



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL**

LEONARDO MIGUEL CARARO

**AVALIAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO, *Origanum vulgare*, COMO
PROMOTOR DE CRESCIMENTO E RESISTÊNCIA AO ECTOPARASITA
Ichthyophthirius multifiliis EM JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia* sp.**

LARANJEIRAS DO SUL

2017

LEONARDO MIGUEL CARARO

**AVALIAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO, *Origanum vulgare*, COMO
PROMOTOR DE CRESCIMENTO E RESISTÊNCIA AO ECTOPARASITA
Ichthyophthirius multifiliis EM JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia* sp.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Maude Regina de Borba

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado

LARANJEIRAS DO SUL

2017

Cararo, Leonardo Miguel

AVALIAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO, *Origanum vulgare*, COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO E RESISTÊNCIA AO ECTOPARASITA *Ichthyophthirius multifiliis* EM JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia sp.*/ Leonardo Miguel Cararo. -- 2017.
76 f.:il.

Orientadora: Maude Regina de Borba.

Co-orientador: Ricardo Yuji Sado.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGADR, Laranjeiras do Sul, PR, 2017.

1. Aditivo natural. 2. Aquicultura sustentável. 3. Desafio. 4. Desempenho zootécnico. 5. Sanidade. I. Borba, Maude Regina de, orient. II. Sado, Ricardo Yuji, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

LEONARDO MIGUEL CARARO

**AVALIAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO COMO PROMOTOR DE
CRESCIMENTO E RESISTÊNCIA AO ECTOPARASITA *Ichthyophthirius*
multifiliis EM JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia* sp.**

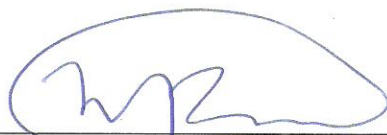
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Maude Regina de Borba


Esta dissertação de mestrado foi defendida e aprovada pela banca em:

30/06/2017

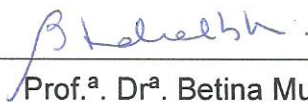
BANCA EXAMINADORA




Prof.ª. Dr.ª. Maude Regina de Borba (UFFS)



Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado (UTFPR/DV)



Prof.ª. Dr.ª. Betina Muelbert (UFFS)



Prof. Dr. Juan Ramon Esquivel Garcia (UNISUL)

Aos meus amados pais, Pedro e Mercedes (*in memoriam*), pela educação, amor e apoio em todos os momentos possíveis.

A minha esposa Priscila, pelo amor, incentivo, companheirismo e preciosa paciência pelo tempo que não pude estar ao seu lado.

Aos meus filhos, Felipe e Gabriel, por serem a minha principal fonte motivadora ao decorrer dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé, saúde e coragem, para vencer os desafios, por ser a minha rocha, por ter me dado a oportunidade de realizar mais esta conquista valiosa.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, pela educação, amor e incentivo em todos os momentos difíceis.

À minha amada esposa, Priscila, pelo amor, paciência, motivação na realização deste trabalho.

Aos meus lindos filhos, Felipe e Gabriel, minha principal fonte motivadora.

À minha orientadora professora Dr^a. Maude Regina de Borba, pela oportunidade, orientação, paciência, confiança e valioso apoio prestado.

Ao meu coorientador professor Dr. Ricardo Yuji Sado pelos valiosos conhecimentos a mim repassados e apoio.

À Universidade Federal da Fronteira Sul pela oportunidade da realização dessa pós-graduação.

Aos alunos de graduação (Eder, Dara e Igor) pela valiosa ajuda nas tarefas diárias e análises de laboratório.

Ao técnico de laboratório Frank, pelo suporte técnico na fase experimental do trabalho em laboratório.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente auxiliaram no desenvolvimento dos trabalhos.

“E disse Deus: Enchem-se as águas de seres vivos... Assim Deus criou os grandes animais aquáticos e os demais seres vivos que povoam as águas, de acordo com as suas espécies... e viu Deus que era bom. ”

Gênesis 1: 20-21

RESUMO

A aquicultura de base agroecológica surge como alternativa de produção especialmente interessante para os agricultores familiares rurais. Em tais sistemas, é desejável a utilização de meios que possibilitem melhorar o desempenho zootécnico e fortalecimento do sistema imune dos peixes, a partir de produtos naturais. Neste sentido, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da suplementação de dieta orgânica com óleo essencial de orégano, *Origanum vulgare*, sobre o desempenho zootécnico, parâmetros hematológicos e resistência ao ectoparasita ictio, *Ichthyophthirius multifiliis*, em juvenis de jundiá, *Rhamdia* sp. Foi adotado um delineamento inteiramente ao acaso, com 5 tratamentos (concentrações 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g de óleo essencial de orégano/kg de dieta) e 4 repetições. Grupos de 20 juvenis de jundiá (peso inicial $12,5 \pm 0,5$ g) foram estocados em 20 caixas de polietileno (54 L volume útil) conectadas a um sistema de recirculação de água, com aeração individual. As dietas foram preparadas com ingredientes orgânicos certificados e ofertadas durante 89 dias, em duas refeições diárias. Ao final do período experimental, foram avaliados a sobrevivência, desempenho zootécnico, parâmetros hematológicos e composição corporal dos peixes. Após a biometria final, realizou-se o desafio com infestação experimental por ictio. Não houve efeito ($P > 0,05$) das concentrações de óleo essencial de orégano na dieta sobre o crescimento, hematologia e composição corporal dos juvenis de jundiá. Tampouco foi verificada influência sobre o grau de infestação e mortalidade acumulada dos peixes submetidos ao desafio com ictio. O óleo essencial de orégano não se mostrou um aditivo dietético efetivo na melhora do desempenho ou aumento da resistência contra o ictio em juvenis de jundiá. Todavia, tendo em vista a importância do tema, mais estudos devem ser realizados para ampliação do conhecimento sobre o efeito deste e outros aditivos naturais em jundiás, inclusive em outras fases de desenvolvimento.

Palavras-chave: Aditivo natural. Aquicultura sustentável. Desafio. Desempenho zootécnico. Sanidade.

ABSTRACT

Aquaculture based on agroecology emerges as a particularly interesting production alternative for rural family farmers. In such systems, it is desirable to use means for enhancing the zootechnical performance and improving fish immune responses from natural products. Thus, the present study aimed to evaluate the effect of organic diet supplementation with oregano essential oil, *Origanum vulgare*, on zootechnical performance, hematological parameters, and resistance to the ectoparasite *Ichthyophthirius multifiliis* (ich) in silver catfish juveniles, *Rhamdia* sp. A completely randomized design with five treatments (concentrations 0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 g of oregano essential oil kg⁻¹ diet) and four replicates was adopted. Groups of 20 silver catfish juveniles (initial weight 12.5 ± 0.5g) were stored in 20 polyethylene boxes (54 L usable volume) connected to a water recirculation system with individual aeration. The diets were prepared with certified organic ingredients and offered for 89 days in two meals a day. At the end of the experimental period, survival, zootechnical performance, hematological parameters, and fish body composition were evaluated. After the final biometry, an experimental challenge with ich infestation was performed. Dietary concentrations of oregano essential oil had no effects on growth, hematology, and body composition of silver catfish juveniles (p > 0.05). Neither was there any influence on the degree of infestation and accumulated mortality of the fish under challenge with ich. Supplementation with oregano essential oil did not prove to be an effective dietary additive in improving the performance or increasing resistance against ich in silver catfish juveniles. However, in view of the importance of the topic, further studies should be carried out to increase knowledge about the effect of this and other natural additives in silver catfish, including at other stages of development.

Key words: Natural additive. Sustainable aquaculture. Experimental challenge. Zootechnical performance. Sanity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração representativa do jundiá, <i>Rhamdia</i> sp.....	20
Figura 2 – Imagem ilustrativa de exemplar de orégano.....	24
Figura 3 – Ilustração representativa do ciclo de vida do parasita <i>I. multifiliis</i>	31
Figura 4 – (A) Vista geral do bloco de Laboratório/UFSS; (B) Sistema experimental.....	33
Figura 5 – (A) Homogeneização da mistura; (B) Peletização das dietas; (C) Estufa de Secagem da ração; (D) Frascos para armazenamento das dietas experimentais.....	34
Figura 6 – Amostra de juvenis de jundiá (A) utilizados para contagem do número de cistos (pontos brancos) e avaliação do grau de infestação por ictio (B).....	39
Figura 7 – Mortalidade acumulada de juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias e submetidos a infestação com <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais (g/kg da matéria seca) distribuídas a quatro grupos de juvenis de jundiá durante 89 dias.....	35
Tabela 2 - Desempenho zootécnico dos juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias.....	40
Tabela 3 - Composição corporal dos juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias.....	41
Tabela 4 - Parâmetros hematológicos (eritrocitários e células de defesa) dos juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias.....	42
Tabela 5 - Grau de infestação por ictio dos juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias e submetidos a infestação experimental.....	43

LISTA DE SIGLAS

- AOAC – *Association of Official Analytical Chemists.*
- CA – Conversão alimentar.
- CAD – Consumo alimentar diário.
- CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais.
- CGE – Célula Granulocítica Especial.
- CHCM – Concentração da Hemoglobina Corpuscular Média.
- DO - Densidade Óptica.
- FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação.
- GP – Ganho em peso.
- HCM – Hemoglobina Corpuscular Média.
- HLPE – *High Level Panel of Experts.*
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IHS – Índice Hepatossomático.
- ISO – *International Standard Organization.*
- IVS – Índice Viscerosomático.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura.
- RC – Rendimento da carcaça.
- S – Sobrevivência.
- TCE – Taxa de crescimento específico.
- TEP – Taxa de eficiência proteica.
- TRE – Taxa de retenção de energia.
- TRP – Taxa de retenção de proteína.
- UFFS – Universidade Federal da Fronteira Sul.
- VCM – Volume Corpuscular Médio.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	AGROECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE NA AQUICULTURA	16
2.2	JUNDIÁ (<i>RHAMDIS</i> SP.)	19
2.3	SANIDADE NA AQUICULTURA.....	21
2.3.1	Fitoterápicos na aquicultura	22
2.3.1.1	Propriedades e ação dos óleos essenciais	23
2.3.2	Uso de óleo essencial de orégano como aditivo alternativo em dietas para animais de interesse zootécnico	26
2.3.3	Doenças parasitárias - <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1	PEIXES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	32
3.2	DIETAS EXPERIMENTAIS	33
3.3	AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	36
3.4	ANÁLISES HEMATOLÓGICAS	37
3.4.1	Contagem de eritrócitos	37
3.4.2	Contagem de hematócrito	37
3.4.3	Contagem de leucócitos e trombócitos	37
3.5	INFESTAÇÃO EXPERIMENTAL POR ICTIO	38
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
4	RESULTADOS	40
4.1	DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	40
4.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL	41
4.3	PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS	41
4.4	AVALIAÇÃO DO GRAU DE INFESTAÇÃO POR ICTIO	43
5	DISCUSSÃO	44
6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é o setor de produção de alimentos de origem animal que mais vem se expandido mundialmente, cujo potencial para enfrentar os desafios da segurança alimentar, gerar empregos e ganhos econômicos tem sido claramente demonstrado (HLPE, 2014; FAO, 2016). O crescimento deste setor no Brasil em 2015 foi de 2,81%, acima da média mundial (1,6%), enquanto que na pesca extrativista vem ocorrendo estagnação na produção (IBGE, 2015; FAO, 2016). No Brasil, a região Sul é a segunda maior produtora de peixes, respondendo por 24,4% da produção total do país, com o Estado do Paraná, responsável por 14,3% do montante produzido, se apresentando como o segundo maior produtor aquícola nacional, atrás apenas do Estado de Rondônia (IBGE, 2015).

O aumento na produção aquícola é estimulado pelo maior consumo de peixes, como consequência de mudanças ocorridas no hábito de uma população que vem crescendo em ritmo acelerado, que busca por alimentos em quantidade e qualidade adequados (RODRIGUES et al., 2015). Neste sentido, o peixe se destaca pelo seu alto valor nutricional: adequado perfil de aminoácidos, vitaminas e minerais, é um alimento de baixa gordura e elevado teor de ômega-3, que trazem benefícios à saúde humana (MENEZES et al., 2009). Adicionalmente, Rodrigues et al. (2015) salientam que o aumento na produção de peixes também acompanhou a evolução nos estudos em nutrição, melhoramento genético, sanidade e ambiência, resultando em tecnologias que permitiram a intensificação da aquicultura.

Além dos fatores anteriormente citados, o Brasil possui condições propícias para que a aquicultura, tanto continental como marinha, se desenvolva, tornando esta atividade uma importante fonte de alimento e renda, uma vez que tem registrado um crescimento significativamente maior e mais rápido que os demais segmentos agropecuários alimentares (FAO, 2011). Sendo assim, é primordial encontrar meios de desenvolver a atividade de forma sustentável, buscando aumentar a produção aquícola sem comprometimento dos recursos naturais, a partir de uma visão de segurança alimentar e nutricional (SOUZA, 2010; HLPE, 2014).

Neste sentido, a produção de peixes em sistemas orgânicos/agroecológicos se torna uma importante ferramenta ao desenvolvimento sustentável da aquicultura, uma vez que preconiza a minimização dos impactos negativos da atividade e agrega valor aos produtos (BOSCOLO et al., 2012; MUELBERT et al., 2016).

De acordo com a definição apresentada pelo Conselho da União Europeia, a produção orgânica é um sistema global de gestão de propriedades e produção de alimentos que combina melhor as práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, a aplicação do bem-estar dos animais e a produção com métodos de acordo com a preferência de certos consumidores que procuram por produtos obtidos utilizando processos e substâncias naturais (MENTE et al., 2011).

A aquicultura orgânica no Brasil é pautada pela Instrução Normativa Interministerial MAPA/MPA Nº 28, de 8 de junho de 2011, que estabelece normas técnicas e requisitos gerais para as questões ambientais, econômicas, sociais, de bem estar animal, uso de insumos, entre outros critérios, para os sistemas orgânicos de produção aquícola. A normativa preconiza a utilização preferencialmente de espécies nativas na produção orgânica e menciona que deve ser evitado o uso de antibióticos, bem como outros aditivos sintéticos na alimentação (BRASIL, 2011).

Dentre as diversas espécies nativas com potencial para a aquicultura, o jundiá, *Rhamdia* sp., se destaca para o cultivo no Sul do Brasil, por ser um peixe adaptado ao clima mais frio da região, o qual demonstra contínuo crescimento nos meses de inverno (FRACALOSSO et al., 2004). Apresenta ainda outras características desejáveis, como a qualidade da carne, ausência de espinhas intramusculares e boa palatabilidade, além de ser uma espécie autóctone, rústica, resistente ao manejo e dócil (MEYER; FRACALOSSO, 2004; BALDISSEROTTO; RADÜNZ NETO, 2005). Porém, apesar de suas características de interesse, o entrave na produção do jundiá está na susceptibilidade ao ectoparasita *Ichthyophthirius multifiliis*, popularmente conhecido como ictio, que causa a enfermidade conhecida como “doença dos pontos brancos” ou ictiofitiríase, a qual é tratada com substâncias muitas vezes tóxicas ao homem e ao ambiente (CARNEIRO et al., 2005; BORBA et al., 2007; PÁDUA et al., 2012).

Neste contexto, como alternativa ao uso de quimioterápicos sintéticos, vários produtos naturais a base de plantas aromáticas têm recebido atenção e vêm sendo estudados em peixes (CHITMANAT et al., 2005; CRUZ, 2005; CHRISTYBAPITA et al., 2007; FERNANDES et al., 2007; MEURER, 2009; SANTOS et al., 2009; ZHENG et al., 2009; CUNHA et al., 2010; AHMADIFAR et al., 2011; AZAMBUJA et al., 2011; ABBAS et al., 2012; BECKER et al., 2012; GABOR et al., 2012; MONTEIRO, 2012; CAMPAGNOLO et al., 2013; DAIRIKI et al., 2013; FERREIRA et al., 2014; FRECCIA

et al., 2014; TALPUR, 2014; UCZAY, et al., 2014; VOLPATTI et al. 2014; ZAGO, 2014; KANASHIRO, 2015; RIBEIRO, 2015; SOUZA et al., 2015).

A busca por aditivos alternativos com potencial para melhorar o desempenho zootécnico e fortalecer o sistema imunológico animal, mas que não deixem qualquer resíduo na carne do pescado e nem resultem em bactérias resistentes, tem impulsionado pesquisas sobre a inclusão de produtos naturais em dietas para peixes (CAMPAGNOLO et al., 2013). Dentre tais produtos, o óleo essencial de orégano, *Origanum* sp., tem se destacado, tanto como promotor de crescimento (FERREIRA et al., 2014), quanto pelas suas propriedades antioxidante e antimicrobiana (ZHENG et al., 2009) podendo contribuir para o aprimoramento de tecnologias para a criação de espécies nativas como o jundiá, com possibilidade de resultar em aumento da produção de forma sustentável. Contudo, também há na literatura relatos de estudos em que a utilização deste aditivo na dieta não surtiu efeito no desempenho ou saúde em algumas espécies de peixes (VOLPATTI et al., 2014; YILMAZ et al., 2015).

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a eficácia da suplementação da ração com diferentes concentrações de óleo essencial de orégano, *Origanum vulgare*, para otimização do potencial produtivo do jundiá, *Rhamdia* sp., e resistência ao ectoparasita *I. multifiliis*.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o uso de óleo essencial de orégano como aditivo na dieta visando aumentar o desempenho zootécnico e a resistência à ictiofitiríase em juvenis de jundiá, *Rhamdia* sp.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito de concentrações crescentes de óleo essencial de orégano na dieta sobre o desempenho zootécnico de juvenis de jundiá;
- Avaliar a influência de concentrações crescentes de óleo essencial de orégano na dieta sobre a composição corporal, rendimento de carcaça e índices hepatossomático e viscerossomático de juvenis de jundiá;

- Verificar a influência da suplementação de dieta com óleo essencial de orégano sobre os parâmetros hematológicos de juvenis de jundiá;
- Verificar a influência da suplementação de dieta com óleo essencial de orégano sobre a resistência ao ectoparasita *I. multifiliis* (íctio) em juvenis de jundiá.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AGROECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE NA AQUICULTURA

A Agroecologia, enquanto ciência, foca os seus estudos nas relações presentes em um agroecossistema, inclusive nas relações sociais que esse estabelece com o sistema agroalimentar como um todo. Sendo assim, a agroecologia assume o compromisso de apoiar e dar sustentação à transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura convencionais para estilos de desenvolvimento rural e de agricultura sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). Desta forma, a agroecologia se contrapõe ao modelo tecnológico hegemônico que é, em nível mundial, a base de sustentação do agronegócio e também do processo de expropriação dos camponeses que nunca deixou de existir (MORAES, 2013). Também propicia e amplia a conservação e a biodiversidade dos ecossistemas tendo em vista o estabelecimento de numerosas interações entre solo, plantas e animais, ampliando a autorregulação do agroecossistema da propriedade (ALTIERI, 2008). Sendo assim, a agroecologia como uma nova ciência em construção reorienta os cursos alterados dos processos de uso de forma a ampliar a inclusão social, reduzir danos ambientais e fortalecer a segurança alimentar e nutricional com a oferta de alimentos saudáveis para todos os brasileiros (CAPORAL et al., 2009).

A aquicultura pode ser definida como uma atividade multidisciplinar que abrange o cultivo de diversos organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas, que têm na água o seu principal ou mais frequente ambiente de vida, sendo que é imprescindível a intervenção e manejo no processo de criação para aumento da produção, principalmente para espécies que podem ser utilizadas na alimentação humana (OLIVEIRA, 2009; FAO, 2014).

A aquicultura sustentável é definida por Valenti et al. (2011) como a produção de organismos aquáticos de forma produtiva e lucrativa, que gera e distribui renda,

mas que mantém interação harmônica e duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais, onde os recursos naturais são usados racionalmente, sem degradar os ecossistemas no qual se insere. O desenvolvimento sustentável das atividades aquícola deve envolver a condução destas de forma ambientalmente e politicamente correta, além de economicamente e socialmente viável, visando minimizar seu impacto ao meio ambiente (SARANDÓN et al., 2014). O papel da aquicultura, em todas as suas vertentes, se apresenta como instrumento eficaz de inclusão social (como de pescadores, assentados, índios e quilombolas de diferentes gêneros), de produção de alimento e renda em escala familiar, garantindo a obtenção de segurança alimentar e nutricional, bem como de organização, em torno de associações e de cooperativas no meio rural (OSTRENSKY et al., 2008).

Ao longo das últimas três décadas, a aquicultura vem despontando como um dos setores importantes e de mais rápido crescimento que produzem alimentos de alto valor nutricional, tornando-se uma indústria global robusta e vital, apresentando-se, desta forma, como alternativa para aumentar a produção e oferta de produtos para alimentação humana, como peixes e camarões (IBGE, 2013; FAO, 2016).

Neste contexto, a atividade representa importante papel na redução da pressão ambiental sobre as espécies obtidas por meio da pesca (extrativismo), que tem reduzido a biodiversidade, resultando na estagnação da produção pesqueira (IBGE, 2013).

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. No entanto, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento de qualquer recurso natural, bem como alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (VALENTI, 2002).

A produção de peixes agroecológicos é uma forma de oferecer alimento de qualidade para os consumidores, porém, ainda é pouco praticada no país, não existindo na atualidade cultivos em escala comercial (MUELBERT et al., 2013). A aquicultura orgânica, forma alternativa à produção convencional de pescado, vem crescendo mundialmente, possibilitando a obtenção de um produto final mais saudável e com menos agressão ao meio ambiente (BOSCOLO et al., 2012). Segundo Mente et al. (2011), o modelo ainda incipiente da aquicultura orgânica pode ser atribuído à pouca variedade e diversificação das espécies cultivadas, sistemas e

métodos praticados. Além disso, apesar do desenvolvimento de regulamentação da agricultura orgânica, ainda há a falta de normas universalmente aceitas e critérios de acreditação relativo à aquicultura orgânica.

No Brasil a normatização para aquicultura orgânica é relativamente recente, consolidada por meio da Instrução Normativa Interministerial N°28, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) junto ao então Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (BRASIL, 2011). A piscicultura orgânica envolve a criação de peixes em água isenta de contaminantes ou poluentes. Os organismos devem se alimentar naturalmente (ex: plâncton, nécton, bentos ou vegetais) ou receber ração orgânica, formuladas com ingredientes orgânicos certificados, de acordo com o hábito alimentar e fase de criação de cada espécie. Os juvenis e pós-larvas devem ser oriundos preferencialmente de cultivos orgânicos, sendo proibido organismos geneticamente modificados, uso de terapêuticos sintéticos e produtos químicos (BRASIL, 2011).

O crescimento da produção aquícola brasileira tem sido acompanhado, em vários segmentos, por medidas para o controle da saúde dos animais, entre as quais está a utilização de substâncias químicas, os chamados quimioterápicos, tanto no tratamento quanto na prevenção de doenças ocasionadas por microrganismos, tais como parasitas, bactérias e vírus. No entanto, a utilização irracional de antibióticos e o aumento nas descargas de efluentes elevam os potenciais riscos de poluição ambiental e do número de bactérias resistentes a estes produtos, o que torna a situação ainda mais preocupante (JONES et al., 2003). Segundo a FAO (2011), todos os medicamentos veterinários e produtos químicos utilizados na aquicultura devem cumprir com os regulamentos nacionais e orientações. Nesse contexto, o uso de produtos naturais tem sido visto como uma alternativa de destaque na aquicultura, pois, sendo fontes promissoras de substâncias bioativas, agem como potenciais agentes antivirais, antibacterianos, antifúngicos e antiparasíticos (CITARASU, 2010), além de não serem prejudiciais ao meio ambiente (SOARES; TAVARES DIAS, 2013).

Conforme destacado por Boscolo et al. (2012), os alimentos orgânicos devem ser produzidos em sistemas de cultivo agroecológicos, de forma tecnicamente viável e ecologicamente correta, sem comprometer o bem-estar animal. Os sistemas de produção de alimentos orgânicos estão em plena expansão no Brasil e exterior, atendendo a uma crescente demanda dos consumidores, representando assim,

papel importante na geração e manutenção de empregos no campo, principalmente para a agricultura familiar. Desta forma, pesquisas com alimentos orgânicos são pertinentes, e mais investigações sobre os efeitos das dietas orgânicas sobre a saúde dos peixes e a qualidade do produto final são necessárias para proporcionar um desenvolvimento sólido e sustentável da aquicultura orgânica com orientações eficazes para garantir a sua qualidade ao consumidor (MENTE et al., 2011).

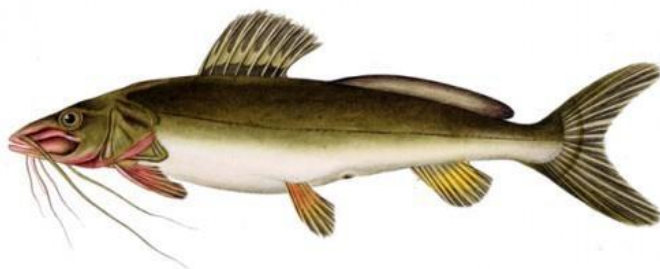
2.2 JUNDIÁ (*RHAMDIA* SP.)

O Brasil possui inúmeras espécies nativas com grande potencial para exploração pela aquicultura. No entanto, a grande maioria delas, ainda necessita de aportes científicos e tecnológicos para colocá-las em um patamar de plena viabilidade zootécnica e econômica (OSTRENSKY et al., 2008).

O jundiá (Figura 1) é um bagre de água doce pertencente à família Pimelodidae (Siluriformes). Possui hábito alimentar onívoro, noturno e crepuscular, período em que se alimenta com maior voracidade. Sua distribuição geográfica é ampla, com registros de ocorrência desde a região central da Argentina até o sul do México, o que resulta em grande plasticidade de formas, levantando a hipótese de que o gênero *Rhamdia* representa um complexo de espécies (SILFVERGRIP, 1996; GOMES et al., 2000; BALDISSEROTTO et al., 2010).

Trata-se de um peixe nativo que apresenta grande potencial para a piscicultura na região Sul do Brasil. Dentre suas características de interesse, destaca-se a resistência ao manejo, docilidade, crescimento mesmo em temperaturas amenas, eficiência alimentar, inclusive nos meses mais frios, além de apresentar carne saborosa e sem espinhas intramusculares (FRACALOSSO et al., 2004; BALDISSEROTTO et al., 2010). Suporta bem grandes variações de oxigênio dissolvido, pH (entre 4,0 e 9,5) e temperatura da água (de 15 a 34°C), além de apresentar tolerância à salinidade, possibilitando o tratamento profilático e curativo de doenças com sal comum (GOMES et al., 2000).

Figura 1 - Ilustração representativa do jundiá, *Rhamdia* sp.



Fonte: www.cpt.com.br

O jundiá é produzido principalmente na região Sul do país, onde é muito apreciado pelos consumidores. Esta espécie pode ser cultivada em sistemas de mono ou policultivo (BALDISSEROTTO; RADÜNZ NETO, 2005). Em Santa Catarina, no ano 2014, a produção de jundiá foi de 746.794 kg, ficando atrás apenas da produção de tilápia e carpas (EPAGRI, 2014). No Estado do Rio Grande do Sul, segundo informação da EMATER-RS (2016), o jundiá também é a terceira espécie mais cultivada, representando 4% da produção total de peixes, ficando atrás das carpas e da tilápia. Já no Estado do Paraná, o jundiá representa apenas 0,8% da produção total de peixes e concentra-se na região sul do Estado, aparecendo atrás da tilápia, que domina a produção com 91%, e de outras espécies nativas, além das carpas (EMATER-PR, 2016).

Todavia, algumas dificuldades são encontradas no seu cultivo, como a maturação precoce dos peixes, que é considerada problema durante a fase de engorda, uma vez que atingem a maturidade sexual antes de alcançarem o peso comercial, destinando energia para o desenvolvimento das gônadas ao invés de crescimento corporal, o que se reflete em redução da taxa de crescimento e eficiência alimentar (FRACALOSSO et al., 2004). Outro importante entrave no cultivo desta espécie, principalmente na fase inicial de desenvolvimento, é a sua alta susceptibilidade a chamada doença dos pontos brancos, causada pelo protozoário ectoparasita *I. multifiliis*, responsável por grandes mortalidades e prejuízos na produção (CARNEIRO et al., 2005; BORBA et al., 2007).

2.3 SANIDADE NA AQUICULTURA

A expansão do setor aquícola tem aumentado a intensificação dos sistemas produtivos nos mais diversificados ecossistemas aquáticos mundiais, resultando muitas vezes em exposição frequente dos animais a fatores estressantes, como alta densidade de estocagem e manejo alimentar inadequado. Estes fatores têm contribuído para o aumento da incidência de doenças por diferentes tipos de patógenos, acarretando em prejuízo no desempenho e até mesmo mortalidades expressivas (ROHR et al., 2011; MÁRQUEZ et al., 2014). Adicionalmente, aspectos intrínsecos do hospedeiro e do patógeno também estão envolvidos na disseminação de doenças, como o grau de imunidade do hospedeiro, a habilidade do agente patogênico em infectá-lo, além da presença de hospedeiros intermediários e definitivos no ambiente de cultivo (IWASHITA; MACIEL, 2013).

Em geral, para que sejam controladas ou eliminadas tais doenças da criação, são investidos grandes esforços financeiros, com o alto custo de produtos químicos, manejo e mão-de-obra especializada. Em função da elevada ocorrência de doenças, o uso de produtos quimioterápicos e antibióticos tem aumentado em sistemas intensivos de produção (MORAES; MORAES, 2009).

Dentre os principais e mais usuais fármacos e produtos químicos utilizados na aquicultura estão a formalina (formaldeído 37-40%), permanganato de potássio (KMnO_4), sulfato de cobre (CuSO_4), organofosforados (triclorfon), inseticidas organoclorados (diflubenzuron), antibióticos (oxitetraciclina, florfenicol e a terramicina) e anti-helmínticos (mebendazol, abendazol, praziquantel, levamisol, ivermectina) (TAVECHIO et al., 2009). Ainda existe o azul de metileno e o verde malaquita, cujo uso em peixes que serão destinados ao consumo, independente da fase de cultivo, entre outras atividades aquícolas como a aquariofilia, não são mais recomendados, pois podem trazer riscos à saúde humana pelo seu poder de conservar resíduos na carne (IWASHITA; MACIEL, 2013), porém este produto ainda é muito utilizado por produtores de alevinos, principalmente de jundiá.

A presença de resíduos em tecidos dos peixes resulta em restrições na comercialização, particularmente de países importadores, pois pode oferecer risco potencial ao consumidor, caso não sejam respeitados os tempos de carência pós-tratamento (PELICANO et al., 2005; CABELLO et al., 2013). Muitos destes produtos químicos, além de terem efeito tóxico aos tecidos dos peixes (principalmente

brânquias, tegumento e fígado) e poderem acumular resíduos na musculatura, implicam ainda, no caso de antibióticos, em risco de aumento de resistência bacteriana. Desta forma, o uso indiscriminado de tais compostos tem ocasionado grande preocupação e a tendência mundial é de busca pela diminuição da aplicação destes na aquicultura (PELICANO et al., 2005; TAVECHIO et al., 2009). Cabe ainda ressaltar que a utilização de produtos químicos deve ser regida por legislação específica e que, no Brasil, poucos produtos são registrados para uso em aquicultura (TAVECHIO et al., 2009).

Devido aos problemas mencionados, a nutrição aquícola deve buscar alimentos e formulações que auxiliem no melhor desenvolvimento e sanidade dos animais. Nesse contexto, aditivos alimentares, como os extratos vegetais e óleos essenciais, podem ser utilizados na aquicultura visando melhorar o desempenho zootécnico e controlar surtos de várias doenças (SANTOS et al., 2009).

2.3.1 – Fitoterápicos na aquicultura

A utilização de fitoterápicos vem ganhando espaço na aquicultura especialmente como profiláticos alternativos ao uso de produtos químicos, devendo ser incentivada. Os fitoterápicos apresentam algumas vantagens sobre os produtos sintéticos para uso no cultivo de peixes, tais como o potencial menos tóxico por serem menos concentrados, possuírem múltiplos modos de ação, resultando em menor probabilidade de causar resistência, além de diminuição do impacto ambiental, pois são produtos biodegradáveis, auxiliando na qualidade do cultivo e redução nos custos de produção (COIMBRA et al., 2006).

O controle de diferentes tipos de bactérias como *Pseudomonas* spp. e *Aeromonas* spp., redução de infecção por fungos, controle de *Trichodina* spp., de *I. multifiliis* e monogenéticos vem sendo obtido em diversas espécies de peixes com o uso de diferentes fitoterápicos (MADSEN et al., 2000; MARTINS et al., 2002; CHANSUE; TANGTRONGPIROS, 2005; CHITMANAT et al., 2005; CRUZ, 2005; CHRISTYBAPITA, et al., 2007; JOHN et al., 2007; DIAB et al., 2008; MONTEIRO, 2012; TALPUR, 2014; DIAS et al., 2015).

Compostos naturais considerados imunoestimulantes, aumentam a resistência dos peixes e estimulam as respostas não-específicas do sistema

imunológico (TAVECHIO et al., 2009), podendo ser administrados por meio da alimentação dos animais, adicionados à ração (SANTOS et al., 2009), aplicados no ambiente de produção, por banho, spray ou injeção (MONTEIRO, 2012; SAHU et al., 2007).

As plantas medicinais, seus extratos e óleos, possuem grande potencial para o combate das principais enfermidades em peixes de cultivo, envolvendo baixo custo na sua utilização. Existe grande diversidade de princípios ativos oriundos de vegetais, os quais devem ser estudados em relação à sua efetividade na potencialização do desempenho zootécnico e ação imunoestimulante em espécies de interesse. Neste sentido, sendo confirmada a sua eficácia, o uso dos fitoterápicos na piscicultura pode representar benefícios econômicos e ao ambiente, resultando na produção de alimento de ótima qualidade para o consumidor (SCHALCH et al., 2015).

2.3.1.1 – Propriedades e ação dos óleos essenciais

A utilização de plantas com fins terapêuticos remonta às primeiras descrições de nossa cultura. Na China, no ano 3000 a.C., já se praticava o cultivo de plantas medicinais, conceito mantido até os nossos dias e consolidado na medicina chinesa (MARTINS et al., 2003). No Brasil aconteceram influências da cultura indígena, africana e europeia na utilização das plantas medicinais (MAIOLI-AZEVEDO; FONSECA-KRUEL, 2007; SILVA; OLIVEIRA, 2013).

Existe uma grande biodiversidade de plantas no planeta e a maioria é desconhecida sob o ponto de vista científico. Há entre 250-500 mil espécies, porém somente cerca de 5% têm sido estudadas fitoquimicamente e uma percentagem menor avaliada sob os aspectos biológicos (TUROLLA; NASCIMENTO, 2006). Esta diversidade e complexidade de moléculas biossintetizadas pelas plantas são conhecidas como princípios medicinais ou princípios ativos (CUNHA JR; SCHEUERMANN, 2005). Segundo Kamel (2001) há vários princípios ativos que atuam sobre o metabolismo e fisiologia dos animais, fazendo com que alguns extratos vegetais possam ser utilizados como promotores de crescimento alternativo. Dentre os mais estudados estão os óleos essenciais, designados pela ISO (*International Standard Organization*) como sendo misturas complexas de substâncias orgânicas voláteis, lipofílicas, normalmente odoríferas (quase sempre

agradáveis) e líquidas, oriundas do metabolismo secundário que conferem propriedades aromáticas às plantas, extraídos por métodos específicos, sendo o mais frequente a destilação por arraste de vapor de água (SIMÕES et al., 2002).

A família Lamiaceae compreende o maior número de espécies com óleos essenciais, além de uma grande diversidade de substâncias incluídas neste grupo de princípios ativos. Nesta família se concentra uma grande quantidade de plantas referidas e citadas como medicinais em todo o mundo, tais como o manjeriço (*Ocimum basilicum*), hortelã/menta (*Mentha sp.*), sálvia (*Salvia officinalis*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), erva cidreira (*Melissa officinalis*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e orégano (*Origanum sp.*) (MARTINS et al., 1995 apud PULICI, 2012). Membros do gênero *Origanum* são frequentemente caracterizados pela existência de diferenças químicas, com relação tanto nas quantidades como composição dos princípios ativos do óleo essencial (SIVROPOULOU et al., 1996).

O *O. vulgare* (Linneus) (Figura 2), é uma planta aromática, possui um perfume agradável, herbáceo, intenso, de sabor quente e queimado, é conhecida em todo o Brasil, como orégano ou manjerona, ou mesmo como manjerona-selvagem (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002). É um dos condimentos mais populares do mundo, muito utilizado na culinária, pois confere um sabor característico aos alimentos, sendo também usado na medicina popular em função de ser uma planta tônica e digestiva. Além disso, essa planta tem sido objeto de estudo devido ao potencial biológico de seus componentes presentes no óleo essencial (LORENZI; MATOS, 2008).

Figura 2 – Imagem ilustrativa de exemplar de orégano.



Fonte: www.pinterest.com

Os principais princípios ativos do orégano é o carvacrol (fenol não cristalizável) e o timol, mas também apresenta concentrações de borneol, cineol, terpineol, terpineol-4, terpineno, pineno, canfeno, linalol, limoneno, felandreno, cis-sabineno hidratado, acetato de linalila, acetato de cis-sabineno hidratado, germacreno, p-cimeno, cariofileno e espatulenol, (SIMÕES et al., 2002; BURT, 2007; LORENZI; MATOS, 2008). Na composição química de suas folhas e inflorescências destaca-se a presença de 1% de óleo essencial, com teor de 40 a 70% de carvacrol acompanhado dos demais princípios ativos (LORENZI; MATOS, 2008). Porém, pode ocorrer discrepância entre estes valores devido à diferença nas condições climáticas e região de cultivo, como altitude e sazonalidade, espécie cultivada, entre outras características agronômicas (RODRIGUES, 2002; KOFIDIS et al., 2003; MOCKUTE et al., 2003; BORGES et al., 2012).

O orégano possui várias propriedades, como atividade antibacteriana, antioxidante, anticoccidiana, antifúngica, digestiva e imunológica (PULICI, 2012), conferindo aumento na atividade das células fagocitárias, na produção de lisossomos e anticorpos (RIBEIRO et al., 2012). Tais propriedades podem atuar em sinergismo, resultando em melhora na sanidade e produtividade dos animais (BELÉ, 2007). Em trabalhos realizados com diferentes espécies, foi constatada a ação bactericida do carvacrol para microrganismos como *Bacillus cereus* e *Escherichia coli* (DORMAN; DEANS, 2000; ULTEE et al., 2011). Pereira et al. (2006) verificaram a ação antifúngica do óleo essencial de orégano pela inibição do crescimento de cepas de fungos *Fusarium* sp., *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus*. Adicionalmente, em estudo realizado com frangos, foi verificado que a mistura de princípios ativos deste óleo essencial estimula a ação de enzimas digestivas, estabilização da microbiota intestinal e inativação de toxinas de *Clostridium perfringens*, podendo reduzir a colonização deste no intestino (MITSCH et al., 2004). Segundo Jamroz e Kamel (2002), tal propriedade pode ajudar na melhora da conversão alimentar dos animais.

O óleo essencial de orégano pode atuar no controle de agentes patogênicos potenciais, aumentando, assim, a disponibilidade de nutrientes essenciais, melhorando a digestibilidade e a absorção dos nutrientes, possibilitando que o animal expresse ao máximo o seu potencial genético de crescimento. Desta forma, o hospedeiro é poupado dos mecanismos de respostas imunológicas desencadeadas em situações de estresse durante condições críticas de defesa do organismo

(HASHIMI; DAVOODI, 2010). O carvacrol age como componente bactericida ou bacteriostático, com atividade dependente da concentração e tempo de exposição (ULTEE et al., 2011). Acredita-se que a ação antimicrobiana possa ser decorrente da alteração de diversas enzimas, incluindo aquelas envolvidas com a produção de energia e a síntese de compostos estruturais (CLEFF et al., 2008).

A ação de extratos naturais no organismo animal pode variar dependendo, dentre outros fatores, da concentração dos princípios ativos, níveis de inclusão na dieta e tempo de exposição. Grande parte desses aditivos são provenientes de folhas, sementes, raízes, frutos ou até mesmo da planta inteira, sendo assim, as propriedades toxicológicas, forma de uso, dosagem e atividades farmacológicas da planta devem ser conhecidas (VEIGA JUNIOR, 2008; RODRIGUES et al., 2015).

2.3.2 Uso de óleo essencial de orégano como aditivo alternativo em dietas para animais de interesse zootécnico

Em piscicultura, o atendimento das exigências nutricionais e efetivo aproveitamento do alimento pelos peixes é fundamental para a maximização do crescimento dos animais e minimização do impacto ambiental. No entanto, a maioria das pesquisas em nutrição avalia as exigências e a utilização de alimentos visando apenas desempenho zootécnico e sinais de deficiência, sem considerar a capacidade de resistência dos animais, quando expostos a patógenos ou agentes estressores (RODRIGUES et al., 2015).

Os aditivos são definidos como substâncias não nutritivas, adicionadas intencionalmente às rações, com a finalidade de conservar e intensificar as propriedades químicas dos alimentos e/ou melhorar a condição dos animais, como os corantes, conservantes, antioxidantes, dentre outros (OLIVEIRA et al., 2005; RIBEIRO et al., 2012). Os aditivos utilizados na nutrição animal podem ser classificados de acordo com suas propriedades e funções, sendo incluídos em uma ou mais categorias, tais como: tecnológicos, sensoriais, nutricionais, zootécnicos e anticoccidianos (RIBEIRO et al., 2012; CAVALHEIRO et al., 2014).

Atualmente, os aditivos zootécnicos como os promotores de crescimento têm ganhado destaque na nutrição animal, sobretudo aqueles naturais, com propriedades fitoterápicas, também denominados “alimentos funcionais”. Um

alimento é considerado funcional se for demonstrado que o mesmo pode afetar benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir os adequados efeitos nutricionais, de maneira que seja tanto relevante para o bem-estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença. Possuem substâncias com funções biológicas distintas, denominadas compostos bioativos e são apresentados na forma de alimentos comuns, podendo assim, serem consumidos em dietas convencionais (RIBEIRO et al., 2012).

O uso de extratos e óleos essenciais de plantas vem ganhando destaque na sanidade animal, pois podem ser fontes promissoras de substâncias bioativas contra parasitos e microrganismos patogênicos (SOARES; TAVARES DIAS, 2013), atuando como antioxidantes, analgésicos, promotores de crescimento, dentre outros (DAIRIKI et al., 2013). Em geral, são produtos naturais com boa disponibilidade que apresentam menos efeitos colaterais ou toxicidade (KALEMBA; KUNICKA, 2003). Assim, pelo grande potencial na prevenção ou controle de patógenos na aquicultura, surgem como alternativa ao uso de antibióticos e outros produtos químicos (RIBEIRO et al., 2012). Adicionalmente, são menos prejudiciais ao meio ambiente e potencialmente menos agressivos à saúde do homem, no que se refere aos resíduos produzidos, uma vez que apresentam maior biodegradabilidade (KALEMBA; KUNICKA, 2003; SOARES; TAVARES DIAS, 2013).

No que concerne a dietas orgânicas, a Instrução Normativa Interministerial Nº 28, que estabelece normas para produção aquícola orgânica no país (BRASIL, 2011), permite o uso de suplementos minerais e vitamínicos, desde que os seus componentes não contenham resíduos contaminantes acima dos limites permitidos e que atendam a legislação específica. Na piscicultura orgânica deve ser priorizado o uso de substâncias naturais, devendo-se evitar antibióticos, sendo proibido substâncias sintéticas que estimulem o crescimento, assim como outros aditivos alimentares sintéticos (BOSCOLO et al., 2012).

Vários estudos realizados com aves, suínos e bovinos, demonstraram efeitos positivos da adição de óleo essencial de orégano na dieta sobre o desempenho e imunidade dos animais. Em aves, o óleo essencial de orégano foi efetivo como agente anticoccidiano (GIANNENAS et al., 2003; WALDENSTEDT, 2003; TSINAS et al., 2011), como antioxidante (BOTSOGLOU et al., 2002, 2003; FLOROU-PANERI et al., 2005; LUNA et al., 2010), resultou em melhora na digestibilidade (LEE et al., 2003a; MITSCH et al., 2004; JANG et al., 2007; PAIM et al., 2008), na imunidade

(OVIEDO-RONDÓN et al., 2006; TOGHYANI et al., 2010; LILLEHOJ et al., 2011; DIAS et al., 2015) e em parâmetros de desempenho (WALDENSTEDT, 2003; LEE et al., 2003b; CALISLAR et al., 2009; FOTEA et al., 2009; ROOFCHAEI et al., 2011).

A suplementação deste composto na dieta para suínos, também melhorou a digestibilidade (OETTING et al., 2006; MICHIELS et al., 2008), imunidade (WALTER e BILKEI, 2004) e desempenho dos animais (KHAJARERN; KHAJARERN, 2002; ALLAN; BILKEI, 2005). De forma semelhante, estudos demonstram resultados produtivos positivos em ruminantes, com a inclusão do óleo essencial de orégano na dieta (CHAVES et al., 2008, 2011). No entanto, também são encontrados na literatura trabalhos em que não foram verificados efeitos significativos da suplementação de óleo essencial de orégano em dietas para aves, suínos e bovinos, sobre o desempenho zootécnico e sistema imunológico dos animais (BOTSOGLOU et al., 2002; FUKAYAMA et al., 2005; JESUS, 2007; SILVA et al., 2009; REVAJOVÁ et al., 2010; TSINAS et al., 2011; RIVAROLI, 2014).

Em piscicultura, a intensificação dos sistemas produtivos tem levado ao aumento da produtividade. Porém, as características inerentes a esses sistemas de criação, como altas densidades de estocagem, alto fluxo de água, piora nos parâmetros de qualidade da água e manejo dos animais podem ocasionar estresse aos peixes (LIMA et al., 2006). O estresse é definido como um conjunto de respostas da célula, ou organismo, a qualquer estímulo que altere o estado fisiológico basal do animal (IWAMA, 2006). Está entre as principais causas de perdas na piscicultura, pois afetam o metabolismo, diminuem a atividade imune e, conseqüentemente, comprometem o crescimento e a sobrevivência dos peixes (OBA et al., 2009). Desta forma, o uso de aditivos naturais em rações para peixes pode representar alternativa viável para minimizar as perdas e aumentar a produtividade em condições intensivas de criação, principalmente nas fases iniciais do cultivo, quando os peixes estão mais susceptíveis a doenças (RIBEIRO et al., 2012), uma vez que em muitas espécies aumenta a eficiência de utilização de nutrientes, a resistência ao estresse, além da proteção contra patógenos (ZAGO, 2014).

Na aquicultura o emprego de aditivos naturais tem sido avaliado em diversos estudos recentes, como o uso de própolis (ABBAS et al., 2012; UCZAY et al., 2014), extrato de alho (*Allium sativum*) (FERNANDES et al., 2007), erva-cidreira (*Lippia alba*) (CUNHA et al., 2010; AZAMBUJA et al., 2011; BECKER et al., 2012; SOUZA et al., 2015), agrião-do-brejo (*Eclipta alba*) (CHRISTYBAPITA et al., 2007), menta

(*Mentha piperita*) (RIBEIRO, 2015), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) (SILVA et al., 2012) e orégano ou seus princípios ativos (ZHENG et al., 2009; RATTANACHAIKUNSOPON; PHUMKHACHORN, 2010; AHMADIFAR et al., 2011; GIANNENAS et al., 2012; FERREIRA et al., 2014; VOLPATTI et al., 2014; KANASHIRO, 2015; YILMAZ et al., 2015), bem como estudos que compararam óleos essenciais de diferentes plantas (GABOR et al., 2012; CAMPAGNOLO et al., 2013; FRECCIA et al., 2014).

A suplementação de óleo essencial de orégano, assim como seu principal princípio ativo, o carvacrol, em dietas para diferentes espécies de peixe, como o bagre do canal, truta-arco-íris e o lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax lacustris* (= *A. altiparanae*), apresentaram resultados positivos quanto ao desempenho (ZHENG et al., 2009; AHMADIFAR et al., 2011; GIANNENAS et al., 2012; FERREIRA et al., 2014), rendimento da carcaça (ZHENG et al., 2009; AHMADIFAR et al., 2011; FERREIRA et al., 2014), composição corporal (AHMADIFAR et al., 2011; FERREIRA et al., 2014), atividade antioxidante (ZHENG et al., 2009; GIANNENAS et al., 2012; FERREIRA et al., 2014) e parâmetros hematológicos (AHMADIFAR et al., 2011). Porém, em estudos com a inclusão de carvacrol na dieta de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), robalo (*Dicentrarchus labrax*), truta-arco-íris e bagre do canal, não foi verificado efeito significativo sobre os parâmetros de desempenho avaliados (FRECCIA et al., 2014; VOLPATTI et al., 2014; YILMAZ et al., 2015) e rendimento da carcaça (VOLPATTI et al., 2014).

Tais resultados contraditórios evidenciam a importância da realização de estudos que visem avaliar a efetividade da suplementação da dieta com aditivos naturais que apresentam potencial para otimização do desempenho zootécnico e sanidade de espécies de interesse para piscicultura orgânica.

2.3.3 Doenças parasitárias - *Ichthyophthirius multifiliis*

Os peixes cultivados são frequentemente expostos a parasitas, os quais podem infestar a superfície corporal ou órgãos internos destes animais. De acordo com a localização nos hospedeiros, os parasitas podem ser classificados em endoparasitas, que vivem no interior dos organismos; ectoparasitas, que se fixam na superfície dos hospedeiros e ainda os hemoparasitas, que vivem na corrente

sanguínea (IWASHITA e MACIEL, 2013).

O *I. multifiliis*, foi descrito por Fouquet (1876) na França, onde causou problemas devido à sua rápida multiplicação em lagoas de trutas durante a estação mais quente. Pertence ao filo Ciliophora, classe Oligohymenophora, subordem Ophryoglenina, família Ichthyophthiriidae. Popularmente conhecido como ictio, é um protozoário ciliado, de formato esférico, que possui um macronúcleo em forma de ferradura. Apresenta distribuição geográfica mundial e, por não ter especificidade parasitária, já foi descrito em diversas espécies de peixes de cultivo ou da natureza (PAVANELLI et al., 2008; IWASHITA; MACIEL, 2013).

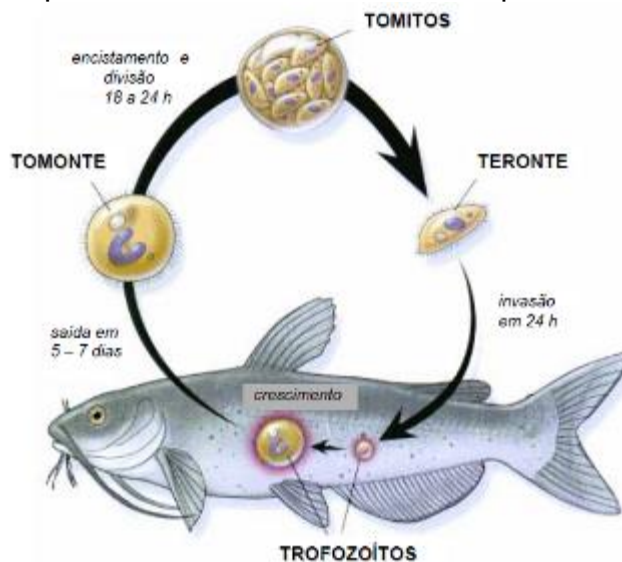
Segundo Dickerson e Clark (1996), o *I. multifiliis* é um dos mais comuns e destrutivos protozoários parasitas de peixes de água doce, representando um problema significativo para a aquicultura. Este ectoparasita tem três estágios de desenvolvimento: um tomonte reprodutivo, um teronte infeccioso e um trofonte parasítico (PAVANELLI et al., 2008). A doença causada pelo ictio é conhecida como ictiofitiríase ou “Doença dos Pontos Brancos”, onde cada ponto corresponde a um parasita, na fase de trofonte, localizado abaixo das células epiteliais da pele ou brânquias do hospedeiro (BUCHMANN et al., 2001).

Segundo Cross (1994), o ciclo de vida é direto e dependente da temperatura (entre 20 e 26°C). Por exemplo, a 20°C os trofozoítos, já no hospedeiro, conseguem se desenvolver dentro de 5-7 dias, transformando-se em trofonte que após este período deixa o hospedeiro e aloja-se no substrato incistando dentro de 1 hora transformando-se em tomonte. Nesta fase, em seu interior, dentro de 24h, ocorrem sucessivas divisões através de mitose, dando origem aos tomitos, que ao se libertarem encontram-se na forma infectante de teronte, fase em que os parasitas, nas próximas 24h, buscam o hospedeiro e vão se alojar entre a epiderme e a derme do peixe, causando a doença (Figura 3). Este mesmo autor afirma que em temperaturas entre 24-26°C, este ciclo pode ser mais curto, onde os terontes podem eclodir com 17-18h após o incistamento e podem sobreviver por mais tempo, até 48hs, fora do hospedeiro.

Ainda, segundo Buchmann et al. (2001), o ictio pode resistir a temperaturas muito mais baixas, de até 5°C, quando o processo de reprodução pode levar até 9 dias para ocorrer. Já em temperaturas um pouco maiores, de 12°C, este processo leva apenas 36h, e o parasita pode permanecer até 10 a 12 dias no hospedeiro. Desta forma, até determinado limite, quanto maior a temperatura, mais rápido é o

ciclo do parasita, e mais rápido ocorre a infestação do hospedeiro, causando maior mortalidade em menor tempo.

Figura 3 - Ilustração representativa do ciclo de vida do parasita *I. multifiliis*.



Fonte: Adaptado de Cross (1994) e Dickerson; Clark (1998).

Quando infestados, os peixes apresentam pontos brancos que podem chegar a 1-1,5 milímetro de diâmetro no tegumento, nadadeiras e brânquias, provocando hiperplasia das células de muco e impermeabilização das brânquias. Ao atingir determinado estágio de maturação, o parasita perfura a pele do peixe abrindo caminho para o exterior, iniciando novamente sua fase reprodutiva, que dura cerca de um dia quando em temperaturas maiores que 20°C, podendo produzir cerca de 100 a 2.000 novos indivíduos (MARTINS; ROMERO, 1996; PÁDUA et al., 2012).

Os danos provocados pelos parasitas em seus hospedeiros são decorrentes de ações mecânicas, espoliativas, irritativas e traumáticas, ocasionados por seu aparelho de fixação e forma de alimentação, desencadeando uma resposta inflamatória no peixe (BUCHMANN et al., 2001). Como consequência, os peixes tem sua capacidade respiratória prejudicada, bem como tornam-se suscetíveis a infecções secundárias por bactérias e fungos, podendo culminar em elevadas mortalidades (PÁDUA et al., 2012).

O ictio é transmitido com grande facilidade de um peixe infectado para outro, bem como pela água e utensílios usados na piscicultura. Assim, para combater esses parasitos ou mantê-los em baixo nível de intensidade, recomenda-se a manutenção de baixa densidade populacional, boa qualidade da água, alimentação

adequada e evitar estresse de manejo (PÁDUA et al., 2012). Além do adequado manejo, Abdel-Hafez et al. (2014) preconiza duas estratégias para tratar peixes infestados com *I. multifiliis*, por meio de banho químico e por meio da alimentação. O tratamento com banho químico afeta os terontes, porém, são necessárias várias repetições para evitar a continuação da infecção. No entanto, estressam os peixes, aumentando a suscetibilidade a infecções bacterianas e parasitárias secundárias, podendo ter efeitos nocivos sobre o meio ambiente. Já o tratamento com alimento medicamentoso têm vantagens, uma vez que não são afetados pelos parâmetros ambientais da água como condutividade, pH, carga orgânica, etc. São fáceis de administrar, menos estressantes para os peixes e têm um longo período de atividade nestes, dependendo do grau de aceitação e absorção do alimento medicado (ABDEL-HAFEZ et al., 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 PEIXES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O estudo foi desenvolvido nos Laboratórios de Piscicultura e de Nutrição de Organismos Aquáticos, da Universidade Federal da Fronteira Sul-UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil, no período de janeiro a abril de 2016. Grupos de 20 juvenis de jundiá, *Rhamdia* sp. (peso inicial: $12,5 \pm 0,5$ g), oriundos de reprodução induzida realizada no Laboratório de Piscicultura da UFFS, foram estocados em 20 caixas de polietileno (34 x 32 x 65,5 cm; volume útil 54 L), conectadas a um sistema de recirculação com fluxo contínuo de água aquecida e salinizada com aeração individual (Figura 4). Após três dias de adaptação às condições experimentais, durante os quais os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com a dieta controle (sem óleo essencial de orégano), foi dado início ao experimento. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cada uma das cinco dietas experimentais (Tabela 1) distribuída a quatro grupos de peixes. Os juvenis de jundiá foram alimentados até a saciedade aparente duas vezes ao dia (9:00 e 17:00h) durante 89 dias e a quantidade de dieta fornecida para cada unidade experimental registrada diariamente. A iluminação foi natural, obtida pela entrada de claridade pelas janelas do laboratório, conferindo fotoperíodo de 12 horas.

A temperatura da água e salinidade (monitorados diariamente) mantiveram-se

em $28,3 \pm 0,97^\circ\text{C}$ e $3,1 \pm 0,64\%$, respectivamente. O pH, amônia e nitrito (monitorados semanalmente) mantiveram-se, respectivamente, em $7,0 \pm 0,04$, $0,021 \pm 0,009$ mg/L e $0,4 \pm 0,08$ mg/L. As concentrações de oxigênio dissolvido, dureza e alcalinidade (monitoradas quinzenalmente) foram de $8,84 \pm 0,66$ mg/L, $86,67 \pm 40,33$ mg/L e $31,67 \pm 11,69$ mg/L, respectivamente. Todos os parâmetros de qualidade de água estiveram dentro das condições toleráveis para a espécie (GOMES et al., 2000).

Ao final do período de alimentação os peixes foram anestesiados (1 mL de óleo de cravo/10 L de água), contados e pesados individualmente (precisão balança = 0,01 g) para avaliação da sobrevivência e crescimento. Posteriormente à biometria, sete jundiás (número restante após as amostras coletadas para análises e considerando a sobrevivência em algumas repetições) foram recolocados em suas respectivas caixas, que foram desconectadas do sistema de recirculação, para realização da infestação experimental por *I. multifiliis*.

Figura 4 - (A) Vista geral do bloco de Laboratórios/UFFS; (B) Sistema experimental.



Fonte: Cararo, 2016.

3.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

Cinco dietas peletizadas isoproteicas (37% de proteína bruta - PB) e isoenergéticas (3315 Kcal de energia digestível - ED/kg) foram formuladas para atender as exigências nutricionais do jundiá (MEYER; FRACALOSSI, 2004; RADÜNZ; BORBA, 2012). As dietas experimentais tiveram na sua composição basal, farinha de peixe e farelo de soja como ingredientes proteicos, milho, trigo e óleo de soja, de procedência orgânica certificada, como ingredientes energéticos, sal, premix mineral/vitamínico e, como aditivo, o óleo essencial de orégano, suplementado nas concentrações 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g/kg (FERREIRA et al., 2014), além do controle (0,0 g/kg), compreendendo cinco tratamentos, com quatro repetições cada (Tabela 1).

Todos os ingredientes secos foram moídos e peneirados ($<600\mu$) para padronização do diâmetro das partículas. O óleo essencial de orégano foi misturado ao óleo de soja e posteriormente homogeneizado aos demais ingredientes. As dietas foram preparadas misturando-se inicialmente os ingredientes secos, adicionando-se em seguida o óleo e, por fim, água. A massa homogênea resultante foi passada em um equipamento moedor de carne, através de uma matriz com orifício de 3 mm, e os filamentos produzidos levados para secagem em estufa a 40°C por 12 horas (Figura 5). Após secagem, as dietas foram embaladas em sacos plásticos hermeticamente fechados e armazenadas a -20°C até sua utilização. Para evitar o manuseio frequente das dietas armazenadas sob congelamento, quantidades suficientes para uso em uma semana eram armazenadas em frascos plásticos, os quais eram mantidos sob refrigeração (4°C).

A composição centesimal (matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas) das dietas foi determinada de acordo com procedimentos da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000).

Figura 5 – (A) Homogeneização da mistura; (B) Peletização das dietas; (C) Estufa de Secagem da ração; (D) Frascos para armazenamento das dietas experimentais.



Fonte: Cararo, 2016.

Tabela 1 - Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais (g/kg da matéria seca) distribuídas a quatro grupos de juvenis de jundiá durante 89 dias.

Ingredientes	Dietas experimentais				
	Óleo essencial de orégano (g/kg)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Farelo de soja ¹	443,84	443,84	443,84	443,84	443,84
Farinha de peixe ¹	289,71	289,71	289,71	289,71	289,71
Milho grão moído ¹	193,46	193,46	193,46	193,46	193,46
Farinha de trigo ¹	63,21	63,21	63,21	63,21	63,21
Farelo de trigo ¹	60,17	60,17	60,17	60,17	60,17
Premix vitam./mineral ³	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fosfato monocálcico	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sal	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja ¹	10,00	9,50	9,00	8,50	8,00
Óleo de orégano ²	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
Composição química das dietas					
Matéria seca (g/kg)	918,6	917,2	918,5	921,5	923,1
Proteína Bruta (g/kg)	385,2	385,4	382,6	381,9	382,6
Lipídio (g/kg)	64,1	71,5	66,6	62,5	60,4
Cinzas (g/kg)	119,0	114,2	117,2	115,4	116,0
Energia Digestível (Kcal/kg)	3315	3315	3315	3315	3315
Carvacrol (mg/kg) ⁴	0,00	0,375	0,75	1,125	1,50
Timol (mg/kg) ⁴	0,00	0,03	0,06	0,09	0,12
p-Cimeno (mg/kg) ⁴	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10
γ-Terpineno (mg/kg) ⁴	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08
1,8-Cineol (mg/kg) ⁴	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04
Canfeno (mg/kg) ⁴	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04
Cariofileno (mg/kg) ⁴	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04
Felandreno (mg/kg) ⁴	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04
Limoneno (mg/kg) ⁴	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04

¹Biorgânica Comércio de Produtos Orgânicos Ltda., Realeza/PR.

²LASZLO Aromaterapia Ltda., Belo Horizonte/MG. (Composição: Carvacrol: 75-80%; Timol: 4-6%; p-Cimeno: 4-5%; γ-Terpineno: 3-4%; 1,8-Cineol: 1-2%; Canfeno: 1-2%; Cariofileno: 1-2%; Felandreno: 1-2%; Limoneno: 1-2%.

³Composição (unidades/kg de premix): vitamina A 1,000,000 IU; vitamina D3 500,000 IU; vitamina E 20,000 IU; vitamina K3 500mg; antioxidante 0,6g; ácido fólico 250mg; ácido pantotênico 5,000mg; biotina 125mg; niacina 5,000mg; tiamina 1,250mg; cianocobalamina 3,750mg; riboflavina 2,500mg; piridoxina 2,485mg; ácido ascórbico 42,000mg; cobalto 25mg; cobre 2,000mg; ferro 13,820 mg; iodo 100mg; manganês 3,750mg; selênio 75mg e zinco 17,500mg.

⁴Valores calculados de acordo com a composição química do óleo essencial de orégano apresentada pelo fabricante.

3.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Os peixes de cada unidade experimental, após jejum de 15 horas, foram anestesiados e pesados em grupo (precisão balança = 0,1g) a cada vinte dias e individualmente (precisão balança = 0,01 g) no final do experimento.

Amostras de 20 jundiás do estoque inicial e 3 jundiás por caixa (n=12) no final do experimento, foram coletadas para determinação da composição corporal do peixe inteiro (AOAC, 2000). Os peixes foram sacrificados por secção medular e armazenados (-20°C) até realização das análises. O fígado e vísceras de outros 3 jundiás por caixa (n=12) foram removidos e pesados para determinação do Índice Hepatosomático (IHS) e Índice Viscerosomático (IVS), respectivamente, bem como do rendimento de carcaça. Para as análises hematológicas foram coletadas amostras de sangue, via punção do vaso caudal, de dois peixes por caixa (n=8).

O desempenho dos juvenis de jundiá foi avaliado considerando os seguintes parâmetros:

$$\text{- Sobrevivência (S)} = \frac{\text{número final de peixes}}{\text{número inicial de peixes}} \times 100$$

$$\text{- Ganho em peso (GP) (g)} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

$$\text{- Consumo alimentar diário (\% peso corporal/dia)(CD)} = \frac{\left[\frac{\text{consumo matéria seca (MS)}}{\left(\frac{\text{peso final} + \text{peso inicial}}{2} \right)} \right]}{\text{tempo em dias}} \times 100$$

$$\text{- Conversão alimentar (CA)} = \frac{\text{Consumo (MS)}}{\text{ganho em peso}}$$

$$\text{- Taxa de crescimento específico (TCE)(\%)} = \left[\frac{\ln \text{peso final} - \ln \text{peso inicial}}{\text{dias de experimento}} \right] \times 100$$

$$\text{- Taxa de eficiência proteica (TEP)} = \frac{\text{ganho em peso}}{\text{proteína consumida (MS)}}$$

$$\text{- Índice hepatossomático (IHS)} = \frac{\text{peso do fígado}}{\text{peso corporal}} \times 100$$

$$\text{- Índice viscerossomático (IVS)} = \frac{\text{peso das vísceras}}{\text{peso corporal}} \times 100$$

$$\text{- Rendimento da carcaça (RC)} = \frac{\text{peso da carcaça}}{\text{peso final}} \times 100$$

3.4 ANÁLISES HEMATOLÓGICAS

Para realização de análises hematológicas, ao final dos 89 dias do período de alimentação, foi efetuada coleta de sangue de dois juvenis de jundiá por unidade experimental (n = 8) com auxílio de seringas lavadas internamente com solução EDTA 10%. Foram avaliados os índices hematimétricos absolutos e suas variáveis, contagem diferencial de leucócitos, contagem total de leucócitos, trombócitos e o *burst* oxidativo.

As variáveis hematimétricas e o *burst* oxidativo dos leucócitos foram determinados em conjunto com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

3.4.1 Contagem de eritrócitos

A contagem de eritrócitos foi feita em câmara hemocitométrica de Neubauer usando diluente conforme Natt e Herrick (1952). A avaliação da concentração de hemoglobina foi realizada de acordo com o método da cianometá-hemoglobina (BLAXHALL e DAISLEY, 1973).

3.4.2 Contagem de hematócrito

O hematócrito foi determinado com auxílio de microhematócrito segundo metodologia preconizada por Goldenfarb et al. (1971). As variáveis hematimétricas VCM, HCM e CHCM foram determinadas de acordo com o método de Wintrobe (1934):

$$VCM (\mu\text{L}) = \frac{\text{Hematócrito} \times 10}{n^\circ \text{ Eritrócitos}}$$

$$HCM (\text{pg cell}^{-1}) = \frac{\text{Hemoglobina} \times 10}{n^\circ \text{ de Eritrócitos}}$$

$$CHCM (\text{g dL}^{-1}) = \frac{\text{Hemoglobina} \times 100}{\text{Hematócrito}}$$

3.4.3 Contagem de leucócitos e trombócitos

A contagem total de leucócitos e trombócitos foi realizada pelo método

indireto (TAVARES DIAS et al., 2002a):

$$\text{Leucócitos } (10^6 \mu\text{L}^{-1}) = \frac{\text{n}^\circ \text{ de leucócitos x n}^\circ \text{ total de eritrócitos}}{2000 \text{ eritrócitos contados na extensão sanguínea}}$$

$$\text{Trombócitos } (\mu\text{L}^{-1}) = \frac{\text{n}^\circ \text{ de trombócitos x n}^\circ \text{ total de eritrócitos}}{2000 \text{ eritrócitos contados na extensão sanguínea}}$$

Para a contagem diferencial das células de defesa (leucócitos), foram realizadas extensões sanguíneas coradas pelo método de Rosenfeld (1947), onde foram contadas 100 células em cada lâmina e o resultado expresso em % de cada tipo celular (neutrófilo, linfócito, monócito, eosinófilo e célula granulocítica especial), sendo posteriormente calculados o número absoluto de cada um com relação ao número total de leucócitos observados na câmara de Neubauer.

O *burst* respiratório dos leucócitos foi determinado seguindo o protocolo de Anderson e Siwicki (1995), que consiste em determinação colorimétrica dos ROSs (espécies reativas de oxigênio) produzidos pela explosão respiratória dos leucócitos.

3.5 INFESTAÇÃO EXPERIMENTAL POR ICTIO

Jundiás naturalmente infestados com ictio foram mantidos em uma caixa isolada no laboratório e serviram de inóculo inicial para a infestação experimental, a qual seguiu diferentes etapas: 1 - para a obtenção de trofontes foi realizada raspagem suave com lâmina de bisturi sobre a superfície corporal dos jundiás infestados com ictio; 2 - o material coletado foi depositado em placa de petri, por meio de lavagem da lâmina de bisturi com jatos de água decolorada, e em seguida foram incubados por 24 horas para obtenção dos terontes (forma infectante) a serem inoculados em cada unidade experimental; 3 – os terontes foram então transferidos da placa de petri para um becker de 30 mL, e após contagem em triplicata com auxílio de câmara de Sedgewick-Rafter, para determinação da quantidade obtida de terontes/mL, foram inoculados 21.000 terontes por peixe (XU et al., 2004). O número devido de terontes para cada unidade experimental (147.000) foi colocado em placas de petri, que foram posteriormente mergulhadas nas caixas.

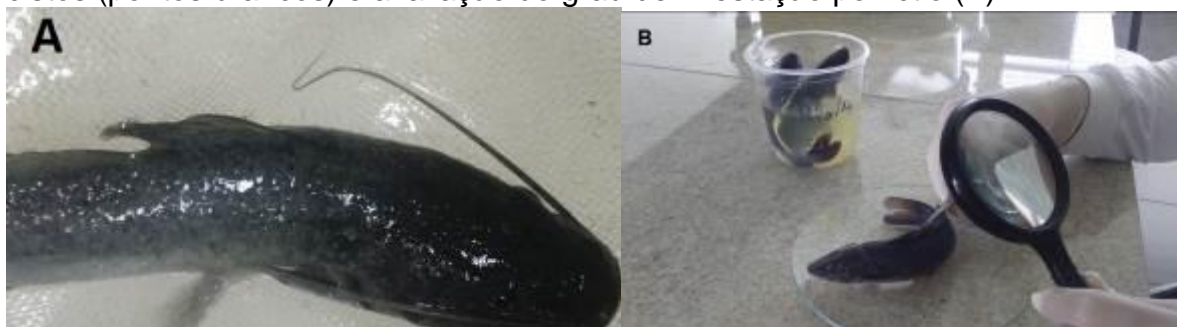
Para que houvesse maior probabilidade do encontro parasita-hospedeiro, foi

diminuído o volume de água das caixas para 15 L na primeira hora de infestação, sendo restabelecido o volume (54 L) posteriormente. Uma repetição de cada tratamento não foi inoculada com ictio e serviu de controle negativo da infestação.

Durante o período de infestação experimental, os peixes foram alimentados apenas uma vez ao dia para evitar a deterioração da qualidade da água. Ainda, visando minimizar o risco de se modificar a quantidade de inóculo das caixas, pela eventual retirada de parasitas via sifonamento e troca de água, foram realizadas renovações de 30% do volume da água a cada dois dias. A temperatura, concentrações de oxigênio dissolvido e amônia na água durante período de infestação foram de, respectivamente, $19,02 \pm 0,72^{\circ}\text{C}$, $7,5 \pm 0,5 \text{ mg/L}$ e $0,1 \pm 0,0 \text{ mg/L}$.

Após 5 dias da infestação experimental, foram coletadas amostras de três peixes por unidade experimental ($n=12$), os quais foram sacrificados por secção medular e preservados em formol 4% para determinação do grau de infestação por ictio. Os demais peixes foram mantidos em cada caixa, para observação da evolução da mortalidade acumulada. Com auxílio de lupa, foi realizada a contagem do número de cistos (pontos brancos) na superfície corporal dos jundiás, incluindo as nadadeiras caudal, anal, adiposa, dorsal, peitorais e pélvicas (Figura 6). O número de cistos em cada peixe foi determinado pela média de duas contagens realizadas com variação inferior a 10% (BORBA et al., 2007).

Figura 6 - Amostra de juvenis de jundiá (A) utilizados para contagem do número de cistos (pontos brancos) e avaliação do grau de infestação por ictio (B).



Fonte: Cararo, 2016.

Os procedimentos adotados nesta pesquisa estão em conformidade com a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFFS, aprovada sob o protocolo nº 23205.004644/2015-61.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A avaliação dos efeitos das concentrações de óleo essencial de orégano na dieta sobre os parâmetros de desempenho e resistência à infestação por ictio em juvenis de jundiá foi realizada por meio de análise de variância de um fator (one-way ANOVA) e regressão polinomial. O modelo mais adequado de regressão foi escolhido levando em consideração a significância do coeficiente de regressão, a magnitude do coeficiente de determinação, assim como o comportamento das variáveis sob análise. Para verificação da normalidade e homocedasticidade dos dados foi aplicado o teste de Shapiro Wilk. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R adotando-se o nível de 5% de significância. Os valores em percentagem sofreram transformação arco-seno para serem analisados (ZAR, 1996).

4 RESULTADOS

4.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) das concentrações de óleo essencial de orégano na dieta (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 g/kg) sobre as variáveis analisadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho zootécnico dos juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias¹.

Desempenho zootécnico	Dietas experimentais				
	Óleo essencial de orégano (g/kg)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Sobrevivência (%)	93,75±6,29	95,00±7,07	98,75±2,5	100,0±0,0	100,0±0,0
Ganho em peso (g)	50,82±4,99	53,13±5,22	50,21±9,93	48,87±1,58	48,87±1,58
Taxa de crescimento específico (%)	1,85±0,09	1,69±0,08	1,63±0,16	1,62±0,03	1,62±0,03
Consumo alimentar diário (% peso corporal/dia)	2,30±0,07	2,15±0,08	2,22±0,12	2,34±0,08	2,34±0,08
Conversão alimentar	1,51±0,06	1,40±0,09	1,48±0,06	1,56±0,06	1,56±0,06
Taxa de eficiência proteica	1,72±0,06	1,88±0,13	1,77±0,08	1,68±0,06	1,68±0,06
Índice hepatossomático (%)	1,20±0,22	1,34±0,14	1,28±0,11	1,43±0,11	1,43±0,11
Índice viscerossomático (%)	9,43±1,35	9,47±0,61	10,25±1,01	8,79±0,96	8,79±0,96
Rendimento da carcaça (%)	89,36±1,42	89,19±0,67	88,46±1,09	89,79±0,96	89,79±0,96
ANOVA <i>P</i>	ns	ns	ns	ns	ns
Regressão <i>P</i>	ns	ns	ns	ns	ns

¹Peso inicial dos peixes = 12,00 ± 0,5 g (média e desvio padrão).

²Não significativo ($P>0,05$).

4.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Os resultados da análise da composição corporal dos juvenis de jundiá, encontram-se sumarizados na Tabela 3. As diferentes concentrações de óleo essencial de orégano na dieta não influenciaram significativamente os teores de umidade, proteína, lipídio e cinzas dos peixes ao final dos 89 dias do período de alimentação.

Tabela 3 - Composição corporal dos juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias^{1,2}

Composição corporal (%)	Dietas experimentais				
	Óleo essencial de orégano (g/kg)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Umidade	68,35±0,69	68,31±0,66	69,73±1,16	69,31±0,23	68,98±0,73
Proteína	17,22±0,51	17,53±0,36	17,91±0,66	17,61±0,96	18,03±0,47
Lipídios	11,75±0,81	11,78±0,92	10,96±1,10	11,50±0,37	11,12±1,30
Cinzas	3,01±0,27	3,08±0,13	2,95±0,22	2,95±0,34	2,94±0,17
ANOVA <i>P</i>	ns ³	ns	ns	ns	ns
Regressão <i>P</i>	ns	ns	ns	ns	ns

¹Composição corporal inicial (%): umidade 75,51; proteína, lipídio e cinzas (com base na matéria úmida): 16,97; 5,12; 3,46, respectivamente.

²Média de amostras compostas por três peixes de cada repetição (n=12).

³Não significativo (P>0,05).

4.3 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

As variáveis eritrocitárias (número de eritrócitos, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina, hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM)), leucocitárias (contagens de trombócitos, leucócitos totais e distribuição das células sanguíneas de defesa orgânica: neutrófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e célula granulocítica especial (CGE)) e o *burst* estão apresentados nas na Tabela 4. Não foram verificadas alterações significativas nos parâmetros hematológicos dos juvenis de jundiá submetidos aos diferentes tratamentos dietéticos.

Tabela 4 - Parâmetros hematológicos (eritrocitários e células de defesa) dos juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias.

Parâmetros hematológicos	Dietas experimentais				
	Óleo essencial de orégano (g/kg)				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Eritrócitos ($10^6/\mu\text{L}$)	$2,758 \times 10^6 \pm 0,412 \times 10^6$	$3,046 \times 10^6 \pm 0,758 \times 10^6$	$2,816 \times 10^6 \pm 0,696 \times 10^6$	$2,483 \times 10^6 \pm 0,427 \times 10^6$	$2,714 \times 10^6 \pm 0,302 \times 10^6$
Hematócrito (%)	22,57 \pm 1,72	25,38 \pm 4,63	23,13 \pm 4,09	19,88 \pm 3,91	22,38 \pm 2,13
VCM (fL)	84,83 \pm 11,97	84,93 \pm 11,64	84,46 \pm 16,35	81,08 \pm 16,91	83,11 \pm 10,37
Conc. HGB (g/dL)	6,33 \pm 1,13	6,32 \pm 2,47	6,30 \pm 1,73	4,89 \pm 1,80	5,52 \pm 1,79
HCM (pg/cel)	24,11 \pm 3,74	21,41 \pm 9,45	22,62 \pm 4,76	20,68 \pm 10,57	20,11 \pm 5,05
CHCM (g/dL)	28,74 \pm 4,69	25,09 \pm 9,84	27,37 \pm 6,85	26,77 \pm 15,03	24,55 \pm 6,98
Trombócitos (μL)	63687,04 \pm 40842,83	41012,27 \pm 21108,07	37905,65 \pm 22076,91	42132,95 \pm 11315,77	41932,71 \pm 22415,31
Leucócitos Totais (μL)	37273,63 \pm 17710,17	28259,08 \pm 13800,34	31616,54 \pm 9644,50	35185,86 \pm 26288,86	32106,81 \pm 10945,69
Linfócitos (μL)	18230,56 \pm 6579,53	16914,80 \pm 8508,69	16134,00 \pm 6398,07	17439,05 \pm 18820,17	15831,43 \pm 6146,22
Neutrófilos (μL)	16392,20 \pm 13760,63	9667,11 \pm 5979,25	13909,42 \pm 8366,28	14326,37 \pm 8309,10	13757,14 \pm 6640,57
Monócitos (μL)	2323,37 \pm 978,10	1196,19 \pm 1242,66	1236,64 \pm 480,38	2828,98 \pm 2449,47	2083,68 \pm 806,85
Eosinófilos (μL)	19,81 \pm 56,04	207,38 \pm 249,40	185,98 \pm 185,39	277,71 \pm 370,39	27,45 \pm 53,68
CGE (μL)	307,64 \pm 381,57	273,60 \pm 336,21	150,51 \pm 167,98	313,75 \pm 416,21	407,11 \pm 475,42
Burst (DO)	0,275 \pm 0,100	0,316 \pm 0,103	0,395 \pm 0,073	0,328 \pm 0,087	0,280 \pm 0,108
ANOVA <i>P</i>	ns ¹	ns	ns	ns	ns
Regressão <i>P</i>	ns	ns	ns	ns	ns

VCM (Volume Corpuscular Médio); Conc. HGB (Concentração de Hemoglobina); HCM (Hemoglobina Corpuscular Média); CHCM (Concentração da Hemoglobina Corpuscular Média); CGE (Célula Granulocítica Especial); DO (Densidade Óptica).

¹Não significativo ($P > 0,05$).

4.4 AVALIAÇÃO DO GRAU DE INFESTAÇÃO POR ICTIO

Os resultados do grau de infestação dos juvenis de jundiá alimentados com as diferentes dietas experimentais e posteriormente submetidos a infestação experimental com ictio estão apresentados na Tabela 5. Não foi verificada influência significativa das concentrações de óleo essencial de orégano na dieta sobre este parâmetro.

Tabela 5 - Grau de infestação por *Ichthyophthirius multifiliis* em juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias e submetidos a infestação experimental¹.

Dietas (Óleo essencial de orégano, g/kg)	Grau de infestação (nº de cistos/peixe)
0,0	265,44±119,67
0,5	348,22±275,96
1,0	331,67±258,41
1,5	284,44±162,84
2,0	369,67±133,26
ANOVA <i>P</i>	ns ²
Regressão <i>P</i>	ns

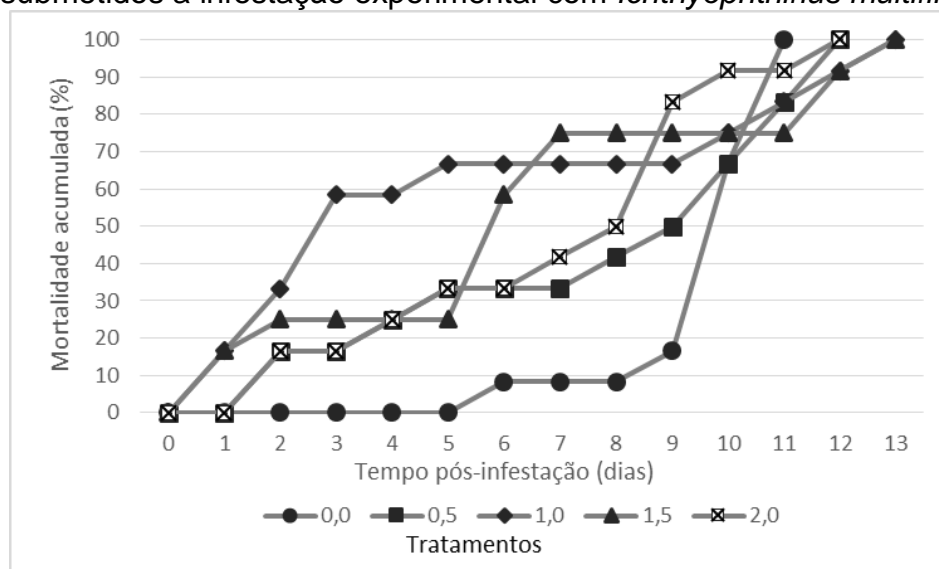
¹ Média de amostras compostas por três peixes de cada repetição (n=9).

² Não significativo ($P > 0,05$).

As diferentes concentrações de óleo essencial de orégano nas dietas não foram eficazes quando comparadas com a dieta controle (0,0 g/kg de óleo essencial de orégano) tanto em relação a mortalidade acumulada, que ocorreu em sua totalidade entre o 11º e 13º dia de infestação, quanto ao grau de infestação dos jundiás. Entre o 5º dia (coleta) e o 13º dia (mortalidade total), as mortes foram ocorrendo de forma gradativa, sendo que em algumas repetições a mortalidade total ocorreu antes do 11º-13º dias (Fig. 7).

Na avaliação dos peixes de cada tratamento que não foram infestados experimentalmente e serviram como controle negativo da infestação, foi constatado que alguns se encontravam com pequena presença de ictio (<18 cistos/px), muito inferior aos tratamentos submetidos a infestação experimental.

Figura 7 – Mortalidade acumulada¹ de juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de óleo essencial de orégano durante 89 dias e submetidos a infestação experimental com *Ichthyophthirius multifiliis*.



¹Não significativa ($P > 0,05$).

5 DISCUSSÃO

No presente estudo, as concentrações de óleo essencial de orégano suplementadas (0,5 a 2,0 g/kg) em dieta orgânica para juvenis de jundiá não resultaram em melhora significativa no desempenho zootécnico dos peixes, tampouco nos parâmetros sanguíneos ou resistência ao ictio.

Os juvenis de jundiá alimentaram-se ativamente e apresentaram incremento no peso de aproximadamente 5,3 vezes em 89 dias de período experimental. A conversão alimentar (1,40 a 1,56) e taxa de crescimento específico (1,62 a 1,89%) foram um pouco piores que as médias de CA (1,3) e TCE (2,3%) apresentadas por juvenis de *R. quelen* com peso inicial de 14,5 g, alimentados com diferentes níveis de farinha de linhaça na dieta durante sete semanas (GOULART et al., 2013). Todavia, é possível que os piores resultados aqui verificados estejam relacionados ao maior período experimental, que foi quase o dobro do referido estudo. Ainda, na literatura também são encontrados valores de TCE <1,0% para o *R. quelen*, inferiores aos obtidos no presente estudo, mesmo se tratando de peixes com menor peso inicial (2,9 g) e menor período experimental (45 dias) (ROCHA et al., 2007). Segundo Losekann et al. (2008), valores de conversão alimentar entre 1,3-1,5 são considerados aceitáveis para jundiá.

A taxa de eficiência proteica foi bastante similar entre os tratamentos alimentares (1,7 a 1,9), sugerindo bom aproveitamento da proteína dietética. Valores semelhantes foram obtidos em estudo com juvenis de *R. quelen* com 15 g de peso inicial, alimentados por 60 dias com diferentes fontes proteicas (LAZZARI et al., 2006).

Os índices hepatossomático (IHS), viscerossomático (IVS) e o rendimento de carcaça (RC) não variaram significativamente, indicando que não houve alterações morfológicas em relação às dietas testadas (LOVATTO et al., 2014). Em estudos com juvenis de jundiá de tamanho semelhante, também não foram observadas diferenças significativas para tais parâmetros, mas valores médios mais altos de IHS (1,5 a 1,7%) e inferiores de RC (84,3 a 86,4%) foram obtidos por Lovatto et al. (2014) e Goulart et al. (2013), respectivamente.

Na literatura, existem poucas informações sobre a influência do óleo essencial de orégano em dietas para peixes e os resultados encontrados são um tanto contraditórios. Corroborando com o presente trabalho, Kanashiro (2015), em estudo com juvenis de lambari-do-rabo-amarelo, alimentados com dietas suplementadas com óleo essencial de orégano, também não verificou efeito significativo para os parâmetros de desempenho avaliados. Da mesma forma, em juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com diferentes óleos essenciais, incluindo o óleo essencial de orégano, não foi verificado efeito quanto aos parâmetros de crescimento (CAMPAGNOLO et al., 2013). Assim como também não foi verificado influência significativa sobre os resultados em estudos com suplementação de carvacrol (principal princípio ativo do óleo essencial de orégano) em dietas para a tilápia-do-Nilo (FRECCIA et al., 2014), robalo (VOLPATTI et al., 2014) e truta-arco-íris (YILMAZ et al., 2015). Por outro lado, em contraste aos estudos supracitados, a inclusão de óleo essencial de orégano na dieta resultou em efeitos positivos sobre o desempenho de juvenis de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (ZHENG et al., 2009), de truta-arco-íris (AHMADIFAR et al., 2011; DILER et al., 2017) e de lambari-do-rabo-amarelo (FERREIRA et al., 2014).

Efeitos do óleo essencial de orégano no desempenho produtivo de peixes podem estar relacionados com a ativação de enzimas digestivas, como por exemplo a secreção de tripsina na porção superior do intestino delgado, potencializando a ação da microbiota intestinal (JAMROZ et al., 2005; FRECCIA et al., 2014) por meio de interações sinérgicas entre os compostos fenólicos e a microbiota gastrointestinal

(ZHENG et al., 2009; AHMADIFAR et al., 2011) aumentando, desta forma, a digestibilidade (HERNÁNDEZ et al., 2004) e absorção de nutrientes (MICHIELS et al., 2010; FERREIRA et al., 2014), melhorando a eficiência alimentar. Este efeito de ativação de enzimas digestivas também é observado em outros animais, como no caso de frangos de corte, em que a suplementação de óleo essencial de orégano aumentou a atividade da quimotripsina no sistema digestivo e melhorou a digestibilidade da dieta (BASMACIOĞLU et al., 2010).

A maioria dos suplementos alternativos reivindica ter efeitos sobre a microbiota direta ou indiretamente (MACLENNAN et al., 2002). Embora os peixes tenham apenas benefícios nutricionais marginais da microbiota intestinal em comparação com outros animais terrestres, tais como ruminantes e herbívoros não-ruminantes, a redução da atividade de microrganismos antagonistas na microbiota intestinal pode influenciar na resiliência do hospedeiro, protegendo-o contra ação de patógenos (CORRÊA et al., 2002; SCHNEITZ, 2005; ZHENG et al., 2009). Os fenóis, como os terpenóides e fenilpropanóides presentes no óleo essencial de orégano, podem penetrar na membrana das células de microrganismos devido à sua lipofilia, sensibilizando a bicamada fosfolipídica destas, desintegrando e atingindo as partes internas da célula, sugerindo, assim, aumento da permeabilidade e perdas de constituintes intracelulares vitais ou danos nos sistemas da membrana celular do microrganismo (HELANDER et al., 1998; SINGH et al., 2002).

Também as propriedades estruturais, tais como a presença dos grupos funcionais e aromaticidade podem ser responsáveis pela atividade antibacteriana. Sendo assim, o controle da microbiota poderia influenciar positivamente o desempenho animal e o óleo essencial de orégano, com suas propriedades antimicrobianas conhecidas, é considerado uma boa alternativa natural para os promotores de crescimento (ZHENG et al., 2009). Todavia, a melhora supracitada no crescimento dos peixes não foi verificada no presente estudo, sugerindo que provavelmente o óleo essencial de orégano não influenciou positivamente a microflora intestinal e digestibilidade dos jundiás.

Quanto a análise de composição corporal, também não foi verificada influência da suplementação da dieta com óleo essencial de orégano sobre os teores de proteína, lipídio, cinzas e umidade entre os grupos experimentais, o que vai de encontro aos resultados obtidos por Yilmaz et al. (2015), que também não verificaram diferenças significativas na composição corporal de juvenis de truta-arco-

íris alimentados com dietas suplementadas com carvacrol. Já outros estudos demonstraram influência da suplementação da dieta com óleo essencial de orégano, ou seus princípios ativos, sobre a composição corporal de diferentes espécies de peixes. Em juvenis do bagre do canal os conteúdos de lipídio, cinzas e matéria seca não foram influenciados pela suplementação de óleo essencial de orégano, de timol ou carvacrol na dieta, mas os teores de proteína corporal sim, os quais aumentaram com a inclusão destes compostos (ZHENG et al., 2009). Em juvenis de truta-arco-íris, por sua vez, a suplementação da dieta com timol-carvacrol (1 a 3 g/kg) influenciou significativamente os teores corporais de lipídio, proteína e cinzas, mas não na matéria seca (AHMADIFAR et al., 2011). Já para juvenis de lambari-do-rabo-amarelo somente o teor de cinzas não foi influenciado pelos tratamentos alimentares, a proteína corporal aumentou significativamente nos peixes que receberam dietas com 2,5 g/kg de óleo essencial de orégano e verificou-se efeito linear decrescente para a matéria seca e lipídio corporais (FERREIRA et al., 2014).

Os compostos fenólicos presentes no óleo essencial de orégano podem atuar como moduladores, ou seja, ajudam na adaptação da microbiota intestinal dos peixes auxiliando na digestão e absorção dos nutrientes, proporcionando maior disponibilização de aminoácidos para a síntese proteica e consequente aumento do conteúdo de proteína corporal (CAMPAGNOLO et al., 2013).

O nível de inclusão do óleo essencial de orégano na dieta, assim como a composição e concentração dos compostos bioativos, podem ser fatores de variação nos resultados de estudos realizados com este tipo de aditivo natural. Entretanto, provavelmente estes não foram os motivos da não verificação de diferenças significativas entre os tratamentos no presente estudo, uma vez que foi utilizado o mesmo produto comercial e mesmas concentrações avaliados no trabalho de Ferreira et al. (2014), que obtiveram melhora significativa no desempenho e composição corporal de juvenis de lambari-do-rabo-amarelo. Outros fatores também podem influenciar os resultados obtidos com este aditivo, dentre os quais o tempo de administração, a fase de desenvolvimento dos peixes e as características intrínsecas a cada espécie (CAMPAGNOLO et al., 2013; YILMAZ et al., 2015).

A avaliação de parâmetros sanguíneos é uma importante ferramenta em estudos com peixes, pois podem ser usados como indicadores biológicos no diagnóstico de doenças e estresse que o ambiente ou patógenos podem impor aos

peixes, indicando condições de saúde dos animais, tanto em ambiente natural quanto em cultivo (TAVARES-DIAS et al., 2007; ARAÚJO et al., 2009; SANTOS e TAVARES-DIAS, 2010; RANZANI-PAIVA et al., 2013). O eritrograma permite a identificação de processos anêmicos, enquanto o leucograma possibilita o diagnóstico de processos infecciosos em população de peixes (TAVARES-DIAS et al., 2007; SANTOS et al., 2009; RANZANI-PAIVA et al., 2013). Assim, as alterações dos padrões hematológicos de referência, bem como os distúrbios morfológicos de células do sangue podem ser utilizadas para avaliação prognóstica em peixes frente aos diferentes desafios do ambiente, principalmente de cultivo, visto que estas alterações ocorrem em resposta aos danos causados por agentes agressores (SATAKE et al., 2009).

No presente estudo, não foram observadas alterações significativas nos parâmetros hematológicos em juvenis de jundiá alimentados com níveis crescentes de óleo essencial de orégano na dieta. Da mesma forma, a suplementação dietética de carvacrol também não influenciou parâmetros hematológicos em juvenis de truta-arco-íris (YILMAZ et al. (2015).

As variáveis hematológicas, leucocitárias e índices hematimétricos dos juvenis de jundiá apresentaram-se dentro dos valores basais encontrados para a espécie (TAVARES-DIAS et al., 2002b), indicativo de que durante o período experimental os peixes estiveram em ambiente adequado, com os parâmetros de qualidade de água aceitáveis para o jundiá (GOMES et al., 2000). A não alteração destas variáveis no presente estudo sugerem, conforme Tavares-Dias et al. (2007), que os peixes não passaram por nenhum fator estressante significativo e que estavam em estado nutricional adequado.

As variáveis leucocitárias, células que fazem parte do sistema imune inato (não específico), formam a primeira linha de defesa contra patógenos, utilizando as vias sanguíneas para realizar o monitoramento de possíveis infecções e/ou danos teciduais (PUNITHA et al., 2008; TAVARES-DIAS et al., 2009). Desta forma, um elevado número destas células na circulação dos peixes e rápida renovação possivelmente confere melhor proteção contra vários microrganismos patogênicos que aparecem em concentrações mais altas no ambiente aquático, em comparação com o ambiente terrestre (SADO et al., 2014).

Os leucócitos, após estímulos, são capazes de produzir metabolismo conhecido na literatura como *burst* oxidativo (explosão respiratória). O *burst* também

está correlacionado com liberação de citocinas e resposta inflamatória em peixes (NEUMANN et al., 2000; RIEGER et al., 2010). Neste processo que desencadeia o *burst* respiratório dos leucócitos, os fagócitos produzem espécies reativas de oxigênio (ROSs) que contribuem para a destruição de microrganismos (BILLER-TAKAHASHI; URBINATI, 2014). Os ROSs são substâncias solúveis intracelulares, notavelmente tóxicos para microrganismos, que fornecem ao corpo dos peixes proteção inata humoral contra patógenos fagocitados ou patógenos que tenham invadido a célula hospedeira (RIEGER; BARREDA, 2011). A atividade de *burst* respiratória dos fagócitos tem sido usada com frequência como um indicador de imunidade inespecífica em peixes (SAHOO et al., 2005).

A fagocitose é um dos mais importantes mecanismos de defesa do peixe, capazes de destruir as partículas invasoras, além de processá-las e apresentá-las às células específicas que irão promover a produção de imunoglobulinas (NEUMANN et al., 2001). Durante a fagocitose dos agentes patogênicos, os leucócitos aumentam o seu consumo de oxigênio gerando várias espécies reativas de oxigênio, como o superóxido e peróxido de hidrogênio que são altamente tóxicos e formam a base de um potente sistema antibacteriano (KLEBANOFF, 1999). Neste sentido, os imunoestimulantes, tais como os óleos essenciais, trazem benefícios para os peixes, promovendo vários mecanismos de defesa imunológica, dentre os quais o aumento da atividade de macrófagos, fagocitose por neutrófilos e monócitos, maior produção de linfócitos, imunoglobulina e lisozima (VIADANNA, 2012).

Os óleos essenciais são considerados substâncias biológicas que auxiliam benéficamente os mecanismos específicos imunológicos e não específicos dos animais a agentes infecciosos (JENEY et al., 2009; HARIKRISHNAN et al., 2011). Todavia, nem sempre tais efeitos positivos são verificados e, como no presente estudo, Volpatti et al. (2014) também não observaram influência do carvacrol suplementado na dieta sobre as células de defesa de juvenis de robalos. Já Ahmadifar et al. (2011), verificaram que juvenis de truta-arco-íris alimentados com dietas contendo timol-carvacrol apresentaram maior número de linfócitos que o grupo controle. Da mesma forma, em estudo também com juvenis de truta-arco-íris alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo essencial de orégano, foi verificado maior atividade de lisozima e resistência a doença em peixes que receberam o maior nível testado (3 mL/kg) (DILER et al. (2017).

Os linfócitos estão entre as células importantes do sistema de defesa em

peixes, produzindo anticorpos por respostas de imunidade específica enquanto aumentam a atividade de macrófagos (JALALI et al., 2009) e podem apresentar efeitos semelhantes aos de imunoglobulinas proporcionando proteção contra parasitas (YAMAMOTO et al., 2001).

Juntamente com os leucócitos, os trombócitos fazem parte das células de defesa do organismo, têm funções homeostáticas, como as plaquetas de mamíferos, e também podem participar do processo de morbidade e resistência à doença, sendo essencial para o diagnóstico de possíveis alterações hematológicas (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; TAVARES-DIAS et al., 2009). A presença desta célula em exsudatos inflamatórios, substâncias envolvidas na fagocitose como fosfatase ácida, glicogênio e capacidade de aderência em *Aeromonas hydrophila* mostram sua efetiva participação em mecanismos de defesa (BURROWS et al., 2001; TAVARES-DIAS; MORAES, 2004). Da mesma forma, os monócitos (células fagocíticas) podem migrar dos vasos sanguíneos para o sítio inflamatório se diferenciando em macrófagos (SADO; MATUSHIMA, 2007), e os neutrófilos, que também tem atividade fagocítica contra microrganismos e substâncias estranhas (SADO et al., 2014) representando o leucócito mais importante no peixe devido à sua elevada sensibilidade às alterações ambientais e rápida resposta migratória aos tecidos inflamados, iniciando a resposta imune celular (SILVA; SORIANO, 2009). A quantidade destas células no presente estudo, bem como as células granulocíticas especiais, que apesar de sua função ainda não estar bem clara, há indicativo de propriedades bactericidas e imunomoduladoras (VEIGA et al., 2002; TAVARES-DIAS et al., 2004) e os eosinófilos que por sua vez, também não tem suas funções bem claras, mas a presença de um elevado número desta célula pode ser característica de determinada espécie de peixe ou infestação parasitária (TAVARES-DIAS; MATAQUEIRO, 2004), estiveram dentro da normalidade para a espécie, sugerindo que os peixes não passaram por nenhum processo inflamatório ou parasitário.

Cabe destacar que estudos voltados ao efeito de óleos essenciais sobre o sistema imune de peixes ainda são escassos, principalmente em espécies neotropicais, e inexistentes em sistemas agroecológicos de produção. Mas, segundo Tavares-Dias et al. (2009), se trata de ferramenta importante para melhor compreensão dos mecanismos de ação destas substâncias.

Uma possível explicação para a suplementação do óleo essencial de orégano em dietas para juvenis de jundiá não ter se mostrado efetiva como imunoestimulante

das células de defesa pode ser o fato dos peixes não terem sido expostos a um agente patogênico durante os 89 dias do período de alimentação. Sendo assim, não houve estímulo para que o sistema imune dos peixes fosse ativado e, então, resultar em diferenças entre os tratamentos em relação ao aumento do número de leucócitos. Tampouco a atividade de explosão respiratória (*burst*) mostrou algum estímulo das células fagocíticas. Por outro lado, também há relatos na literatura que mesmo quando na presença de patógeno o estímulo das células de defesa não é evidenciado. Este foi o caso em juvenis de *Diplodus puntazzo*, espécie de peixe marinho conhecido como “sargo”, alimentados com óleo essencial de orégano, que mesmo estando infectados por *Myxobolus* sp. não foi observado maior número das células fagocíticas e atividade de explosão respiratória (KARAGOUNI et al., 2005).

No presente estudo utilizou-se o método indireto para contagem de leucócitos totais, conforme recomendado por TAVARES-DIAS et al. (2002a), cujos valores resultantes são maiores do que os obtidos pelo método direto (preconizado por NAT; HERRICK, 1952) utilizado por Barcellos et al. (2004) em estudo hematológico com jundiás. Diferentes metodologias podem resultar em diferenças nos valores leucocitários. Tavares-Dias et al. (2002b) ainda sugere que indivíduos de tamanhos diferentes consomem energia em quantidade diversa, podendo interferir no seu quadro hematológico. Outros fatores bióticos e abióticos também podem influenciar, como o estado nutricional, maturação gonadal, sexo, variação genética, processos infecciosos, qualidade da água, temperatura, além da metodologia de colheita de sangue e tipo de anticoagulante usado (TAVARES-DIAS et al., 2002b; VIADANNA, 2012; SADO et al., 2014).

A inclusão de níveis crescentes de óleo essencial de orégano na dieta não apresentou efeito imunoestimulante para juvenis de jundiá, o que pôde ser confirmado pela análise hematológica e ensaio de resistência à infestação experimental com o ectoparasita *I. multifiliis*. Houve elevado grau de infestação e mortalidade em todos os tratamentos, ocorrendo 100% de mortalidade dos peixes entre o 11º e 13º dia da infestação experimental. Após início de mortes dos peixes, acontece liberação de terontes de forma exponencial e processo de re-infestações dos animais, o que eleva a mortalidade acumulada (YASUMARU, 2007).

Em juvenis de truta-arco-íris, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina C durante 8 semanas, também não foi verificada diferença significativa no grau de infestação dos peixes coletados 8 dias após a infestação

experimental por ictio. Porém, a mortalidade acumulada foi significativamente menor nas dietas de maiores concentrações de vitamina C em comparação com as concentrações mais baixas e a dieta controle, sugerindo melhor condição geral dos peixes (WAHLI et al., 1995). Em estudo com juvenis de jundiá, também alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de vitamina C e posteriormente desafiados com ictio, não houve diferença significativa entre os tratamentos, inclusive em relação aos peixes alimentados com a dieta controle, isenta de vitamina C (BORBA et al., 2007).

Na avaliação dos peixes de cada tratamento que não foram infestados experimentalmente e serviram como controle negativo da infestação, foi constatado que alguns se encontravam com pequena presença de ictio (<18 cistos/px), muito inferior aos tratamentos submetidos a infestação experimental. Tal fato pode ter ocorrido devido a fatores estressores a que os jundiás foram submetidos ao final do período de alimentação, quando se realizou a biometria com pesagem individual dos peixes e reestocagem nas unidades experimentais. Tendo em vista que as caixas foram desconectadas do sistema de recirculação, houve modificação das condições ambientais em que os jundiás vinham sendo mantidos, que antes era em água salinizada (3‰) e temperatura controlada ($28,3 \pm 0,97^{\circ}\text{C}$), passando a ser em água com zero de salinidade e temperatura ambiente ($19,02 \pm 0,72^{\circ}\text{C}$). Assim, pela alta susceptibilidade do jundiá ao *I. multifiliis*, tais fatores estressores provavelmente influenciaram no surgimento de pequena quantidade de ictio em alguns peixes que não foram submetidos à infestação experimental, confirmando os resultados de que de fato a suplementação de óleo essencial de orégano não foi refletida em aumento da resistência de jundiá frente a este ectoparasita.

6 CONCLUSÃO

A suplementação de óleo essencial de orégano na dieta não se mostrou efetiva na melhora do desempenho zootécnico ou aumento da resistência dos juvenis de jundiá ao *I. multifiliis*. Todavia, o conhecimento obtido representa um passo significativo na busca de alternativas para prevenir de forma natural a ictiofitiríase e melhorar os índices produtivos da espécie. Assim, tendo em vista a importância do tema, mais estudos devem ser realizados para ampliação do conhecimento sobre os mecanismos de ação e efeito deste e outros aditivos naturais em jundiás, inclusive em outras fases de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A. A.; EL-ASELY, A. M.; KANDIEL, M. M. M. Effects of Dietary Propolis and Pollen on Growth Performance, Fecundity and Some Hematological Parameters of *Oreochromis niloticus*. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 12, p. 851-859, 2012. Disponível em: www.trifas.org > Acesso em: 22 mar. 2017.
- ABDEL-HAFEZ, G.; LAHNSTEINER, F.; MANSOUR, N. Possibilities to control *Ichthyophthirius multifiliis* infestation with medicated feed in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and chub (*Leuciscus cephalus*). **Parasitologia Revista**, v. 113, n. 3, p. 1119-1126, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24419403> > Acesso em: 23 jan. 2017.
- AHMADIFAR, E.; FALAHATKAR, B.; AKRAMI, R. Effects of dietary thymol-carvacrol on growth performance, hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 27, n° 4, p. 1057-1060, 2011. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/230394829> > Acesso em: 28 jul. 2015.
- ALLAN, P.; BILKEI, G. Oregano improves reproductive performance of sows. **Theriogenology**, v. 63, p. 716-721, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15629791> > Acesso em: 7 mar. 2017.
- ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5ªed., Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2008. 120 p. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/luizaalencastro779/agroecologia-a-dinamica-produtiva-da-agricultura-sustentvel-altieri> > Acesso em: 28 jul. 2015.
- ANDERSON, D. P.; SIWICKI, A. K. Basic haematology and serology for fish health programs, p. 185-202. In SHARIFF, M., ARTHUR, JR., SUBASINGHE, RP. (Eds.). Diseases in Asian aquaculture II. Fish Health Section, Manila. **Asian Fisheries Society**, 1995, 550 p. Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/95372> > Acesso em: 29 mai. 2017.
- ARAÚJO, C.S.O., et al. Infecção parasitária e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae), cultivados no estado do Amazonas, Brasil. In: TAVARES-DIAS, Marcos. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Embrapa, Amapá, p.389-424, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC, 16th edn.**, Patrícia Cunnif (ed.), Washington, DC, 1141 p. 2000.
- AZAMBUJA, C. R. et al. Effect of the essential oil of *Lippia alba* on oxidative estress parameters in silver catfish (*Rhamdia quelen*) subjected to transport. **Revista Aquaculture**, v. 319, p. 156-161, 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848611004789> > Acesso em: 28 jan. 2016.
- BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. Jundiá (*Rhamdia* sp.), p. 303-319. In:

BALDISSEROTTO, B.; GOMES, C. L. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, 2005. 470 p.

BALDISSEROTTO, B.; RADUNZ NETO, J.; BARCELLOS, L. Jundiá (*Rhamdia* sp), p. 301-333. In: **BALDISSEROTTO, B; GOMES, L.C. (Org.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed.** Santa Maria: UFSM, 2010, 608 p.

BARCELLOS, L. J. G. et al. Hematological changes in jundiá (*Ramdia quelen* Quoy and Gaimard Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. **Revista Aquaculture**, v. 237, p. 229-236, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Leonardo_Barcellos2/publication/248341031 > Acesso em: 13 mar. 2017.

BASMACIOĞLU, M. H. et al. Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat–soybean meal diets. **British Poultry Science**, v. 51, n.1, p. 67–80, 2010. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071660903573702>> Acesso em: 17 mai. 2017.

BECKER, A. G. et al. Traspotation of silver catfish, *Rhamdia quelen*, in water with eugenol and the essential oil of *Lippia alba*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 38, p. 789-796, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10695-011-9562-4>> Acesso em: 28 jan. 2016.

BELÉ, Juliana Contrera. **Avaliação de promotores de crescimento alternativos na alimentação de suínos nas fases de recria e terminação.** 2007. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Estadual de Londrina, Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Londrina. 2007. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/2608/2264>> Acesso em: 28 jul. 2015.

BILLER-TAKAHASHI, J.D.; URBINATI, E.C. Fish immunology. The modification and manipulation of the innate immune system: Brazilian studies. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 3, p. 1483-1495, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652014000301484> Acesso em: 29 abr. 2017.

BLAXHALL, P.C.; DAISLEY, K.W. Routine hematological methods for use with fish blood. **Journal of Fish Biology**, v. 5, p. 771-781, 1973. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8649.1973.tb04510.x/pdf> > Acesso em: 29 abr. 2017.

BORBA, M. R.; FRACALLOSSI, D. M; FREITAS, F. A. Efeito da suplementação de vitamina C na dieta sobre a susceptibilidade de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*, ao *Ichthyophthirius multifiliis*. **Revista Acta Science Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/3031/303126486007.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2015.

BORGES, A. M. et al. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 4, p.656-665, 2012. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbpm/v14n4/13> Acesso em: 23 jan. 2017.

BOSCOLO, W. R. et al. Sistema orgânico de produção de pescado de água doce. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 578-590, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v13n2/a25v13n2.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

BOTSOGLOU, N. A. et al. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. **British Poultry Science**, v. 43, p. 223-230, 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12047086>> Acesso em: 7 mar. 2017.

BOTSOGLOU, N. A. et al. The effects of dietary oregano essential oil and R-tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. **Meat Science**, v. 65, p. 1193-1200, 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22063702>> Acesso em: 7 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA e Ministério de Pesca e Aquicultura - MPA. **Instrução Normativa Interministerial nº 28/2011**. Brasília. 2011. 29 p. Disponível em: <<http://www.Mapa.gov.br/legislação>> Acesso em: 15 set. 2015.

BUCHMANN, K. et al. Host responses against the fish parasitizing ciliate *Ichthyophthirius multifiliis*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 100, p.105-116, 2001. Disponível em: <<http://www.tropicalfishforums.co.uk/index.php?action=dlattach;topic=211290.0;attach=485041>> Acesso em: 22 mar. 2017.

BURROWS, A. S.; FLETCHER, T. C.; MANNING, M. J. Haematology of turbot, *Psetta maxima* (L.): ultrastructural cytochemical and morphological properties of peripheral blood leucocytes. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 17, p. 77–84, 2001.

BURT, S. Ann. **Antibacterial activity of essential oils: potential applications in food**. Ph.D. thesis (Doctoral). Utrecht University, Netherlands, 2007. 135 p. Disponível em: <<http://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/24273/full.pdf?sequence=6>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

CABELLO, F. C. et al. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health. **Environmental Microbiology**, v. 15, p. 1917-1942, 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1462-2920.12134/full>> Acesso em: 30 jan. 2015.

CALISLAR, S.; GEMCI, I.; KAMALAK, A. Effect of Orego-Stim on broiler chick performance and some blood parameters. **Journal of Animal and Veterinary**

Advances, v. 8, n. 12, p. 2617-2620, 2009. Disponível em: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/javaa/2009/2617-2620.pdf> Acesso em: 30 jul. 2015.

CAMPAGNOLO, R. et al. Óleos essenciais na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.565-573, 2013. Disponível em: <http://www.rbspa.ufba.br> Acesso em: 02 mar. 2017.

CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José A. **Agroecologia e Extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004, p. 95-120.

CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José A.; PAULUS, Gervásio. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília. 2009. 111 p. Disponível em http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Agroecologia%20uma%20ciencia%20do%20campo%20da%20complexidade.pdf Acesso em: 30 jul. 2015.

CARNEIRO, P. C. F.; SCHORER, M.; MIKOS, J. D. Tratamentos terapêuticos convencionais no controle do ectoparasita *Ichthyophthirius multifiliis* em jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p.99-102, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n1/23249.pdf> > Acesso em: 30 jul. 2015.

CAVALHEIRO, A. C. M., et al. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro – Revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 109, p. 11-20, 2014. Disponível em: http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2014/11-20.pdf > Acesso em: 23 jan. 2017.

CHANSUE, N.; TANGTRONGPIROS, J. Effect of dried Indian almond leaf (*Terminalia catappa*) on monogenean parasite of gold fish (*Carassius auratus*). **Thai Journal of Veterinary Medicine**, v. 35, n. 1, p. 55-56, 2005. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TH2005000587> > Acesso em: 17 abr. 2017.

CHAVES, A. V. et al. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, p. 396-408, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242510507> > Acesso em: 7 mar. 2017.

CHAVES, A. V. et al. A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**, v. 141, p. 213-220, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/232415054> > Acesso em: 7 mar. 2017.

CHITMANAT, C. et al. Antiparasitic, antibacterial, and antifungal activities derived from a *Terminalia catappa* Linn solution against some tilapia (*Oreochromis niloticus*) pathogens. **Acta Horticulturae**, v. 678, p. 179-182, 2005. Disponível em:

<http://www.lib.teiep.gr/images/stories/acta/Acta%20678/678_25.pdf> Acesso em: 17 abr. 2017.

CHRISTYBAPITA, D. et al. Oral administration of *Eclipta alba* leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis mossambicus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 23, p. 840-852, 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17499515>> Acesso em: 22 mar. 2017.

CITARASU, T. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. **Aquaculture International**, v. 18, p. 403-414, 2010. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10499-009-9253-7>> Acesso em: 30 jan. 2016.

CLEFF, M. B. et al. Atividade *in vitro* do óleo essencial de *Origanum vulgare* frente à *Sporothrix Schenckii*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 2, p. 513-516, 2008. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/262499678>> Acesso em: 30 jan. 2016.

COIMBRA J. L. et al. Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1209-1211, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v41n7/31205>> Acesso em: 30 jan. 2016.

CORRÊA, G. S. S. et al. Utilização de antibióticos e probióticos como promotores de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Revista Universidade Rural**, v. 22, n. 2, p. 75-81, 2003. Disponível em: <http://www.editora.ufrj.br/rcv2/rcv22n2/75_81.pdf> Acesso em: 17 mai. 2017.

CROSS, M. L. Localized cellular responses to *Ichthyophthirius multifiliis*: protection or pathogenesis? **Parasitology Today**, v. 10, n. 9, p. 364-368, 1994. Disponível em: <<https://eurekamaq.com/pdf.php?pdf=002649378>> Acesso em: 23 jan. 2017.

CRUZ, C. **Aspectos toxicológicos de parathion metílico e de extrato aquoso de folhas secas de nim (*Azadirachta indica*) para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e eficácia no controle de monogenea Dactylogyridae.** (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP), 2005, 96 p. Disponível em: <repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/144159/000330286.pdf?sequence=1> Acesso em: 17 abr. 2017.

CUNHA JR, Anildo; SCHEUERMANN, Gerson N. Perspectivas para utilização de produtos de origem vegetal como aditivos alternativos na alimentação de aves. 2005. In: I Fórum Internacional de Avicultura, Foz do Iguaçu. **Anais das Palestras do I Fórum Internacional de Avicultura**, 2005, p. 166-174. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/avicultura/artigos/aditivos-alternativos-alimentacao-de-aves-t36652.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2015.

CUNHA, M. A., et al. Essential oil of *Lippia alba*: a new anesthetic for silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Revista Aquaculture**, v. 306, p. 403-406, ago. 2010. Disponível

em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848610003790> > Acesso em: 30 jul. 2015.

DAIRIKI, J. K., et al. Procedimento para inclusão de óleos essenciais em rações para peixes. **Circular técnica, nº 42, Embrapa**, Manaus, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/973005/1/CircTec42.pdf>> Acesso em: 30 jan. 2015.

DIAB, A. S. et al. Effect of garlic, black seed and Biogen as immunostimulants on the growth and survival of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae), and their response to artificial infection with *Pseudomonas fluorescens*. **African Journal of Aquatic Science**, v. 33, n.1, p. 63-68, 2008. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajas/article/view/19780/0> > Acesso em: 17 abr. 2017.

DIAS, G. E. A. et al. Óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) na dieta de frangos de corte como equilibrador da microbiota intestinal. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.37, n.1, p.108-114, 2015. Disponível em: <http://www.rbmv.com.br/pdf_artigos/31-08-2015_10-14RBMV%200114.pdf> Acesso em: 7 mar. 2017.

DICKERSON, H. W.; CLARK, T.G. Immune response of fishes to ciliates. **Annual Review of Fish Diseases**, Vol. 6, p. 107-120, 1996. Disponível em: <<https://www.academia.edu/3240490/>> Acesso em: 23 jan. 2017.

DICKERSON, H. W.; CLARK, T.G. *Ichthyophthirius multifiliis*: a model of cutaneous infection and immunity in fishes. **Immunological Reviews**, v. 166, p. 377-384, 1998. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9914927>> Acesso em: 23 jan. 2017.

DILER, O. et al. Effect of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Nutrition**, v. 23, p. 844-851, 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/305624129>> Acesso em: 29 jul. 2017.

DI STASI, Luiz C.; HIRUMA-LIMA, Clélia A. **Plantas medicinais na Amazônia e na mata atlântica**. 2ª ed. cap. 26, p. 406 – 448. UNESP. São Paulo. 2002. Disponível em: <<https://permacoletivo.files.wordpress.com/2008/05/medicinais-da-amazonia-e-mata-atlantica.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2015.

DORMAN, H. J.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of applied microbiology**, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/12580253>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – RS. **Expointer 2016: Carpa é a principal espécie cultivada no RS**. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/noticias/detalhe-noticia.php?id=24971#.WPE45KK1vIV>> Acesso em: 14 abr. 2017.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – PR. **Produção de peixes cresce 10% no Paraná e mantém mercado abastecido.** Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=92292&tit> > Acesso em: 06 jun. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Piscicultura Estadual 2014-CEDAP 2015.** Disponível em: <[www.epagri.sc.gov.br/wp-content/.../Piscicultura Estadual 2014 Cedap 2015.xlsx](http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/.../Piscicultura_Estadual_2014_Cedap_2015.xlsx) > Acesso em: 14 abr. 2017.

FAO. **Desarrollo de la acuicultura – Enfoque ecosistémico a la acuicultura.** *Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable.* Nº 5, Supl. 4. Roma, 2011. 60 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/014/i1750s/i1750s.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura – Oportunidades y desafíos,** Roma, 2014. 274p. Disponível em: <http://www.fao.org-3-a-i3720s.pdf>. Acesso em: 16 set. 2014.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture - Contributing to food security and nutrition for all,** Roma, 2016. 200 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2017.

FERNANDES, M. C. et al. Utilização de extrato de alho na alimentação do jundiá *Rhamdia quelen* para controle de ictiofitiríase. In: **Anais da 2ª Jornada UNISUL de Iniciação Científica.** UNISUL, Tubarão, 2007. Disponível em: <<http://www.rexlab.unisul.br/junic//2007/> > Acesso em: 23 mai. 2017.

FERREIRA, P. M. F., et al. Essential Oregano Oil as a Growth Promoter for the Yellowtail Tetra, *Astyanax altiparanae*. **Journal of the World Aquaculture Society,** v. 45, n.1, p. 28-34, 2014. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/260406986>> Acesso em: 28 jul. 2015.

FLOROU-PANERI, P. et al. Oregano herb versus oregano essential oil as feed supplements to increase the oxidative stability of turkey meat. **International Journal of Poultry Science,** v. 4, n. 11, p. 866-871, 2005. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.527.1320&rep=rep1&type=pdf> > Acesso em: 7 mar. 2017.

FOTEA, L. et al. The effect of oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.) on broiler performance. **Journal Lucrări Științifice - Seria Zootehnie,** v. 53, p. 253 – 256, 2009. Disponível em: <http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_53/Lenuta_Fotea.pdf > Acesso em: 7 mar. 2017.

FRACALLOSSI, D. M., et al. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terras na região Sul do Brasil. **Acta Scientiarum,** v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004. Disponível em: <<http://189.126.110.61/actascianimsci/article/view/10725>> Acesso em: 4 mar. 2017.

FRECCIA, A. et al. Essential oils in the initial phase of broodstock diets of Nile tilapia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n.1, p.1-7, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v43n1/v43n1a01.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2017.

FUKAYAMA, E.H. et al. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2316-2326, 2005. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6s0/a18v3460.pdf > Acesso em: 7 mar. 2017.

GABOR, E. et al. The Effect of Phytoadditive Combination and Growth Performances and Meat Quality in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Animal Science and Biotechnologies**, v. 45, n. 2, 2012. Acesso em: <<https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=5646f2b00f365f236c8b4583&assetKey=AS%3A295609580965900%401447490224835>> Acesso em: 23 mar. 2017.

GIANNENAS, I. et al. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. **Archives of Animal Nutrition**, v.57, p. 99-106, 2003. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/10656847> > Acesso em: 7 mar. 2017.

GOLDENFARB, P. B. et al. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematócrito determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, p. 35-39, 1971. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ajcp/article-pdf/.../ajcpath56-0035.pdf> >. Acesso em: 28 out, 2015.

GOMES, L. C. et al. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Revista Ciência Rural**, 2000, v. 30, n. 1, p. 179-185. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n1/a29v30n1.pdf> > Acesso em: 23 mai. 2017.

GOULART, F. R. et al. Atividade de enzimas digestivas e parâmetros de crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com farelo de linhaça in natura e demucilada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3069-3080, 2013. Disponível em: <www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/12553/13726> Acesso em: 29 jul. 2017.

HARIKRISHNAN, R.; BALASUNDARAM, C.; HEO, M. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. **Revista Aquaculture**, v. 317, p. 1–15, 2011. Disponível em: <<http://14.139.186.108/jspui/bitstream/123456789/24586/1/37.pdf> > Acesso em: 10 mar. 2017.

HASHIMI, S. R.; DAVOODI, H. Phytochemicals as new class of feed additive in poultry industry. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 17, p. 2295-2304, 2010. Disponível em: <<http://www.academia.edu/380304>> Acesso em: 28 jul. 2015.

HELANDER, I. M. et al. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 9, p. 3590-3595, 1998. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/40153105>> Acesso em: 17 mai. 2017.

HERNÁNDEZ, F. et al. Influence of Two Plant Extracts on Broilers Performance, Digestibility, and Digestive Organ Size. **Poultry Science**, v. 83, p. 169–174, 2004. Disponível em: <<https://www.ps.oxfordjournals.org/content/83/2/169.full.pdf>> Acesso em: 17 mai. 2017.

HLPE, High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. **Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition**, Roma, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3844e.pdf>> Acesso em 12 de abril de 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 41, p.1-108, 2013. Disponível em <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pdf> Acesso em: 28 jul. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 43, p.1-49, 2015. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf> Acesso em: 22 mar. 2017.

IWAMA, G. K. Stress in Fish. **Annals of the New York Academy of Sciences**. v. 851, n. 1, p. 304-310, 2006. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/229573842_Stress_in_Fish>. Acesso em: 28 jul. 2015.

IWASHITA, Marina K. P.; MACIEL, Patricia O. Princípios básicos de sanidade de peixes, cap. 7, p. 215 – 272, 2013. In: **RODRIGUES, Paula O., et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Embrapa, Brasília. 2013. 440 p. Disponível em: <<http://www.abeu.org.br/farol/abeu/catalogo-unificado/item/embrapa>> Acesso em: 24 mai. 2017.

JALALI, M. A. et al. Growth performance, body composition, survival and haematological change in great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of Ergosan. **Revista Aquaculture**, v. 40, p. 804–809, 2009. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/article.xhtml?id=2170623>> Acesso em: 7 mar. 2017.

JAMROZ, D.; KAMEL, C. Plant extracts enhance broiler performance. **Journal of Animal Science**. v. 80, p. 41-46, 2002. Disponível em: <<http://en.journals.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=341951>> Acesso em: 28 jul. 2015.

JAMROZ, D. et al. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. **British Poultry Science**, v. 46, n. 4, p. 485–493, 2005. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071660500191056?journalCode=cbps20>> Acesso em: 17 mai. 2017.

JANG, I.S. et al. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens.

Animal Feed Science and Technology, v. 134, p. 304-315, 2007. Disponível em: [http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(06\)00256-2/abstract](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(06)00256-2/abstract) > Acesso em: 10 mar. 2017.

JENEY, G. et al. The use of immunostimulating herbs in fish. An overview of research. **Fish Physiology Biochemistry**, v. 35, p. 669–676, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/24192986> > Acesso em: 10 mar. 2017.

JESUS, D.N.C. **Avaliação dos efeitos da adição do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) na dieta sobre a fisiologia e a produtividade de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007. 106 p. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3117/1/2007_DeniseNevesCelestinodeJesus.pdf > Acesso em: 7 mar. 2017.

JOHN, G. et al. Effect of some immunostimulants as feed additives on the survival and growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* and their response to artificial infection. **Egypt Journal Aquatic Biology & Fishery**, v. 11, n.3, p. 1299-1308, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270505102> > Acesso em: 17 abr. 2017.

JONES, O. A. H.; VOULVOULIS, N.; LESTER, J. N. Potential impact of pharmaceuticals on environmental health. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 81, n. 10, p. 768-769, 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2572330/pdf/14758440.pdf> > Acesso em: 28 jan. 2016.

KALEMBA, D.; KUNICKA, A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. **Current Medicinal Chemistry**. v. 10, n. 10, p. 813-829, 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12678685>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

KAMEL, C. Natural plant extracts: classical remedies bring modern animal production solutions. **Cahiers Options Méditerranéennes**, v. 54, p.31 – 38, 2001. Disponível em: <http://om.ciheam.org/om/pdf/c54/01600008.pdf> > Acesso em: 23 jan. 2017.

KANASHIRO, Marcio Y. **Avaliação do óleo de orégano em dietas para lambaris-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) em diferentes densidades de estocagens**. Dissertação (mestrado em Biologia Animal), Departamento de Biologia Animal – UFV, Viçosa, 2015, 54 p. Disponível em: <http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6733/>> Acesso em: 23 jan. 2017.

KARAGOUNI, E. et al. Antiparasitic and immunomodulatory effect of innovative treatments against *Myxobolus* sp. infection in *Diplodus puntazzo*. **Veterinary Parasitology**, v. 134, n. 3-4, p. 215–228, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.07.020>> Acesso em: 17 mai. 2017.

KHAJARERN, J.; KHAJARERN, S. The efficacy of *Origanum* essential oils in sow feed. **International Pig Topics**, v. 17, n. 17, 2002. Disponível em: <http://forum.efeedlink.com/contents/09-22-2003/07764380-8f61-4e3f-a8fa->

[3de861b2e0d3-c582.html](#) > Acesso em: 17 mai. 2017.

KLEBANOFF, S. J. Oxygen metabolites from phagocytes, p. 721-768. In: GALLIN, J. I.; SNYDERMAN, R. (Eds.). *Inflammation: Basic principles and clinical correlates*. Philadelphia: **Lippincott Williams and Wilkins**, 1999, 1335 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Inflammation.html?id=FrB9QgAACAAJ&redir_esc=y> Acesso em: 17 mai. 2017.

KOFIDIS, G.; BOSABALIDIS, A.M.; MOUSTAKAS, M. Contemporary seasonal and altitudinal variations of leaf structural features in oregano (*Origanum vulgare* L.). **Annals of Botany**, v. 92, n. 5, p. 635-645, 2003. Disponível em: <<https://academic.oup.com/aob/article/92/5/635/240871/>> Acesso em: 23 jan. 2017.

LAZZARI, R. et al. Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 240-246, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n1/a37v36n1.pdf>> Acesso em: 29 jul. 2017.

LEE, K.W. et al. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 44, n. 3, p. 450-457, 2003a. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Kyung_Woo_Lee2/publication/10574890> Acesso em: 7 mar. 2017.

LEE, K.W. et al. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. **Poultry Science**, v. 12, n. 4, p. 394-399, 2003b. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/239927387>> Acesso em: 7 mar. 2017.

LILLEHOJ, H.S. et al. Effects of dietary plant-derived phytonutrients on the genome-wide profiles and coccidiosis resistance in the broiler chickens. **BioMed Central Proceedings**, v. 5, suplement 4, p. 34-42, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3108230/>> Acesso em: 7 mar. 2017.

LIMA, L. C., et al. Estresse em peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 3, p. 113-117, 2006. Disponível em: <[http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RB069%20Lima%20\(Estresse%20em%20Peixes\)%20pag%20113-117.pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RB069%20Lima%20(Estresse%20em%20Peixes)%20pag%20113-117.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2015.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: exóticas e cultivadas**. 2ª ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo. 2008. 364 p. Disponível em: <<http://www.plantarum.com.br/prod,IDLoja,25249,Amp,True,IDProduto,3944852,livros-em-portugues-plantas-medicinais-no-brasil-2--edicao>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

LOSEKANN, M.E. et al. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 225-230, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n1/a36v38n1.pdf>> Acesso em: 29 jul. 2017.

LOVATTO, N. M. et al. Efeitos de dietas contendo concentrados proteicos vegetais no desempenho e atividade de enzimas digestivas de jundiá (*Rhamdia quelen*).

Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 2, p. 1071-1082, 2014. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/13910/14308>> Acesso em: 29 jul. 2017.

LUNA, A. et al. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. **Poultry Science**, v. 89, p. 366-370, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20075292> > Acesso em: 7 mar. 2017.

MACLENNAN, A. H.; WILSON, D. H.; TAYLOR, A. W. The escalating cost and prevalence of alternative medicine. **Preventive Medicine**, v. 35, p. 166-173, 2002. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=B0D0CF2390E74FFF100B3E97F8A90C90?doi=10.1.1.625.1758&rep=rep1&type=pdf> Acesso em: 7 mai. 2017.

MADSEN, H.C.K. et al. Treatment of trichodiniasis in eel (*Anguilla anguilla*) reared in recirculation systems in Denmark: alternatives to formaldehyde. **Revista Aquaculture**, v. 186, p. 221-231, 2000. Disponível em: <<http://directory.umm.ac.id/Data%20Elmu/jurnal/A/Aquaculture/Vol186.Issue3-4.Jun2000/61192.pdf>> Acesso em: 17 abr. 2017.

MAIOLI-AZEVEDO, V.; FONSECA-KRUEL, V. S. Plantas medicinais e ritualísticas vendidas em feiras livres no Município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil: estudo de caso nas zonas Norte e Sul. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 2, p. 263-275, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v21n2/02.pdf>> Acesso em: 6 mar. 2017.

MÁRQUEZ, I.; GARCÍA-VÁZQUEZ, E.; BORRELL, Y. J. Possible effects of vaccination and environmental changes on the presence of disease in northern Spanish fish farms. **Revista Aquaculture**, v. 431, p. 118–123. 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/266208922>> Acesso em: 28 jan. 2016.

MARTINS, M. L.; ROMERO, N. G. Efectos del parasitismo sobre el tejido branquial em peces cultivados: Estudio parasitologico e histopatologico. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, n. 2, p. 489-500, 1996. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v13n2/v13n2a17>> Acesso em: 28 jan. 2016.

MARTINS, M.L. et al. Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and its haemathological effects. **Parasite Journal**, v. 9, p. 175-180, 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12116864>> Acesso em: 17 abr. 2017.

MARTINS, Erna R., et al. **Plantas Mediciniais**. 5ª ed. UFV. Viçosa, 2003. 220 p. Disponível em: <<https://www.editoraufv.com.br/produto/1590389/plantas-mediciniais>> Acesso em: 28 jul. 2015.

MENEZES, M. E. S. et al. Valor nutritivo de peixes da costa marítima de Alagoas, Brasil, **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 21-8, 2009. Disponível em: <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v68n1/v68n1a03.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2017.

MENTE, E. et al., Nutrition in organic aquaculture: an inquiry and a discourse. **Revista Aquaculture Nutrition**, 2011. 20 p. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2095.2010.00846.x/> Acesso em: 28 jul. 2015.

MEURER, F. Brown propolis extract in feed as a growth promoter of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*,) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 5, p. 603-608, 2009. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2109.2008.02139.x/full> > Acesso em: 13 mar. 2017.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D. M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Revista Aquaculture**, n. 240, p. 331-343. LAPAD/UFSC. Florianópolis, 2004, 13 p. Disponível em: <http://mail.lapad.ufsc.br/PDF/pdf0068.pdf>.> Acesso em: 28 out. 2015.

MICHIELS, J. et al. In vitro degradation and in vivo passage kinetics of carvacrol, thymol, eugenol and trans-cinnamaldehyde along the gastrointestinal tract of piglets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 2371-2381, 2008. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/229878119> > Acesso em: 22 abr. 2017.

MICHIELS, J. et al. Effects of dose and formulation of carvacrol and thymol on bacteria and some functional traits of the gut in piglets after weaning. **Archives of Animal Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 136–154, 2010. Acesso em: < <https://www.researchgate.net/publication/44610216> > Acesso em: 13 mai. 2017.

MITSCH, P. et al. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broilers chickens. **Poultry Science**, v. 83, p. 669-675, 2004. Disponível em: < <https://pdfs.semanticscholar.org/db3b/74f6561d33ae3dfe555dd38142e8cdf50e33.pdf> > Acesso em: 7 mar. 2017.

MOCKUTE, D.; BERNOTIENE, G.; JUDZENTIENE, A. The β -ocimene chemotype of essential oils of the inflorescences and the leaves with stems from *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* growing wild in Lithuania. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.31, n. 2, p. 269-278, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/247039018> > Acesso em: 23 jan. 2017.

MONTEIRO, Patricia C. **O uso do extrato aquoso de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) no controle de monogenóideos (*Plathyhelminthes*) em juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)**. Dissertação de Mestrado (Medicina Veterinária), Manaus, Centro Universitário Nilton Lins/INPA, 76 p., 2012. Disponível em: <<https://www.pgaquicultura.inpa.gov.br> > Acesso em: 23 jan. 2017.

MORAES Flávio R.; MORAES Julieta R. E. Nutracêuticos na inflamação e cicatrização de peixes de interesse zootécnico. p. 625-723. In: **TAVARES-DIAS, Marcos. (ed.). Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá, Embrapa Amapá, 1ª ed., 2009, 724 p. Disponível em: <http://projetopacu.com.br/public/paginas/203-livro-manejo-e-sanidade-de-peixes->

[em-cultivo.pdf](#) > Acesso em: 23 jan. 2017.

MORAES, Vitor. **A disputa territorial e o controle das políticas no Território Cantuquiriguaçu – Estado do Paraná: a participação dos movimentos socioterritoriais e o papel do Estado**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologias – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013, 315 p. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/108654/000760524.pdf?sequenc e=1>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

MUELBERT, B. et al. Certificação orgânica para piscicultura na agricultura familiar camponesa. **Cadernos de Agroecologia**. v. 8, n. 2, 2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/15147> > Acesso em: 27 abr. 2017.

MUELBERT, B. et al. As normas brasileiras de certificação orgânica para a piscicultura. p. 129-148. In: **PEREIRA, G. R. et al. Piscicultura continental com enfoque agroecológico**. Publicação do IFSC, Gaspar, 2016, 323 p.

NATT, M. P.; HERRICK, C. A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. **Poultry Science**, v. 31, p. 735-738, 1952.

NEUMANN, N. F.; BARREDA, D. R.; BELOSEVIC, M. Generation and functional analysis of distinct macrophage subpopulations from goldfish (*Carassius auratus* L.) kidney leukocyte cultures. **Fish and Shellfish Immunology**, vol. 10, n. 1, p. 1-20, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1006/fsim.1999.0221>> Acesso em: 17 mai. 2017.

NEUMANN, N. F. et al. Antimicrobial mechanisms of fish phagocytes and their role in host defense. **Developmental and Comparative Immunology**, vol. 25, n. 8-9, p. 807-825, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0145-305X\(01\)00037-4](https://doi.org/10.1016/S0145-305X(01)00037-4)> Acesso em: 17 mai. 2017.

OBA, Eliane T.; MARIANO, Wagner S.; SANTOS, Laila R. B. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo sustentável, p. 226-247. In: **TAVARES-DIAS, Marcos. Manejo e sanidade em peixes de cultivo**. Embrapa Amapá, Macapá. 2009. Disponível em: <http://projetopacu.com.br/public/paginas/203-livro-manejo-e-sanidade-de-peixes-em-cultivo.pdf>> Acesso em: 23 jan. 2017.

OETTING, L.L. et al. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1389-1397, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982006000500019> Acesso em: 7 mar. 2017.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 6, n. 11, 2005, 23 p. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105/110505.pdf>> Acesso em: 23

jan. 2017.

OLIVEIRA, Rafael C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, vol.2, nº1, p. 71-89, 2009. Disponível em:

<http://www.revistarevinter.com.br/index.php/toxicologia/article/view/18/229> Acesso em: 3 mar. 2017.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**, Brasília, 2008. 276 p. Disponível em:

<http://projetopacu.com.br/public/paginas/202-livro-aquicultura-no-brasil-o-desafio-e-crescer.pdf>. > Acesso em: 16 set. 2014.

OVIEDO-RONDÓN, E.O. et al. Essential oils on mixed coccidian vaccination and infection in broilers. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 8, p. 723-730, 2006. Disponível em: <http://free-journal.umm.ac.id/files/file/Essential%20Oils%20on%20Mixed%20Coccidia%20Vaccination%20and%20Infection%20in%20Broilers.pdf>

> Acesso em: 7 mar. 2017.

PÁDUA, S. B., et al. Ictiofitiríase: conhecendo a doença para elaborar estratégias de controle. **Panorama da Aquicultura**, v. 22, n. 131, p. 21 - 31, 2012b. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=2120> Acesso em: 16 set. 2014.

PAIM, F.C. et al. Bioquímica sérica de frangos de corte suplementados com óleos essenciais na ração. **Anais... 35º Conbravet – Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**. Gramado: RS, 2008. Disponível em:

www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/.../R0649-1.pdf > . Acesso em: 7 mar 2017.

PAVANELLI, Gilberto C.; EIRAS, Jorge C.; TAKEMOTO, Ricardo M. **Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3ª ed. Editora Eduem, Maringá, 2008, 311 p. Disponível em: <http://www.eduem.uem.br/novapagina/?q=node/60> > Acesso em: 23 mai. 2017.

PELICANO, E. R. L., et al. Carcass and cut yields and meat qualitative traits of broilers fed diets containing probiotics and prebiotics. **Brazilian Journal Poultry Science**, v. 7, n. 3, p. 169-175, 2005. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v7n3/a06v7n3.pdf> > Acesso em: 23 jan. 2017.

PEREIRA, M. C., et al. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e agronegócio**, v. 30, n. 4, p. 731-738, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n4/v30n4a20.pdf> > Acesso em: 28 jul. 2015.

PULICI, Patricia M. M. **Avaliação da resposta do uso de óleo essencial de orégano comparado com promotores de crescimento convencionais e anticoccidianos no desempenho frango de corte**. Dissertação (mestrado), Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2012, 67 p.

Disponível em: <www.teses.usp.br/> Acesso em: 28 jul. 2015.

PUNITHA, S. M. J., et al. Immunostimulating influence of herbal biomedicines on nonspecific immunity in Grouper *Epinephelus tauvina* juvenile against *Vibrio harveyi* infection. **Aquaculture International**, v. 16, n. 6, p. 511–523, 2008. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10499-007-9162-6>> Acesso em: 8 mar. 2017.

RADÜNZ NETO, J.; BORBA, M.R. Exigências nutricionais e alimentação do jundiá, p. 241-254, 2012. In: **FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Eds.), Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012, 375 p.

RANZANI-PAIVA, Maria. J. T., et al. **Métodos para análises hematológicas em peixes**. Maringá, ed. Eduem, 2013, 140 p. Disponível em: <<http://www.eduem.uem.br/novapagina/?q=node/450>> Acesso em: 23 mar. 2017.

RATTANACHAIKUNSOPON, P.; PHUMKHACHORN, P. Assessment of synergistic efficacy of carvacrol and cymene against *Edwardsiella tarda* in vitro and in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **African Journal of Microbiology Research**, vol. 4, n. 5, p. 420-425, 2010. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/article/article1380123302_RattanachaiKunsoPON%20and%20Phumkhachorn.pdf> Acesso em: 23 mar. 2017.

REVAJOVÁ, V. et al. Influence of oregano and salvia extracts on lymphocyte subpopulation and functional activity of blood phagocytes and lymphocytes in chickens. **Food and Agricultural Immunology**, v. 21, n. 4, p. 307-316, 2010. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/article.xhtml?id=2296520>> Acesso em: 13 mar. 2017.

RIBEIRO, P. A. P., et al. **Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce**. Departamento de Zootecnia/UFMG, Belo Horizonte, 2012, 92 p. Disponível em: <<http://www.vet.ufmg.br/ARQUIVOS/EDITORIA/20131002140549.pdf>> Acesso em: 23 jan. 2017.

RIBEIRO, Suzana C. **Potencial imunoestimulante do óleo essencial de *Mentha piperita* na dieta do tambaqui, *Colossoma macropomum***. Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, 2015, 49 p. Disponível em: <<http://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Suzana.pdf>> Acesso em: 13 mar. 2017.

RIEGER, A. M.; HALL, B.E.; BARREDA, D.R. Macrophage activation differentially modulates particle binding, phagocytosis and downstream antimicrobial mechanisms. **Developmental and Comparative Immunology**, vol. 34, n. 11, p. 1144-1159, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dci.2010.06.006>> Acesso em: 17 mai. 2017.

RIEGER, A.M.; BARREDA D. R. Antimicrobial mechanisms of fish leukocytes. **Developmental and Comparative Immunology**, vol. 35, n. 12, p. 1238-1245, 2011.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dci.2011.03.009>> Acesso em: 17 mai. 2017.

RIVAROLI, Dayane C. **Níveis de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: desempenho, características da carcaça e qualidade da carne.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2014, 84 p. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/95277>> Acesso em: 7 mar. 2017.

ROCHA, C. B. et al. Suplementação de fitase microbiana na dieta de alevinos de jundiá: efeito sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1772-1778, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33137642>> Acesso em: 29 jul. 2017.

RODRIGUES, Maria R. A. **Estudo dos óleos essenciais presentes em manjerona e orégano.** Tese de Doutorado – Instituto de química/UFRGS, Porto alegre, RS, 2002, 181 p. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17511>> Acesso em: 13 mar. 2017.

RODRIGUES, R. B.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R. Aditivos na nutrição de peixes. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, v. 7, n.2, p. 228-236, 2015. Disponível em: <<http://www.recia.edu.co/documentos-recia/vol7num2/Revisiones/reciav7n2a19.pdf>> Acesso em: 23 jan. 2017.

ROHR, J. R. et al., Frontiers in climate change disease research. **Trends in Ecology & Evolution**, v.26. n. 6, p. 270–277, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3374867/>> Acesso em: 28 jan. 2016.

ROOFCHAE, A. et al. Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 32, p. 6177-6183, 2011. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/article/article1380812753_Roofchae%20et%20al.pdf> Acesso em: 7 mar. 2017.

ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica. Nova combinação dos componentes do may-grunwald e do giemsa num só corante de emprego rápido. **Memórias Instituto Butantan**, v. 20, p. 329-335, 1947. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-0935200000600009> Acesso em: 28 out. 2015.

SADO, R. Y.; MATUSHIMA, E. R. Avaliação histopatológica, imuno-histoquímica e ultra-estrutural da resposta inflamatória crônica do robalo (*Centropomus* spp.) ao BCG. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44 (Suppl.) p. 58-64, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26591>> Acesso em: 23 jan. 2017.

SADO, R. Y.; BICUDO, Á. J. A.; CYRINO, J. E. P. Hematology of juvenile pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) fed graded levels of mannan

oligosaccharides (MOS). **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 42, p. 30-39, 2014. Disponível em:
<http://www.lajar.cl/pdf/imar/v42n1/Articulo_42_1_3.pdf> Acesso em: 23 jan. 2017.

SAHOO, P. K.; KUMARI, J.; MISHRA, B. K. Non-specific immune responses in juveniles of Indian major carps. **Journal of Applied Ichthyology**, vol. 21, n. 2, p. 151-5, 2005. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/profile/Jaya_Kumari4/publication/227543812 > Acesso em: 17 mai. 2017.

SAHU, S. et al. Effect of *Magnifera indica* kernel as a feed additive on immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* fingerlings. **Fish & shellfish Immunology**, v. 23, n. 1, p. 109-118, 2007. Disponível em:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050464806001677> > Acesso em: 28 jan. 2015.

SANTOS, E. L.; LUDKE, C. M. M. M.; LIMA, M. R. Extratos vegetais como aditivos em rações para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n.1, p. 789-800, jan-fev. 2009. Disponível em:
<http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/077V6N1P789_800_JAN2009.pdf> Acesso em: 23 jan. 2017.

SANTOS, R.B.S.; TAVARES-DIAS, M. Células sanguíneas e resposta hematológica de *Oxydoras niger* (Pisces, Doradidae) oriundos da bacia do médio Rio Solimões, Estado do Amazonas, Brasil, naturalmente parasitados. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 4, p. 283-292, 2010. Disponível em:
<ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/36_4_283-292rev.pdf> Acesso em: 23 jan. 2017.

SARANDÓN, Santiago J. et al.,. **Agroecología : bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables** / 1ª ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata, 2014. Disponível em:
<<http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/agroecologia.pdf>> Acesso em: 3 mar. 2017.

SATAKE, F.; PÁDUA, S. B.; ISHIKAWA, M. M. Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica, p. 330-45. In: **TAVARES-DIAS, M. Manejo e sanidade de peixes em cultivo. 1º ed.** Macapá: Embrapa Amapá, 2009, 724 p. Disponível em:
<<http://projetopacu.com.br/public/paginas/203-livro-manejo-e-sanidade-de-peixes-em-cultivo.pdf> > Acesso em: 24 jan. 2017.

SCHALCH, Sergio H. C. et al. Fitoterápicos na piscicultura: revisão comentada, p. 237-244, In: TAVARES-DIAS, Marcos & MARIANO, Wagner dos Santos (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos, Editora Pedro & João, v. 1, 2015. 429p. Disponível em:
<http://www.vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/file/LIVRO%20PRONTO_VOLUME%20I%20-%20aquicultura%20no%20Brasil.pdf > Acesso em: 23 jan. 2017.

SCHNEITZ, C. Competitive exclusion in poultry - 30 years of research. **Food Control**, v.16, n.8, p.657-667, 2005. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/222147411>> Acesso em: 17 mai. 2017.

SILVA, M.A. et al. Intestinal mucosa structure of broiler chickens infected experimentally with *Eimeria tenella* and treated with essential oil of oregano. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1471-1477, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n5/a212cr1049.pdf> > Acesso em: 7 mar. 2017.

SILVA, F. P.; SORIANO, F. G. Neutrophils recruitment during sepsis: critical points and crossroads. **Frontiers in Bioscience**, v. 14, p. 4464-4476, 2009. Disponível em: < <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38286011> > Acesso em: 23 jan. 2017.

SILVA, L. L. et al. Essential oil of *Ocimum gratissimum* L.: Anesthetic effects, mechanism of action and tolerance in silver catfish *Rhamdia quelen*. **Revista Aquaculture**, vs. 350-353, p. 91-97, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848612002165>> Acesso em: 28 jan. 2016.

SILVA, T. L.; OLIVEIRA, L. L. D. S. S. Principais plantas medicinais utilizadas no tratamento de ectoparasitas. In: 13ª JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (JEPEX). 2013. **Anais eletrônicos...**, Recife: UFRPE, 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R1084-1.pdf> > Acesso em: 6 mar. 2017.

SILFVERGRIP, A.M.C. **A sistematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae)**. (PhD Thesis) - Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History, 1996, 156p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. 4ª.ed. UFRGS/ UFSC, Porto Alegre, 2002, 397- 423p.

SINGH, N. et al. Efficacy of chlorine dioxide, ozone and thyme essential oil or a sequential washing in killing *E.coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. **Lebensmittel.-Wissenschaft & Technology**. v. 35, n. 8, p. 720-729, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643802909333#>> Acesso em: 17 mai. 2017.

SIVROPOULOU, A. et al. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 5, p. 1202-1205, 1996. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/231554524_Antimicrobial_and_Cytotoxic_Activities_of_Origanum_Essential_Oils> Acesso em: 28 out. 2015.

SOARES, B. V.; TAVARES-DIAS, M. Espécies de *Lippia* (Verbenaceae), seu potencial bioativo e importância na medicina veterinária e aquicultura. **Biota Amazônia**, v.3, n.1, p. 109-123, 2013. Disponível em:

<<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/viewArticle/644>> Acesso em: 28 jan. 2016.

SOUZA, Marcos A. **A piscicultura em tanques-redes como vetor do desenvolvimento local sustentável? O caso do açude Castanhão – CE.**

Dissertação de mestrado, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2010. Disponível em:

<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7865/1/2010_MarcosAntoniodeSouza.pdf> Acesso em: 6 mar. 2017.

SOUZA, C. F. et al., *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), submitted to a stressful condition: effect of dietary addition of the essential oil of *Lippia alba* on metabolism, osmoregulation and endocrinology. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, n. 4, p. 707-714, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ni/v13n4/1982-0224-ni-13-04-00707.pdf> > Acesso em: 22 mar. 2017.

TALPUR, A. D. *Mentha piperita* (Peppermint) as feed additive enhanced growth performance, survival, immune response and disease resistance of Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch) against *Vibrio harveyi* infection. **Revista Aquaculture**, v. 420-421, v. 71-78, 2014. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848613005711?via%3Dihub>> Acesso em: 8 mar. 2017.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M. I.; PERECIN, D. Total leukocyte counts in fishes by direct or indirect methods? **Boletim Instituto de Pesca**, v. 28, n. 2, p. 155-161, 2002a. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/28_2_155-161.pdf> Acesso em: 24 jan. 2017.

TAVARES-DIAS, M., et al. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Revista Ciência Rural**, v. 32, n. 4, p. 693-698, 2002b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782002000400024&script=sci_arttext> Acesso em: 24 jan. 2017.

TAVARES-DIAS, M. et al. Células sanguíneas, eletrólitos séricos, relação hepato e esplenossomática de carpa-comum, *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) na primeira maturação gonadal. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 73-80, 2004. Disponível em:

<<periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/viewFile/1661/1003>> Acesso em: 21 abr. 2017.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO M. I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887, (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 2, p. 157-162, 2004. Disponível em:

<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/1647>> Acesso em: 24 jan. 2017.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. **Hematology in Teleost Fish**. 1ª ed., (in Portuguese), Ribeirão Preto, 144 p., 2004.

TAVARES-DIAS, M., et al. Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimatidae) in net cage culture. **Electronic Journal of Ichthyology**, v. 2, p. 61-68, nov. 2007. Disponível em: <<http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34803933>> Acesso em: 24 jan. 2017.

TAVARES-DIAS, M. et al. Hematologia: Ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo, p. 43-80, 2009. In: **SARAN-NETO, MARIANO WS, POZZOBON-SORIA. (Org.). Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal**. São Carlos. Pedro & João Editores, 2009. 200 p. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/512632>> Acesso em: 17 mai. 2017.

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. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/35_2_335-341.pdf> Acesso em: 24 jan. 2017.

TOGHYANI, M.; MOUSAVI, S.; MODARESI, M. Effect of water extract of marjoram (*Origanum Majorana* L.) as an alternative to antibiotic growth promoter on immunity and serum lipid profile of broiler chicks. 2nd International Conference on Chemical, **Biological and Environmental Engineering**, 2010. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/251974732>> Acesso em: 09 jun. 2017.

TSINAS, A. et al. Effects of an orégano based dietary supplement on performance of broiler chickens experimentally infected with *Eimeria acervulina* and *Eimeria máxima*. **Japan Poultry Science**, v. 48, p. 194-200, 2011. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/48/3/48_010123/pdf> Acesso em: 7 mar. 2017.

TUROLLA, M.S.; NASCIMENTO, E.S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, p. 289-306, 2006. Disponível em: <http://www.unifra.br/pos/aafarm/downloads/toxicol_fito_a15v42n2.pdf> Acesso em: 6 mar. 2017.

UCZAY, J. et al. Própolis em dietas para o jundiá (Teleostei, Pimelodidae). **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1912-1918, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/23340/15627>> Acesso em: 22 mar. 2017.

ULTEE, A. et al. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and environmental microbiology**, v. 65, n. 10, p. 4606-4610, 2011. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/12792560>> Acesso em: 28 out. 2015.

VALENTI, Wagner C. Aquicultura sustentável. **12º Congresso de Zootecnia, Anais...**p.111-118. Vila Real, Portugal, 2002. 8 p. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/13187132-Aquicultura-sustentavel-wagner-cotroni-valenti.html>> Acesso em: 28 out. 2015.

VALENTI, Wagner C.; KIMPARA, Janaina M.; PRETO, Bruno de L. Measuring Aquaculture Sustainability. **World Aquaculture**, v. 42 n.3 p. 26-30, 2011. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/281294824_Measuring_Aquaculture_Sustainability> Acesso em: 03 mar. 2017.

VEIGA JUNIOR, V. F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 18, n. 2, p. 108-313, 2008. Disponível em

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2008000200027> Acesso em: 28 out. 2015.

VEIGA, M.L. et al. Aspectos morfológicos y citoquímicos de las células sanguíneas de *Salminus maxillosus*, Valenciennes, 1840, (Characiformes, Characidae). **Revista Chilena de Anatomía**, v. 18, n. 2, p. 245-250, 2002. Disponível em

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-98682000000200005&script=sci_arttext> Acesso em: 24 jan. 2017.

VIADANNA, P. H. O. **Uso de imunoestimulante *Saccharomyces cerevesiae* em peixes da espécie *Cyprinus carpio***. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/.../PEDRO_HENRIQUE_DE_OLIVEIRA_VIADANNA_Corrigida.pdf> Acesso em: 10 mar. 2017.

VOLPATTI, D. et al. Growth parameters, innate immune response and resistance to *Listonella (Vibrio) anguillarum* of *Dicentrarchus labrax* fed carvacrol supplemented diets. **Aquaculture Research**, v. 45, p. 31–44, 2014. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/234061911> > Acesso em: 10 mar. 2017.

XU, D-H.; KLESIUS, P. H.; SHELBY, R. A. Immune responses and host protection of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), against *Ichthyophthirius multifiliis* after immunization with live theronts and sonicated trophonts. **Journal of Fish Diseases**, v. 27, n. 3, p. 135–141, mar. 2004. Disponível em:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2761.2004.00523.x/abstract>> Acesso em: 24 jan. 2017.

WALDENSTEDT, L. Effect of vaccination against coccidiosis in combination with an antibacterial oregano (*Origanum vulgare*) compound in organic broiler production. **Acta Agriculture Scandinavica**, v. 53, p. 101-109, 2003.

WAHLI, T. et al. A comparison of the effect of silicone coated ascorbic acid and ascorbyl phosphate on the course of ichthyophthiriosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Journal of Fish Diseases**, v. 18, p. 347-355, 1995. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2761.1995.tb00311.x/full> > Acesso em: 29 mai. 2017.

WALTER, B. M.; BILKEI, G. Immunostimulatory effect of dietary oregano etheric oils on lymphocytes from growth-retarded, low-weight growing-finishing pigs and productivity. **Tijdschrift voor Diergeneeskunde**, v. 129, n. 6, p. 178-181, 2004.

Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15052959> Acesso em: 28 out. 2015.

WINTROBE, M. M. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, v. 51, p. 32 – 49, 1934.

YAMAMOTO, K. M. et al. Induction of specific cytotoxic T-cell activity against xenogeneic target cell in carp (*Cyprinus carpio*). **American Journal of Veterinary Research**, v. 62, p. 599 – 603, 2001.

YASUMARU, Fanny A. **Influência do ácido caprílico na ração de juvenis de jundiá *Rhamdia quelem* no controle de *Ichthyophthirius multifiliis***. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias), 2007, 41 p. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp048387.pdf> > Acesso em: 21 abr. 2017.

YILMAZ, E.; ERGÜN, S.; YILMAZ, S. Influence of Carvacrol on the Growth Performance, Hematological, Non-Specific Immune and Serum Biochemistry Parameters in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, p. 523-531, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.65054> > Acesso em: 10 mar. 2017.

ZAGO, Daniane C. **Adição do óleo essencial de *Aloysia triphylla* em dieta para zebrafish**. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Animal). 2014, 42 p. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSM_e0f97b7173f8ebc22cc6e6ac9e12f81a/Description > Acesso em: 19 abr. 2017.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. **Third editions Prentice-Hall International Editions**, New Jersey. 1996. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-3062003000200010 > Acesso em: 28 out. 2015.

ZHENG, Z. L. et al. Evaluation of oregano essential oil (*Oreganum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Revista Aquaculture**, v. 292, p. 214-218, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848609004037> > Acesso em: 28 out. 2015.