



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SOCIAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

NATHALIA CRISTINA SOARES SARGES



**PROSPECÇÃO NO USO DE FITOBIÓTICOS CONTRA BACTÉRIAS
PATOGENICAS NA PISCICULTURA CONTINENTAL**

Pinheiro

2022

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

NATHALIA CRISTINA SOARES SARGES

**PROSPECÇÃO NO USO DE FITOBIÓTICOS CONTRA BACTÉRIAS
PATOGENICAS NA PISCICULTURA CONTINENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de pesca.

Orientador: Prof. Dr. Joel Artur Rodrigues Dias

Pinheiro

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sarges, Nathalia Cristina Soares.

PROSPECÇÃO NO USO DE FITOBIÓTICOS CONTRA BACTÉRIAS
PATOGENICAS NA PISCICULTURA CONTINENTAL / Nathalia
Cristina Soares Sarges. - 2022.

26 f.

Orientador(a): Joel Artur Rodrigues Dias.

Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do
Maranhão, Pinheiro-MA, 2022.

1. Antibacterianos. 2. Fitoterápicos. 3. Sanidade.
I. Dias, Joel Artur Rodrigues. II. Título.

NATHALIA CRISTINA SOARES SARGES

**PROSPECÇÃO NO USO DE FITOBIÓTICOS CONTRA BACTÉRIAS
PATOGENICAS DA PISCICULTURA CONTINENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de pesca.

Aprovado em 14/12/2022

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JOEL ARTUR RODRIGUES DIAS
Data: 21/12/2022 09:17:05-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Joel Artur Rodrigues Dias (Orientador)
Doutor em Ciência Animal, área de concentração Ecologia Aquática e Aquicultura
Universidade Federal do Maranhão, *Campus* Pinheiro

Documento assinado digitalmente
 YLLANA FERREIRA MARINHO
Data: 21/12/2022 13:28:42-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a Dr.^a. Yllana Ferreira Marinho
Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal do Maranhão, *Campus* Pinheiro

Documento assinado digitalmente
 MARIA FABIELE SILVA OLIVEIRA
Data: 21/12/2022 13:39:59-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a Me. Maria Fabiele Silva Oliveira
Mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças para perseverar até o final deste curso, por estar sempre á frente das minhas decisões.

A Universidade Federal do Maranhão, por todo conhecimento adquirido e experiências vividas no decorrer dos 06 anos de curso, ao departamento do curso de Engenharia de Pesca, tecnicos e professores pelo companherismo e dedicação na transmissão do conhecimento que foi de grande importância para meu desenvolvimento não só acadêmico, mas como ser humano.

Ao prof. Orientador deste trabalho, Joel Artur Rodrigues Dias, por ter me ajudado neste trabalho, pela confiança, e por ter aceitado este desafio.

Ao L'ALGAM, sob coordenação da professora Yllana Ferreira Marinho, por me acolher no laboratório para que pudesse realizar está pesquisa e por contibuir comigo desde o inicio do curso. Aos membros do L'ALGAM, pelas boas conversas nos intervalos com um bom café, ao discente Adriano por me ajudar diversas vezes no experimento e pelas caronas.

Á minha base familiar, principalmente ao meu saudoso avô, Antônio João Barbosa, que sempre me incentivou e acreditou em mim, por ter sido minha inspiração e força. Á minha avó, Terezinha de Jesus Sarges, por todo incentivo e contribuição na minha educação, por sempre acreditar nos meus sonhos. Aos meus tios Eliomar de Jesus Sarges e Rosangela Sarges, por todo apoio nos momentos em que mais precisei. Aos meus pais Lindomar dos Santos Sarges e Marinete Soares Sarges, que me acompanharam nessa jornada.

Ás minhas Irmãs, Luciane, Leticia, Alana e Rafaela, pelo incentivo e apoio, ao meu primo Ruan Carlos por me socorrer diversas vezes com os ajustes no meu computador.

Aos meus amigos, Gessy Conde, Leudiane Pinheiro, Nathalia Lobato, Ronaldo Pimentel e Paloma Reis por sempre estarem ao meu lado durante esta graduação, em especial Gleyciane Pereira e Luana Margalho por estarem comigo e por não me deixarem desistir nesta reta final.

RESUMO

O crescimento aquícola no Brasil tem impulsionado no volume de produção, resultando na intensificação do setor principalmente no aumento de animais confinados, no entanto sem práticas adequadas de manejo podem surgir riscos que comprometem o bem estar do animal, servindo de porta de entrada para agentes infecciosos. As doenças bacterianas são as principais contribuintes de perdas econômicas significativas nos sistemas de produção, além de altas taxas de mortalidade nas pisciculturas, causando lesões, deixando os animais debilitados e impróprios para comercialização. Para o tratamento de infecções bacterianas é realizado com uso de antibióticos, todavia, os tratamentos com os fármacos no ambiente de cultivo têm levantado várias preocupações, devido ao seu uso indevido em concentração e tempo de tratamento, que podem ocasionar o surgimento de bactérias resistentes e concentrações de resíduos químicos a longo prazo nos ambientes aquáticos. Como alternativa para essa problemática e enquadramento as exigências da aquicultura sustentável, o uso de produtos naturais têm se mostrado eficaz por apresentarem compostos bioativos com atividade antimicrobiana. Com isso, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial antibacteriano a partir de testes in vitro de produtos naturais de extrato de *Terminallia catappa*, óleos de andiroba (*Carapa guianensis*), babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e pequi (*Caryocar brasiliense*), como controle positivo, os fármacos Oxitetraciclina e enrofloxacina, para ação inibitória dos patógenos *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. jandaei*, *Streptococcus agalactiae* e *Micrococcus luteus*. No qual, foram realizados testes in vitro pelo método de difusão de disco, para avaliar o potencial antimicrobiano dos produtos naturais e seu potencial uso alternativo aos fármacos aplicados para tratamento na aquicultura continental, em um delineamento inteiramente atualizado, foram semeadas discos embebidos com as soluções testes estéril em placas contendo Ágar Müeller Hinton, onde foram incubadas a 35 °C por 24 horas, que posteriormente realizou-se a leitura do diâmetro dos halos de inibição de crescimento bacteriano com auxílio de paquímetro digital. Os resultados foram tratados no software estatístico BioEstat versão 5.0. Os resultados encontrados indicaram que os óleos avaliados têm efeitos bactericida e bacteriostático, apenas o extrato a frio da *Terminallia catappa* e óleo de babaçu (*Attalea speciosa*), não apresentam inibição frente aos patógenos.

Palavras-chave: Piscicultura. Sanidade. Bactericida. Fitoterápicos.

ABSTRACT

The aquaculture growth in Brazil has boosted production volume, triggered the intensification of the sector mainly in the increase of confined animals, however without adequate management practices, complications may arise that compromise the well-being of the animal, serving as a gateway for agents infectious. Bacterial diseases are the main contributors to mortality losses in production systems, in addition to high mortality rates in fish farms, causing injuries, leaving animals weak and unfit for transmission. For the treatment of bacterial infections is carried out with the use of antibiotics, however, treatments with drugs in the culture environment have raised several concerns, due to their misuse in concentration and treatment time, which can cause the emergence of resistant bacteria and, long-term concentrations of chemical residues in aquatic environments. As an alternative to this problem and framing the requirements of sustainable aquaculture, the use of natural products has been shown to be effective as an alternative because they present bioactive compounds with antimicrobial activity. Thus, this study aimed to evaluate the antibacterial potential from in vitro tests of natural products, *Terminallia catappa* extract, andiroba oils (*Carapa guianensis*), babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), copaíba (*Copaifera langsdorffii*) and pequi (*Caryocar brasiliense*), as a positive control, the drugs Oxytetracycline and enrofloxacin, for the minimum inhibitory concentration of the pathogens, *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. jandaei*, *Streptococcus agalactiae* and *Micrococcus luteus*. In which, , we carried out an experiment using the methodology of diluting oils in 70% alcohol (1:10 v:v), in vitro tests using the disk diffusion method, to evaluate the antimicrobial potential of natural products and their potential use alternative to the drugs applied for treatment in continental aquaculture, in a completely randomized design, discs soaked with the test solutions were sown with a sterile swab on the surface of the plates containing Mueller Hinton Agar, where they were incubated at 35 °C for 24 hours, which were subsequently performed the diameter of the halos of bacterial growth inhibition was read with the aid of a digital caliper. The results were treated in the statistical software BioEstat version 5.0, through the Tukey tests. The results found indicated that the oils we evaluated have bactericidal and bacteriostatic effects, only the cold extract of *Terminallia catappa* and babassu oil (*Attalea speciosa*) do not show inhibition against pathogens.

Keywords: Fish farming. Sanitary. Bactericidal. Herbal Medicines.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO GERAL	11
2.1	Objetivos Específicos	11
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1	Panorama da Aquicultura	11
3.2	Bacterioses na Aquicultura	12
3.3	Enfermidades bacterianas e Uso de Antimicrobianos na Piscicultura	12
3.4	Uso de Produtos Naturais	13
3.4.1	Copaíba (<i>Copaifera Langsdorffii</i>)	13
3.4.2	Andiroba (<i>Carapas guianensis Aublet</i>)	13
3.4.3	Babaçu (<i>Attalea speciosa</i>)	13
3.4.4	Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)	13
3.4.5	Pequi (<i>Caryocar brasiliense</i>)	14
3.4.6	Castanheira (<i>Terminalia Catappa</i>)	14
4	METODOLOGIA	14
4.1	Obtenção Dos Fitobióticos	14
4.2	Diluições Dos óleos	14
4.3	Preparo Dos Extratos	14
4.4	Preparo Dos Antibióticos	15
4.5	Aquisição Dos Patógenos	15
4.6	Preparo Microbiológico	15
4.7	Teste Coloração de Gram e Catalase	15
4.8	Desafio Microbiológico	16
4.9	Análise Estatística	16
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
7	REFERÊNCIAS	20

PROSPECÇÃO NO USO DE FITOBIÓTICOS CONTRA BACTÉRIAS PATOGENICAS NA PISCICULTURA CONTINENTAL

Nathalia Cristina Soares Sarges**

Joel Artur Rodrigues Dias

RESUMO

A produção aquícola tem apresentado um rápido crescimento, todavia a intensificação dos sistemas produtivos dependem das boas práticas de manejo, densidade de estocagem e monitoramento da qualidade de água que precisam de um rigoroso acompanhamento para que os animais não sofram estresses, pois comprometem o desempenho zootécnico dos animais, e consequentemente desencadeiam diversos problemas, facilitando a disseminação de doenças no ambiente de cultivo, causadas principalmente por infecções bacterianas. O tratamento de doenças de origem bacteriana é realizado com uso de antibióticos, porém o uso dos medicamentos de forma errôneas na piscicultura, podem gerar impactos negativos, incluindo o surgimento de microorganismo resistentes. Os produtos naturais estão se tornando uma alternativa eficaz e promissora para a piscicultura sustentável, por apresentarem compostos bioativos com potencial terapêutico, degradação natural no meio ambiente e reduzido custos na produção. Com isso, o objetivo da pesquisa foi em avaliar a eficácia antibacteriana de produtos naturais de extrato de *Terminallia catappa*, e dos óleos de andiroba (*Carapa guianensis*), babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e pequi (*Caryocar brasiliense*); como controle positivo, fármacos terramicina e enrofloxacin, em cinco patógenos com incidência na piscicultura continental. Houve, atividade inibitória dos óleos de pequi, buriti, copaíba e andiroba, para a maioria dos patógenos utilizados, com zona de inibição de diâmetro superior a 8mm de atuação às bactérias Gram positivas e negativas, assim como para os morfótipos de bastonete e cocos, com destaque aos óleos de buriti e pequi, que apresentaram ação equivalente ao controle enroxolacina e superiores a terramecina ($P < 0,05$). Com isso, há um grande potencial de uso dos produtos naturais brasileiros contra a ação microbiológica patogênica aquícola, que atendem aos requisitos de uma cadeia produtiva sustentável aos critérios biológicos e ambientais.

Palavras-chave: Piscicultura continental. Antimicrobianos. Biocontrole.

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura se destaca nos últimos anos como uma das principais atividades agropecuárias para o abastecimento de proteína animal, com 52% do pescado produzido mundialmente e estimativa de crescimento em 59% até 2030 (FAO, 2020). Dentre os seus seguimentos produtivos, a piscicultura se destaca com arrecadação anual de US\$ 130 bilhões, divididos na produção de peixes continentais US\$ 104 bilhões e marinhos US\$ 35,4 bilhões, respectivamente (FAO, 2020).

Nesse cenário, o Brasil ocupa a 13ª colocação no ranking mundial de produtores de peixe, com produção anual média de 531.000 toneladas (IBGE 2020), com o Estado do Paraná como maior produtor de tilápia do Nilo (*Oreochromus niloticus*), com um montante de 166.000 toneladas. Na produção de espécies nativas o Estado do Maranhão ocupa a 5ª colocação com 47.700 toneladas, que incrementa para as regiões do Norte e Nordeste do país crescimento na produção de espécies nativas (PEIXEBR, 2021).

Com a intensificação da produção aquícola, há um aumento do surto de doenças nos organismos cultivados devido a vários fatores, como alta densidade de estocagem, dieta alimentar desequilibrada e alterações na qualidade de água. Ao longo do cultivo, os organismos aquáticos contraem as doenças causadas por agentes patogênicos como vírus, fungos, protozoários e principalmente bactérias presentes no ambiente de produção (YADA E TORT, 2016; LEIRA et al., 2017).

Atualmente, os principais métodos de controle de doenças bacterianas em peixes no Brasil são fundamentados no uso de antibióticos, em que dois oxitetraciclina e o florfenicol são aprovados para uso na piscicultura, ao qual este último, o único permitido para o tratamento de bacterioses em tilápia do Nilo (PÁDUA, 2013; ASSANE, 2018).

Esses produtos químicos são frequentemente utilizados de forma indiscriminada para o tratamento de bactérias, fungos e/ou protozoários, mas essas práticas nos sistemas de produção podem causar a resistência a patógenos resistentes e a disseminação de compostos químicos no setor produtivo (CABELLO et al., 2013).

Os biocompostos de produtos naturais, como os extratos e óleos de plantas, pode ser um agente antimicrobiano alternativo para a saúde dos peixes de cultivo, já que possuem um mecanismo de ação específico que inibem a geração de multirresistência e reduzem a virulência patogênica, além de auxiliar o sistema imunológico do hospedeiro na prevenção a infecções (BURT, 2004; SCHALCH, 2015). A rica diversidade da flora brasileira oferece um amplo campo de pesquisa, que pode ser mais explorado em termos de medidas profiláticas para tratamento de peixes (SCHALCH, 2015). Para isso, as seleções de um potencial biocomposto antibacteriano na piscicultura continental são imprescindíveis às pesquisas in vitro para determinar a sua seguridade de aplicação, atuação, resistência bacteriana e a capacidade inibitória contra patógenos (DIAS et al., 2019; QI et al., 2020).

Dessa forma, com o potencial dos produtos naturais, principalmente os nativos, e a carência de sua aplicação como medida de profilaxia e tratamento na piscicultura, a pesquisa visa avaliar a eficácia e atuação de *Terminallia catappa*, andiroba (*Carapa guianensis*), babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e pequi (*Caryocar brasiliense*) como possibilidade de uso sanitário na piscicultura.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficácia antibacteriana de produtos naturais contra as principais espécies de patógenos que acometem a piscicultura nativa continental.

2.1 Objetivos Específicos

- I. Caracterizar os microrganismos patogênicos;
- II. Avaliar o potencial antibacteriano a partir de testes in vitro de produtos naturais: extrato de *Terminallia catappa*, e dos óleos de: andiroba (*Carapa guianensis*), babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e pequi (*Caryocar brasiliense*);
- III. Avaliar o potencial antibacteriano dos fármacos Oxitetraciclina e enrofloxacina, e a concentração inibitória mínima em cinco patógenos com incidência na piscicultura continental.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Panorama da aquicultura

A produção aquícola mundial é responsável por um exponencial crescimento no abastecimento proteico das últimas décadas, que atende a um exigente mercado na oferta de alimentos saudáveis e de segurança alimentar. Nesse cenário, a produção de organismos aquáticos em cativeiro atingiu 82,1 milhões de toneladas no ano de 2018, com perspectivas de desempenho para os próximos anos (FAO, 2020; IBGE, 2020).

Nesse setor agropecuário o continente Asiático lidera o *ranking* dos maiores produtores aquícolas mundial, responsável por 90% da produção, seguido pelo continente Americano com 4% e o Europeu 3%. Dentro da atividade aquícola, a piscicultura se destaca com produção média de 47 milhões de toneladas, onde quase 90% é baseada no cultivo de peixes de água doce (FAO, 2020).

Na aquicultura brasileira, a piscicultura atinge produção de 802.390 toneladas, com crescimento de 5,93%, entre os anos de 2019 e 2020. Com continuada ascensão no segundo semestre de 2020, após a pandemia da COVID-19 pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) (SOUZA et al., 2022).

Nesse setor, a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), foi a espécie que mais se destacou com produção de 486.155 toneladas, 12,5% maior que no ano de 2019, desempenho que colocou o Brasil como 4º maior produtor de tilápia do mundo (Peixe BR, 2021).

Em outra vertente no território nacional, com os avanços tecnológicos, a produção de peixes nativos se fortaleceu, com 278.671 toneladas em 2020, com seus principais representantes os Estados de Rondônia (65.000 t), Mato Grosso (42.000 t), Maranhão (40.800 t), Pará (24.900 t) e Amazonas (21.500 t) (FAO, 2020; Peixe BR, 2021).

Nesse cenário, o Estado do Maranhão tem apresentado um grande potencial, isso se deve aos abundantes recursos pesqueiros no Estado, que torna a atividade uma fonte viável de renda no meio rural. A produção do Maranhão nos últimos 5 anos se desenvolveu a uma taxa de 97,5%, que saltou de 24.150 toneladas no ano de 2016, para 47.700 toneladas em 2020, crescimento que almeja o Estado em uma posição de destaque na cadeia produtiva nacional que contribui de forma relevante à geração de emprego e renda da região (BARROS et al., 2018; SOUZA et al., 2022).

3.2 Bacterioses Na Aquicultura

Com os promissores indicativos de desempenho na produção de organismos aquáticos cultiváveis, consideram a piscicultura uma estratégia global de segurança alimentar, uma vez que fornece uma fonte significativa de proteína em um curto período de tempo, entretanto, o crescimento desordenado pode trazer sérios riscos à atividade na disseminação de agentes patogênicos que decorrem do desequilíbrio da tríade epidemiológica ambiente,

patógeno e hospedeiro, ocasionado pelas errôneas estratégias em densidade de estocagem, manejo alimentar e produtivo (SILVA, 2010; CARDOSO et al., 2016).

Principalmente aos agentes patogênicos bacterianos, que são microrganismos oportunistas, prevalentes no ambiente e na microbiota dos peixes que podem causar doenças e infecções quando o hospedeiro se encontra debilitado. Essas lesões causam inflamação local intensa e uma alta multiplicidade bacteriana de uma ou mais espécies ao mesmo tempo, dificultando o seu tratamento (LEIRA, 2017).

As infecções bacterianas dentro das pisciculturas são responsáveis por altas taxas de mortalidade de peixes (HUICAB-PECH et al., 2016). E para o tratamento dessas enfermidades, envolvem o uso de antibióticos adaptados a cada tipo de bactéria, todavia, o tratamento de doenças em animais aquáticos com o uso indiscriminado dos antibióticos está repleto de dificuldades, que não se limita apenas ao desenvolvimento de resistência dos microrganismos, mas também ao acúmulo de resíduos desses fármacos no meio ambiente e em peixes, o que tem consequências para a segurança ambiental e alimentar (VALLADÃO, GALLANI E PILARSKI, 2015).

3.3 Enfermidades Bacterianas e Uso de Antimicrobianos Na Piscicultura

As infecções bacterianas ocorrem de forma secundária, devido as alterações dos parâmetros da qualidade da água, falta de planejamento no manejo, altas densidades dos animais, e uso indiscriminado de antibióticos (ALYAHYA et al., 2018).

Apesar de existirem várias bactérias que infectam os peixes, algumas se destacam pela frequência com que ocorrem em várias partes do país como as *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella* spp., *Salmonella* spp., *Flavobacterium columnare* e *Streptococcus agalactiae* (LEIRA et al., 2016).

As *Aeromonas*, são organismos que fazem parte da microbiota bacteriana normal na água e podem ser encontrados na superfície dos peixes e em suas respectivas brânquias. A infecção por *A. hydrophila* normalmente causam hemorragia cutânea no corpo e nas nadadeiras, evoluindo para ulcerações com perdas de epitélio (ALYAHYA et al., 2018).

As bactérias *Streptococcus* são patógenos que afetam uma ampla variedade de hospedeiros, incluindo humanos e peixes de água doce, é responsável por sérios prejuízos econômicos e altas taxas de mortalidade na tilapicultura mundial, as infecções debilitam os animais e surgem sinais clínicos como natação errática, exoftalmia unilateral ou bilateral, anorexia, nos humanos existe o risco de infecções ao consumi peixe cru infectado (NASCIMENTO et al., 2019).

A *Micrococcus luteus* é uma bactéria do meio ambiente que ocasionalmente é encontrada na pele dos humanos, é Gram positivo e catalase positivo encontrados no ambiente, apesar de não formar esporos estrutura ela consegue sobreviver em condições hostis, como baixas temperaturas e falta de nutrientes. (YOUNG et al., 2010)

São microrganismos que causam graves doenças na piscicultura, com sinais clínicos que evoluem em um curto intervalo de tempo em infecções na pele, brânquias, fígados, rins, baço, músculos, cérebros e olhos dos peixes infectados (ALYAHYA et al., 2018).

Rico et al. (2013), por meio de pesquisa com 252 produtores realizada de diversos países asiáticos (Bangladesh, China, Tailândia e Vietnã), destacou que 9,7% das fazendas tailandesas e 16% das fazendas chinesas, ambas produtoras de tilápias, fazem uso simultaneamente de até dois antimicrobianos como enrofloxacin (69%), florfenicol (63%), sulfametoxazol com trimetoprima (44%) e doxiciclina (34%), com administração via ração num período de 5 a 8 dias, tratamento que ultrapassa o uso do fármaco e pode ocasionar genes de resistência patogênico no ambiente de produção (TELES, 2013).

Assim, como o uso da oxitetraciclina (OTC), que é um dos antibióticos mais usados para se tratar infecções causadas por uma ampla gama de bactérias (Rigos & Troisi, 2005). O ingrediente ativo de sua formulação é a Terramicina®, um bactericida que atua sobre bactérias Gram positivas e Gram negativas (RIGOS et al., 2006).

Na maioria dos casos esses medicamentos são utilizados de forma errônea, que são fortemente criticados, devido ao seu impacto negativo, principalmente pelo aumento da seleção de microrganismos resistentes, e bioacumulador químico no ambiente e em sua cadeia produtiva.

Tendo em vista isso, é necessário alternativas eficazes para o controle bacteriano nas pisciculturas que levem em consideração os eixos de segurança ambiental e se adequem aos critérios da aquicultura sustentável (SCHALCH, 2015).

3.4 Uso de Produtos Naturais na Piscicultura

O uso de fitoterápicos na piscicultura é uma alternativa viável ao uso de produtos químicos e antibacterianos no controle e prevenção de patógenos, que na produção animal tem se mostrado promissor em termos de produtos naturais, biodegradáveis e com atividade antimicrobiana contra uma diversidade de microrganismos patogênicos (BOIJINK et al., 2011).

No entanto, apesar de relatos positivos sobre seu uso, as pesquisas sobre sua eficácia em organismos aquáticos ainda são incipientes (BANDEIRA JUNIOR et al., 2017).

3.4.1 Copaíba (*Copaifera langsdorffii*)

A *Copaifera langsdorffii*, também conhecida como Copaíba, pertence ao gênero *Copaifera* e à subfamília *Caesalpinoideae*. Segundo estudos, beta-cariofileno está presente na composição do óleo de Copaíba e possui atividade germicida além do composto cariofileno, contém o ácido caurenóico que tem propriedades anti-inflamatórias, diuréticas e antimicrobianas.

Estudos farmacológicos com a copaíba (*Copaifera langsdorffii*) realizados in vitro demonstrou que os óleos de várias espécies de copaíferas possuem atividade anti-inflamatória, cicatrizante, antiedematogênica antitumoral, tripanossomicida e bactericida, que tem a capacidade de inibir o crescimento das bactérias *Escherichiacoli*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* (LAMEIRA et al., 2009).

3.4.2 Andiroba (*Carapas guianensis Aublet*)

No Brasil a andiroba (*Carapas guianensis Aublet*), ocorre em toda a Bacia Amazônica, é conhecida pela medicina popular por apresentar compostos ativos, entre eles se destacam flavonóides, terpenos e cumarinas que possuem propriedades anti-inflamatória, analgésica e bactericida (GONÇALVES, 2001). No qual, Os flavonóides exercem função antioxidante, antifúngica e bactericida (CUNHA, 2005).

3.4.3 Babaçu (*Attalea speciosa*)

O babaçu (*Attalea speciosa*) é comum no Nordeste do Brasil, principalmente no Maranhão. O grande potencial para aplicações farmacêuticas e cosméticas presente no babaçu é o ácido láurico, princípio ativo responsável pelas atividades antivirais, antifúngicas e bactericidas do óleo de babaçu (AMORIM, 2020)

O uso medicinal e farmacológico da palmeira ou do fruto tem revelado potencial terapêutico devido a presença de ácidos fenólicos e flavonoides (PAIXÃO, 2021).

3.4.4 Buriti (*Mauritia flexuosa*)

O buriti *Mauritia flexuosa*, é uma palmeira pertencente à família Arecaceae, encontrada em regiões úmidas e alagadas do Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, é rico em carotenóides, ácidos graxos e tocoferol, o ácido gálico foi o composto fenólico mais abundante, isso sugere uma visão significativa do uso desse produto como alternativa terapêutica e cosmética (ROSSO & MERCADANTE, 2007).

O potencial terapêutico do buriti abre a possibilidade de utilizá-lo como agente fitoterápico; no entanto, há escassez de estudos que atestem a real atividade do seu óleo (BATISTA, 2012).

3.4.5 Pequi (*Caryocar brasiliense*)

O *Caryocar brasiliense*, que é popularmente conhecido como pequi, é pertencente à família *Caryocaraceae*, é rico em ácido oleico, carotenoides e diversos compostos fenólicos, com destaque para o ácido gálico. A polpa do pequi apresenta propriedades terapêuticas e farmacológicas, possui valores de fenólicos significativamente altos aos observados na maioria das polpas de frutas, a amêndoa apresenta menores teores de fenólicos, demonstrando que a polpa do pequi é um alimento com elevado potencial antioxidante LIMA et al. (2007).

3.4.6 Castanheira (*Terminalia catappa*)

Estudos fitoquímicos mostram a presença de compostos polifenólicos no extrato das folhas de *T. catappa*, entre essas substâncias se destacam os triterpenóides e taninos hidrolisáveis como: punicalagina, punicalina, ácido chebulágico, geranina, ácido gálico, elágico, entre outros (KINOSHITA et al., 2007; HERNÁNDEZ et al., 2003).

Estes compostos se destacam principalmente, por sua atividade antioxidante, como resultado estão se tornando cada vez mais importantes na prevenção e tratamento de doenças, como câncer, doenças degenerativas e inflamatórias.(SILVA, 2012)

A amendoeira é bastante popular no Brasil, onde foi introduzida por colonos portugueses. Suas folhas, frutos e raízes são amplamente utilizados como medicamento popular devido à sua atividade antidiabética (NAGAPPA et al., 2003), antiinflamatória (FAN et al., 2004), estimulante do comportamento sexual e reprodutivo (MONVISES et al., 2009), antibiótica e antifúngica (GOUN et al., 2003; MENESES, 2017) e desinfetante (SANTOS, 2013).

4 METODOLOGIA

4.1 Obtenção Dos Fitobióticos

Para avaliação das atividades antimicrobiológicas patogênicas foram utilizados cinco óleos naturais de pequi, buriti, copaíba, babaçu e andiroba obtidos a partir de lojistas de produtos naturais nas cidades de Belém-PA e Pinheiro-MA; dois extratos aquosos de *Terminalia catappa* obtidos por extração a frio e a quente e mais dois antibióticos comerciais enrofloxacin e terramicina, utilizados como controles positivos.

4.2 Diluições Dos Óleos

A extração dos óleos foi de origem conhecida, adaptada do método descrito por Rigamonte-Azevedo et al. (2006), a partir da perfuração do tronco vegetal. Antes dos testes microbiológicos, foi realizada a diluição dos óleos em álcool 70% (1:10 v:v) adaptado do método de Inoue et al. (2005) e Menezes et al. (2018), mantidos em refrigeração a 4 °C.

4.3 Preparo Dos Extratos de *T. catappa*

Para a obtenção dos extratos aquosos de *T. catappa* foi adaptada da metodologia de Menezes et al. (2020), no qual foram coletadas folhas secas amareladas do vegetal e

encaminhadas para o Laboratório de Desenvolvimento Aquícola da Amazônia Maranhense (L'AQUAM) da Universidade Federal do Maranhão, Campus Pinheiro. Logo, as folhas foram higienizadas com água corrente, posteriormente com água destilada e secas em estufa de circulação de ar forçada nas condições de 50 °C até a perda de umidade (NADIRAH et al., 2013). Após secagem, as folhas foram trituradas e seu volume pesado para se dividir em dois grupos, para as extrações a quente e a frio. Para a extração a quente, 25g de *T. catappa* foram envolvidas em papel filtro nº1 e transferidas para imersão em 500 mL de água destilada, em banho maria (80 °C.1h⁻¹). Em seguida, o filtrado foi armazenado e o conteúdo sólido de *T. catappa* foi utilizado em um novo processo de re-extração (KIM et al., 2011; MENESES et al., 2020). Ao final dos processos de extração e re-extração, os dois filtrados foram misturados e compuseram o extrato a quente a ser utilizado na pesquisa. A extração a frio (temperatura ambiente), foi conduzida sobre as mesmas condições de extração citada anteriormente, mas em temperatura de 28°C (MENESES et al., 2020).

4.4 Preparo dos antibióticos

O preparo dos antibióticos foram conduzidos de acordo com os padrões de sensibilidade e resistência adaptados pelo método de difusão em disco de acordo com o Stukus (1997), com as concentrações terapêuticas de 10 mg.L⁻¹ e 15 mg.L⁻¹, para terramicina e enrofloxacin, respectivamente.

4.5 Aquisição Dos Patógenos

Para a pesquisa, os patógenos *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. jandaei*, *Streptococcus agalactiae* e *Micrococcus luteus*, foram isolados a partir de animais sintomáticos de uma fazenda piscícola localizada no município de Propriá-SE, Brasil, identificadas até o nível de espécie a partir do método MALDI-TOF (Matrix Assisted Laser Desorption/ Ionization and Time-of-Flight), com score superior a 2.0, conservada em glicerina e meio de cultura semi-sólido Brain Heart Infusion-BHI, e adicionada ao banco de cepas do laboratório de aquicultura da Embrapa Tabuleiros Costeiro, Aracaju- SE (CARDOSO et al., 2021).

4.6 Preparo Microbiológico

As cepas patogênicas foram ativadas no L'AQUAM UFMA, Campus de Pinheiro, a partir do crescimento microbiológico no meio de cultura BHI caldo. O preparo do meio de cultura foi conduzido de acordo com as recomendações do fabricante, para posterior esterilidade da solução em autoclave a 120 °C, 1 atm, durante 20 min, para então ser ativada as culturas patogênicas na solução, com o auxílio da alça de platina estéril para crescimento microbiológico em 10 mL de BHI, nas condições de 30 °C durante 24 h (RAMIREZ et al., 2006; DIAS et al., 2019).

Após crescimento microbiológico, foram realizadas as purificações dos patógenos a partir do crescimento em placa, utilizando o meio de cultura BHI Agar, em que foram coletados 10 µL da cultura microbiana em meio líquido e aplicado o método de estrias em placa.

Para crescimento das cepas em placa, esses foram conduzidos em 30 °C durante 24h, que após o desenvolvimento das colônias, essas foram coletadas e submetidas ao método de coloração de Gram, para avaliar o grau de pureza microbiológico e confirmação do morfótipo dos patógenos. Posteriormente, foi realizado o isolamento e purificação das colônias, que foram inseridas em um novo meio BHI caldo, para o crescimento microbiológico logarítmico a ser utilizado nos testes bacteriológicos.

4.7 Teste Coloração de Gram e Catalase

Para as análises microbiológicas, as cepas bacterianas foram reconhecidas e classificadas utilizando o método de Gram. Para isso, foi utilizado de Kit LB Labocin, com violeta genciana 1% (álcool etílico anidro 190mL, violeta genciana 10g, oxalato de amônio monohidratado 8g e água deionizada qsp 1000mL; 1min), lugol (Iodo metaloide 3,33g, iodeto de potássio 6,67 e água deionizada 100mL; 1min), descolorante (acetona pura 300mL, álcool etílico anidro 665mL e água deionizada 35mL; 15seg) e fucsina fenicada (fenol 4,5g, fucsina básica 0,9g, álcool etílico 9mL e água deionizada qsp 1000mL; 1min) (DIAS et al., 2018; 2019).

A avaliação de catalase, foi diagnosticada quanto à reação ou não, da adição de 100 µL de peróxido de hidrogênio nas colônias (DIAS et al., 2019; BARROS et al., 2022).

4.8 Desafio Microbiológico

O desafio bacteriológico foi conduzido em meio de cultura Muller Hinton Agar, meio específico não seletivo para o desafio (RAMIREZ et al., 2006; DIAS et al., 2022). No qual foi semeado 100 µL do patógeno em placa e homogeneizado utilizando de alça de drigalski estéril, para sobreposição com discos de papel filtro qualy (250 µm), embebidos com aproximadamente 10 µL de cada produto natural testado, mais o uso dos antibióticos, com quatro repetições cada, e posteriormente as placas inoculadas a 30 °C durante 48h, para então análise da ocorrência ou não de halos inibitórios, e sua avaliação quanto ao efeito bactericida ou bacteriostático (MENESES et al., 2021; DIAS et al., 2022).

4.9 Análise Estatística

De posse dos dados, esses foram analisados previamente quanto à normalidade e homocedasticidade, pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, e quando observada a heterogeneidade da variância, os dados foram transformados em $\log_{10}(x + 1)$. Para posterior Análise de Variância (ANOVA), que para o valor de F significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação de pureza e patogenia das cepas foi realizado os testes de coloração de Gram e catalase, no qual os procariotos confirmaram a morfologia correspondente de sua espécie mais a resposta em catalase (Tabela 1).

Tabela 1 – Morfologia bacteriana e teste de catalase.

Cepas	Gram		Morfologia		Catalase	
	+	-	Cocos	Bastonete	+	-
<i>Aeromonas hydrophila</i>		*		*	*	
<i>Aeromonas caviae</i>		*		*	*	
<i>Aeromonas jandaei</i>		*		*	*	
<i>Streptococcus agalactiae</i>	*		*			*
<i>Micrococcus luteus</i>	*		*		*	

Fonte: Própria autoria.

Nota: (+)- Positivo; (-)- Negativo; (*)- Ocorrência microbiológica.

Após purificação e confirmação das espécies microbiológicas, essas seguiram para o teste de antagonismo frente aos produtos naturais oleosos de pequi, buriti, copaíba, babaçu e andiroba, mais duas formulações de extrato aquoso de *T. catappa*, a frio e a quente, utilizando de dois controles positivos constituídos dos antibióticos, enrofloxacina e terramicina (Tabela 2).

Tabela 2 – Halo inibitório (mm) dos tratamentos com óleo de pequi, buriti, copaíba, babaçu e andiroba, extrato a quente de *Terminalia catappa* (EQ), extrato a frio de *Terminalia catappa* (EF), enrofloxacina (Enr) e terramicina (Ter), contra o patógeno *Aeromonas hydrophyla*, *A. caviae*, *A. jandai*, *S. agalactiae* e *Micrococcus luteus*.

Tratamento	<i>A. hydrophila</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>M. luteus</i>	<i>A. jandai</i>	<i>A. caviae</i>
Pequi	24.22±4.77A	7.43±0.50C	10.03±2.24C	0.00±0.00	6.42±0.42B
Buriti	23.39±4.3A	6.90±4.73C	16.54±2.26B	9.90±2.00B	12.60±2.4B
Babaçu	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
Copaíba	11.57±1.19C	10.58±0.88BC	9.96±2.76C	10.56±4.43B	9.39±0.41B
Andiroba	0.0±0.0	14.74±1.45B	0.0±0.0	10.61±7.19B	0.0±0.0
EQ	17.29±2.03B	7.09±0.69C	6.80±1.36C	5.07±3.57BC	7.03±1.12B
EF	0.0±0.0D	7.70±0.80C	0.00±0.00D	0.00±0.00C	5.46±3.67B
Enr 15mg.L	23.92±0.0A	22.30±3.59 ^a	21.44±1.21A	22.40±1.28A	19.04±1.52A
Ter 10mg.L	11.85±0.0C	7.24±1.80C	7.70±0.85C	5.79±0.88BC	7.73±1.16C

Nota: EQ = Extrato Quente . EF= Extrato Frio. Enr= Enrofloxacina. Ter= Terramicina
Valores médios (mm ± desvio padrão) seguidos de letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p <0,05).

Para as respostas obtidas dos halos inibitórios contra os agentes patogênicos *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. jandaei*, *M. luteus* e *Str. agalactiae* foi avaliado quanto ao seu potencial bactericida ou bacterioestático dos tratamentos, em comparação aos controles positivos (antibióticos), no qual para a terramicina, foi observado efeito bacteriostático de leve atuação.

A confirmação do método se deu pela formação de um halo de inibição, ou seja, se a amostra do óleo apresentou atividade inibitória sobre o microrganismo testado formando um halo limpo, apresentando efeito bactericida; para efeito bacteriostático observou-se um halo com crescimento bacteriano ao redor do disco na placa.

Os óleos testados apresentaram atividade bacteriostática e frente aos microrganismos pesquisados, apenas o óleo de babaçu não apresentou efeito.

Tabela 3 – Respostas obtidas dos halos inibitórios bactericida e bacteriostáticos para os diferentes agentes fitoterápicos

Tratamentos	Andiroba	Buriti	Copaíba	Pequi	E.Q	E.F	Enr 15mg.L	Ter 10mg.L
<i>A.hydrophila</i>	SR	BC	BT	BC	BC	SR	BC	BT
<i>A.Caviae</i>	SR	BC	BC	BT	BT	BT	BC	BT
<i>A.Jandaei</i>	BC	BT	BC	SR	BT	SR	BC	BT
<i>M. luteus</i>	SR	BC	BT	BT	BT	SR	BC	BT
<i>S. Agalactiae</i>	BC	BT	BC	BT	BT	BT	BC	BT

Nota:(BC) Bacterida (BT) Bacteriostático (SR) Sem resultado

Houve atividade inibitória dos óleos de pequi, buriti, copaíba e andiroba, para a maioria dos patógenos utilizados, com zona de inibição para bactérias Gram positivas e negativas, assim como, para os morfótipos de bastonete e cocos. O óleo de andiroba obteve inibição superior de 10 mm contra *A. jandaei* e *S. agalactiae*, esse efeito possivelmente deve ter ocorrido pelo princípio ativo limonóides (LIRA et al., 2021), que tem efeito bactericida, todavia, para MONTEIRO (2017), utilizando do óleo de andiroba extraído de sementes do vegetal, não obteve efeito contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, resposta que está relacionado a concentração do princípio ativo na estrutura extraída, que pode ser variável de acordo com o material de extração, período do ano e armazenamento.

O óleo de buriti apresentou efeito inibitório para todos os patógenos avaliados, com um maior espectro de ação contra a *Aeromonas hydrophila*, patógeno continental de letal ocorrência na produção de organismos aquáticos, principalmente em instalações piscícolas. O seu halo de inibição foi superior a 23mm, resposta que se igualou a inibição do controle positivo com enrofloxacin, e significativamente superior ($p < 0,05$) a terramicina, isto se deve a concentração de ácidos graxos, tocoferóis e carotenóides, presente em sua composição (MIRANDA; RABELO, 2008), respostas que colaboram as de BATISTA et al. (2012) no efeito antibacteriano para *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumoniae* e *B. subtilis*.

SILVEIRA et al. (2005), também associa o efeito inibidor do óleo de buriti a composição de seus ácidos graxos que tem ação microbiológica para patógenos Gram positivo e negativo, como aos testados com *S. aureus* e *P. aeruginosa*, respectivamente. Respostas que colaboram as encontradas por CARVALHO (2011) e CHAVES et al. (2020), porém utilizando de concentrações inibitórias mínimas (CIM) do óleo de buriti, obtiveram efeito bactericida, contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Cândida albicans*, e *S. aureus* multirresistentes.

Para as respostas do óleo de Copaíba essas apresentaram efeito bactericida aos patógenos *Streptococcus Agalactiae* e *Aeromonas hydrophila*, e ação bacteriostática para *Aeromonas caviae* e *Micrococcus luteus*, com média de inibição $\pm 10,41$, respostas promissoras como alternativas ao uso do fármaco terramicina, utilizado como controle positivo. Os princípios ativos do óleo da copaíba são O β -bisaboleno que possui propriedades anti-inflamatória e analgésica e o β -cariofileno que é descrito na literatura como anti-edêmico, bactericida e insetífugo (Veiga Jr. & Pinto, 2002). Resultados que confrontam aos encontrados por REZENDE (2017), utilizando do mesmo óleo contra *Staphylococcus aureus*, não obtive resposta ao uso alternativo de Amoxicilina (AMC) (30 μ g).

No estudo realizado por Cavalcante et al. (2022), que avaliou a atividade antimicrobiana da copaíba (*Copaifera officinalis*) comercializados em uma feira livre de Recife-PE, frente as cepas *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*. O óleo de copaíba

(industrializado e não-industrializado) apresentaram atividade antimicrobiana contra as bactérias Gram-positivas: para *Staphylococcus aureus*, tiveram CMI equivalente a 0,36%, enquanto que para *Enterococcus faecalis* as CMIs de ambos foram de 3,12%. Não houve inibição do crescimento das bactérias Gram-negativas.

O óleo de Pequi Apresentou halos inferiores a 8mm frente as bactérias *Micrococcus Luteus*, *Streptococcus Agalactiae*, apresentando efeito bacteriostático e não apresentou resultados para a bactéria *Aeromonas Jandaei*.

Os resultados frente a bactéria *Aeromononas Hydrophila*, apresentou um halo de inibição igual a 24.22 mm de diâmetro, resultado que se igualou ao teste com o controle positivo (Enrofloxacina), apresentando efeito bactericida. Resultados que são semelhantes ao estudo de (Sousa *et al.*, 2022) onde demonstraram que o extrato bruto da flor de Pequi (*Caryocar brasiliense*) apresentou atividade antimicrobiana frente as cepas *Stahylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudmonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae*, com halos de suscetibilidade de 30mm, 33mm, 33mm e 34mm respectivamente.

No presente trabalho, os extratos da *Terminalia catappa*, formou halos de 17.29 ± 2.03 mm, para o extrato a quente (EQ), em que mostrou atividade bactericida para a cepa *Aeromonas hydrophila*. Já para (EF) da *Terminalia catappa*, formou halos de inibição inferiores a 8.0 mm, apresentando efeito bacteriostático.

Segundo o estudo de Morais (2019), foi observado uma atividade antimicrobiana das folhas da *Terminalia catappa*, utilizando antibiótico como controle positivo, em que houve a formação de halo para *Staphylococcus aureus*. O antibiótico utilizado como controle positivo foi o Cloranfenicol $1 \mu\text{g/mL}$. Os resultados mostraram atividade antimicrobiana contra as cepas bacterianas testadas, apresentando uma concentração inibitória mínima de $0,36 \text{ mg/mL}$ para *Staphylococcus aureus*.

O uso de substâncias naturais contra os patógenos estudados tem mostrado respostas promissoras para o uso terapêutico e profilático na piscicultura sustentável nacional, a morfologia celular das bactérias pode ser a responsável por essas diferenças na resistência bacteriana, porém os produtos apresentaram atividade antimicrobiana tanto para bactérias gram positivas quanto para as gram negativas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão os óleos andiroba, buriti, copaíba, pequi e o extrato a quente da *Terminalia catappa* possuem grande efeito bactericida por possuírem princípios ativos, a capazes de inibir o crescimento bacteriano, que mostram efeito antibacteriano contra as doenças patogênicas bacterianas na piscicultura.

No controle positivo com a terramicina, os halos de inibição foram menores, no entanto apresentando efeito bacteriostático, enquanto que para os óleos de pequi e buriti o crescimento foi semelhante ao do controle positivo enrofloxacina.

O óleo de babaçu não apresentou resposta frente às cepas patogênicas, que pode ter ocorrido pelas concentrações utilizadas do óleo, já que esta é uma análise que possui diversas variáveis.

Pesquisas futuras devem ser desenvolvidas para estimar a concentração inibitória mínima de cada produto potencialmente bactericida e seu método de atuação in vivo em espécies comerciais da piscicultura.

REFERÊNCIAS

- ALYAHYA, S. A.; AMEEN, F.; AL-NIAEEM, K. S.; AL-SA'ADI, B. A.; HADI, S.; MOSTAFA, A. A. Histopathological studies of experimental *Aeromonas hydrophila* infection in blue tilapia, *Oreochromis aureus*. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 182–185, 2018.
- AMORIM, Francielly da Encarnação. **Capacidade antioxidante, compostos bioativos e atividade antimicrobiana in vitro em amêndoa e óleo de babaçu (*Orbignya oleifera*)**. 2020. 40 f. TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do Garças, 2020.
- ASSANE, Inácio Mateus. **ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO TIANFENICOL SOBRE BACTÉRIAS PATOGÊNICAS DE PEIXES**. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018
- BANDEIRA, G.; PÊS, T. S.; SACCOL, E. M. H.; SUTILI, F. J.; ROSSI, W.; MURARI, A. L.; HEINZMANN, B. M.; PAVANATO, M. A.; DE VARGAS, A. C.; DE L. SILVA, L.; BALDISSEROTTO, B. Potential uses of *Ocimum gratissimum* and *Hesperozygis ringens* essential oils in aquaculture. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 97, p. 484–491, 2017.
- BARROS, F. A. L.; SILVA, L. A.; DIAS, J. A. R.; ABE, H. A.; PAIXÃO, P. E. G.; SOUSA, N. C.; CORDEIRO, C. A. M.; FUJIMOTO, R. Y. In vitro selection of autochthonous bacterium with probiotic potential for the neotropical fish piaçu *Megaleporinus microcephalus*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 74, n. 2, p. 327–337, 2022
- BATISTA, J. S.; OLINDA, ROBERIO GOMES; MEDEIROS, V. B.; MONADELI, C.; OLIVEIRA, A. F.; PAIVA, E. S.; IBERÊ, C.; ALDO. Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 42, p. 136–141, 2012
- BOJINK, C. D. L.; INOUE, L. A. K. A.; CHAGAS, E. C.; & CHAVES, F. C. M. **Boas práticas de manejo na piscicultura para conservação da qualidade ambiental: uso de produtos naturais como anti-helmíntico em tambaqui**. 2011.
- BURT, S. Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review Int. **J. Food Microbiol**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.
- CABELLO, F. C.; GODFREY, H. P.; TOMOVA, A.; IVANOVA, L.; DÖLZ, H.; MILLANAO, A.; BUSCHMANN, A. H. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health. **Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 15, n. 7, p. 1917–1942, 2013.

CAVALCANTI, Clarissa Santos; GOMES, Thais Regina Souto; MELO, Letícia Ferreira de; LIMA, Letícia Ferreira de; NASCIMENTO, Pedro Henrique do Bomfim; MACHADO, S.e.F.. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS COMERCIALIZADOS EM UMA FEIRA LIVRE DE RECIFE - PE. **Open Science Research III**, [S.L.], p. 586-596, 2022

CARDOSO, A. S.; EL-DEIR, S. G.; CUNHA, M. C. C. Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco. **Interações (Campo Grande)**, [s. l.], 2016.

CARDOSO, E. B.; FERREIRA, D.; MOREIRA, G. M.; PFENNING, L. H.; RODRIGUES-FILHO, E.; ABREU, L. M. MALDI-TOF mass spectrometry-based identification of Eurotiales from different substrates and locations in Brazil. **Mycological Progress**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 539–548, 2021.

CARVALHO,. Comparação entre métodos de extração do óleo de mauritia flexuosa l.f. (arecaceae - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: rendimento e atividade antimicrobiana. **66.14.82**, [s. l.], 2011.

CARVALHO, L. S. de; PEREIRA, K. F.; ARAÚJO, E. G. de. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS, EFEITOS TERAPÊUTICOS E PRINCÍPIOS ATIVOS PRESENTES NO PEQUI (Caryocar brasiliense). **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, [s. l.], v. 19, n. 2, 2015.

CHAVES, T. P.; GAMA, G. S. P.; SILVA, S. de B.; PINHEIRO, R. E. E.; SOUZA, J. S. N. POTENCIAL DE MAURITIA FLEXUOSA MART. COMO ANTIMICROBIANO E MODULADOR DE RESISTÊNCIA DE CEPAS DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS. **Engenharia Florestal: Desafios, Limites e Potencialidade**, [s. l.], p. 630–638, 2020.

DIAS, J. A. R.; ABE, H. A.; SOUSA, N. C.; SILVA, R. D. F.; CORDEIRO, C. A. M.; GOMES, G. F. E.; READY, J. S.; MOURIÑO, J. L. P.; MARTINS, M. L.; CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. Enterococcus faecium as potential probiotic for ornamental neotropical cichlid fish, *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823). **Aquaculture International**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 463–474, 2019.

DIAS, J. A. R.; ALVES, L. L.; BARROS, F. A. L.; CORDEIRO, C. A. M.; MENESES, J. O.; SANTOS, T. B. R.; SANTOS, C. C. M.; PAIXÃO, P. E. G.; FILHO, R. M. N.; MARTINS, M. L.; PEREIRA, S. A.; MOURIÑO, J. L. P.; DINIZ, L. E. C.; MARIA, A. N.; CARNEIRO, P. C. F.; FUJIMOTO, R. Y. Comparative effects of autochthonous single-strain and multi-strain probiotics on the productive performance and disease resistance in *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Aquaculture Research**, [s. l.], v. 53, n. 11, p. 4141–4154, 2022.

DONADIO, J.L. Frutos exóticos brasileiras. Ed. FUNESP, p. 120, 2000.Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 48, de 16 de março de 2004. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos.

FAN, Y. M.; XU, L. Z.; GAO, J.; WANG, Y.; TANG, X. H.; ZHAO, X. N.; ZHANG, Z. X. Phytochemical and antiinflammatory studies on *Terminalia catappa*. **Fitoterapia**, [s. l.], v. 75, n. 3-4, p. 253–260, 2004.

FAO. **Situação mundial da pesca e aquicultura 2020**. Disponível em: www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en. Acesso em: 20 setembro de 2022

FUJIMOTO, R. Y.; GABBAY, M. I.; E. C.S. ANJOS; CARRASCHI, S. P.; CRUZ, C. Toxicidade e risco ambiental da oxitetraciclina e efeito em leucócitos de mato grosso (*Hyphessobrycon eques*). **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, [s. l.], v. 7, n. 2, 2012.

GASTALHO, S.; SILVA, G.; & RAMOS, F. Uso de antibióticos em aquicultura e resistência bacteriana: impacto em saúde pública. **Acta Farmacêutica Portuguesa**, v. 3, n. 1, p. 29-45, 2014.

GONCALVES, V. A. **Levantamento de mercado de produtos florestais nao-madeireiros. Floresta Nacional do Tapajós**. Ministério do Meio Ambiente, Santarém, PA (Brasil), 2001

GOUN, E.; CUNNINGHAM, G.; CHU, D.; NGUYEN, C.; MILES, D. Antibacterial and antifungal activity of Indonesian ethnomedical plants. **Fitoterapia**, [s. l.], v. 74, n. 6, p. 592–596, 2003.

HERNÁNDEZ ÁNGEL, M; GARCÍA BACALLAO, L; ROJO DOMÍNGUEZ, D. M; & OLIVARES PADILLA, D. Almendro de la India: potencial biológico valioso. **Revista cubana de investigaciones biomédicas**, v. 22, n. 1, p. 0-0, 2003.

HUICAB-PECH, Z. G.; LANDEROS-SÁNCHEZ, C.; CASTAÑEDA-CHÁVEZ, M. R.; LANGO-REYNOSO, F.; LÓPEZ-COLLADO, C. J., & PLATAS ROSADO, D. E. Current state of bacteria pathogenicity and their relationship with host and environment in tilapia *Oreochromis niloticus*. **Journal of aquaculture research and development**, v. 7, n. 5, p. 1-10, 2016

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2020). PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL (v.45). <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=o-que-e>

JESUS, F. L. M.; DE ALMEIDA, F. B.; DUARTE, J. L.; OLIVEIRA, A. E. M. F. M.; CRUZ, R. A. S.; SOUTO, R. N. P.; FERREIRA, R. M. A.; KELMANN, R. G.; CARVALHO, J. C. T.; LIRA-GUEDES, A. C.; GUEDES, M.; SOLANS, C.; FERNANDES, C. P. Preparation of a Nanoemulsion with *Carapa guianensis* Aublet (Meliaceae) Oil by a Low-Energy/Solvent-Free Method and Evaluation of Its Preliminary Residual Larvicidal Activity. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2017, p. 1–8, 2017.

KINOSHITA, S.; INOUE, Y.; NAKAMA, S.; ICHIBA, T.; ANIYA, Y. Antioxidant and hepatoprotective actions of medicinal herb, *Terminalia catappa* L. from Okinawa Island and its tannin corilagin. **Phytomedicine**, [s. l.], v. 14, n. 11, p. 755–762, 2007.

KIM, I.-S.; YANG, M.-R.; LEE, O.-H.; KANG, S.-N. Antioxidant Activities of Hot Water Extracts from Various Spices. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 4120–4131, 2011.

KUBITZA, F.; ONO, E. A.; & CAMPOS, J. L. Os caminhos da produção de peixes nativos no Brasil. **Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro**, p. 15, 2007.

LAMEIRA, O., LAMEIRA, C., & de OLIVEIRA, E. C. P. Atividade do óleo de copaiba em três espécies fitopatógenas. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 6., 2009, Montes Claros. Biodiesel: inovação tecnológica: anais. Lavras: UFLA, 2009.

LEIRA, M. H.; DE ASSIS LAGO, A.; BOTELHO, H. A.; MELO, C. C. V.; MENDONÇA, F. G.; DO NASCIMENTO, A. F.; & DE FREITAS, R. T. F. Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil—Uma revisão. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 3, n. 1, p. 44-59, 2016.

LEIRA, M. H.; REGHIM, L. S.; DA SILVA CIACCI, L.; DA CUNHA, L. T.; BOTELHO, H. A.; BRAZ, M. S.; ... & MELO, C. C. V. Problemas sanitários das pisciculturas brasileiras. **Pubvet**, v. 11, p. 538-645, 2017.

LIMA, A. de; SILVA, A. M. de O. e; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 695–698, 2007.

LIRA, G. B.; LOPES, A. S. da C.; NASCIMENTO, F. C. de A.; CONCEIÇÃO, G. dos S.; BRASIL, D. do S. B. Processos de extração e usos industriais de óleos de andiroba e açai: uma revisão. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 12, p. e229101220227, 2021.

MENESES, Juliana Oliveira. **NANOTERAPIA E FITOTERAPIA NO CONTROLE DO FUNGO *Saprolegnia parasitica***. 2017. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde e Ambiente, Desenvolvimento e Saúde, Unit, Aracaju, 2017

MENESES, J. O.; DOS SANTOS CUNHA, F.; DIAS, J. A. R.; DA CUNHA, A. F. S.; DOS SANTOS, F. J.; DA COSTA SOUSA, N.; DO COUTO, M. V. S.; PAIXÃO, P. E. G.; ABE, H. A.; DOS SANTOS LIMA, B.; DE CARVALHO NETO, A. G.; DE SOUZA ARAÚJO, A. A.; DA COSTA, L. P.; CARDOSO, J. C.; FUJIMOTO, R. Y. Acute toxicity of hot aqueous extract from leaves of the *Terminalia catappa* in juvenile fish *Colossoma macropomum*. **Aquaculture International**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 2379–2396, 2020.

MENESES, J. O.; SILVA, I. C. A.; CUNHA, A. F. S.; SANTOS CUNHA, F.; DIAS, J. A. R.; ABE, H. A.; PAIXÃO, P. E. G.; COSTA SOUSA, N.; COUTO, M. V. S.; SANTOS LIMA, B.; CARVALHO NETO, A. G.; SOUZA ARAÚJO, A. A.; COSTA, L. P.; SANTOS, F. J.; CARDOSO, J. C.; DINIZ, L. E. C.; FUJIMOTO, R. Y. Protective effect of *Terminalia catappa* leaf extracts against *Saprolegniosis* on angelfish eggs. **Aquaculture Research**, [s. l.], v. 53, n. 2, p. 377–387, 2021.

MONTEIRO, MICHELE VITÓRIA DE MELO. Avaliar a atividade antimicrobiana de óleos essenciais citronela (*cymbopogon winterianus*) e andiroba (*carapa guianensis* aubl) em cepas clínicas de *staphylococcus aureus* e *escherichia coli*. 2017.

MORAIS, D. D. A.; LOBATO, L. F. L.; VIANA, J. L.; ZAGMIGNAN, A.; CARVALHO, G. D. P.; COUTINHO, G. G.; REZENDE, A. D. O.; ALVES, E. S.; MARAMALDO, C. E. C.; ROCHA, R. F.; LIMA NETO, L. G.; DE SOUSA, E. M. ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DAS FOLHAS DE *Terminalia catappa* CONTRA *Staphylococcus aureus* E *Staphylococcus aureus* RESISTENTE A METICILINA – MRSA. **Revista de Investigação Biomédica**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 107, 2019.

MONVISES, A.; NUANGSAENG, B.; SRIWATTANAROTHAI, N.; & PANIJPAN, B. The Siamese fighting fish: well-known generally but little-known scientifically. **ScienceAsia**, v. 35, n. 1, p. 8-16, 2009.

NADIRAH, M.; WEE, T. L.; NAJIAH, M. Differential responses of *Vibrio* sp. to young and mature leaves extracts of *Terminalia catappa* L. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 2, 2013.

NAGAPPA, A. N.; THAKURDESAI, P. A.; VENKAT RAO, N.; SINGH, J. Antidiabetic activity of *Terminalia catappa* Linn fruits. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 45–50, 2003.

NASCIMENTO, Cilicia S. do; SANTOS, Nayara F. B. dos; FERREIRA, Rita C. C.; TADDEI, Carla R.. *Streptococcus agalactiae* in pregnant women in Brazil: prevalence, serotypes, and antibiotic resistance. **Brazilian Journal Of Microbiology**, [S.L.], v. 50, n. 4, p. 943-952, 20 ago. 2019

PÁDUA, Santiago Benites de. **Doenças bacterianas em bagres sul americanos: isolamento, caracterização e patogenia**. 2013.

PAIXÃO, L. C. APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E BIOPRODUTOS DO BABAÇU (*Attalea speciosa* Mart.ex Spreng): REVISÃO. **Revista de Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 35–44, 2021.

PEIXEBR. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário PeixeBR da Piscicultura 2020. São Paulo(SP): Edição Texto Comunicação Corporativa;2021. 138 p.

RAMÍREZ, C.; BOLÍVAR, A.; CIFFONI, G. A.; PANCHENIAK, E. M. G., & Soccol, E. F. R. C. Microorganismos lácticos probióticos para ser aplicados en la alimentación de larvas de camarón y peces como substituto de antibiótico. **La Alimentación Latino Americana**, v. 264, p. 70-78, 2006.

REZENDE, Aline Alves. **Avaliação in vitro de óleos essenciais de Copaíba, Buriti e Tucumã frente ao *Staphylococcus aureus***. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Brasil.

RICO, A.; VAN DEN BRINK, P. J. Probabilistic risk assessment of veterinary medicines applied to four major aquaculture species produced in Asia. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 468-469, p. 630–641, 2014.

RIGAMONTE-AZEVEDO, O. C.; WADT, P. G. S.; WADT, L. H. de O. Potencial de produção de óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp) de populações naturais do sudoeste da Amazônia. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 583–591, 2006.

RIGOS, G.; TROISI, G. M. Antibacterial Agents in Mediterranean Finfish Farming: A Synopsis of Drug Pharmacokinetics in Important Euryhaline Fish Species and Possible Environmental Implications. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, [s. l.], v. 15, n. 1-2, p. 53–73, 2005.

RIGOS, G.; NENGAS, I.; ALEXIS, M. Oxytetracycline (OTC) uptake following bath treatment in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, [s. l.], v. 261, n. 4, p. 1151–1155, 2006.

SANTOS, D.M. et al. Uso de extrato aquoso da folha desidratada de amendoeira (*Terminalia catappa*) no cultivo de *Betta splendens*. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 4, Ed. 227, Art. 1505, 2013.

SCHALCH, S.H.C.; FRANÇA, F.M.; SILVA, S.M.P. Fitoterápicos na piscicultura: revisão comentada. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015. p. 237-244

SILVA, L. P. D. Avaliação dos mecanismos de ação envolvidos nas atividades antiulcerogênica e cicatrizante do extrato etanólico obtido a partir das folhas de *Terminalia catappa* L.(COMBRETACEAE). 2012.

SILVEIRA, C. S.; PESSANHA, C. M.; LOURENÇO, M. C. S.; NEVES JUNIOR, I.; MENEZES, F. S.; KAPLAN, M. A. C. Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 143–148, 2005.

SOUSA, M. A. A. de; SOUSA, F. C. B. de; CASTRO, S. A. D.; REIS, L. C. de M.; MONTEIRO, A. L.; SILVA, F. L. da. Atividade Antimicrobiana do extrato bruto de *Caryocar brasiliense*, *Morinda citrifolia*, *Annona muricata* e *Morus nigra* sobre cepas de bactérias de importância clínica. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. e2311931411, 2022.

SOUZA, A. C. F.; GUIMARÃES, E. C.; SANTOS, J. P.; COSTA, F. N.; VIANA, D. C. Piscicultura no estado do Maranhão: perspectivas para aceleração da produção de peixes nativos. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 18, n. 2, 2022

STUKUS, P.E. **Investigating microbiology**: a laboratory manual for general microbiology. Orlando: Harcourt Brace & Company, 1997.

TAVECHIO, W. L. G.;GUIDELLI, G.;& PORTZ, L. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 335-341, 2009

TELES, Juliana Andrade. **Estudo farmacocinético da enrofloxacin em tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando ração medicada preparada com recobrimento**

polimérico. 2013. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013

VALLADÃO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; & PILARSKI, F. Phytotherapy as an alternative for treating fish disease. **Journal of veterinary pharmacology and therapeutics**, v. 38, n. 5, p. 417-428, 2015.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *copaifera* L. **Química Nova**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 273–286, 2002

YADA, T.; TORT, L. Stress and Disease Resistance: Immune System and Immunoendocrine Interactions. **Fish Physiology**, [s. l.], p. 365–403, 2016.