thus, the simultaneous breeding of several domestic-animal species in the same area – such a common condition in the study site – can favor leptospirosis occurrence.

This is the first study carried out in Maranhão State about serovars of *Leptospira* circulating in fish – results have shown 80.95% prevalence (n=34/42) of anti-leptospiral agglutinins with titles ranging from 1:100 to 1:400. Results in the current study are higher than the ones recorded by Silva (2008), who has diagnosed 8% (n= 2/25) of serum-reagent fish in “Dr. Fábio de Sá Barreto” municipal wood zoo, Ribeirão Preto City, São Paulo State. Overall, both studies have evidenced fish importance as *Leptospira* sp. reservoirs and/or hosts; these studies point out the need of carrying out further studies focused on diagnosing leptospiral infection in this class of vertebrates.

In total, 100% (n= 21/21) and 70.78% (n= 28/36) of the analyzed *H. unitaeniatus* and *C. bimaculatum* serum samples were reagent to *Leptospira* sp., respectively. The most frequent serovars belonging to the *Leptospira* sp. complex in the analyzed samples

were Pomona (14/42; 33.33%), Hebdomadis (12/42; 28.59%), Butembo (10/42; 23.80%), Copenhageni (10/42; 23.80%), Cynopteri (10/42; 23.80%), Panama (10/42; 23.80%), Sentot (10/42; 23.80%), Bratislava (8/42; 19.04%), Icteriohaemorrhagiae (8/42; 19.04%), Pomona variant Bubalinos (8/42; 19.04%), Pyrogenes (8/42; 19.04%), Whitcombi (8/42; 19.04%), Grippytyphosa (6/42; 14.28%), Hardjo Prajitno (6/42; 14.28%), Hardjo Bovis (6/42; 14.28%), Australis (6/42; 14.28%), Autumnalis (6/42; 14.28%), Castellonis (6/42; 14.28%), Tarassovi (6/42; 14.28%), Bataviae (4/42; 9.52%), Pomona variante Bubalinos (4/42; 9.52%), Guaricurus (2/42; 4.77%), Javanica (2/42; 4.77%) and Shermani (2/42; 4.77%).

The identification of serovars Pomona (the most frequent one) and Grippytyphosa highlight the importance of pigs, bred under extensive system without sanitary control, as source of infection caused by *Leptospira* sp. in fish collected in Ponta Bonita quilombola community. Oliveira & Lima (1996) point out that it is essential identifying this serovar in these domestic animals, since it causes leptospirosis - two types of different infections are observed: (i) when pigs are the ultimate host, and the infection is caused by serovar Pomona; and (ii) when pigs are accidental hosts, and the infection is caused by serovar Grippytyphosa. Serovar Grippytyphosa is often found in rodents who can urinate in and contaminate the environment; they can also be the very source of infection in different animals bred in the same area.

The herein diagnosed serovars: Australis, Bataviae, Bratislava, Copenhageni, Hebdomadis, Grippytyphosa, Guaricurus, Sentot and Shermani are indicative of fish's contact with environments contaminated with *Leptospira* sp. – assumingly deriving from synanthropic and wild species. Results in studies conducted in Brazil, and in Maranhão State, about the herein addressed topic, have shown the high percentage of serovars that affect wild animals, but that are also found in domestic and livestock-interest animals

(Silva et al. 2010, Silva et al. 2012, Coelho et al. 2014, Carvalho et al. 2015, Paixão et al. 2016, Guedelha et al. 2019). Opossums, deer, capybaras, turtles and other wild species can act as *Leptospira* sp. reservoirs to other animals, when they find a proper habitat (Castro et al. 2008, Silva et al. 2010, Rocha et al. 2019, Gonçalves et al. 2020). Based on such epidemiological aspect, Castro et al. (2008) highlighted the importance of including a wide composition of antigenic bacteria in the SAM technique, since serovars like Shermani, Hebdomadis and Autumnalis, oftentimes are not found in routine examinations; therefore, they can be present and infect other animals, as herein observed.

The official recommendation for the SAM technique applied to leptospirosis lies on the application of antigens that have at least one representative per serum-group. Thus, it is essential including isolated autochthonous serovars in a country or region, since it would increase the discriminating capacity of the serological technique (Sarmiento et al. 2012). Accordingly, serovar Pomona variant Bubaline was included in the study; 19.04% (n=4/21) frequency of reagent fish was recorded.

Serovars Hardjo, species *L. interrogans* (Hardjo prajitno) and serovar Hardjo, especies *L. borgpetersenii* (Hardjo tipo bovis) (14.28%) presented the same frequency in the current study. Identifying these serovars was a way to reinforce the theory introduced by Pellegrini et al. (1999), who have associated the occurrence of these serovarieties, and of their variants, with environmental factors linked to animal husbandry management, such as inappropriate discharge of placental remains, bacterial multiplication in flooded areas, animal watering in contaminated areas and pollution – these situations are similar to those found in the floodable area in the assessed *quilombola* community. In addition, researchers have reported that bovines are the favorite hosts of serovariety Hardjo.

Serovar Icterohaemorrhagiae – which is often isolated from rodents and very relevant for public health (Brasil 2005) – recorded high frequency in the sampled fish

(19.04%). Many wild animals, such as rodents, are adapted to *Leptospiras*; therefore, they do not manifest any of its clinical signs and lesions. They play the role of main leptospirosis reservoirs, since they are healthy carriers of it and host spirochetes in their kidneys – they eliminate these spirochetes in the urine and contaminate the water, the soil and food (Brasil 1995).

The simultaneous breeding of different domestic animal species in the same area can favor leptospirosis occurrence. Another point to be discussed was the presence of co-agglutination in 16 fish, and it involved 25 of the 25 tested serovars and different combinations to the highest frequency of Pomona/Pamona variant Bupalins (42.86%) and Hebdomadis/Grippotyphosa (25.58%); Copenhageni/Pyrogenes (19.05%) reaction types. Based on Juliano et al. (2000), the herein identified co-agglutination can be explained by the concomitant infection of several *Leptospira* sp. Serovars, or by crossed reactions between serovars belonging to the same serum-group.

Based on the present results, fish belonging to species *H. unitaeniatus* and *C. bimaculatum* living in a *quilombola* area in Maranhão State are exposed to different *Leptospira* sp. serovarieties. If one takes into account the habitat of these animals, it is essential taking health education actions focused on informing the *quilombola* community about the risks of using water and fishing resources from the sampled floodable environment. It is also necessary investigating fish infection sources, as well as applying appropriate measures to prevent leptospirosis in this geographic area.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful to Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PPG) of the State University and to Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Maranhão (FAPEMA).

PARTICIPATION OF THE AUTHORS

IAP, LRS, JSM, GSJ, VMSM, MVRs, DCB and NPCB collected samples in the field; IAP, LRS, VMSM, MVRs, DCB, HPS and NPCB carried out blood collections and serological analyzes for the diagnosis of *Leptospira* sp.; IAP, DCB, VCSC, HPS, HMP and NPCB contributed to the analysis, data interpretation and writing of the article.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interests.

LITERATURE CITED

- Bernardes RH, Botelho ACK, Motta Neto JA. 2011. A pesca artesanal: atividade integradora dos sistemas agroecológicos em comunidade quilombola na Amazônia Maranhense, Brasil. *Cadernos de Agroecologia*, 6(2): 1-5.
- Brasil. 1995. Ministério da Saúde. Centro Nacional de Epidemiologia. Manual de leptospirose. 2ª ed. Centro Nacional de Epidemiologia. Coordenação de Controle de Zoonoses e Animais Peçonhentos, Brasília.
- Brasil. 2005. Ministério da Saúde. Leptospirose. In: _____. Guia de vigilância epidemiológica. Obtido em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/Guia_Vig_Epid_novo2.pdf
- Carvalho OS, Gonzaga LNR, Albuquerque AS, Bezerra DC, Chaves NP. 2015. Occurrence of *Brucella abortus*, *Leptospira interrogans* and bovine herpesvirus type 1 in buffalo (*Bubalus bubalis*) herd under extensive breeding system. *African Journal Microbiology Research*, 9(9): 598-603. <https://doi.org/10.5897/AJMR2014.7318>
- Castro V, Azevedo SS, Gotti TB, Batista CSA, Gentili J, Moraes ZM, Souza GO, Vasconcellos SA, Genovez ME. 2008. Soroprevalência da leptospirose em fêmeas

bovinas em idade reprodutiva no Estado de São Paulo, Brasil. Arquivos do Instituto Biológico, 75(1): 3-11. <https://doi: 10.1590/1808-1657v75p0032008>

Coelho ELM, Chaves NP, Sá JC de, Melo S de A, Abreu-Silva, AL. 2014. Prevalência de leptospirose em fêmeas bovinas abatidas em frigoríficos no município de São Luís, MA. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 36(2): 111-115.

Corrêa WM, Corrêa, CNM. 1992. Leptospirosis. In: Enfermidades infecciosas dos mamíferos domésticos. 2ed. Rio de Janeiro, RJ: Médica e Científica.

Esteves FM, Guerra-Neto G, Girio RJ da S, Silva-Vergara ML, Carvalho AC de FB. 2005. Detecção de anticorpos para *Leptospira* spp. em animais e funcionários do zoológico municipal de Uberaba, MG. Arquivos do Instituto Biológico, 72(3): 283-288.

Faine S, Adler B, Bolin CA, Perola TP. 1999. *Leptospira* and leptospirosis. Melbourne: Australia.

Froese R, Pauly D. 2016. FishBase. Obtido em: <http://www.fishbase.org>.

Genovéz ME. 2007. Leptospirose: uma doença de ocorrência além da época das chuvas. Available at: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/leptospirose/index.htm.

Gonçalves DD, Lopes KFC, Chiderolli RT, Sampieri BR, Rocha VJ, Pachaly JR, Dos Santos IC, Barbosa LN, Mota E, Pereira, U de P. 2020. Semina: Ciências Agrárias, 41(1): 159-166. <https://doi: 10.5433/1679-0359.2020v41n1p159>

Guedelha AS, Guedelha D. da SA, Sousa AKA, Pereira H de M, Bezerra DC, Santos HP, Bezerra NPC. 2019. Epidemiological aspects of leptospirosis in cattle herds from indigenous reserves. Acta Veterinaria Brasilica, 13(3): 126-134. <https://doi: 10.21708/avb.2019.13.3.8373>

Gurgel HCB, Barbieri G, Vieira LJS. 1994. Biologia populacional do "cara", *Cichlasoma bimaculatum* (Linnaeus, 1754) (Perciformes, Cichlidae) da Lagoa Redonda, Nizia Floresta/RN. Revista Unimar, 16: 263-273.

Helmerhorst HJ, Van Tol EN, Tuinman PR, de Vries PJ, Hartskeerl RA, Grobusch MP, Hovius J. W. 2012. Severe pulmonary manifestation of leptospirosis. The Netherlands Journal of Medicine, 70(5): 215-221.

Juliano RS. 2000. Prevalência e aspectos epidemiológicos da leptospirose bovina em rebanho leiteiro na microrregião de Goiânia – GO. Ciência Rural, 30(5): 857-862, 2000.

Leal ME, Klein GF, Schulz UH, Albornoz PH. 2010. Primeiro registro e aspectos ecológicos de *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Agassiz, 1829) (Characiformes, Erythrinidae) como espécie introduzida na Bacia do Rio dos Sinos, RS, Brasil. Biota Neotropica, 10(3): 33-37. [https://doi: 10.1590/S1676-06032010000300002](https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300002).

Marteli AN, Genro LV, Diamant D, Guasselli LA. 2020. Spatial analysis of leptospirosis in Brazil. Saúde Debate, 44(126): 805-817. [https://doi. 10.1590/0103-1104202012616](https://doi.org/10.1590/0103-1104202012616).

Monteles JS, Funo ICA, Castro ACL. 2010. Caracterização da pesca artesanal nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz – Maranhão. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 23:65-74.

Oliveira SJ de Lima PCR. de. 1996. Leptospirose em suínos: etiologia, diagnóstico e controle (revisão). Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 2(1): 119-128.

Paixão AP, Santos HP, Alves LMC, Pereira H de M, De Carvalho RFB, Costa Filho VM, de Oliveira EAA, Soares DM, Beserra PA. 2016. *Leptospira* spp. em bovinos leiteiros do estado do Maranhão, Brasil: frequência, fatores de risco e mapeamento de rebanhos reagentes. Arquivos do Instituto Biológico, 83(1-12): p. e1022014. [https://doi: 10.1590/1808-1657001022014](https://doi.org/10.1590/1808-1657001022014)

Pellegrin AO, Guimaraes PH da S, Sereno JRB, Figueiredo JP, Lage AP, Moreira EC, Leite RC. 1999. Prevalência da leptospirose em bovinos do Pantanal Mato-Grossense.

Available at: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/->

/publicacao/805159/prevalencia-da-leptospirose-em-bovinos-do-pantanal-mato-grossense

Pereira PRM, Rodrigues TCS, Viegas JC. 2016. Diagnóstico ambiental e caracterização morfométrica das Microbacias Hidrográficas de Pedro do Rosário, Amazônia Maranhense (Brasil). *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 3(5): 153-163. [https://doi: 10.21438/rbgas.030505](https://doi.org/10.21438/rbgas.030505)

Perolat P, Chappel RJ, Adler B, Baranton G, Bulach DM, Billingham ML, Letocart M, Merien F, Serrano MS. 1998. *Leptospira fainei* sp. nov., isolated from pigs in Australia. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 48: (Pt 3) 851-858. [https://doi: 10.1099/00207713-48-3-851](https://doi.org/10.1099/00207713-48-3-851)

Rocha K de S, Baia IWM, Monteiro LH, Miranda JMS, da Silva AF, Dos Reis TA, Ferreira MFS, Mesquita EYE, De Moraes, CCG. 2019. Identification of antibodies to *Leptospira* spp. in the spot-legged turtle (*Rhinoclemmys punctularia*) maintained in captivity. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6): 3763-3768. [https://doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl3p3763](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl3p3763)

Sarmiento AMC, Azevedo SS, Moraes ZM, Souza GO, Oliveira FCS, Gonçalves AP, Miraglia F, Vasconcellos SA. 2012. Emprego de estirpes *Leptospira* spp. isoladas no Brasil na microtécnica de soroaglutinação microscópica aplicada ao diagnóstico de leptospirose em rebanhos bovinos de oito estados brasileiros. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(7): 601-606.

Silva CD. 2008. Levantamento sorológico para leptospirose nos animais pertencentes ao bosque zoológico municipal “Dr. Fábio de Sá Barreto” de Ribeirão Preto, estado de São Paulo. 2008. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, SP, Brasil.

- Silva FJ, Mathias LA, Magajevski FS, Werther K, Assis NA, Girio RJS. 2010. Anticorpos contra *Leptospira* spp. em animais domésticos e silvestres presentes no Campus Universitário da FCAV, UNESP, Jaboticabal/SP. ARS Veterinária, 26(1): 17-25. [https://doi: 10.15361/2175-0106.2010v26n1p017-025](https://doi.org/10.15361/2175-0106.2010v26n1p017-025)
- Silva FJ, Conceição WLF, Fagliari JJ, Girio RJS, Dias RA, Borba MR, Mathias LA. 2012. Prevalência e fatores de risco de leptospirose bovina no estado do Maranhão. Pesquisa Veterinária Brasileira, 32(4): 303-312. [https://doi: 10.1590/S0100-736X2012000400006](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000400006)
- Simões LS, Sasahara TH de C, Favaron PO, Miglino MA. 2016. Leptospirose – Revisão. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia - PUBVET, 10(2): 138-146. [https://doi: 10.22256/pubvet.v10n2.138-146](https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n2.138-146)
- Souza AM, Pereira RA, Yokoo EM, Levy RB, Sichieri R. 2013. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. Revista Saúde Pública, 47 (190S-199S). [https://doi: 10.1590/S0034-89102013000700005](https://doi.org/10.1590/S0034-89102013000700005)
- Thibeaux R, Girault D, Soupé-Gilbert ME, Rettinger A, Douyère A, Meyer M, Iraola G, Picardeau M, Goarant C. 2018a. Biodiversity of Environmental *Leptospira*: Improving Identification and Revisiting the Diagnosis. Frontiers in Microbiology, 9(816): 1-14, 2018a. [https://doi. 10.3389/fmicb.2018.00816](https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00816).
- Thibeaux R, Iraola G, Ferrés I, Bierque E, Girault D, Soupé-Gilbert ME, Picardeau M, Goarant C. 2018b. Deciphering the unexplored *Leptospira* diversity from soils uncovers genomic evolution to virulence. Microbial Genomics, 4(1): 000144. [https://doi. 10.1099/mgen.0.000144](https://doi.org/10.1099/mgen.0.000144).
- Vasconcellos SA, Barbarini O Jr, Umehara O, Morais ZM de, Cortez A, Pinheiro SR, Ferreira Neto, JS. 1997. Leptospirose bovina. Níveis de ocorrência e sorotipos predominantes em rebanhos dos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro,

Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Período de janeiro a abril de 1996.

Arquivos do Instituto Biológico, 64(2), 7-15

Viana DC, Dos Santos AC, Olio RL, Lobo LM, Bruno CEM, Soares D de J. 2014.

Descrição do pescado na Baixada Maranhense – São Bento/MA. Revista Científica Semana Acadêmica, 1(42): 1-10.

Vincent AT, Schiettekatte O, Goarant C, Neela VK, Bernet E, Thibeaux R, Ismail N,

Khalid MKNM, Masuzawa T, Nakao R, Korba AA, Bourhy P, Veyrier FJ, Picardeau M.

2019. Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus *Leptospira* through the prism of genomics. Plos Neglected Tropical Diseases, 13(5): e0007270.

<https://doi.10.1371/journal.pntd.0007270>.

TABLE

Table 1. Collection of antigens belonging to the *Leptospira* sp. complex that were used in the Serum-agglutination Microscopy (SAM) technique to diagnose the *Leptospira* sp. serovariety circulating in *Cichlasoma bimaculatum* and *Hoplerthrinus unitaeniatus*

Species	Serum-group	Serovarieties
<i>L. interrogans</i>	Australis	Australis Bratislava
	Autumalis	Autumnalis
<i>L. kirschneri</i>	Autumalis	Butembo
<i>L. borgpetersenii</i>	Ballum	Castellonis
<i>L. interrogans</i>	Batavia	Bataviae
	Canicola	Canicola
<i>L. borgpetersenii</i>	Calledoni	Whitcombi
<i>L. kirschneri</i>	Cynopteri	Cynopteri

	Gripotyphosa	Gripotyphosa
<i>L. interrogans</i>	Hebdomadis	Hebdomadis
	Icteriohaemorrhagie	Copenhageni Icteriohaemorrhagiae
<i>L. borgpetersenii</i>	Javanica	Javanica
<i>L. noguchi</i>	Panama	Panama
<i>L. interrogans</i>	Pomona	Pomona
		Pomona variante bubalinos
		Pomona RG
<i>L. interrogans</i>	Pyrogenes	Pyrogenes
<i>L. interrogans</i>	Serjroe	Hardjo Prajitno
<i>L. borgpetersenii</i>		Hardjo Bovis
<i>L. santarosai</i>		Guaricurus
<i>L. santarosai</i>	Shermani	Shermani
<i>L. borgpetersenii</i>	Tarassovi	Tarassovi
<i>L. interrogans</i>	Djasiman	Sentot

7.3 Capítulo 3

GUIA ORIENTATIVO: “SAÚDE E MEIO AMBIENTE EM COMUNIDADES QUILOMBOLAS: um olhar para leptospirose”¹¹

O guia orientativo foi organizada pensando nas populações quilombolas, porém possui uma linguagem para servir um público bem diversificado. Malcher, Costa e Lopes (2013), expõem a necessidade de adaptar a linguagem em materiais educativos para que haja proximidade no processo de compreensão do conteúdo científico. Assim sendo, a importância da elaboração de estratégias, como os guias orientativos, para transformar determinados assuntos em atrativos e conectando saberes, tem sido uma dinâmica essencial para o desenvolvimento de conhecimentos científicos e sociais (SANTOS, 2019).

Além de todo conteúdo apresentado ao longo desse material técnico bibliográfico, o leitor conta com a ajuda da Ana, uma jovem que acredita que todos podem ser transformados por meio da educação. Segundo Dias (2018), o uso do lúdico pode ser dito como um aliado para o ensino, pois tem o poder de despertar a atenção dos leitores e com isso colaborar no processo de construção do conhecimento.

Nesse guia orientativo usou-se linguagem simples e recursos visuais atraentes. Recursos que geram rápido reconhecimento entre os leitores.

¹¹ Guia Orientativo: “Saúde e Meio Ambiente em Comunidades Quilombolas: um olhar para Leptospirose”, publicado na editora EDUEMA, ISBN 978-65-85022-24-8.



8255 Saúde e meio ambiente em comunidades quilombolas: um olhar para a leptospirose / Izabela Alves Paiva ... [et al.] – São Luís: EDUEMA, 2023.

20 p. : il. color.

O guia orientativo constitui-se em produto técnico da dissertação de mestrado vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão.

ISBN: 978-65-85022-24-8

Inclui bibliografia.

1.Qualidade de vida. 2.Saúde. 3.Sustentabilidade. 4.Temas transversais. I.Paiva, Izabela Alves. II.Universidade Estadual do Maranhão. III.Título.

CDU: 602.1(614.2:316.35)(=013)

AUTORES

Izabela Alves Paiva

Ladilson Rodrigues Silva

Juliany Silva Mendes

Vitória Mendes da Silva Monteiro

Greiciene dos Santos de Jesus

Danilo Cutrim Bezerra

Hamilton Pereira Santos

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

ILUSTRAÇÃO

Gabriel Luiz Souza Vieira

SÃO LUÍS - MA

2023

DIVISÃO DE EDITORAÇÃO

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

EDITOR RESPONSÁVEL

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

CONSELHO EDITORIAL

Alan Kardec Gomes Pacheco Filho

Ana Lucia Abreu Silva

Ana Lúcia Cunha Duarte

Cynthia Carvelha Martins

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Emanuel Cesar Pires de Assis

Emanuel Gomes de Moura

Fabíola Oliveira Aguiar

Heliziane de Fátima Abreu Araújo

Helidacy Maria Muniz Corrêa

Jackson Ronie Sá da Silva

José Roberto Pereira de Sousa

José Sampaio de Mattos Jr

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Marcelo Cheche Galves

Marcos Aurélio Saquet

Maria Medianeira de Souza

Maria Claudene Barros

APRESENTAÇÃO

Olá, leitor!

Este guia orientativo foi elaborado para você! Ele é um produto associado ao projeto de pesquisa intitulado **"Sorovariedades de *Leptospira* sp. circulantes em duas espécies de peixes neotropicais em área lacustre maranhense, Brasil"**.

Com ele você vai encontrar um conteúdo ilustrado sobre: (i) saúde pública no Brasil; (ii) saúde e meio ambiente; (iii) alimentação; entre outros assuntos.

E para acompanhar você leitor, nessa jornada de aprendizado, lhe apresento a Ana, uma jovem que acredita que todos mereçam ser transformados pela educação.

Portanto, esperamos que ele se configure como uma importante ferramenta de atualização e obtenção de conhecimento para você.

Boa leitura!

Os autores.

SUMÁRIO

SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL.....	6
SUS como Direito do Cidadão e Dever do Estado.....	8
Direitos do Cidadão.....	9
Saúde em Comunidades Quilombolas.....	9
SAÚDE E MEIO AMBIENTE.....	11
Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI).....	12
Leptospirose.....	13
SAÚDE E ALIMENTAÇÃO.....	14
BOAS PRÁTICAS EM SAÚDE E HIGIENE.....	15
Cuidados Pessoais.....	15
Cuidados com os Alimentos.....	16
Cuidados com a Água.....	17
Cuidados com o Lixo.....	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
REFERÊNCIAS	20

SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL



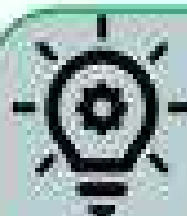
Olá, me chamo Ana e a partir daqui estarei acompanhando você leitor, nessa jornada do conhecimento. Vamos lá?

E para iniciarmos nossa jornada, vamos aprender sobre a Saúde no Brasil.
Você sabe o que é saúde? Você se considera saudável?

Saúde, não é apenas ausência de doença. Mas o completo bem-estar físico, mental e social. E, depende do acesso a serviços básicos garantidos pelo Estado, como a educação, agricultura familiar, saneamento básico, boa alimentação, lazer etc.



SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL



FIQUE ATENTO?

A prevenção de doenças geralmente é implementada pelos serviços de saúde e inclui, por exemplo, vacinação, campanhas educativas por profissionais de saúde, triagem preventiva e controle de doenças.



O Sistema Único de Saúde – SUS foi criado no Brasil para garantir o acesso integral, universal e gratuito à saúde de toda a população brasileira.

(BRASIL, 1990)

O SUS foi instituído pela Constituição Federal de 1988 e regulado pela Lei 8.080 de 1990.

SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL



SUS como Direito da Cidadão e Dever do Estado

A lei 8080/1990 regula, em todo o território nacional, as ações e serviços de saúde. O conjunto de ações e serviços de saúde constitui o Sistema Único de Saúde (SUS). São objetivos do SUS:

A identificação e divulgação dos fatores condicionantes e determinantes da saúde;



A formulação de política de saúde destinada a promover, nos campos econômico e social,



A assistência às pessoas por intermédio de ações de promoção, proteção e recuperação da saúde, com a realização integrada das ações assistenciais e das atividades preventivas.

(BRASIL, 1990)



Direitos da Cidadão

Vamos listar, nas próximas páginas, alguns direitos que todos os cidadãos têm.



SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL

1. Todo cidadão tem direito ao acesso ordenado e organizado aos sistemas de saúde.
2. Todo cidadão tem direito a tratamento adequado e efetivo para seu problema.
3. Todo cidadão tem direito ao atendimento humanizado, acolhedor e livre de qualquer discriminação.
4. Todo cidadão tem direito a atendimento que res-
5. Todo cidadão também tem responsabilidades para que seu tratamento aconteça da forma adequada.
6. Todo cidadão tem direito ao comprometimento dos gestores da saúde para que os princípios anteriores sejam cumpridos.



Saúde em Comunidades Quilombolas

E aí leitor, como está sua jornada do conhecimento? Até aqui vimos que é direito de todo cidadão o acesso a saúde e que ela deve estar presente em todos os lugares, a exemplo das Comunidades Tradicionais (indígenas, quilombolas etc.).



SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL

QUILOMBOLAS

São grupos étnico-raciais tradicionais, segundo critérios de auto-atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas.



Agora que sabemos a definição de Quilombolas, vamos entender como funciona as Políticas de Saúde para essas populações tradicionais?

Importante!!!

O Ministério da Saúde (MS) garantiu o acréscimo de 50% nos valores repassados por equipes de saúde a municípios que atendessem populações quilombolas e de assentamentos de reforma agrária (MELO, 2017).

SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Até aqui aprendermos sobre saúde pública como direito de todo cidadão, agora vamos entender como o meio ambiente influencia na saúde.



Importante!!!

A Saúde Ambiental compreende a área da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do homem que podem exercer alguma influência sobre sua saúde e seu bem-estar (BRASIL, 2022).



SAÚDE E MEIO AMBIENTE



Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)



São doenças que estão relacionadas com:

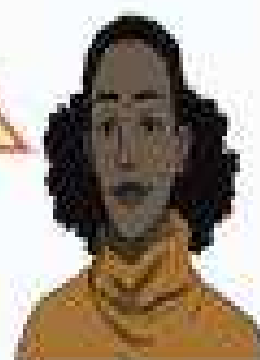
- ⇒ Água;
- ⇒ Excretas de seres humanos e animais;
- ⇒ Resíduos sólidos e efluentes.

Figura 01. Lista de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI).

CATEGORIAS	GRUPO DE DOENÇAS
Doenças de transmissão fecal-oral	Diarreias; Cólera; Salmonelose; Infecções Intestinais Bacterianas (<i>Escherichia coli</i> , <i>Clostridium difficile</i> , outras e as não especificadas-NE)
Doenças de transmissão por inseto vetor	Dengue; Febre Amarela; Malária; Doença de Chagas
Doenças transmitidas através de água	Esquistossomose; Leptospirose

SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Leitor! Vimos na página anterior algumas doenças que são relacionadas ao DRSAI e suas principais vias de transmissão. Que tal conhecermos um pouco sobre a Leptospirose?



Leptospirose

Figura 02. Vias de transmissão e principais sintomas da leptospirose.

LEPTOSPIROSE

É UMA DOENÇA INFECCIOSA GRAVE CAUSADA PELA BACTÉRIA LEPTOSPIRA. É TRANSMITIDA PELA URINA DO RATO E AFETA SERES HUMANOS E CÃES. O TRATAMENTO É A BASE DE ANTIBIÓTICO ESPECÍFICO, PRESCRITO PELO MÉDICO. PARA OS CÃES A PREVENÇÃO DEVE SER FEITA ATRAVÉS DE VACINAS PERIÓDICAS, CONFORME ORIENTAÇÃO DE UM VETERINÁRIO.

SINTOMAS Febre alta com calafrios, dor nos olhos, dor de cabeça e dor muscular.



EM LEE DOS CASOS TEM EVOLUÇÃO GRAVE INCLUINDO HEMORRAGIAS E COMPLICAÇÕES RENAS.

PREVENÇÃO



Armazene alimentos em recipientes fechados. Mantenha a caixa d'água limpa e tampada. Mantenha limpos quintais e terrenos. Descarte o lixo de forma correta e o mantenha fechado.

TEMPOS DE ENCHENTES

Não entrar em contato com a água parada ou a lama durante e após a chuva. Todos os alimentos e remédios que foram molhados deverão ser jogados fora devido a contaminação.



Fonte: <https://www.louveira.sp.gov.br/>

SAÚDE E ALIMENTAÇÃO

A alimentação é uma necessidade básica e um direito humano. Comer tem um sentido muito mais amplo, pois envolve seleção, escolhas, ocasiões e rituais e está no contexto da promoção da saúde (SOUZA, 2012).



VOCÊ SABIA?

A promoção e a manutenção da saúde estão previstas nas diretrizes estratégicas da Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) que tem como base o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) e a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) (BRASIL, 2012).

Por quê ter uma alimentação saudável?

1. Prevenir doenças, manter um corpo saudável e controlar o peso.
2. Ter energia para estudar, trabalhar, brincar e praticar esportes.
3. Melhorar o humor e diminuir a ansiedade.

BOAS PRÁTICAS EM SAÚDE E HIGIENE



Oi leitor! Até aqui aprendermos sobre diversos assuntos que influenciam na nossa saúde.

Que tal conhecermos juntos algumas medidas preventivas para evitar todas essas doenças.

Cuidados Pessoais

Figura 03. Higiene e cuidados pessoais como promoção de saúde.



Fonte: Adaptado pelos autores.

BOAS PRÁTICAS EM SAÚDE E HIGIENE



Cuidados com os Alimentos

Figura 04. Higiene e cuidados com os alimentos como promoção da saúde.



Fonte: <https://saberhortifrutil.com.br/>



SE LIGA!

A contaminação dos alimentos durante a manipulação ocorre quando medidas higiênico-sanitárias não são adotadas e as condições ambientais são insatisfatórias para sua manipulação.

BOAS PRÁTICAS EM SAÚDE E HIGIENE



Cuidados com a Água

Figura 05. Higiene e cuidados com a água como promoção de saúde.



Fonte: Adaptado pelos autores.



FIQUE ATENTO!

A ingestão de água contaminada pode causar diarreias e doenças parasitárias e bacterianas.

BOAS PRÁTICAS EM SAÚDE E HIGIENE



Cuidados com o Lixo



O lixo é gerado por toda a sociedade, por isso deve ser uma questão e responsabilidade de todos e não somente de alguns indivíduos.

Figura 06. Cuidados com o lixo como promoção de saúde.



Fonte: <https://www.capesp-sp.com.br/>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A saúde é um direito social fundamental de todo cidadão. Um país só pode ser chamado de "desenvolvido" se seus cidadãos forem saudáveis, o que depende da organização e funcionamento do sistema de saúde.

Caro leitor, esperamos que tenha sido uma excelente leitura, que você consiga por meio deste guia colocar em prática todo conhecimento adquirido ao longo da sua leitura.

Os autores!



REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Ministério da Saúde: Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Caderno temático do Programa Saúde na Escola: saúde ambiental [recurso eletrônico]** / Ministério da Saúde, Ministério da Educação. – Brasília : Ministério da Saúde, 2022. 42 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990** . Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da União]**. 1990.

MELO, W. F. de. **Comunidades quilombolas e políticas de saúde**. Terra de Direitos, 2017. Disponível em: <https://terradedireitos.org.br/acervo/artigos/comunidades-quilombolas-e-politicas-de-saude/22602>.

SOUZA, E. C. M. P. **Alimentação como cerimônia indispensável do convívio humano**. 2012. 19 f. Monografia (Pós - Graduação em Gestão de Projetos Culturais e Organização de Eventos) - Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

REALIZAÇÃO



APOIO



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



**Programa de
Pós-graduação**
em Ecologia e
Conservação da
Biodiversidade



EDITORA UEMA

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a revisão de literatura realizada fica demonstrada que as principais bactérias estudadas nos últimos dez anos em peixes foram os coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Aeromonas caviae*, *A. hydrophila*, *A. veroni* biovar *veron*, *A. schubertii*, *A. trota*, *Staphylococcus* sp. e coagulase positiva, *Citrobacter* sp. e *Serratia odifera*, todas elas com potencial de desencadear problemas para saúde pública, além de perdas econômicas ao setor da pesca e aquicultura.

Os resultados indicam que a leptospirose, doença infecciosa documentada internacionalmente em várias espécies de animais e até mesmo em humanos, infecta peixes nativos das espécies *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Jeju) e *Cichlasoma bimaculatum* (acará preto) na comunidade quilombola de Ponta Bonita, município de Anajatuba, tem uma alta prevalência.

Os sorotipos (Pomona, Hebdomadis, Icteriohaemorrhagiae, Pamona variante Bubalinos, Grippotyphosa, Hardjo Prajitno, Hardjo Bovis, Guaricura e Shermani) que infectam jeju e acará preto já foram documentados em estudos anteriores realizados em animais de interesse pecuário e domésticos oriundos do Maranhão. Portanto, criações simultâneas de várias espécies animais domésticas e silvestres em uma mesma área podem favorecer a ocorrência dessa doença infecciosa de distribuição cosmopolita.

Nesse sentido, um importante aspecto a ser considerado para os resultados supracitados são as alterações desordenadas do sistema ecológico por ação antrópica que condiciona a mudança de comportamento dos animais em busca de outros ecossistemas. Esta última pode, em breve, se tornar fortemente impactada, pois, constatou-se com o estudo impacto na sanidade dos peixes pela circulação de aglutininas anti-*Leptospira* na população amostrada. Nesse interim, espera-se que o presente estudo possa auxiliar na discussão e elaboração de estratégias de controle para a leptospirose em áreas quilombolas que tem a economia pautada, sobretudo, na pesca artesanal.

Pela escassez de estudos realizados nessa classe de vertebrados e com a metodologia utilizada no estudo não é possível fazer inferências sobre os efeitos patogênicos e clínicos da *Leptospira* spp. para os peixes, bem como os impactos produtivos. Mas, é importante destacar a importância de peixes como reservatórios dessa espiroqueta e a necessidade de estudos epidemiológicos mais abrangentes.

Com esta pesquisa, pode-se perceber que o controle das doenças infecciosas é um grande desafio, em função dos prejuízos que determinam e, sobretudo, da complexidade

dos fatores envolvidos, seja, aqueles inerentes aos hospedeiros (idade, estado imunológico, doenças intercorrentes etc.), aos agentes infecciosos (espécies, sorovares e patogenicidade), ou ainda ao meio ambiente (clima, higiene local, biossegurança, espécies silvestres etc.). Adicionalmente, merece destaque também as atitudes dos envolvidos na criação de peixes e de animais domésticos e o comprometimento deles com as medidas de prevenção das doenças infecciosas, tendo em vista, que os alimentos são importantes veículos de transmissão de doenças.

Vale ressaltar que pesquisas de monitoramento ambiental em áreas como deste estudo, podem ajudar a alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: (ODS-2) acabar com a fome e garantir o acesso a alimentos seguros para todos; (ODS-3) acesso a alimentos básicos de qualidade serviços de saúde; (ODS-4) garantir a igualdade de acesso à educação para todos os homens e mulheres; (ODS-6) apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento; (ODS-12) alcançar uma gestão sustentável e eficiente de utilização de recursos naturais; (ODS-14) administrar e proteger de forma sustentável os ecossistemas costeiros para evitar impactos adversos. Portanto, estudos desta natureza são considerados importantes, pois contribuem para a adoção de medidas de gestão para evitar desequilíbrios nos ecossistemas aquáticos e promover metas de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS¹²

ADLER, B.; MOCTEZUMA, A.P. Leptospira and leptospirosis. **Vet. Microbiol.**, v.140, n.3-4, p.287-296, 2010.

AGOSTINHO, A. A. et al. Estratificación espacial y comportamiento de Prochilodus scrofa em distintas fases del ciclo de vida, em la planície de inundación del alto rio Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. **Revista de Hydrobiologia Tropical**, v. 26, n. 1, p.79-90, 1993.

AGOSTINHO, A. A. et al.: **Biodiversity in the high Paraná River floodplain**. In: GOPAL, B.; JUNK, W. J.; DAVIS, J. A. Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation, Backhuys Publishers: Leiden, The Netherlands. p.89-118. 2000.

ALDEIA, A.M.S.: **Identificação molecular de bactérias do gênero Leptospira em coleções de água doce no Distrito de Leiria**. 2016. 86f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Microbiologia Médica), Universidade Nova de Lisboa. Leiria, Portugal, 2016.

ALEXANDRE, A. C. S.; ALBERGARIA, F. C.; VENÂNCIO, A. H.; RIBEIRO, A. P. L.; HADDAD, F. F.; TANAKA, M. S.; SOUZA, R. H.; GOMES, M. E. S.: Qualidade de peixes: uma breve revisão. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 1ª Edição, Guarujá, **Cientifica Digital**, p.145-173, 2021.

ALLEN, S. E.; OJKIC, D.; JARDINE, C. M.: Prevalence of Antibodies to Leptospira in Wild Mammals Trapped on Livestock Farms in Ontario, Canada. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 50, n. 3, p. 666–670, 2014.

ALFONSIN, E.: **Cartilhas pela Natureza**.2011. Disponível em: <http://www.eco-harmonia.br/cartilhas-pela-natureza..> Acesso em: 18 ago. 2019.

ALLISON E. H.; ELLIS, F.: A abordagem e gestão dos meios de subsistência das pescarias de pequena escala. **Mar. Pol.**, v.25, p. 377 – 388, 2001.

ALMEIDA, A. W. B.: Os quilombolas e a base de lançamentos de Alcântara. Brasília: **IBAMA**, 2006.

ALMEIDA, Z. S. de. et al.: Contribuição à conservação e manejo do peixe serra Scomberomorus brasiliensis (COLLETTE RUSSO & ZAVALLA-CAMIN, 1978) (OSTEICHTYES; SCOMBRIDAE) no estado do Maranhão, Brasil. **Boletim Técnico Científico**, Tamandaré, v. 15, n. 2, p. 87-97, 2007.

ALMEIDA, M. C. P.: O movimento quilombola na Baixada Ocidental Maranhense: história, memória e identidade de comunidades remanescentes de quilombos em Pinheiro. In: **XXVII Simpósio Nacional de História**, 1, 2013, Natal-RN. Anais.. Natal-RN: ANPUH Brasil, 2013, p.1-13.

¹² Capítulo formatado de acordo com as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Normas Brasileiras (NBRs) 105520/2002 (citações), 10520/2023 (trabalhos acadêmicos), 6023/2018 (referências).

ALMEIDA-FUNO, I. C. S. A.; PINHEIRO, C. V. B.; MONTELES, J. S.: Identificação de tensores ambientais nos ecossistemas aquáticos da Área de Proteção Ambiental (APA) da Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, 2010.

ALKINS, M. A.: **Study of the Aquatic Fauna of the Aripo Savannas**. Living World, Trinidad and Tobago, p. 16-19. 1981.

ARGENTA, F. F.: **Tecnologia de Pescado: Características e processamento da matériaprima**. 2012. 63 f. Monografia. (Especialização em Produção e Higiene de Alimentos de Origem Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ARAÚJO, N. A; PINHEIRO, C. V. B.: Avaliação sócio-econômica da pesca artesanal e do potencial aquícola na região lacustre de Penalva – APA da Baixada Maranhense. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 21, n. 1, 2008.

ARRUDA, J. C. et al.: Conhecimento ecológico tradicional da ictiofauna pelos quilombolas no Alto Guaporé, Mato Grosso, Amazônia meridional, Brasil. **Boletim do Museo. Para. Emílio Goeldi. Ciência. Humana.**, Belém, v. 13, n. 2, p. 315-329, 2018.

ASSANE, I. M.: **Atividade antimicrobiana do tianfenicol sobre bactérias patogênicas de peixes**. 79 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2018.

BARROS, F. B. et al.: A tradição da pesca no território Sesmaria do jardim, Maranhão: conflitos socioambientais e estratégias de mobilização. **Revista de Antropologia**, n. 53, p. 128-152, 2019.

BASSOS, J. E.; BRUSCHI, G. A. C.; SILVA, T. L. da.; CARNEIRO, M. F. W.; TRAVI, M. R. L.; FARRET, M. H.; BENETTI, J. E.: Impactos da leptospirose na vida dos animais e dos seres humanos na região Oeste de Santa Catarina. **ANAIS de Medicina Veterinária**, UCEFF, 2022.

BENGIS, R. G. et al. The role of wildlife in emerging and reemerging zoonoses. **Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties**. v. 23, n.2, p.497-511, 2005.

BERNARDES, R. H.; BOTELHO, A. C. K.; MOTTA NETO, J. Á: A pesca artesanal: atividade integradora dos sistemas agroecológicos em comunidade quilombola na Amazônia Maranhense, Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011

BERNARDES, R. H.: A importância do agroextrativismo nos processos produtivos e reprodutivos: o caso das famílias quilombolas na amazônia oriental maranhense. **ACTA Geográfica**, v.8, n.17, p. 24-32, 2014.

BHARTI, A. R., et al.: Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance, **Lancet Infect Dis**, v.3, n.12, p.757-771, 2003.

BOLIN, C. A.: Diagnosis and control of bovine leptospirosis. Proceedings of the 6 Western DairyManagement. **ConferenceReno**, p. 155-160, 2003.

BRANDÃO, A. P. et al.: Macroscopic agglutination test for rapid diagnosis of human leptospirosis. **Journal of Clinical Microbiology**. v. 36, n. 11, p. 3138-3142, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. Centro Nacional de Epidemiologia. Programa Nacional de Leptospirose. **Manual de leptospirose, Coordenação de controle de zoonoses e animais**. 2 ed., Brasília. p. 98, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Leptospirose. In: _____. **Guia de vigilância epidemiológica**. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia Leptospirose: Diagnóstico e Manejo Clínico/Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 50, de 24 de setembro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 de setembro de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos e atualiza a resolução 196. **Diário Oficial de União**. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia de vigilância em saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Brasília-DF, 2014a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis Leptospirose: diagnóstico e manejo clínico / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014b**.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura/SINPESQ. **Registro Geral da Atividade Pesqueira**. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, em 30 de março de 2017a.

BRASIL. Ministério da Saúde.: **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Boletim Epidemiológico. v. 49. n. 41, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019a. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019b. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019. Disponível em: www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/U_IN-MS-ANVISA-60_231219. Acesso em: 22 fev. de 2022.

BRASIL, Fundação Cultural Palmares. Certificação Quilombola: certidões expedidas às comunidades remanescentes de quilombos (CRQs) atualizada até a portaria nº Portaria nº 118/2020. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2020.

BRITO, T. P., OLIVEIRA, A. N. D., SILVA, D. A. C., & ROCHA, J. A. S.: Conhecimento ecológico e captura incidental de tartarugas marinhas em São João de Pirabas, Pará, Brasil. **Biotemas**, v.28, n.3, p.159-175, 2015.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S.: Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: **Museu Nacional**, p.195, 2007.

CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, M. P. **Área de Proteção Ambiental: planejamento e gestão de áreas protegidas**. São Carlos: Rima, 2002.

CANTANHÊDE, G et al.: Biologia reprodutiva de *Hexanematichthys proops* (Siluriformes, Ariidae) no litoral ocidental maranhense. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 97, n.4, p. 498-504, 2007.

CARVALHO, D. M.: Grandes sistemas nacionais de informação em saúde: revisão e discussão da situação atual. **Infomativo Epidemiológico SUS**. v.4, n.4, p.7-46 1997.

CARVALHO, T. P. e ALBERT, J. S. The Amazon-Paraguay Divide. in: J.S. Albert and R.E. Reis (org.). **Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes**. Los Angeles: University of California Press, pp. 193-202. 2011.

CARVALHO OS, GONZAGA LNR, ALBUQUERQUE AS, BEZERRA DC, CHAVES NP.: Occurrence of *Brucella abortus*, *Leptospira interrogans* and bovine herpesvirus type 1 in buffalo (*Bubalus bubalis*) herd under extensive breeding system. **African Journal Microbiology Research**, v.9, n.9, p.598-603, 2015.

CASTRO, A. C. L.: Diversidade da assembléia de peixes em igarapés do estuário do Rio Paciência (MA-Brasil). **Atlântica**, n. 23, p. 39-46, 2001.

CASTRO, V.; AZEVEDO, S. S.; GOTTI, T. B.; BATISTA, C. S. A.; GENTILI, J.; MORAES, Z. M.; SOUZA, G. O.; VASCONCELLOS, S. A.; GENOVEZ, M. E.:

Soroprevalência da leptospirose em fêmeas bovinas em idade reprodutiva no Estado de São Paulo, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.75, n.1, p.3-11, 2008.

CASTRO, J. R. de.; SALABERRY, S. R. S.; NETO, A. B. C.; ÁVILA, D. F. de.; SOUZA, M. A. de.; LIMA-RIBEIRO, A. M. C.: Leptospirose canina-revisão de literatura. **Revista Pubvet**, 136ed, 2010.

COELHO, E. L. M.; CHAVES, N. P.; SÁ, J. C. DE.; MELO, S. DE. A.; ABREU-SILVA, A. L.: Prevalência de leptospirose em fêmeas bovinas abatidas em frigoríficos no município de São Luís, MA. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.36, n.2, p.111-115, 2014.

COLLARES, S. A. de O.: A origem da cartilha no Brasil como instrumento privilegiado de controle do estado. In: **XII Congresso Nacional de Educação. Educere**, v. 1, p. 25298-25312, 2015.

CORRÊA, W. M.; CORRÊA, C. N. M.: Leptospiroses: enfermidades infecciosas dos mamíferos domésticos. **MEDSI**, p.219-232, 1992.

COSTA, C. L.: **Sustentabilidade da pesca artesanal no lago de Viana, área de proteção ambiental da baixada Maranhense**. 2006. 97f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

COSTA, F., E. A.; WUNDER, D.; OLIVEIRA, V.; BISHT, G.; RODRIGUES, A.; REIS G. M, A. I.; KO, M. C. BEGON, J. E.; HILDS.: Patterns in *Leptospira* Shedding in Norway Rats (*Rattus norvegicus*) from Brazilian Slum Communities at High Risk of Disease Transmission, **PLoS Negl Trop Dis**, v.9, n.6, 2015.

CUNHA, M. C. S.: **Diversidade parasitária e alterações histológicas da ação dos parasitos em órgãos de peixes *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes dos lagos e campos do município de São Bento, MA, Baixada Maranhense, Brasil**. 2015. 112.f Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência Animal, Universidade Estadual do Maranhão, 2015.

CUNHA, M. C. S. et al.: Microbiological and physical-chemical characteristics of the water used to Tambaqui *Colossoma macropomum* species, in Maranhão State. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 3, 2017.

CPP – Conselho Pastoral dos Pescadores, Assessoria de Comunicação.: **Pescadores e pescadoras artesanais: arte e sustento em terras e águas brasileiras**. 2015.

DELGADO, P. M. **Deteção sorológica de *Toxoplasma gondii* e *Leptospira* spp. em peixes-boi (*Trichechus inunguis*) de dois centros de preservação da Amazônia brasileira**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DIAS, I. C. G.: **O uso de cartilha como ferramenta para promover a educação ambiental no ensino de ciências**. 2018. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2018.

DOUGLAS, J. D. M.: Salmon farming occupational health in a new rural industry. **Occupational Medicine**. Oxford, v. 45, n. 2, p. 89-92, 1995.

ELLIS, W. A.: Bovine leptospirosis in the tropics: prevalence, pathogenesis and control. **Preventive Veterinary Medicine**, v.2, p.411-421, 1984.

ESTEVES, F. M. et al.: Detecção de anticorpos para *Leptospira* spp. em animais e funcionários do zoológico municipal de Uberaba, MG. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.3, p.283-288, 2005. 41

EUGENE, E. J. et al.: Evaluation of two immunodiagnostic tests for early rapid diagnosis of leptospirosis in Sri Lanka: a preliminary study. **BMC Infectious Diseases**. v. 15, n. 1, 2015.

FAINE, S. et al.: **Leptospira and Leptospirosis**. 2nd ed. MedSci, Melbourne, Australia. 2000.

FAINE, S. et al.: **Leptospira and leptospirosis**. 2nd. ed. Melbourne: MediSci, 1999. 272p.

FARIAS, A. C. da S. FARIAS, R. B. A.: Desempenho comparativo entre países exportadores de pescado no comércio internacional: Brasil eficiente?. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 03, p. 451-466, 2018.

FARIAS JUNIOR, L. F. da S.: **Eugenol como Anestésico para a espécie Acara Preto (*Cichlasoma bimaculatum*)**. 2017. 46f. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca)- Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2017.

FATTAKHOV, R. G.; MEFODYEV, V. V. Human infection and invasions in the Yamal peninsula, Meditsinskaya. **Parazitologiya i Parazitarnye Bolezni**. Russian, v. 2, n. 1, p. 80- 89, 2002.

FERREIRA, E. M. et al.: Qualidade microbiológica do peixe serra (*Scomberomerus brasiliensis*) e do gelo utilizado na sua conservação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, 2014.

FERREIRA, M. W. et al.: Mortalidade em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) ocasionada por *Pantoea agglomerans* e *Pseudomonas aeruginosa* em tanque escavado. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 47, Suppl. 1, p. 1-5, 2019.

FIGUEIREDO, H. C. P. et al.: *Streptococcus agalactiae* associado à meningoencefalite e infecção sistêmica em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p.6 78-680, 2006.

FISHBASE,: **Googlesearchs**. Disponível em:
<<http://www.fishbase.org/summary/Cichlasomabimaculatum.html>>. Acessado em 11 de julho de 2016.

FIELD, H. et al.: The natural history of the hendra and nipah viruses. **Microbes and Infection**, v. 3, p. 3307-314, 2001.

FLORES, D. M.; FLORES, L. M.; ROMANIELO, A. F. R.; DUTRA, G. S.; SOUZA, A. V.; FINTA, A. L. N.; LIMA, D. K. F. de.; MACHADO, L. C. de S.: Epidemiologia da Leptospirose no Brasil 2007 a 2016. **Brazilian Journal of health Review**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 2675-2680, 2020.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Estadísticas de pesca y acuicultura. food and agriculture organization of the United Nations**. Rome: ISBN 978-92-5-109374-0. FAO. 1944p, 2016.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Estadísticas de pesca y acuicultura. food and agriculture organization of the United Nations**. Rome: ISBN 978-92-5-132692-3. FAO. 224p, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action**. Roma, 2020. 244p.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Estadísticas de pesca y acuicultura. food and agriculture organization of the United Nations**. Rome: ISBN 978-92-5-136364-5. FAO. 265p, 2022.

FORNAZI, F.: **Epidemiologia da Leptospirose em Mamíferos Silvestres de vida livre da Região de Botucatu**, SP. 2015. 71f. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Botucatu, Botucatu-SP, 2015.

FRAZÃO, F. B.: **Avaliação da qualidade microbiológica e perfil de suscetibilidade antimicrobiana das bactérias isoladas da pescada amarela (*Cynoscion acaudatus*) comercializada na cidade de São Luís - MA**. 2018. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018).

FROESE R, PAULY D (2016): **FishBase**. <http://www.fishbase.org>. Accessed 15 fev 2023

GAZAL, L. E. S. et al.: *Salmonella* sp. em peixes – qual a importância para sanidade em pescado?. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 24, n. 1/2, p. 55-64, 2018.

GEBREYES, W.A.; DUPOUY-CAMETZ, J.; NEWPORT, M.J.; OLIVEIRA, C.J.B.; SCHLESINGERS, L.S.; SAIF, Y.M.; KARIUKI, S.; SAIF, L.J.; SAVILLE, W.; WITTUM, T.; HOET, A.; QUESSYS, S.; KAZWALAS, R.; TEKOLA, B.; SHRYOCK, T.; BISESI, M.; PATCHANEE, P.; BOONMAR, S.; KING, L.J.: The Global One Health Paradigm: Challenges and Opportunities for Tackling Infectious Diseases at the Human, Animal, and Environment Interface in LowResource Settings. **Plos Negl. Trop. Dis.**, v.8, n.11, 2014.

GENOVÉZ, M. E. (2007): **Leptospirose: uma doença de ocorrência além da época das chuvas**. http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/leptospirose/index.htm. Accessed 15 fev 2023

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S.: **Sistema de gestão: qualidade e segurança dos alimentos**. São Paulo: Manole, 2013.

GOMES J. P. M.: **Gênero *Leptospira* spp.** Microbiologia clínica veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

GONCALVES, A.P.P. et al.: Aspectos epidemiológicos da dengue e leptospirose em um município de região fronteira do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 43085-43097, 2020.

GONÇALVES, D. D.; LOPES, K. F. C.; CHIDEROLLI, R. T.; SAMPIERI, B. R.; ROCHA, V. J.; PACHALY, J. R.; DOS SANTOS, I. C.; BARBOSA, L. N.; MOTA, E.; PEREIRA, U. DE. P.: **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, n.1, p.159-166, 2020.

GONÇALVES, B. V. S.; BARBERINI, I. R.; FURTADO, S. K.: Estudo sobre a epidemiologia da leptospirose na região Sul do Brasil entre os anos 2017 e 2019. **Scire Salutis**, v.11, n.1, p. 119-126, 2021.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S.: Peixes da planície de inundação do alto Rio Paraná e áreas adjacentes. **Editora UEM**, Maringá, v. 1, p. 230. 2004.

GRAGSON, T. L.; BLOUNT, B. G.: **Ethnoecology: knowledge, resources, and rights**. University of Georgia Press. Athens, 1999.

GUEDELHA, A. S.; GUEDELHA, D. DA. S.A.; SOUSA, A. K. A.; PEREIRA, H. DE. M.; BEZERRA, D. C.; SANTOS, H. P.; BEZERRA, N. P. C.: Epidemiological aspects of leptospirosis in cattle herds from indigenous reserves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.13, n.3, p.126-134, 2019.

GUEDES, I. B.: **Pesquisa de *Leptospira* spp. em fêmeas bovinas pertencentes ao município de Novo Repartimento- Pará**. 2017. 74 f. Tese (mestrado em Epidemiologia Experimental aplicada às Zoonoses) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

GUIMARÃES, L. et al.: Qualidade microbiológica de peixe traíra (*Hoplias malabaricus*) proveniente da Baixada Maranhense, município de São Bento, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 84, p. 1-7, 2017.

GURGEL, H. C. B.; BARBIERI, G.; VIEIRA, L. J. S.: Biologia populacional do "acara", *Cichlasoma bimaculatum* (Linnaeus, 1754) (Perciformes, Cichlidae) da Lagoa Redonda, Nizia Floresta/RN. **Revista Unimar**, v.16, p.263-273, 1994.

GUZMÁN, M.C., BISTONI, M.A., TAMAGNINI, L.M., GONZÁLEZ, R.D.: Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jenynsia multidentata* and *Bryconamericus iheringi*. **Water Research**, **Exeter**, v.38, p.2368–2374. 2004.

HAAKE, D. A.; LEVETT, P. N.: **Leptospirosis in Humans**. In: ADLER, B. (Ed.) *Leptospira and Leptospirosis*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, v. 387, p. 65–97, 2015.

HARTSKEERL, R. A.; COLLARES-PEREIRA, M.; ELLIS, W. A.: Emergence, control and reemerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. **Clin Microbiol Infect**, v.17, n.4, p.494-501, 2011.

HASHIMOTO, V. Y. et al.: Prevalência e fatores de risco associados à *Leptospira* spp. em rebanhos bovinos da região centro-sul do estado do Paraná. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 32, n. 2, p. 99-105, 2012.

HELMERHORST, H. J.; VAN TOL, E. N.; TUINMAN, P. R.; DE VRIES, P. J.; HARTSKEERL R. A.; GROBUSCH, M. P.; HOVIUS, J. W.: Severe pulmonary manifestation of leptospirosis. **The Netherlands Journal of Medicine**, v.70, n.5, p.215-221, 2012.

HELMERHORST, H. J. et al.: Severe pulmonary manifestation of leptospirosis. **Netherlands Journal Medicine**, v. 70, n. 5, p. 215-221, 2012.

HOLK, K.; NIELSEN, S. V.; RONNE, T.: Human leptospirosis in Denmark 1970–1996: an epidemiological and clinical study. **Scandinavian Journal of Infectious Diseases**. Copenhagen, v. 32, p. 533-538, 2000.

IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**. 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/perfildosmunicipios>. Acesso em 06 de abril de 2020.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B.: Os recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Antropologia. v. 11, n. 20, p. 295-339, 1995.

JUCÁ-CHAGAS, R.: Air breathing of the neotropical fishes *Lepidosiren paradoxa*, *Hoplerthrinus unitaeniatus* and *Hoplosternum littorale* during aquatic hypoxia. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: **Molecular & Integrative Physiology** v. 139, p. 49-53, 2004.

JULIANO, R. S.: Prevalência e aspectos epidemiológicos da leptospirose bovina em rebanho leiteiro na microrregião de Goiânia – GO. **Ciência Rural**, v.30, n.5, p.857-862, 2000.

KASPER, D. L., et al.: **Medicina interna de Harrison**- Editora Artmed, – Porto Alegre: AMGH, 19ed, 2017.

KEFALÁS, H. C.: **Cooperativas em comunidades tradicionais pesqueiras: dois estudos de caso**. 2016. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

KIM, F. J. P. et al.: Elevada frequência de *Aeromonas* spp. e genes de virulência em cultivos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede, na região semiárida de Pernambuco, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 5, p. 1609-1615, 2019.

KOPPEN, W.: **Climatologia: com um estudio de los clima de la tierra**. México, Fondo de Cultura Economia, 1948. 478p.

KULLANDER, S. O.: **Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Peru**. Swedish Museum of Natural History, Stockholm, 431 p., 2004.

KUMAR, S.; LATA, K. S.; SHARMA, P.; BHAIAPPANAVAR, S. B.; SONI, S.; DAS, J.: Inferring pathogen-host interactions between *Leptospira interrogans* 1101 and *Homo sapiens* using network theory. **Sci Rep**, v.9, p.1434, 2019.

LEAL, M. E.; KLEIN, G. F.; SCHULZ, U. H.; ALBORNOZ, P. H.: Primeiro registro e aspectos ecológicos de *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Agassiz, 1829) (Characiformes, Erythrinidae) como espécie introduzida na Bacia do Rio dos Sinos, RS, Brasil. **Biota Neotropica**, v.10, n.3, p.33-37, 2010.

LEIRA, M. H. et al.: Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil – uma revisão. **Revista Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v.3, n.1, p.044-059, 2016.

LEIRA, M. H. et al.: Problemas sanitários das pisciculturas brasileiras. **PUBVET**, v.11 n.6, p.538-645, 2017.

LEVETT, P. N.: Leptospirosis. **Clinical Microbiology Reviews**, v.14, n. 2, p. 296–326, 2001.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I.: Quantas espécies há no Brasil?. **Conservation Biology**, Washington, v. 19, p. 619-624. 2005.

LIMA, A.: Relatório técnico do Seminário Nacional de Prospecção de Demandas da Cadeia Produtiva da Pesca: PROSPESQUE. **EMBRAPA**. Brasília, 2012.

LIMA, M.B.D.: **Elaboração e validação de cartilha educativa com exercícios físicos específicos para prevenção de quedas em idosos da comunidade**. 2020.

LOPES et al.: 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. 677-684, 2012.

LOUREIRO, A.P.; ILENBAUM, W.: Genital bovine leptospirosis: A new look for an old disease, **Theriogenology**, v.141, p. 41-47, 2020.

LOURENÇO, V. C.: **Autoria e autorrepresentação em comunidades quilombolas da Baixada Maranhense como formas de luta: um diálogo entre a antropologia e a literatura brasileira**. 2017. 168 f. Dissertação (Mestrado em Cartografia Social e Política da Amazônia). Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2017.

LOWE-MCCONNELL, R. H.: **Ecological studies in tropical fish communities**. **Ecological studies in tropical fish communities**, Callbridge University Press, Cambridge, p. 382, 1987.

LUNA, S. M.: **Hoplerythrinus unitaeniatus**. Retrieved. [S.I.] FishBase 2015. Disponível em: <http://www.fishbase.org/summary/5305>. Acesso em: 12 set. 2019.

MALCHER, M. A.; COSTA, L. M.; LOPES, S. C. Comunicação da Ciência: diversas concepções de uma mesma complexidade. *Animus. Revista Interamericana de Comunicação Midiática*, v. 12, n. 23, p. 59-84, 2013.

MARANHÃO.: **Decreto nº 11.900 de 11 de junho de 1991**. Cria, no Estado do Maranhão, a Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense compreendendo 03 (três) Sub-Áreas: 93 Baixo Pindaré, Baixo Mearim-Grajaú e Estuário do Mearim-Pindaré – Baía de São Marcos incluindo a Ilha dos Caranguejos, 1991.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Saúde do Maranhão (SES-MA): **Plano Estadual deSaúde 2020-2023**. SES-MA, São Luís, 2020, 275p.

MARREIRA, R. G.; LUVIZOTTO-SANTOS, R.; NASCIMENTO, A. R.: Microbiological condition of the catfish *Sciades herzbergii* from Bacanga lagoon, Northeastern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 43, n. 4, p. 502-512, 2017.

MARTELI, N. A.; GENRO, L. V.; DIAMENT, D.; GUASSELLI, L. A.: Spatial analysis of leptospirosis in Brazil. *Saúde Debate*, v.44, n.126, p.805-817, 2020.

MARTINS, M.B.; OLIVEIRA, T.G.: **Amazônia maranhense: diversidade e conservação**. Belém: Museu paraense Emilio Gueldi. 2011. 328 p. Bibliografia: p. 9- 10. ISBN: 978-85- 61377-52-6, 2011.

MARTINS, G.; LILENBAUM, W.: Control of bovine leptospirosis: aspects for consideration in a tropical environment. *Res Vet Sci*, v.112, n.1, p.56-60, 2017.

MARQUES, A. E.: **Prevalência de anticorpos anti-Leptospira spp. e aspectos epidemiológicos da infecção em bovinos do estado de Goiás**. 2008. 72f. Dissertação de (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2008.

MARQUES, J. G.W.: Etnoictiologia: pescando pescadores nas águas da transdisciplinaridade. In: **ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA**. Campinas. Resumos. Campinas: Sociedade Brasileira de Ictiologia, p. 1-41, 1995.

MEDEIROS, F.: **Anuário Brasileiro da Piscicultura**. 2019. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2019/>. Acesso em: 21. 22 fev. de 2022.

MERGULHÃO, F.V.: **Leptospirose em mamíferos recebidos pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres do Distrito Federal**. Brasília. 2019, 49 p. Dissertação de Mestrado- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

MERIEN, F. et al.: Polymerase chain reaction for detection of *Leptospira* spp. in clinical samples. *Journal of Clinical Microbiology*, v.30, n.9, p.2219–2224, 1992.

MICHNA, S. W.: Leptospirosis. *Veterinary Record*. v. 86, p. 484-496, 1970.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sítio Ramsar. **APA da baixada maranhense-MA**. Planejamento para o sucesso da conservação. 2008.

MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. A.; CASTRO, A. C. L.: Caracterização da pesca artesanal nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz – Maranhão. **Boletim do laboratório de hidrobiologia**, v.23, p.65-74, 2010.

MORAES, M. F. P. G.; BARBOLA, I. F.; DUBOC, L. F.: Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *Geophagus brasiliensis* (Osteichthyes, Cichlidae) in a lagoon of high Tibagi River, Paraná State, Brazil. UEPG: **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 10, p. 37-45. 2004.

MOREIRA, M.D.F.; NÓBREGA, M.M.L.D.; SILVA, M.I.T.D.: Comunicação escrita: contribuição para a elaboração de material educativo em saúde. **Revista brasileira de enfermagem**, v.56, p.184-188, 2003.

MOREL, C.M.T.M.; PEREIRA, I.; LOPES, M.C.R.: **Educação em saúde: material didático para formação técnica de agentes comunitários de saúde**. 2020.

MORENO, L. T.: A Atividade Artesanal Pesqueira Versus a Aquicultura Empresarial: as disputas que envolvem a pesca brasileira. CAMPO-TERRITÓRIO: **Revista de Geografia Agrária**, v. 14, n. 32, p. 178-207, 2019.

MORNER, T. et al.: Surveillance and monitoring of wildlife diseases. **Revue Scientifique et Technique de Office International de Epizooties**, v. 21, n. 1, p. 6677-76, 2002.

MOURÃO, J. S.; NORDI, N.: Pescadores, peixes, espaço e tempo: uma abordagem etnoecológica. Interciencia. **Asociación Interciencia**. v.31, n.5, p.358-363, 2006.

MUÑOZ-ZANZI, C. et al.: Leptospira contamination in household and environmental water in rural communities in southern Chile. **International journal of environmental research and public health**, v. 11, n. 7, p. 6666-6680, 2014.

MURATORI et al.: Mortalidade por “septicemia dos peixes tropicais” em tilápias criadas em consorciação com suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 6, p. 658-662, 2001.

NASCIMENTO, J. F. et al.: Avaliação microbiológica do Apaiari, *Astronotus cellatus* (Agassiz, 1729) (Pisces, Cichlidae) comercializados na Feira do Pescado, Macapá-Amapá. **Biota Amazônia**, v. 9, n. 2, p. 47-50, 2019.

NAWAZ, M.; KHAN, A. A.; KHAN, S.; SUNG, K.; STEELE, R. Isolation and characterization of tetracycline-resistant *Citrobacter* spp. from catfish. **Food Microbiology**, v. 25, n. 1, p. 85–91, 2008.

NELSON, J. S.: **Fishes of the World**. 4ª ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, Nova Jersey. p. 601. 2006.

NIETSCHKE, E.A.; BACKES, V.M.S.; COLOMÉ, C.L.M.; CERATTI, R.N.; FERRAZ, F.: Tecnologias educacionais, assistenciais e gerenciais: uma reflexão a partir da

concepção dos docentes de enfermagem. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v.13, n.3, p.44-353, 2005.

NOGA, E. J.: **Fish Disease: Diagnosis and Treatment**. Second Edi ed. [s.l.] Wiley Blackwell, 2010.

NOGUEIRA, N. M. C.: **Estrutura da comunidade fitoplanctônica, em cinco lagos marginais do Rio Turiaçu, (Maranhão, Brasil) e sua relação com o pulso de inundação**. 2003. 137 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2003.

NUNES, J. L. G.: **Estimador da Produtividade para as Pescarias Artesanais do Rio Xingu**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará. Belém, 2015.

OIE (World Organization for Animal Health). **Training Manual on Wildlife Diseases and Surveillance**. Paris, 43p., 2018.

OLIVEIRA, S. J. DE.; LIMA, P. C. R. DE.: Leptospirose em suínos: etiologia, diagnóstico e controle (revisão). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, n.1, p.119-128, 1996.

OLIVEIRA, R. D.; LOPES, J. M.; SANCHES, J. R.; KALININ, A. L.; GLASS, M. L.; RANTIN, F. T.: Cardiorespiratory responses of the facultative air-breathing fish jeju, *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Teleostei, Erythrinidae), expodes to graded ambient hypoxia. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v. 13, p. 479-485, 2004.

OLIVEIRA, S. A. L. Pesquisa de helmintos em musculatura e serosa abdominal de peixes de importância comercial capturados no litoral norte do Brasil. [Dissertação: Pós-Graduação] – Universidade Federal do Pará, **Curso de Mestrado em Ciência Animal**, 70f. Belém. 2005.

OLIVEIRA, F. C. S. et al.: Soroprevalência de leptospirose em fêmeas bovinas em idade reprodutiva no estado da Bahia. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 539-546, 2009.

OLIVEIRA, T. V. S.: **Fatores socioambientais associados a eventos hidrometeorológicos externos na incidência de leptospirose no município do Rio de Janeiro - 1997 a 2009**. Rio de Janeiro: ENSP; 2013.

OLIVEIRA, D. S. de.: **Dinâmica e diversidade de *Leptospira* spp. de amostras ambientais e suas implicações na transmissão de leptospirose em humanos**. 2020. 113 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal da Bahia. Instituto Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, 2020.

OYAKAWA, O. T.: Family Erythrinidae. In: REIS, R.; KULLANDER, S.; FERRARIS, C. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre, **EDIPUCRS**, p. 238-240, 2003.

PAES, A.C.: **Leptospirose Canina**. In: Megid J., Ribeiro, M.G. & Paes A.C. (Ed.), *Doenças Infecciosas em Animais de Produção e de Companhia*. Roca, São Paulo. 2016. p. 356-377.

PAIVA, T. V.: **Avaliação das condições microbiológicas da água e de peixes do Rio Mearim, no município de Bacabal - MA**. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

PAIXÃO, A. P.; SANTOS, H. P.; ALVES, L. M. C.; PEREIRA, H. DE. M.; DE CARVALHO, R. F. B.; COSTA FILHO, V. M.; DE OLIVEIRA, E. A. A.; SOARES, D. M.; BESERRA, P. A.: *Leptospira* spp. em bovinos leiteiros do estado do Maranhão, Brasil: frequência, fatores de risco e mapeamento de rebanhos reagentes. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.83, p.1-12, 2016.

PAIXA, A. P.; BARROS, H. de O. V.; SOUTO, M. de S. M.; SILVA, T. M. D.; COSTA FILHO, V. M.; PAIVA, I. A.; SILVA, A. R. de A.; BEZERRA, D. C.; COIMBRA, V. C. S.; BEZERRA, N. P. C.: Bacterioses em peixes no estado do Maranhão: uma revisão sistemática e perspectivas para pesquisa. In *Engenharia de Pesca: aspectos teóricos e práticos* - ISBN 978-65-5360-136-9 - **Editora Científica Digital** - Vol. 4, p. 39-49, 2022.

PAL, D.; DASGUPTA, C.: Microbial pollution in water and its effect on fish. **Journal of Aquatic Animal Health**, Bethesda, v.4, p.32-39, 1992.

PANTALO, W. M. F.: **Etnoecologia e etnoparasitologia de peixes em comunidades de duas bacias hidrográficas do estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil**. 2018. 120f. Tese (Doutorado)- o Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (PPGEAP), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. Belém, 2018.

PASTRO, D. C.; MARIOTTO, S.; SANTOS, E. C.; FERREIRA, D. C.; CHITARRA, G. S.: Use of molecular techniques for the analysis of the microbiological quality of fish marketed in the municipality of Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. **Food Science and Technology**, v. 39, n.1), p. 146-151, 2019.

PAVÃO, B. Q.; FARIAS FILHO, M. S.: Importância econômica e problemáticas ambientais da pesca na Baixada Maranhense. In: Marcelino Silva Farias Filho. (org.). *O espaço geográfico da baixada maranhense*. (2 ed.). 2ed. São Luís -MA: Editora da Universidade Federal do Maranhão - **EDUFMA**, v. 1, p. 103-128, 2013.

PELLEGRIN, A. O.; GUIMARAES, P. H. DA. S.; SERENO, J. R. B.; FIGUEIREDO, J. P.; LAGE, A. P.; MOREIRA, E. C.; LEITE, R. C. (1999). **Prevalência da leptospirose em bovinos do Pantanal Mato-Grossense**. <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/805159/prevalencia-da-leptospirose-em-bovinos-do-pantanal-mato-grossense>. Accessed 15 fev 2023

PEREIRA, C. A. R.: **Custo social da leptospirose no Brasil e o efeito de chuvas extremas em Nova Friburgo para o incremento de casos da doença**. 2014. 106f. Dissertação (Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro, 2014.

PEREIRA, P. R. M.; RODRIGUES, T. C. S.; VIEGAS, J. C.: Diagnóstico ambiental e caracterização morfométrica das Microbacias Hidrográficas de Pedro do Rosário, Amazônia Maranhense (Brasil). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.3, n.5, p.153-163, 2016.

PEROLAT, P.; CHAPPEL, R. J.; ADLER, B.; BARANTON, G.; BULACH, D. M.; BILLINGHURST, M. L.; LETOCART, M.; MERIEN, F.; SERRANO, M. S.: *Leptospira fainei* sp. nov., isolated from pigs in Australia. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.48, n.3, p.851-858, 1998.

PESSOA, R. M. S.; COSTA, D. C. C. C.; SILVA, A. F.; ARAÚJO, C. A.; CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.: Avaliação das preferências dos consumidores de pescado no município de Piancó-PB. **Diversitas Journal**, v.5, n. 4, p.2408-2421, 2020.

PICARDEAU, M.: Virulence of the zoonotic agent of leptospirosis: Still terra incognita? **Nature Reviews Microbiology**, v. 15, n. 5, p. 297–307, 2017.

PINHEIRO, C. U. B: **Plantas uteis do Maranhão: região da Baixada Maranhense**/ Claudio Urbano B. Pinheiro, Naila Arraes de Araujo, Galdino Cardinal Arouche. São Luís: Gráfica e Editora Aquarela, 260p. 2010.

POLEZ, V. L. P.; MORAES, G.; SANTOS-NETO, C.: Different biochemical strategies of two neotropical fish to cope with the impairment of nitrogen excretion during air exposure. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 36, p. 279-285. 2003.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B.: **A vida dos vertebrados**. 4 ed. São Paulo: Atheneu, 684 p, 2008.

POVILL, C.; LAZAR, A.; BONVICINO, C. R.: Levantamento de agentes zoonóticos encontrados em pequenos marsupiais da América do Sul. **Heringeriana**, v. 11, n. 2. p. 13-32, 2017.

RAMSAR CONVENTION MANUAL.: **The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands** (Ramsar, Iran, 1971), 6th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. 2013.

RIET-CORREA, F.; LEMOS, R. A. A.: **Leptospirose**. In: RIET-CORREA, F. et al. Doenças de ruminantes e equinos. 2.ed., São Paulo: Varela, v.1, p.275-284, 2001.

ROBERTE, L. M. et al.: O processo de construção de material educativo para promoção da saúde da gestante. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, v.18, p. 34-44, 2012.

ROCHA, K. DE. S.; BAIA, I. W. M.; MONTEIRO, L. H.; MIRANDA, J. M. S.; DA SILVA, A. F.; DOS REIS, T. A.; FERREIRA, M. F. S.; MESQUITA, E. Y. E.; DE MORAES, C. C. G.: Identification of antibodies to *Leptospira* spp. in the spot-legged turtle (*Rhinoclemmys punctulata*) maintained in captivity. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.6, p.3763-3768, 2019.

RODRIGUES M. C. S.: Avaliação microbiológica de uma estação de piscicultura no Território Central do Estado de Rondônia, Brasil. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, v. 12, n. 1, p. e743, 2020.

SANTIAGO, C. S.: **Infecção por *Leptospira* spp. em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) de vida livre em Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, BR-PE. 2019.

SANTOS, O. M.: **Avaliação dos usos e ocupação das terras da bacia hidrográfica do Rio Pericumã-MA para uma Área de Proteção Ambiental**. São Luís, 2004. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas). Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís –MA, 2004.

SANTOS, D. M. S. et al.: Microbiological water quality and gill histopathology of fish from fish farming in Itapecuru-Mirim County, Maranhão State. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 2, p. 199-205, 2012.

SANTOS, M. P. N., SEIXAS, S., AGGIO, R., HANAZAKI, N., COSTA, M. F., SCHIAVETTI, A., DIAS, J., & AZEITEIRO, U. M.: A pesca artesanal enquanto atividade humana: pesca artesanal e sustentabilidade. **Revista de gestão costeira integrada**, v.12, n.4, p.405-427, 2012.

SANTOS, C. A. B.; ALVES, R. R. N.: Ethnoichthyology of the indigenous Truká people, Northeast Brazil. **Journl of Ethnobiology and Ethnomedicine**. v. 2016, n. 12, p. 1-10, 2016.

SANTOS, E. J. R. et al.: Qualidade higiênico-sanitária de tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado na cidade de São Luís – MA. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, v. 1-12, e-46537, 2019.

SANTOS, S. P. A. dos.: **Elaboração de uma Cartilha Educativa para o Ensino de Química dos Alimentos**. 2019. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

SANTA ROSA C. A. et al.: Leptospirosis in wildlife in Brazil: Isolation of a new serotype in Pyrogenes group. **American Journal of Veterinary Research**, v. 36, p. 1363-1365, 1975.

SANTA ROSA C. A. et al.: Leptospirosis in wildlife in Brazil: Isolation of serovars Canicola, Pyrogenes and Grippotyphosa. **International Journal of Zoonoses**, v. 7, p. 40-43, 1980.

SARMENTO, A. M. C.; AZEVEDO, S. S.; MORAIS, Z. M.; SOUZA, G. O.; OLIVEIRA, F. C. S.; GONÇALES, A. P.; MIRAGLIA, F.; VASCONCELLOS, S. A.: Emprego de estirpes *Leptospira* spp. isoladas no Brasil na microtécnica de soroaglutinação microscópica aplicada ao diagnóstico de leptospirose em rebanhos bovinos de oito estados brasileiros. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.7, p.601-606, 2012.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D.: Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.19, n. p.83-93, 2012.

SEBASTIÃO, F. D. A.; FURLAN, L.; HASHIMOTO, D. T.; PILARSKI, F. Identification of bacterial fish pathogens in Brazil by direct colony PCR and 16S rRNA gene sequencing. *Advances in Microbiology*, n. June, p. 409–424, 2015.

SECRETARIA ESTADUAL EXTRAORDINÁRIA DE IGUALDADE RACIAL. **Governo participa de certificação de comunidades quilombolas em Anajatuba**. 2018. Disponível em: <http://www.igualdaderacial.ma.gov.br/governo-participa-de-certificacao-de-comunidadesquilombolas-em-anajatuba/>. Acesso: 03 jan. 2020.

SEDREZ, M. C. et al.: Caracterização Socioeconômica da Pesca Artesanal do Camarão SeteBarbas em Porto Belo, Sc. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 3, p. 311-322, 2013.

SHEIHAM, A.; MOYSÉS, S. J.: O papel dos profissionais de saúde bucal na promoção de saúde. In: Buisch YP. **Promoção de saúde bucal na clínica odontológica**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 23-37, 2000.

SILVA, A. C; MOURA, E. G.: Atributos e especificidades de solos de baixada no Trópico Úmido. In MOURA, E. G. (org.). **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil**. São Luís: UEMA, 2004.

SILVA, C. D.: **Levantamento sorológico para leptospirose nos animais pertencentes ao bosque zoológico municipal “Dr. Fábio de Sá Barreto” de Ribeirão Preto, estado de São Paulo**. 2008. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Jaboticabal-SP, 2008.

SILVA, F. J.; MATHIAS, L. A.; MAGAJEVSKI, F. S.; WERTHER, K.; ASSIS, N. A.; GIRIO, R. J. S.: Anticorpos contra *Leptospira* spp. em animais domésticos e silvestres presentes no Campus Universitário da FCAV, UNESP, Jaboticabal/SP. **ARS Veterinária**, v.26, n.1, p.17-25, 2010.

SILVA, C. J. D.; MORAIS, F. F. D.: Conhecimento ecológico tradicional sobre fruteiras para pesca na Comunidade de Estirão Comprido, Barão de Melgaço-Pantanal Matogrossense. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 197-203, 2010.

SILVA, F. J.; CONCEIÇÃO, W. L. F.; FAGLIARI, J. J.; GIRIO, R. J. S.; DIAS, R. A.; BORBA, M. R.; MATHIAS, L. A.: Prevalência e fatores de risco de leptospirose bovina no estado do Maranhão. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.4, p.303-312, 2012.

SILVA, L. S.: **A economia pesqueira artesanal no município de Salvador-BA: da organização produtiva a comercialização nas colônias de pescadores**. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Economia. Salvador, 2013.

SILVA, M. P. M. **Estudo da cadeia produtiva e avaliação higiênico sanitária das principais espécies de peixes nativos da Baixada Maranhense, Brasil**. 2013. 89 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.

SILVA, A. P. da.: **Pesca artesanal brasileira. Aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos.** Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. P.32 ISSN 2358-6273; 3) 2014.

SILVA JUNIOR, C. H. L. et al.: **Dinâmica das queimadas na Baixada Maranhense.** Interespaço, Grajaú/MA, v. 2, n. 5, 2016.

SILVA, N. et al.: **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água.** 5a edição. São Paulo: Editora Bluncher, 2017. 1304p.

SILVA, N. C. A. da.; MENDES, T. A. de P.: **Construção de cartilha educativa na melhora da qualidade de vida de idosos e prevenção aos riscos de quedas.** 2022. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Fisioterapia). Universidade de Brasília – UnB – Faculdade de Ceilândia. Brasília, 2022.

SIMÕES, L. S.; SASAHARA, T. H. DE. C.; FAVARON, P. O.; MIGLINO, M. A.: **Leptospirose – Revisão. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia – PUBVET,** v.10, n.2, p.138-146, 2016.

SMITH, N. J. H. A.: **A pesca no Rio Amazonas.** INPA, Manaus, p. 154, 1979.

SOARES, C. S. et al.: Análise microbiológica de peixe Tambaqui (*Colossoma macropomum*) no entreposto do município de Teresina-PI. In: **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos: a árvore que sustenta vida,** 1, 2016, Teresina- PI. Anais. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/920.pdf>. Acesso em: 20 de jan. 2020.

SOSA, G.; SANTOS, O.; DUARTE, C.L.; HERNANDEZ, D.; DELGADO, L. Investigación sorológica y bacteriológica de leptospirosis realizada en fauna exótica. **Revista Cubana de Ciencias Veterinarias,** v.19, n.3, p.219-26, 1988.

SOUZA, J. R. C. de. **Estudo sobre mar territorial, zona contígua e zona econômica exclusiva.** Câmara dos Deputados. p.3-9, 2001.

SOUZA, A. C.; COLOMÉ, I. C. S.; COSTA, L. E. D.; OLIVEIRA, D. L. L. C.: A educação em saúde com grupos na comunidade: uma estratégia facilitadora da promoção da saúde. **Revista Gaúcha de Enfermagem,** v.26, n.2, p.147-153, 2005.

SOUZA, A. M.; PEREIRA, R. A.; YOKOO, E. M.; LEVY, R. B.; SICHIERI, R.: Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista Saúde Pública,** v.47, p.190-199, 2013.

SUDHEESH, P. S.; AL-GHABSHI, A.; AL-MAZROOEI, N.; AL-HABSI, S.: Comparative pathogenomics of bacteria causing infectious diseases in fish. **International Journal of Evolutionary Biology,** v. 2012, p. 1–16, 2012.

TAVARES, G. C.; PALHARES, M. M.: **Epidemiologia, diagnóstico e controle das principais bacterioses que afetam a tilapicultura no Brasil**. V & Z em Minas, p. 40-46, 2011.

THIBEAUX, R.; GIRAULT, D.; SOUPÉ-GILBERT, M. E.; RETTINGER, A.; DOUYÈRE, A.; MEYER, M.; IRAOLA, G.; PICARDEAU, M.; GOARANT, C.: Biodiversity of Environmental *Leptospira*: Improving Identification and Revisiting the Diagnosis. **Frontiers in Microbiology**, v.9, n.816, p.1-14, 2018a.

THIBEAUX, R.; IRAOLA, G.; FERRÉS, I.; BIERQUE, E.; GIRAULT, D.; SOUPÉ-GILBERT, M. E.; PICARDEAU, M.; GOARANT, C.: Deciphering the unexplored *Leptospira* diversity from soils uncovers genomic evolution to virulence. **Microbial Genomics**, v.4, n.1, p.000144, 2018b.

VASCONCELLOS, S. A.; BARBARINI, J. R. O.; UMEHARA, O.; MORAIS, Z. M. DE.; CORTEZ, A.; PINHEIRO, S. R.; FERREIRA NETO, J. S.: Leptospirose bovina. Níveis de ocorrência e sorotipos predominantes em rebanhos dos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Período de janeiro a abril de 1996. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.64, n.2, p.7-15, 1997.

VASCONCELLOS, S. A. *et al.* Detection of *Leptospira* in two free living populations of capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) from São Paulo State, Brazil. **In: Proceedings 3rd Scientific Meetings International Lepospirosis Society**, p. 62, 2002.

VIANA, D. C.; DOS SANTOS, A. C.; OLIO, R. L.; LOBO, L. M.; BRUNO, C. E. M.; SOARES, D. de J.: Descrição do pescado na Baixada Maranhense – São Bento/MA. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v.1, n.42, p.1-10, 2014.

VIDAL, M. F.; XIMENES, L. F.: Produção de pescados na área de atuação do bnb. **Caderno Setorial ETENE**. v.4, p.91, 2019.

VINCENT, A. T.; SCHIETTEKATTE, O.; GOARANT, C.; NEELA, V. K.; BERNET, E.; THIBEAUX, R.; ISMAIL, N.; KHALID, M. K. N. M.; MASUZAWA, T.; NAKAO, R.; KORBA, A. A.; BOURHY, P.; VEYRIER, F. J.; PICARDEAU, M.: Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus *Leptospira* through the prism of genomics. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v.13, n.5, p.0007270, 2019.

WEINSTEIN, M. R.; LITT, M.; KERTESZ, D.; WYPER, P.; ROSE, D.; COULTER, M.; MCGREER, A.; FACKLAM, R.; OSTACH, C.; WILLEY, B. M.; BORCZYK, A.; LOW, D. E.: Invasive infections due to fish pathogen, *Streptococcus iniae*. **The New England Journal of Medicine**, v. 337, n. 9, p. 589–594, 1997.

XIMENES, L. F.: Produção de pescado no Brasil e no Nordeste Brasileiro. **Caderno Setorial ETENE**, v. 5, n. 150, p. 1-16, 2021.

ANEXO – CARTA DE SUBMISSÃO

06/11/2023, 14:15

Email – Nancyleni Chaves – Outlook

[Caldasia] Submission Acknowledgement

Julian Andrés Aguirre Santoro <revcaldasia_bog@unal.edu.co>

Sab, 27/05/2023 22:00

Para: Nancyleni Pinto Chaves Bezerra <nancylenichaves@hotmail.com>

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra:

Thank you for submitting the manuscript, "Leptospira sp. serovarieties circulating in two neotropical fish species in a quilombola area in Maranhão State, Brazil" to *Caldasia*. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission URL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/authorDashboard/submission/109173>

Username: nchavesbezerra

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Julian Andrés Aguirre Santoro

Revista *Caldasia*

revcaldasia_bog@unal.edu.co Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá), Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, oficina 314, Cra 30 # 45 - 03, A.A. 7495, Bogotá, Colombia
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal>

Aviso legal. El contenido de este mensaje y los archivos adjuntos son confidenciales y de uso exclusivo de la Universidad Nacional de Colombia. Si encuentra alguna falta para el uso del destinatario al cual son enviados, la reproducción, difusión, publicación o cualquier otro uso no autorizado a cualquier persona diferente a este y puede ser ilegal. Si usted lo ha recibido por error, informenos y eliminelo de su correo. Los Datos Personales serán tratados conforme a la Ley 1097 de 2012 y a nuestra Política de Datos. Personales que podrá consultar en la página web <https://unal.edu.co>. Los opiniones, informaciones, conclusiones y cualquier otro tipo de dato contenido en este correo electrónico, no relacionados con la actividad de la Universidad Nacional de Colombia, se entienden como personales y de ninguna manera son publicados por la Universidad.