



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE FARMÁCIA

TAÍS BRANDÃO ABDON

**INCORPORAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL EM SISTEMAS
NANOESTRUTURADOS A BASE DE GORDURA CAVITÁRIA DE PEIXES**

Macapá
2023

TAÍS BRANDÃO ABDON

**INCORPORAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL EM SISTEMAS
NANOESTRUTURADOS A BASE DE GORDURA CAVITÁRIA DE PEIXES**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos da Disciplina de TCC2.

Orientador: Prof. Dr. Aldo Aparecido Proietti Junior.

Co-orientadora: Dra. Luciana Sampaio Lima.

Macapá
2023

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação (CIP) Biblioteca Central/UNIFAP-
Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior –
CRB-2 / 1451

A135 Abdon, Tais Brandão.

Incorporação de óleo essencial em sistemas nanoestruturados a base de gordura cavitária de peixes / Tais Brandão Abdon. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 40 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Farmácia, Macapá, 2023.
Orientador: Aldo Aparecido Proietti Júnior.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Pirapitinga. 2. Aquicultura. 3. Nutracêutico. I. Proietti Júnior, Aldo Aparecido, orientador.
II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 370

ABDON, Tais Brandão. **Incorporação de óleo essencial em sistemas nanoestruturados a base de gordura cavitária de peixes**. Orientador: Aldo Aparecido Proietti Júnior. 2023. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Coordenação do Curso de Farmácia. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

TAÍS BRANDÃO ABDON

**INCORPORAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL EM SISTEMAS
NANOESTRUTURADOS A BASE DE GORDURA CAVITÁRIA DE PEIXES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Farmácia.

Data da Aprovação: 18 / 04 / 2023

Documento assinado digitalmente
gov.br ALDO APARECIDO PROIETTI JUNIOR
Data: 18/05/2023 19:37:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Aldo Proietti Junior - UNIFAP

Francy M. N. Cardoso

Avaliador: Me. Francy Mendes Cardoso – UNIFAP

Silvia M. M. Faustino

Avaliador: Prof. Dr. Silvia Maria Mathes Faustino – UNIFAP

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me mantido com fé e dado forças para caminhar durante toda a graduação, assim pude prosseguir nesse projeto e concluí-lo. Sou grata a toda a minha família, aos meus pais Silvani e Plínio que sempre me apoiaram e sonham comigo, minhas irmãs Tainá e Yasmim que caminham ao meu lado e sempre me incentivam a melhorar, essa conquista é de vocês. Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Aldo Proietti pela dedicação e paciência durante meu processo de aprendizagem, por ter compartilhado seus conhecimentos e pela confiança dada a mim. A minha Co-orientadora Dra. Luciana Sampaio pela atenção e dedicação ao me orientar, sou grata pelas correções ao meu trabalho e incentivo aos estudos. Aos meus colegas do Laboratório Especial de Microbiologia Aplicada-LEMA, pelas conversas e conselhos dados durante o expediente de trabalho em especial a Milena e Bruna por me acompanharem ao longo de todo o experimento, me apoiando e se dedicando junto a mim durante o desenvolvimento do projeto. Sou grata ao Prof. Dr. Caio que mesmo de longe, me orientou no desenvolvimento da nanoemulsão e ao Prof. Dr. Rodrigo que disponibilizou o espaço para a realização do experimento, me auxiliando com os equipamentos, ambos sempre transmitindo seu saber com muito profissionalismo. A Prof. Dra. Silvia, ao Prof. Dr. Fábio e a Me. Francly que se dispuseram a participar da banca e pelos conselhos e correções do trabalho.

Agradeço ainda, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPQ, pela confiança em meu trabalho e pelos recursos disponibilizados para que esse projeto prosseguisse, sem esse apoio, este sonho não seria executado. Com o desenvolvimento deste projeto e apoio de meus orientadores e do CNPQ, pude concluir com grande aproveitamento a realização deste trabalho, despertando meu interesse em prosseguir na área da pesquisa e continuar estudando, por isso sou grata a todos os envolvidos que de forma direta ou indireta me ajudaram a concluir este projeto.

“Posso não concordar com uma única palavra do que dizes, mas defenderei até a morte o direito de dizê-la”.

Voltarie, 1700.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ilustração do termo Nutracêutico	15
Figura 2	Aspecto da planta de <i>Piper marginatum</i>	17
Figura 3	Características da Pirapitinga	21
Figura 4	Gordura cavitária <i>Piaractus brachypomus</i>	23
Figura 5	Autoclave LEMA	24
Figura 6	Processo de filtração à vácuo do óleo de peixe	25
Figura 7	Óleo em frasco Émile Roux embalado com papel alumínio ...	25
Figura 8	Análise do óleo de peixe em pHmetro	26
Figura 9	O óleo essencial de <i>Piper marginatum</i>	26
Figura 10	Fase oleosa em banho-maria e água á 80°C	27
Figura 11	Nanoemulsões de óleo essencial de <i>Piper marginatum</i>	28
Figura 12	Esquema de preparação de nanoemulsão pela técnica de emulsificação espontânea	29
Figura 13	Óleo de peixe bifásico	30
Figura 14	Nanoemulsões com formação de cremagem	31
Figura 15	Processo de centrifugação do óleo	32
Figura 16	Aspecto visual microscópico e macroscópico da Nanoemulsão	32
Figura 17	Resultado das nanoemulsões com diferentes Equilíbrio Hidrofílico-Lipofílico	33
Figura 18	Comparação entre as nanoemulsões de diferentes tensoativos dia 1	33
Figura 19	Comparação entre as nanoemulsões de diferentes tensoativos dia 7	34

RESUMO

A aquicultura vem se mostrando uma das áreas que mais cresce no mundo, o consumo de peixes é uma das principais fontes de alimentação e está no cardápio de praticamente o mundo todo, todavia, a alimentação desses animais criados em cativeiro, tem forte influência na sua qualidade, com essa grande produção intensiva, esses peixes podem apresentar doenças e perda de peso, isso se deve pela forte exigência que os peixes possuem por proteínas, porém, muitas vezes sua alimentação se restringe a produtos artificiais de baixa constituição nutricional. Com isso, viu-se a necessidade da criação de um nutracêutico com propriedades farmacológicas, onde a realização desse método seja simples, barato e que conseguisse suprir as necessidades dos piscicultores, enriquecendo o valor nutricional desses animais, de maneira natural, diminuindo possíveis doenças com uma alimentação que contenha substâncias que auxiliam a promoção da saúde. Os óleos essenciais ganham cada vez mais visibilidade no mercado por sua eficácia, e por ser um produto natural que não apresenta contaminação ao meio ambiente, no entanto, por conta da sua volatilidade, esses produtos apresentam problemas relacionados a solubilidade e estabilidade, com isso, a nanotecnologia é um método onde as partículas são diminuídas, aumentando assim a biodisponibilidade do produto e sua eficácia. O objetivo desse estudo foi a incorporação de óleo essencial de pimenta em sistema nanoestruturado a base de gordura cavitária de peixes. A gordura cavitária da espécie *Piaractus brachipomus*, foi extraída à quente e com auxílio de uma autoclave foi feito o processo de esterilização pelo método de tindalização, em seguida, filtrou-se o óleo em sistema descartável contendo membrana filtrante de 0,22 micrometros de porosidade para eliminação de resíduo sólidos com auxílio de uma bomba à vácuo. As nanoemulsões foram elaboradas a partir do método de nanoemulsificação espontânea e a partir de cálculos baseados no EHL dos tensoativos utilizados. No método de emulsificação espontânea a emulsão que apresentou uma melhor estabilidade foi a formulação que obtinha em sua composição o Tween 85, indicando que esse tensoativo é o mais adequado nas formulações com composição de gordura de peixe e óleo essencial de pimenta.

Palavras-chave: Pirapitinga; Aquicultura; Nutracêutico; Pimenta.

ABSTRACT

The aquaculture has been showing one of the fastest growing areas in the world, the consumption of fish is one of the main sources of food and is on the menu of virtually the whole world, however, the food of these animals raised in captivity, has a strong influence on their quality, with this large intensive production, these fish may present diseases and weight loss, this is due to the strong demand that fish have for protein, however, often their diet is restricted to artificial products of low nutritional constitution. Thus, the need was seen for the creation of a nutraceutical with pharmacological properties, where the realization of this method is simple and cheap and that could meet the needs of fish farmers, enriching the nutritional value of these animals, naturally and reducing possible diseases with a diet that contains substances that help promote health. The essential oils gain more and more visibility in the market for its efficacy and for being a natural product that does not present contamination to the environment, however, because of its volatility, these products present problems related to solubility and stability, thus, nanotechnology is a method where the particles are reduced, increasing the bioavailability of the product and its efficacy. The objective of this study was the incorporation of pepper essential oil in a nanostructured system based on fish cavitary fat. The cavitary fat of the species *Piaractus brachypomus* was hot extracted and sterilized by the tindalization method using an autoclave. The oil was then filtered in a disposable system containing a 0.22 micrometer pore size membrane to eliminate solid residues using a vacuum pump. The nanoemulsions were prepared from the spontaneous nanoemulsification method and from calculations based on the EHL of the surfactants used. In the spontaneous emulsification method, the emulsion that presented the best stability was the formulation that had Tween 85 in its composition, indicating that this surfactant is the most suitable in formulations with a composition of fish fat and pepper essential oil.

Key-words: Pirapitinga; Aquaculture; Nutraceutical; Pepper.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	NUTRACÊUTICOS	14
3.2	EFEITO NUTRACÊUTICO DO ÓLEO ESSENCIAL	16
3.3	ÓLEO ESSENCIAL	16
3.4	<i>Piper marginatum jacq</i>	17
3.5	COMPOSIÇÃO QUÍMICA <i>Piper marginatum jacq</i>	18
3.6	NANOESTRUTURAS	19
3.7	TENSOATIVOS	20
3.8	<i>Piractus brachypomus</i>	20
3.9	GORDURA CAVITÁRIA <i>Piractus brachypomus</i>	22
3.10	COMERCIALIZAÇÃO DE <i>Pirapitinga</i> NO ESTADO DO AMAPÁ	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1	EXTRAÇÃO DA GORDURA CAVITÁRIA DE <i>Piractus brachypomus</i> ...	23
4.2	OBTENÇÃO DO ÓLEO	24
4.3	PROCESSO DE FILTRAÇÃO À VÁCUO	24
4.4	DETERMINAÇÃO pH DO ÓLEO DE PEIXE	25
4.5	ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Piper marginatum</i>	26
4.6	PRODUÇÃO NANOEMULSÃO GORDURA CAVITÁRIA	26
4.7	ELABORAÇÃO NANOEMULSÃO ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA ...	27
4.8	FORMULAÇÃO NANOEMULSÕES DE GORDURA CAVITÁRIA E ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1	RESULTADO DA OBTENÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE	30
5.2	DETERMINAÇÃO DO pH DO ÓLEO DE PEIXE	30
5.3	ÓLEO DE PEIXE BIFÁSICO	30
5.4	NANOEMULSÃO DE ÓLEO DE PEIXE	31
5.5	NANOEMULSÕES ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA	32
5.6	NANOEMULSÕES COM ÓLEO DE PIMENTA E GORDURA DE PEIXE	33
6	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da piscicultura no Brasil, esse ramo vem se mostrando uma das áreas mais promissoras e com previsão de crescimento para os próximos anos. Estima-se que foram produzidas cerca de 802.930 toneladas no ano de 2020, um aumento de 5.93% se comparado com o ano de 2019 (Peixe BR, 2021).

Essa grande produção de peixes é feita por sistemas de cultivos intensivos e semi-intensivos. Desse modo, esses animais são expostos a grandes níveis de estresse devido ao transporte, manuseio excessivo, variações na qualidade da água e na grande maioria das vezes, a alimentação ser limitada a uma dieta artificial. Como consequência, os peixes perdem peso e apresentam baixa imunidade, aumentando sua susceptibilidade a doenças (SCHALCH, 2015).

Para controlar algumas enfermidades adquiridas pelos peixes produzidos em cativeiros, se faz o uso de medicamentos como antibióticos e antiparasitários para promover o crescimento e melhorar o sistema imunológico, porém, o uso desses fármacos pode não ser tão eficiente pois não se mostra um método atrativo para o consumo desses animais, além de ser prejudicial ao meio ambiente. Portanto, viu-se a necessidade da elaboração de um produto natural que suprisse essas necessidades no ramo da piscicultura (TAVARES et al., 2017).

Os produtos fitoterápicos vêm se destacando no mercado por sua eficácia antiparasitária e por se tratar de um produto natural que não prejudica o meio ambiente (SOARES et al., 2016). O óleo essencial de *Piper marginatum* apresenta resultados positivos para o uso na medicina veterinária e na aquicultura, as plantas pertencentes a família Piperaceae são nativas de regiões tropicais e são consideradas com um grande potencial contra doenças antiparasitárias (Potzernheim et al. 2008, Silva et al. 2014).

Os óleos essenciais oriundos dessa planta, apresentam grande potencial farmacológico, entre seus constituintes se encontram γ -terpineno, α -terpineno, p-cimeno e 3,4-metilenodioxipropiofenona (DOS SANTOS et al., 2018). Outras substâncias que fazem parte da sua composição são os óleos voláteis (6,9-7,6%), fitoesteróis, gordura, alcaloides e ácido gálico. No entanto, os óleos essenciais são caracterizados principalmente por serem compostos altamente voláteis o que pode ser um fator negativo, pois possuem rápida evaporação, além de não serem miscíveis em água (SEQUEDA-CASTAÑEDA et al., 2015).

Por sua volatilidade, os óleos essenciais podem sofrer reações negativas por exposições no ambiente como calor, umidade, oxigênio e luz, assim, perdendo a sua eficácia por esses fatores que influenciam em sua composição, a partir disso, a nanotecnologia pode ser uma opção favorável a esse problema, uma vez que com a diminuição das partículas, aumenta a biodisponibilidade do produto (SUN et al., 2012).

As nanopartículas são caracterizadas por dispersões de partículas com tamanhos reduzidos que variam entre 10 a 100nm. Essas formulações podem interagir com compostos fenólicos por ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas, contribuindo para sua solubilidade aquosa e combatendo aromas e sabores desagradáveis (LI et al., 2015; SARI et al., 2015). Com essa redução das partículas dos compostos bioativos, a solubilidade aumenta, assim como a taxa de dissolução, levando a um aumento da biodisponibilidade (SUN et al., 2012).

Com o avanço da ciência, a nanotecnologia surgia possibilitando observar, manipular, estudar e desenvolver sistemas nanoestruturados. Estudos científicos relatam o uso de nanoemulsões como carreadores adequados para óleos essenciais. Com isso, alguns óleos essenciais como o de pimenta proveniente da espécie *Piper marginatum* se mostra eficaz apresentando atividade antiparasitária e antimicrobiana (ECHEVERRIA, 2019).

Outra alternativa que se apresenta agradável ao consumo destes animais é a própria gordura cavitária, uma vez que por se tratar de uma substância orgânica, os peixes não apresentam rejeição, além disso, a gordura apresenta constituintes importantes para a nutrição e melhora da saúde, como o ômega 3 e ácidos graxos entre eles o oleico, palmítico e esteárico. Muitas espécies de peixes se alimentam de materiais orgânicos, assim, deixando compostos a base de gordura mais atrativos (CASTELO, 1981).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver formulações nutraceuticas para uso como suplemento alimentar aplicado à aquicultura continental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular um produto nutraceutico biotecnológico usando um sistema de incorporação de óleo essencial de *Piper marginatum* (*Piperaceae*) em nanoestruturas a base de óleo extraído a base de gordura cavitária (resíduos de processamento e evisceração de peixe).
- Desenvolver formulações de preparação extemporânea.
- Elaborar formulações estáveis para utilização no campo na aquicultura continental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das áreas que vem mostrando um crescimento significativo na produção é a piscicultura, dados do IBGE demonstram que no ano de 2021 a criação aquícola foi de 558,9 toneladas, produção essa que gerou cerca de 4,7 bilhões de reais e se comparado ao ano de 2020, obteve-se um aumento significativo de 15,8%, indicando a valorização anual deste ramo. Com esse crescimento, viu-se também a necessidade da criação de um método que enriquecesse o valor nutritivo dos peixes os deixando visivelmente mais atrativos e de maior serventia nutricional através de uma alimentação natural fornecida a esses animais (LAVENS, 1986; MORAITI-IOANNIDOU, 2009).

Ultimamente, pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de alimentos que fornecem um aumento no valor nutricional da alimentação, promovendo o crescimento e melhora da saúde dos peixes, têm se mostrado muito mais frequentes e importantes para o desenvolvimento da economia da piscicultura (OLIVEIRA et al., 2002). Um dos métodos empregados para se obter uma melhor qualidade e que promova o bem-estar desses animais é a adição de compostos nutracêuticos que proporcionam aumento de sua produtividade e resistência de doenças (LIMA; BOMFIM; SIQUEIRA; RIBEIRO; LANNA, 2016).

3.1 NUTRACÊUTICOS

Os nutracêuticos, também chamados de alimentos funcionais são definidos como um suplemento alimentar que possui várias propriedades em sua composição, essas substâncias chamadas de compostos bioativos e são extraídas de alimentos naturais que possuem benefícios para a saúde, e apresentados em formas farmacêuticas para o consumo, por esse motivo, os nutracêuticos são usados para suprir as necessidades do organismo com apenas uma capsula (GOMES et al., 2019).

O termo nutracêutico vem da junção das palavras “nutrientes + farmacêutico”, como ilustrado na Figura 1, ou seja, nutriente que quando retirados de alimentos naturais, são usados como princípio ativo em medicamentos tecnicamente elaborados e que são administrados em formas farmacêuticas, como por exemplo cápsulas, drágeas ou comprimidos. Esses compostos podem ser consumidos nos alimentos vegetais no qual são provenientes, ou de maneira individual como nutracêuticos (MACHADO et al., 2019).

Figura 1: Ilustração do termo Nutracêutico



Fonte: Próprio autor, 2023.

Esses suplementos alimentares são usados como forma de reposição de nutrientes para o organismo, e também como forma complementar para o tratamento de algumas doenças por possuir compostos bioativos específicos extraídos de alimentos naturais. Esses suplementos podem ser consumidos por meio da alimentação de frutas e legumes, ou na composição de fármacos tecnicamente elaborados (SILVA et al., 2015).

Os compostos bioativos que estão presentes nos alimentos funcionais possuem uma grande variedade de benefícios à saúde, entre as propriedades farmacológicas encontradas, esses compostos podem contribuir para a prevenção e o tratamento de doenças como o câncer, diabetes e algumas doenças cardiovasculares (RABELLO et al., 2014).

Apesar de se tratar de produtos que atuam no organismo e possuem alguns dos mesmos compostos, os alimentos funcionais são diferentes de nutracêuticos, uma vez que esses primeiros se encontram na forma do alimento em si e já se encontram prontos para o consumo, enquanto que os nutracêuticos se apresentam na forma de medicamentos e são elaborados a partir da extração dos compostos bioativos dos alimentos naturais (RABELLO et al., 2014).

O alvo dos nutracêuticos pode se diferir dos alimentos funcionais por várias razões, enquanto os nutracêuticos estão envolvidos com a prevenção e tratamento de algumas enfermidades, os alimentos funcionais estão intimamente ligados apenas com a redução do risco de doenças e não com o tratamento por si só. Além disso, são considerados alimentos funcionais aqueles naturais como verduras e legumes (BAGCHI, et al., 2004).

Alguns nutracêuticos, podem ser extraídos de gorduras vegetais ou animais como por exemplo os óleos essenciais e gorduras de peixes, esses ingredientes

funcionais são um grupo de compostos benéficos à saúde por possuírem substâncias como flavonoides e carotenoides que estão presentes em frutas e vegetais e os ácidos graxos encontrados em óleo de peixe (BAGCHI, et al., 2004).

3.2 EFEITO NUTRACÊUTICO DO ÓLEO ESSENCIAL

Os nutracêuticos são alternativas complementar de alimentos que agem enriquecendo e os deixando mais nutritivos, atuam de forma biologicamente ativa e auxiliam o corpo em processos metabólicos. Em sua composição, concentram substâncias de suma importância para o desenvolvimento do metabolismo humano como por exemplo, como nutrientes, vitaminas, proteínas e minerais, as quais são denominadas de substâncias bioativas (NEGREIROS, 2023).

Além de funcionar como suplementação, eles são capazes de equilibrar a alimentação, trazendo benefícios como bem-estar e fortalecendo o sistema imunológico. Os nutracêuticos podem ter diversas origens, entre elas, oriundos de extratos vegetais, como por exemplo óleos essenciais, que por sua vez, possuem atividade antimicrobiana, antiparasitárias e antioxidante, assim, os nutracêuticos se tornam uma ótima opção para enriquecimento na alimentação dos peixes (BORÉM et al., 2021).

3.3 ÓLEO ESSENCIAL

Dentre as terapias naturais, a fitoterapia é um dos tratamentos mais utilizados pela sociedade, principalmente se tratando da medicina popular. Por serem produtos oriundos de plantas e vegetais, a prática vem se mostrando com cada vez mais adesão no mercado. Desta forma, a prática da utilização de plantas com propriedades terapêuticas é muito usada nos cuidados com a saúde, pois tradicionalmente constituem uma importante fonte de compostos biologicamente ativos que auxiliam na prevenção e reestabelecimento do corpo (OLIVEIRA et al., 2006).

Os óleos essenciais são compostos voláteis e são sintetizados por plantas durante o metabolismo secundário. Por possuírem baixo peso molecular e conseqüentemente serem altamente voláteis, são opções para variados tipos de tratamentos. Além disso, sua volatilidade o proporciona uma mais rápida excreção do organismo através das vias metabólicas (DOS SANTOS, 2018).

Esses compostos apresentam diferentes propriedades biológicas como ação larvívica, ação antifúngica e antimicrobiana. Um dos óleos essenciais que vem se mostrando eficaz e apresenta resultados positivos no uso de atividades antiparasitária é o óleo essencial de *Piper marginatum* que em tem percentente a sua composição monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides (MORAES, 2018).

3.4 *Piper marginatum* Jacq.

A família Piperaceae tem um importante papel na ecologia e economia, por possuírem cerca de 2.000 espécies que em sua constituição encontram-se muitos metabólitos, entre eles principalmente terpenoides, fenilpropanoides e flavonoides, com isso, as plantas pertencentes a esse gênero, apresentam grande funcionalidade terapêutica e são amplamente utilizadas na medicina natural em muitas regiões em que é localizada (NUNES, 2019).

A *Piper marginatum* Jacq é uma planta nativa da flora brasileira, porém, pode ser encontrada por todo continente pois ela está amplamente distribuída em todo continente sul-americano com ocorrência em países como México, Suriname, Colômbia, Guiana Francesa e Venezuela. Pertencente à família Piperaceae a *P. marginatum* é popularmente conhecida como Capeba Cheirosa ou Pimenta do Mato e faz parte do gênero *Piper* um dos mais importantes da família (CORADIN et al., 2022).

Em sua descrição taxonômica é relatada como arbustos com cerca de 1,5m, ramos glabros, suas folhas possuem pecíolo de 2-6cm de comprimento e formato arredondado-ovada com tamanho de 10 a 20cm de largura e 7 a 15cm de comprimento, característica glabra, ou seja, sem pelos em ambas as faces, com exceção pela presença da densa ciliação na margem e possui pecíolos que variam entre 2 a 6 centímetros (CORADIN et al., 2022). Como demonstra a Figura 2.

Figura 2: Aspecto da planta de *Piper marginatum*.



Fonte: Cabral, 2017.

Esta espécie é utilizada na medicina popular como fitoterápico por possuir várias propriedades farmacológicas, usada principalmente no tratamento de doenças como espasmos musculares, para o alívio de dores estomacais, como diurético doenças hepáticas e vasculares. Outras indicações que esta planta é empregada segundo o conhecimento empírico nas regiões onde é encontrada, são nos casos de picada de cobras e outros animais peçonhentos e como inseticida contra picadas de insetos (CABRAL, 2017).

Outras características da espécie, dessa vez em relação ao seu crescimento, esta planta apresenta hábito de crescimento ereto, podendo atingir altura de 91,7cm, filotaxia alterna e com presença de lenticelas, suas folhas maduras apresentam coloração verde escura enquanto as jovens são verde-amarelada. Seu caule possui formato cilíndrico e de cor verde amarelo opaco (RITO, 2021).

A literatura descreve ainda que existem relatos de atividades farmacológicas evidenciadas para a espécie desse vegetal, entre elas estão; fungicida, inseticida e principalmente larvicida e antiparasitária. Essas atividades estão relacionadas com sua composição química presente na espécie que apresenta alcalóides, flavonóides, lignóides e fenilpropanóides podendo ser encontrados em todas as partes da planta (OLIVEIRA et al., 2021).

3.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA *Piper marginatum jacq*

Os fenilpropanóides são substâncias amplamente encontradas em plantas do gênero *Piper* e têm sido caracterizado como óleo essencial inclusive na espécie *Piper marginatum*. Os principais componentes químicos do óleo essencial de *P. marginatum* são γ -terpineno, α -terpineno, p-cimeno e 3,4-metilenodioxipropiofenona (SANTOS et al., 2018). Além disso, contém óleo volátil (6,9-7,6%), fitoesteróis, gordura, alcalóides e ácido gálico. Essas propriedades estão dispersas por toda a planta como caule, folhas e inflorescência. (SEQUEDA-CASTAÑEDA et al., 2015).

Segundo estudos experimentais apontam, a diversificação de compostos presentes na planta varia em cada parte, nas folhas por exemplo, foram encontrados um maior número de sesquiterpenos enquanto que no caule se mostrou percentual maior de fenilpropanóides em sua composição. A maior concentração de óleo essencial da planta *P. marginatum* se encontra nas folhas (0,39%) (OLIVEIRA, 2019).

Ainda segundo Oliveira, as substâncias presentes no óleo essencial desta espécie foram identificadas e quantificadas através dos métodos de hidrodestilação e

CG/EM (Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas) e demonstraram que os componentes majoritários nas folhas, inflorescência e caule foram respectivamente, (Z)-azaroneno (30.48%), Patchoulol (23.38%) e (E)-azaroneno (32,85%) (OLIVEIRA, 2019).

Os óleos essenciais possuem como uma das principais características sua alta volatilidade, por possuírem baixo peso molecular, portanto se dispersa facilmente saindo do estado líquido para o gasoso. Por conta dessa baixa solubilidade em água a incorporação em alimentos funcionais são dificultados, além de outros fatores como susceptibilidade a condições alcalinas, luz, calor e oxidação (SUN et al., 2012; GOMEZ et al., 2015).

A nanotecnologia pode ser um meio para facilitar o manuseio e dosagem de certos ingredientes, aditivos, ou compostos bioativos que apresentam problemas de volatilidade, viscosidade, baixa solubilidade em água, ou liberar um composto ativo a taxas controladas ou sob condições específicas uma vez que reduzindo o tamanho das partículas (SUN et al., 2012; GOMEZ et al., 2015).

3.6 NANOESTRUTURAS

As nanoemulsões são dispersões em que suas partículas se encontram em escala manométrica, ou seja, o tamanho de suas gotas é reduzido podendo atingir entre 10 e 100 nanômetros, com isso, conferindo estabilidade a solução e evitando a sedimentação. Para formar uma nanoemulsão é necessário a presença de um tensoativo que são compostos que diminuem a tensão interfacial e superficial, assim, influenciando na superfície de contato de dois líquidos (JAFARI et al., 2007).

Emulsões possuem um sistema metaestáveis, onde dois líquidos são imiscíveis encontram-se dispersos um no outro, na forma de glóbulos. Como exemplo, temos o leite produzido pelos mamíferos, em que pequenas gotículas de óleo estão dispersas no meio aquoso líquido (WALSTRA, 2005; CHOI et al., 2014; HÖHLER et al., 2014).

As nanoemulsões se caracterizam por serem emulsões com tamanhos de partículas reduzidos, podendo apresentar granulometria de até 500nm, possuem aspectos de baixa viscosidade, podendo ser translúcidas, transparente ou branco leitoso e são cineticamente estáveis (MCCLEMENTS, 2014; ROCHA-FILHO 2014).

Como são aplicadas as mais diversas áreas, as nanoemulsões precisam apresentar estabilidade físico-química. Alguns dos fatores que mais influenciam na instabilidade das emulsões podendo comprometer seu potencial e eficácia são

coalescência, floculação e cremeação. Enquanto os que influenciam positivamente na qualidade dessas formulações são o tamanho dos glóbulos, pois enquanto menores os glóbulos, mais estabilidade apresentam (SAAVEDRA, 2018).

Por serem instáveis termodinamicamente, as emulsões necessitam de uma terceira fase, a emulsionante. Com isso, necessita-se de o auxílio de um tensoativo que estão presentes nessa terceira fase, esses reagentes são caracterizados pela presença de uma região apolar e outra polar em suas estruturas moleculares, assim, reduzindo a tensão interfacial melhorando a estabilidade (HÖHLER et al., 2014).

3.7 TENSOATIVOS

O termo tensoativo se compreende os químicos que apresentam na mesma molécula, grupos que possuam afinidade com a água (polares) e grupos hidrofóbicos (apolares), porém com afinidade para óleos. Os mesmos se encontram em vários setores do ramo industrial, por possuírem muitas aplicações, são utilizados em produtos de limpeza e higiene, cosméticos, tintas e adesivos, entre outros (FAIRBANKS, 2013).

Esses produtos podem ser derivados de fontes petroquímicas, como eteno e parafinas, ou de fontes oleoquímicas como por exemplo óleos vegetais (coco, palma) e de origem animal (sebo). Os tensoativos são classificados em quatro grupos, dependendo da sua polaridade, esses subsegmentos são: aniônicos, não-iônicos, catiônicos e anfóteros (DALTIM, 2011).

Os agentes tensoativos são classificados de acordo com o EHL (Equilíbrio Hidrofílico-Lipofílico) e existe uma escala dimensional que varia de 0 a 20 EHL. Quando valores se apresentam inferiores a 9, no caso dos tensoativos não-iônicos, se referem a agentes lipofílicos, enquanto que superiores a 11 indicam agentes hidrofílicos. As emulsões variam entre 8 a 18 nessa escala, no entanto, podem sofrer alterações pela temperatura, ocasionando um deslocamento do equilíbrio e em suas características (HONARY e ZAHIR, 2013).

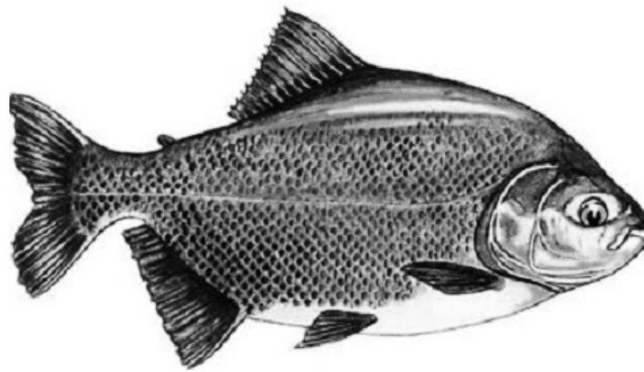
3.8 *Piaractus brachypomus*

Conhecida popularmente como Pirapitinga, o *Colossoma bidens* atualmente chamado de *Piaractus brachypomus*.é um peixe pertencente ao gênero *Colossoma*, onde outra espécie além desta faz parte, o *Colossoma macropomum*, chamado de Tambaqui, nas regiões onde habita. Essa espécie é nativa da região amazônica e faz

parte da família Characidae, este animal vive em água doce e tem como preferência águas rasas e frias na época de sua reprodução (DIAS, 2015).

Em relação as suas características, a Pirapitinga pode chegar a pesar até 20kg e alcançar 85cm de comprimento, sendo o segundo maior peixe de escama, perdendo somente para o tambaqui. Esta espécie tem como cor cinza, possuem nadadeiras adiposas sem raios, já sua cabeça tem tamanho pequeno em formato arredondado, seus dentes são molariformes e suas escamas se encontram em formato de ramboide como ilustrado na imagem a seguir.

Figura 3: Características da Pirapitinga.



Fonte: Panorama da aquicultura, 1991.

Sobre a alimentação desta espécie, por ser um animal herbívoro e ter tendência a ser frugívoro, a Pirapitinga tem uma alimentação variada, geralmente costuma se alimentar de sementes, nozes e frutos. Durante a estação de secas, também pode ingerir insetos, zooplâncton e crustáceos (RIBEIRO, 2016). Dentro dos cativeiros, essa espécie se alimenta de rações como pellets secos, que são combustíveis de biomassa, produzidos a partir de madeira natural seca, ou paus flutuantes (KUBITZA, 2015).

Por seus aspectos físicos, como cabeça diminuída e descamação mais fácil, a Pirapitinga se faz muito atrativa ao mercado consumidor, outros fatores o tornam mais agradável ao ramo da aquicultura, como sua fácil reprodução, podendo ser realizada em qualquer período do ano, desde que em condições favoráveis ao seu manejo. Além disso, esse peixe possui uma boa produtividade uma vez que tem um rápido crescimento, resistência a altas temperaturas e a níveis menores de oxigênio (RODRIGUES, 2018).

3.9 GORDURA CAVITÁRIA *Piaractus brachypomus*

Uma das maiores fontes de energias para o animal é a gordura que ingerimos em nossa dieta, entre elas estão os lipídeos, triglicerídeos e os ômega. Esses óleos possuem em sua constituição ácidos graxos que são liberados no organismo através de um fenômeno chamado hidrólise (CASTELO, 1981).

Uma das características mais peculiares pertencentes a essa espécie, é o acúmulo de gordura que se localiza na cavidade abdominal. A banha da Pirapitinga possui variação de acordo com a estação do ano pois depende muito da alimentação consumida deste peixe, interferindo na tonalidade de coloração da gordura, variando entre as cores amarelo forte ao claro. A gordura de peixe de água doce apresenta vantagens na sua composição físico-química em relação a dos peixes de água salgada, nas seguintes questões: ponto de fusão, conferindo a gordura excelente plasticidade e o índice de iodo baixo (CASTELO, 1981).

As gorduras de peixes são muito conhecidas por seus constituintes, principalmente o ômega 3 que é um ácido graxo responsável por diversas funções no organismo (GAMBOA, 2006). Na espécie Pirapitinga, os tipos de ácidos graxos encontrados na gordura cavitária são o oleico, palmítico e esteárico, enquanto tratando de sua acidez, a gordura cavitária pode ser considerada baixa se comparando com óleos e gorduras comerciais (CASTELO, 1981).

3.10 COMERCIALIZAÇÃO DE *Pirapitinga* NO ESTADO DO AMAPÁ

O estado do Amapá é responsável por um grande número de consumo do pescado. Somente em Macapá, estão alocados aproximadamente 500 piscicultores (Portal Governo do Amapá, 2017). Estudos demonstram que entre os anos de 2009 a 2010 o Amapá teve um aumento na produção desses animais, demonstrando um acréscimo de cerca de 53,2% o que gerou um valor de 10 milhões aproximadamente (TAVARES, 20011).

Mais de 12 espécies são cultivados por criadores do Estado, entre elas a *Pirapitinga*, por ser um peixe nativo da região, é muito comum encontra-la no cardápio dos amapaenses. Sua comercialização aumenta principalmente no mês de abril, quando ocorre a “semana santa” sendo esta espécie uma das mais procuradas durante esse período (TAVARES, 2011).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Suprimida de acordo com a Lei que regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial e suas complementares.

REFERÊNCIAS

BAGCHI, Debasis; PREUSS, Harry G.; KEHRER, James P. Nutraceutical and functional food industries: aspects on safety and regulatory requirements. **Toxicology Letters**, v. 1, n. 150, p. 1-2, 2004.

BOUCHEMAL, K.; BRIANÇON, S.; PERRIER, E.; FESSI, H. Nanoemulsion formulation using spontaneous emulsification: solvent, oil and surfactant optimization. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 280, p. 241-251, 2004.

BORÉM, Aluizio; MIRANDA, Glaucio V.; FRITSCHÉ-NETO, Roberto. **Melhoramento de plantas**. Oficina de Textos, 2021.

CABRAL, Lorena de Paula. Propagação de Piper Marginatum Jacq.: qualidade de luz na germinação in vitro de sementes e níveis de iluminação na estaquia. 2017.

CASTELO, Francisco Pereira. Características da gordura cavitária da pirapitinga, *Colossoma bidens*, e do pacu-caranha, *Colossoma mitrei* (). **Acta Amazonica**, v. 11, p. 255-265, 1981.

CHOI, Chang-Hyung et al. Microfluidic design of complex emulsions. **ChemPhysChem**, v. 15, n. 1, p. 21-29, 2014.

DALTIN, Decio. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. Editora Blucher, 2011.

DA SILVA, Joyce Kelly R. et al. Essential oils of Amazon Piper species and their cytotoxic, antifungal, antioxidant and anti-cholinesterase activities. **Industrial Crops and Products**, v. 58, p. 55-60, 2014.

DA SILVA, Thaiané Marques et al. Encapsulação de compostos bioativos por coacervação complexa. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 5, p. 56-64, 2015.

DIAS, Márcia Kelly Reis et al. Parasitismo em tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 231-238, 2015.

Disponível em: <https://www.amapa.gov.br/noticia/1004/peixe-popular-veja-locais-e-horarios-de-comercializacao>. Acessado em 22 de fevereiro de 2023.

DOS SANTOS, Welliton Bezerra et al. Eficácia in vitro de óleos essenciais de espécies de Piperaceae no controle do acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae*. 2018.

ECHEVERRÍA, Javier; DUARTE GALHARDO DE ALBUQUERQUE, Ricardo Diego. Nanoemulsions of essential oils: new tool for control of vector-borne diseases and in vitro effects on some parasitic agents. **Medicines**, v. 6, n. 2, p. 42, 2019.

FAIRBANKS, M. Sustentabilidade: Tensoativo “verde” quer entrar nos detergentes. Editora QD, São Paulo, 25 nov. 2013.

FIGUEIREDO, Rafael et al. Práticas integrativas no SUS: Cromoterapia. 2018.

GAMBOA, Oscar Wilfredo Díaz; GIOIELLI, Luiz Antonio. Comportamento de cristalização de lipídios estruturados obtidos a partir de gordura de palmiste e óleo de peixe. **Química Nova**, v. 29, p. 646-653, 2006.

GOMES, Andréia Silva; MAGNUS, Karen; DE SOUZA, Alessandra Hübner. Riscos e Benefícios do uso de Nutracêuticos para a Promoção da Saúde. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 9, p. 57-75, 2017.

GÓMEZ-ESTACA, Joaquín; GAVARA, Rafael; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, Pilar. Encapsulation of curcumin in electrosprayed gelatin microspheres enhances its bioaccessibility and widens its uses in food applications. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 29, p. 302-307, 2015.

HÖHLER, Reinhard; COHEN-ADDAD, Sylvie; DURIAN, Douglas J. Multiple light scattering as a probe of foams and emulsions. **Current opinion in colloid & interface science**, v. 19, n. 3, p. 242-252, 2014.

HONARY, Soheyla; ZAHIR, Foruhe. Effect of zeta potential on the properties of nano-drug delivery systems-a review (Part 2). **Tropical journal of pharmaceutical research**, v. 12, n. 2, p. 265-273, 2013.

JAFARI, Seid Mahdi; HE, Yinghe; BHANDARI, Bhesh. Production of sub-micron emulsions by ultrasound and microfluidization techniques. **Journal of Food Engineering**, v. 82, n. 4, p. 478-488, 2007.

KUBITZA, Fernando; CAMPOS, J. L. Aquicultura no Brasil. **Conquistas e Desafios. Panorama da Aquicultura**, v. 25, n. 150, p. 11-13, 2015.

LI, Zheng et al. A review: Using nanoparticles to enhance absorption and bioavailability of phenolic phytochemicals. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 153-164, 2015.

Lidio Coradin; Julcéia Camillo; Ima Célia Guimarães Viera. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro - Região Norte**. Brasília: MMA, 2022.

LIMA, Charlyan De Sousa et al. Crude protein levels in the diets of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), fingerlings. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 183-190, 2016.

MACHADO, G. PUTON, B. F. B, C. Nutracêuticos: Aspectos legais e científicos. **Revista eletrônica de farmácia**. 2019.

MCCLEMENTS, David Julian. Nanoemulsion-based oral delivery systems for lipophilic bioactive components: nutraceuticals and pharmaceuticals. **Therapeutic delivery**, v. 4, n. 7, p. 841-857, 2013.

MORAES, Jefferson Castilho et al. **Atividade antiplasmódica in vitro dos óleos essenciais de folhas e galhos de Piper marginatum Jacq.(Piperaceae)**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará.

MORAITI, I. M.; CASTRITSI, C. J.; MILIOUB, H. Y.; SORGELOOS, P. Biochemical composition and digestive enzyme activity during naupliar development of *Artemia* spp from three solar saltworks in Greece. **Aquaculture**, Grécia, Board, v. 286, n. 3-4, jan, 2009.

NEGREIROS, Teresinha Duarte et al. Desenvolvimento de bioproduto nutracêutico com suplementos minerais, proteicos e antiparasitários para caprinos leiteiros explorados no nordeste do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e23612139573-e23612139573, 2023.

NUNES, Jander SAVEDRA. Contribuições em morfoanatomia foliar, fitoquímica, alelopatia e caracteres farmacognósticos preliminares de *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae), de Itacoatiara, médio Rio Amazonas. 2019. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2019.

OLIVEIRA, M. N.; SIVIER, I. K.; ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, 2002.

OLIVEIRA, M, R; SILVA, R. S; AYRES, V. F; BRANCO, C. C; TAKEARA, R. **Composição Química do Óleo Essencial de Piper Marginatum Coletada no Município de Itacoatiara, Amazonas**. CONCIFARMA, Amazonas. 2021.

OLIVEIRA, Midiã Rodrigues de et al. Atividade tripanocida, rendimento e composição química do óleo essencial de *Piper marginatum*. 2019.

OLIVEIRA, Rinalda A. et al. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 77-82, 2006.

PEIXEBR- Associação Brasileira da Piscicultura. 2021. Anuário PeixeBR da piscicultura 2021. <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2021>.

POTZERNHEIM, M. et al. Chemical characterization of seven *Piper* species (Piperaceae) from Federal District, Brazil, based on volatile oil constituents. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 10, 2006.

REBELLO, Thiago José Jesus et al. ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS: UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO NUTRICIONAL A PARTIR DO ENSINO DE BIOQUÍMICA. **e-Mosaicos**, v. 3, n. 6, p. 30-45, 2014.

RIBEIRO, Fagner Machado et al. Food and nutrition Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) and Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Pubvet**, v. 10, n. 12, p. 873-882, 2016.

RITO, Danielle Santana et al. Caracterização morfológica de piperáceas nativas conservadas em casa de vegetação. 2021.

ROCHA-FILHO, P. A. et al. Nanoemulsions as a Vehicle for Drugs and Cosmetics. **Nanosci. Technol**, v. 1, n. 5, 2014.

RODRIGUES, AURYANE LANESKA GONÇALVES. **Caracterização Hematológica Da Pirapitinga *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) em Condições de Cultivo**. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre.

SAAVEDRA, Mayerli Garcia et al. Avaliação da atividade larvicida da nanoemulsão do óleo essencial das raízes de *Philodendron fragrantissimum* (Hook) G. Don (Araceae) contra *Aedes aegypti* (Linnaeus 1762)(Diptera: Culicidae). 2018.

SARI, T. P. et al. Preparation and characterization of nanoemulsion encapsulating curcumin. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 540-546, 2015.

SCHALCH, Sergio Henrique Canello; FRANÇA, Fernanda Menezes; DA SILVA, Sandra Maria Pereira. CAPÍTULO 12 FITOTERÁPICOS NA PISCICULTURA: REVISÃO COMENTADA. **Aquicultura no Brasil**, p. 237.

SEQUEDA-CASTAÑEDA, L. G. et al. *Piper marginatum* jacq.(piperaceae): phytochemical, therapeutic, botanical insecticidal and phytosanitary uses. **Pharmacology Online**, v. 3, p. 136-145, 2015.

SOARES, Bruna Viana et al. Antiparasitic activity of the essential oil of *Lippia alba* on ectoparasites of *Colossoma macropomum* (tambaqui) and its physiological and histopathological effects. **Aquaculture**, v. 452, p. 107-114, 2016.

SUN, Min et al. Advances in nanotechnology-based delivery systems for curcumin. **Nanomedicine**, v. 7, n. 7, p. 1085-1100, 2012.

TAVARES-DIAS, M. Piscicultura continental no estado do Amapá: diagnóstico e perspectivas. 2011.

TAVARES-DIAS, Marcos; MARTINS, Maurício Laterça. An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 41, p. 913-918, 2017.

WALSTRA, P. Emulsions. *Fundamentals of Interface and Colloid Science*, v. 5, n. 1993, 2005.