



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

THAMIRES SANTOS FERREIRA

**CULTIVO DE CARPA ORNAMENTAL (*Cyprinus carpio nishikigoï*)
COMPLEMENTADAS COM DIETAS ESFERIFICADAS CONTENDO
*Moringa oleifera***

CRUZ DAS ALMAS

2021

THAMIRES SANTOS FERREIRA

**CULTIVO DE CARPA ORNAMENTAL (*Cyprinus carpio nishikigo*)
COMPLEMENTADAS COM DIETAS ESFERIFICADAS CONTENDO**

Moringa oleifera

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação do Curso de
Graduação em Engenharia de Pesca,
da Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, como requisito
parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. José Arlindo Pereira.

Co-orientador: Dr^a. Edenilce de F. F.
Martins.

CRUZ DAS ALMAS

2021

THAMIRES SANTOS FERREIRA

**CULTIVO DE CARPA ORNAMENTAL (*Cyprinus carpio nishikigo*)
COMPLEMENTADAS COM DIETAS ESFERIFICADAS CONTENDO *Moringa
oleifera***

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Aprovada em 17 / 05 / 2021.



Dr. José Arlindo Pereira

Orientador



Dr^a. Edenílce de Fátima Ferreira Martins (1ºMembro)

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



M.Sc. André Lima Ferreira (2ºMembro)

Universidade Federal de Minas Gerais

O presidente da Banca Examinadora atesta, na condição de servidor público e gozando de fé pública, que a sessão de defesa do TCC foi realizada com a participação dos membros por webconferência.

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças”.

(Charles Darwin)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela minha vida, e por me permitir vencer todos os obstáculos, pela força e tudo que eu tenho.

Aos meus familiares que me incentivaram nos momentos difíceis, me apoiaram e transmitiram força através das suas palavras, e cuidaram de mim, mesmo não estando perto.

Ao professor Dr. José Arlindo Pereira pela orientação na produção do trabalho, apoio, e pela sua alegria e incentivo a respeito do curso.

A minha coorientadora Dr^a. Edenilce Martins pelo suporte, dedicação e aos ensinamentos não só na produção deste trabalho, mas também ao longo do meu estágio, no laboratório de nutrição e comportamento alimentar de peixes. E a todos meus colegas do laboratório.

A Aline dos Anjos Santos, que não só foi minha parceira no experimento laboratorial deste trabalho, mas também pela ajuda e conselhos que permitiram a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado, pela amizade e pelo apoio ao longo de todo o curso.

Aos professores, pelos ensinamentos ao longo do meu processo de formação.

E a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade de fazer o curso.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Carpas	12
2.2 <i>Moringa oleífera</i>	14
2.3 Esferificação	15
2.4 Estresse.....	16
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
4. MATERIAL E MÉTODO	20
4.1 Dietas experimentais	21
4.2 Esferificação	22
4.3 Teste de hipóxia	23
4.4 Parâmetros de Desempenho	24
4.5 Parâmetros bioquímicos.....	24
4.6 Análises estatísticas.....	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Carpa koi (<i>Cyprinus carpio nishikigo</i>)	13
Figura 2. Folhas de <i>Moringa oleifera</i>	14
Figura 3. Estrutura experimental	19
Figura 4. Produção das esferas	22
Figura 5. Desafio de exposição ao ar	22
Figura 6. Coleta de sangue	23
Figura 7. Biometria das carpas	24

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais das dietas purificadas.....	20
Tabela 2. Valores médios do desempenho de <i>C. carpio nishikigoi</i> alimentados com (suplementos dietéticos) esferas contendo extrato de <i>M. oleífera</i>	27
Tabela 3. Parâmetros bioquímicos da <i>C. carpio nishikigoi</i> alimentados com esferas (suplementos dietéticos) contendo extrato de <i>M. oleífera</i>	28
Tabela 4. Parâmetros bioquímicos da <i>C. carpio nishikigoi</i> alimentados com esferas (suplementos dietéticos) contendo extrato de <i>M. oleífera</i> pós teste de exposição ao ar	29

RESUMO

A *Moringa oleifera* possui alto valor nutricional, a folha é a parte da planta que contém maiores concentrações de aminoácidos, vitaminas, minerais e compostos fenólicos. A técnica de esferificação, tem como base o uso do alginato que é um hidrocolóide, que consiste em submergir o alginato de sódio com o extrato de folha da *M. oleifera* proteger os compostos da oxidação e da degradação, aumento da vida útil do produto esferificado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão das esferas de *Moringa Oleifera* como complemento a alimentação da carpa ornamental (*Cyprinus carpio nishikigoi*), visando melhorar a saúde animal, sem prejudicar o seu desempenho zootécnico. O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Os peixes foram alimentados com dieta padrão no período de adaptação. O período experimental foi de 60 dias, foram utilizados 96 juvenis de carpa colorida, com 25,87 (\pm 4,97) g. Os juvenis foram distribuídos em 16 aquários em sistemas de recirculação, nos quais foram estocados seis juvenis cada. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Tratamentos: Dieta Basal; Dieta Basal+esferas com extrato de *Moringa Oleifera* a 4,0%; Dieta Basal+esferas com extrato de *Moringa Oleifera* a 4,0%; Dieta Basal + esfera com água destilada. No último dia experimental os peixes foram submetidos ao desafio de exposição ao ar. Para os parâmetros de desempenho zootécnicos tais como; consumo total, consumo diário, consumo por tanque, peso final e eficiência alimentar ($P>0,05$) não houve diferenças estatística. Para ganho de peso e taxa de crescimento específico houve diferenças estatística, ou seja, os animais submetidos a Ração + esferas com *M. oleifera* obtiveram o maior ganho e maior crescimento ($P<0,05$). Não houve diferenças estatística para os parâmetros bioquímicos dos animais em repouso para glicose, ALT, AST, proteína total, albumina, colesterol total, triglicerídeos, HDL e LDL ($P > 0,05$). Após o desafio de exposição ao ar as variáveis glicose, AST, ALT e proteína total não apresentaram diferenças estatísticas ($P>0,05$). A utilização da esferificação auxiliou em manter a integridade de compostos que podem melhorar a imunidade de organismo aquáticos. Sendo que a utilização da dieta basal + esferas com extrato de *M. oleifera* apresentaram melhores resultados. Ou seja, a utilização da esferificação e o extrato de *M. oleifera* pode ser uma alternativa interessante e eficaz na imunidade em carpas.

PALAVRAS CHAVE: peixe ornamental, estresse, desempenho

ABSTRACT

The *Moringa oleifera* has high nutritional value, the leaf is the part of the plant that contains higher concentrations of amino acids, vitamins, minerals and phenolic compounds. The spherification technique is based on the use of alginate which is a hydrocolloid, which consists of submerging the sodium alginate with the leaf extract of *M. oleifera* to protect the compounds from oxidation and degradation, increasing the life of the spherified product. The objective of this work was to evaluate the inclusion of *Moringa Oleifera* spheres as a complement to the feeding of ornamental carp (*Cyprinus carpio nishikigo*), aiming to improve animal health, without jeopardizing its zootechnical performance. The experiment was carried out at the Fish Nutrition and Feeding Behavior Laboratory of the Federal University of Recôncavo da Bahia. The fish were fed a standard diet during the adaptation period. The experimental period was 60 days, 96 juvenile colored carp were used, with 25.87 (\pm 4.97) g. The juveniles were distributed in 16 aquariums in recirculation systems, in which six juveniles were stored each. The experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments and four replications. Treatments: Basal Diet; Basal Diet + spheres with 0.4% *Moringa Oleifera* extract; Basal Diet + spheres with 0.4% *Moringa Oleifera* extract; Basal diet + sphere with distilled water. On the last experimental day, the fish were submitted to the challenge of exposure to air. For zootechnical performance parameters such as; total consumption, daily consumption, consumption per tank, final weight and feed efficiency ($P > 0.05$) there were no statistical differences. For weight gain and specific growth rate, there were statistical differences, that is, the animals submitted to Ration + spheres with *M. oleifera* obtained the greatest gain and the greatest growth ($P < 0.05$). There were no statistical differences for the biochemical parameters of the animals at rest for glucose, ALT, AST, total protein, albumin, total cholesterol, triglycerides, HDL and LDL ($P > 0.05$). After the challenge of exposure to air, the variables glucose, AST, ALT and total protein did not show statistical differences ($P > 0.05$). The use of spherification helped to maintain the integrity of compounds that can improve the immunity of aquatic organisms. The use of basal diet + spheres with *M. oleifera* extract showed better results. In other words, the use of spherification and *M. oleifera* extract can be an interesting and effective alternative in carp immunity.

KEY WORDS: ornamental fish, stress, performance

1. INTRODUÇÃO

A produção de peixes ornamentais é uma das atividades no setor aquícola que mais tem crescido nos últimos anos, é um dos segmentos mais lucrativos da piscicultura, devido ao crescimento na demanda mundial (LIMA; BERNARDINO; PROENÇA, 2001). Dentre as espécies de peixes mais cultivados no mundo, as carpas se destacam como um dos principais grupos produzidos (FAO, 2020).

As carpas coloridas criadas para fins ornamentais são chamadas de carpas nishikigoi ou koi, elas exibem cores intensas e diferentes padrões de estampas (DA ROS, 2017). Segundo Monvises *et al.* (2009), as diferenças nas cores desta espécie é uma característica de grande interesse pelo mercado consumidor. Esta espécie, apresenta características favoráveis ao cultivo, devido suas características de fácil manejo, rusticidade e importância econômica (USANDI *et al.*, 2019; DA ROS, 2017).

Diversas investigações utilizando as carpas nishikigoi, buscam analisar suas respostas biológicas e imunológicas através de inclusões de diferentes aditivos suplementares a alimentação dos peixes (KHANI *et al.*, 2017; YADAV *et al.*, 2020). No ambiente de cultivo os animais estão sujeitos a situações que diferem do ambiente natural, como à alta densidade de estocagem, manipulações durante a criação, transporte e utilização de meios artificiais para promover a reprodução.

Tais situações tendem a comprometer o equilíbrio homeostático dos peixes, gerando situações estressantes que tornam os animais mais susceptíveis a ação de patógenos e enfermidades, devido ao comprometimento do sistema imunológico (WENDELAAR BONGA, 1997). Uma forma alternativa para mitigar esse comprometimento, seria por meio da utilização de aditivos alimentares imunoestimulantes.

Nesse sentido, os aditivos alimentares podem ser capazes de aumentar os mecanismos de defesa, o que pode deixar o animal mais resistente a ação de doenças (CITARASU, 2009). Vem crescendo o interesse por estudos na utilização de plantas medicinais na prevenção e tratamento de doenças e patógenos, como alternativa a substituição aos produtos químicos na piscicultura (TAVECHIO; GUIDELLI; PORTZ, 2009; PEREIRA *et al.*, 2016). Diversas plantas são utilizadas pelo homem, devido ao seu potencial medicinal e nutricional, entre elas, destaca-se a utilização de *Moringa oleifera*.

A *M. oleifera* é uma planta utilizada em diversos países no combate à desnutrição, por ser rica em diversos compostos nutricionais essenciais como: aminoácidos, proteína, vitaminas, além de propriedades antioxidantes (MAHMOOD; MUGAL; HAQ, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 1999). Pesquisas tem demonstrado seu potencial benéfico não só na alimentação humana, mas também na suplementação e a alimentação de peixes, principalmente, sobre o sistema imunológico (MANSOUR *et al.*, 2020; MBOKANE; MOYO, 2019).

De acordo com Mathur (2005), as folhas da *M. oleifera* é a parte mais rica em compostos nutricionais. Muitos componentes alimentares perdem seu valor nutricional durante o processo de fabricação de alimentos, como por exemplo, alta exposição a altas temperaturas, luz, umidade e pH (SHAHIDI; HAN, 1993). Desta forma, uma alternativa para proteger esses compostos e melhorar sua estabilidade e biodisponibilidade, seria a utilização do encapsulamento por meio da técnica de esferificação (PASIN; AZÓN; GARRIGA, 2012). Esta técnica consiste, na formação de uma película envolta do líquido que deseja encapsular (GIL, 2010), o que separa o conteúdo interno do meio externo

A eficiência da esferificação na alimentação tem sido comprovada em diferentes estudos (AMIR *et al.*, 2019; SHAHIDI; HAN, 1993), permitindo assim, mais uma ferramenta para melhorar utilização e aplicação de plantas medicinais como fator preventivo de doenças na piscicultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Carpas

Segundo registros históricos, a espécie *Cyprinus carpio*, mais conhecida popularmente como carpa comum, é uma das espécies de peixes mais antigas utilizadas no cultivo. Foi retratada na aquicultura como uma espécie com desovas rentáveis em cativeiro (CHAMMAS; GARÁDI, 1996). Existem relatos que os romanos já utilizavam as carpas e que os monges as consumiam em períodos de jejum (COMISSÃO EUROPEIA, 2012).

As carpas são nativas da Ásia e Europa Ocidental, pertencentes a família Cyprinidae, podem serem encontradas em ambientes com águas paradas e correntes

lentas (COMISSÃO EUROPEIA, 2012). A partir de 1830 na cidade de Niigata no Japão, ocorreu um processo espontâneo de mutação dessa espécie, da qual deu origem a três variações de carpas coloridas (DA ROS, 2017). Com o passar dos anos os criadores foram manipulando essas carpas, e criando novas variações coloridas. (DA ROS, 2017).

As carpas coloridas também conhecidas por nishikigoi ou koi (*Cyprinus carpio nishikigoi*), apresentam uma coloração intensa e uma grande variedade de estampas. São animais dóceis de água doce que vivem próximas ao fundo, possuem rusticidade ao manejo, são tolerantes a mudanças na qualidade da água, e possuem um alto valor de mercado, características essenciais para produção e venda de peixes ornamentais (AGUILAR, 2017; DA ROS, 2017).

Figura 1. Carpa koi (*Cyprinus carpio nishikigoi*)



Fonte: Acervo do autor

É uma espécie onívora, portanto alimenta-se de pequenos vermes e animais, plantas e resíduos orgânicos presentes no ambiente (CPT, 2021). A carpa koi tolera uma faixa de temperatura entre 12° a 30° C e podem chegar a ultrapassar 90 cm de comprimento (GOOLISH; ADELMAN, 1984; KHANI *et al.*, 2017).

Existem relatos que a sua longevidade, pode chegar a superar 60 anos (LEWBART, 2002). As carpas nishikigoi possuem uma boca prostrátil, dois pares de barbilhões, corpo alongado e robusto com escamas, porém em algumas variedades existem a ausência de escamas (CALLISAYA, 2019). É uma espécie ovípara, sendo que, sua fertilização ocorre em meio externo (LEWBART, 2002).

Em condições naturais as fêmeas desta espécie depositam seus ovos em plantas aquáticas, onde permanecem até a eclosão (LEWBART, 2002). Geralmente,

a maturação sexual ocorre a partir dos 3 de idade; e as fêmeas quando aptas a reprodução, tendem a serem maiores do que os machos (LEWBART, 2002).

2.2 *Moringa oleifera*

Devido ao uso indiscriminado de medicamentos para tratamentos de doenças na aquicultura, alguns microrganismos tornaram-se resistentes a ação desses medicamentos, com isso, procurou-se novas alternativas, que promovam o aumento da capacidade imunológica (GIRI; SUKUMARAN; PARK, 2019). Algumas plantas contêm compostos eficazes em comparação a utilização de produtos sintéticos no tratamento e prevenção de doenças, como os compostos fenólicos, polifenólicos, lectina, polipeptídios e quinino (GIRI; SUKUMARAN; PARK, 2019).

Na aquicultura a utilização desses compostos imunoestimulantes presentes em plantas tem crescido, devido ao menor custo, fácil preparo e a não ser nocivo à saúde (GIRI; SUKUMARAN; PARK, 2019). A espécie *Moringa oleifera* é uma planta que pertence à família Moringaceae, do gênero *Moringa*, do qual existem cerca de 14 espécies (OLIVEIRA, 1999).

É uma planta nativa da região do Himalaia na Índia, no Paquistão, Bangladesh e Afeganistão. De acordo com relatos históricos a moringa já era utilizada pelos monarcas na antiguidade para manutenção da saúde da pele. Guerreiros indianos consumiam o extrato das folhas, como fonte energética e alívio da dor (MAHMOOD; MUGAL; HAQ, 2010). Essa espécie apresenta um crescimento rápido, podendo chegar a alcançar 7 a 12 metros de comprimento, e em 1 ano pode atingir 4 metros (ALMEIDA, 2018; FOLKARD; SUTHERLAND, 1996).

É uma planta resistente as diferentes condições ambientais, pois conseguem sobreviver em locais onde ocorrem irregularidades no regime de chuvas e em solos pobres de nutrientes (ALMEIDA, 2018). A *M. oleifera* é bastante utilizada em diversos países, por se tratar de uma planta comestível e que apresenta uma diversidade de benefícios a saúde. Segundo Mathur (2005), as folhas da moringa contêm todos os aminoácidos essenciais: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e Valina.

Figura 2. Folhas de *Moringa oleífera*



Fonte: Acervo do autor

A moringa contém cálcio, ferro, fósforo, e muito mais vitamina A do que a cenoura, e Vitamina C do que a laranja, possui ação antioxidante, propriedades anti-inflamatória e uma variedade de fitoquímicos (FAHEY, 2005; MAHMOOD; MUGAL; HAQ, 2010;). Devido aos seus efeitos benéficos, a *M. oleífera* é utilizada não só na alimentação humana, mas também na alimentação animal.

Segundo Abou-Elezz *et al.* (2011), a inclusão de 5% de farinha de folhas de *M. oleífera* tem um impacto nutricional benéfico na produção de ovos de galinhas Rhode Island Red. Ela também é usada na alimentação de ruminantes, como uma fonte de proteína de alta qualidade (DE OLIVEIRA *et al.*, 2020). A suplementação com óleos essenciais de *M. oleífera*, aumenta a imunidade dos peixes e pode ser uma alternativa a ser incorporada na fabricação de alimentos (MBOKANE e MOYO, 2019).

2.3 Esferificação

Atualmente existe uma tendência em substituir os aditivos alimentares sintéticos por produtos de origem vegetal. E como forma de melhorar sua funcionalidade, esses compostos vegetais podem passar por um processo de encapsulação. Tal processo oferece ao alimento maior proteção contra a perda nutricional, pois alguns compostos são sensíveis a aspectos como luz e calor (SHAHIDI; HAN, 1993). Além de mascarar ou preservar sabores e aromas, ainda é possível transformar substâncias líquidas em fluidos sólidos (SHAHIDI; HAN, 1993).

Essa técnica também conhecida como esferificação, é muito utilizada na gastronomia molecular. Ela foi introduzida por Ferran Adrián, e tem como princípio

ativo, a formação de um revestimento de uma fina película em torno de um líquido (ABRANTES, 2014).

Quando em contato com a água, essa película forma uma barreira que evita a perda de nutrientes por lixiviação, o que também auxilia na manutenção da qualidade dos parâmetros químicos da água (RODRIGUES, 2012). Segundo Gil (2010), a formação das esferas é realizada, quando o alginato de sódio é homogeneizado ao líquido, e por gotejamento é submerso em uma solução de cloreto de cálcio. Portanto ao entrar em contato com os íons de cálcio, o alginato endurece, gelificando a camada superficial. Desta forma, quanto maior a duração de contato das esferas com o cloreto de cálcio, maior será a espessura da película formada (GIL, 2010).

O alginato é um composto hidrocolóide extraído de algas castanhas que representa 30% a 60% de sua composição, geralmente acumulam-se nas paredes celulares e em espaços intracelulares (MOURA, 2011; FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2021). Esse composto se dissolve em água, no entanto, necessita ser fortemente homogeneizado para que ocorra completa dissolução (GIL, 2010).

É utilizado na indústria farmacêutica, de cosméticos, alimentos e têxtil. Devido a sua atuação como: espessante, agente gelificante, formador de filmes e fibras sintéticas, e atuar como suporte de imobilização (MULLER; SANTOS; BRIGIDO, 2011).

Já o cloreto de cálcio, é um sal, sólido granulado branco em temperatura ambiente, também solúvel em água, é um composto higroscópico, muito utilizado como secante, em salmouras de refrigeração, e incorporação ao cimento, pois aumenta o poder de cimentação (GIL, 2010; MOREIRA, 2017).

2.4 Estresse

No ambiente existem diversas situações desafiadoras que tendem a comprometer o equilíbrio homeostático dos peixes, tais como exposição a contaminantes, variações de temperatura, cargas de sedimentos, redução de oxigênio dissolvido, diminuição na oferta de alimento, predação, parasitas e competição entre os animais (ADAMS, 1989; WENDELAAR BONGA, 1997). Essas situações perturbadoras são denominadas de estresse, e logo após sua percepção os sistemas fisiológicos e comportamentais começam a produzir reações a fim de restabelecer o

equilíbrio homeostático, sendo denominadas de respostas ao estresse (DE MELO, 2008).

O sistema endócrino é responsável por iniciar e controlar essas respostas, produzindo os corticosteroides como cortisol, e as catecolaminas como adrenalina e noradrenalina (SCHRECK, 2016). Esses hormônios regulam a distribuição de recursos como fontes de energia e oxigênio para partes vitais do corpo (SCHRECK, 2016). Se o animal for exposto de forma intensa e contínua a essas situações de estresse, as reações de respostas podem perder seu valor adaptativo de superação, e com isso comprometer outras funções vitais do organismo como no desenvolvimento do crescimento, reprodução e resistência a patógenos (WENDELAAR BONGA, 1997).

Isso ocorre devido ao custo energético relacionado a montagem de uma resposta ao estresse, pois é feita uma realocação de energia metabólica que era necessária para as funções vitais, para a restauração da homeostase (SCHRECK, 2016; WENDELAAR BONGA, 1997). Os peixes são organismos aeróbicos, e necessitam do oxigênio para respiração e produção de energia. A diminuição na concentração de oxigênio é denominada de hipóxia, é uma das principais causas de estresse em peixes, pois está ligada ao acúmulo de radicais livres que provocam danos nas proteínas e DNA na célula (MAJMUNDAR, 2010).

A disponibilidade de oxigênio em ambientes dulciaquícolas varia diariamente e sazonalmente, devido a fatores tais como: temperatura e produtividade primária. Pois, o aumento da temperatura, favorece uma maior perda de gases dissolvidos na água para atmosfera (NIKINMAA, 2002; PONT, 2015).

Já o aumento na produtividade primária, proporciona uma maior taxa de oxigênio na água durante o dia, através do processo de fotossíntese, porém à noite ocorre uma queda brusca, devido à ausência desse processo, e ao consumo de oxigênio por meio da respiração (KUBTIZA, 2017). Segundo Muusze (1998), quando os peixes estão expostos a situações com baixas concentrações de oxigênio ambiental, eles tendem a responder utilizando estratégias de economia de energia e tentativas de ampliar a capacidade de extração de oxigênio, por meio de mudanças comportamentais e fisiológicas.

Através do aumento dos movimentos operculares, projeção da boca na superfície da água, realizando movimentos de sucção, para captação de oxigênio atmosférico, e ativação da glicólise anaeróbica (CHIPPARI-GOMES *et al.*, 2005;

PONT, 2015). A mudança no metabolismo de aeróbico para anaeróbico produz uma grande quantidade de espécies reativas de oxigênio (ROS), que em excesso pode provocar danos as proteínas, lipídios e DNA mitocondrial (YANG *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2010).

A defesa antioxidante é responsável por limitar os níveis de ROS e conter os danos decorrentes, porém quando esse nível excede ao da defesa antioxidante, é provocado um estresse oxidativo (BARBOSA *et al.*, 2010; YANG *et al.*, 2017), que pode provocar peroxidação lipídica tecidual (Baldissera *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2020).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a inclusão das esferas de *Moringa Oleifera* como complemento a alimentação da carpa ornamental (*Cyprinus carpio nishikigoi*), visando melhorar a saúde animal, sem prejudicar o seu desempenho zootécnico.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Avaliar desempenho zootécnico;
- Avaliar os parâmetros bioquímicos.

4. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na cidade de Cruz das Almas - Bahia, por um período de 60 dias.

Foram adquiridos 96 juvenis de carpa koi (*C. carpio*), da piscicultura Sítio Santo Antônio da cidade de Dom Macedo - Bahia, com peso médio de 25,87 ($\pm 4,97$) g. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos e 4 repetições. Os juvenis foram distribuídos, em 16 aquários retangulares de vidro, com capacidade de volume útil de 60 litros dentro de uma câmara de isolamento térmico, com fotoperíodo de 12 horas claro e 12 horas escuro, na densidade de seis peixes por aquário.

Os aquários pertenciam a um sistema de recirculação de água, composto por filtro mecânico, biológico, controlador digital de temperatura, bomba d'água (3000 litros/hora) e aeração constante (Figura 3).

Figura 3. Estrutura experimental



Fonte: Acervo do autor

Foram monitorados os parâmetros de qualidade da água, temperatura ($28,81 \pm 0,91$ °C) e pH ($7,43 \pm 0,38$) diariamente, por meio de uma sonda multiparâmetro (HANNA HI 9828), e semanalmente foi mensurada a amônia, com medidor colorimétrico da ALFAKIT. Previamente ao início do experimento, os animais foram aclimatados por 10 dias.

4.1 Dietas experimentais

Foram formuladas rações purificadas, isoprotéicas e isoenergéticas, segundo exigência para a espécie (NRC, 2011). Os ingredientes foram pesados, misturados em misturador industrial, umedecidos com 20% de água em uma temperatura de, 60 °C e em seguida foram peletizados com matriz de 2,5 mm e por fim foram desidratadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 24 horas e armazenadas em frascos escuros em refrigerador.

O extrato de folha de *Moringa oleifera* foi obtido do Laboratório de Pescados e Cromatografia Aplicada (LAPESCA), da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Tratamentos experimentais:

- Ração basal sem inclusão do extrato de *Moringa Oleifera*;
- Ração basal com a inclusão do extrato de *Moringa Oleifera* 4,0%;
- Ração basal + esferas com o extrato de *Moringa Oleifera* 4,0%;
- Ração basal + esferas contendo água destilada.

Os tratamentos foram ofertados duas vezes ao dia (9:00 e 16:00), a uma taxa de 1,5% da biomassa. As esferas foram ofertadas 30 minutos antes da alimentação com ração, a uma taxa de 1,5% de biomassa, com os animais em situação de jejum. Diariamente os aquários eram sifonados, uma hora após a alimentação, para a coleta das sobras de ração e retirada de excretas.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais das dietas purificadas.

Ingredientes (g kg ⁻¹)	Controle	Ração com inclusão de extrato de <i>Moringa oleífera</i>
Caseina ^a +albumina ^b (50%) 90% de pureza)	320	320
Gelatina ^c	60	60
Óleo de soja	50	50
Óleo de peixe ^d	50	50
Dextrina ^e	100	100
Amido (7% CP)	200	200

Fosfato bicálcio	10	10
Premix vitamínico mineral ^f	40	40
Celulose (CMC)	20	20
α -celulose	150	150
Total	1000	1000
EFM (mL)	-	20
BHT	0,2	0,2
<hr/>		
Matéria seca (%)	92,20	91,07
Proteína bruta (%)	37,77	34,06
Extrato etéreo (%)	3,86	4,98
Cinzas (%)	7,78	7,39

^a Caseína PURA – Labsynth.

^b Albumina: clara de ovo pasteurizada desidratada, valor calórico (3.428,57 kcal = 14.392,86 KJ)kg; carboidrato 71,43 g/kg; proteína 785,71 g/kg; sódio 15,25 g/kg;

^c Gelatina: pó granulada, sólido, inodoro.

^d Líquido; Amarelado; Odor: Como os peixes; Limiar olfativo:N.D./N.A; pH:N.D./N.A; Ponto de fusão: de -2 a 2 °C; Ponto e ebulição:>200 °C; Taxa de evaporação:N.D./N.A; Inflamabilidade (sólido, gás): N.D./N.A; Limite superior explosão: N.D./N.A; Pressão de vapor: N.D./N.A.; Densidade do vapor: N.D./N.A.; Densidade relativa:ca. 0,91-0,93 (a 20 °C) g/cm³; Solubilidade:N.D./N.A. Liposolubilidade:N.D./N.A. Hidrosolubilidade: Insolúvel em água. Coeficiente de reparto (n-octanol/água): N.D./N.A. Temperatura de auto-ignição:N.D./N.A. Temperatura de decomposição: N.D./N.A. Viscosidade: N.D./N.A. Propriedades explosivas: N.D./N.A. Propriedades comburentes:N.D./N.A. N.D./N.A.=Não Disponível/Não Aplicável devido à natureza do produto.

^eMaltodextrina natural, valor calórico (3.840 Kcal = 16.120 KJ)/kg; carboidrato 960 g/kg; amido 960 mg/kg; sódio 460 mg/kg;

^fPremix vitamínico/mineral: Ácido Fólico 1200,00 mg/kg; Ácido Nicotínico 20,00 g/kg; Ácido Pantoténico (10.000,00 mg/kg; BHT 5.000,00 mg/kg; Biotina 200,00 mg/kg; Cobalto 80,00 mg/kg; Cobre 3.500,00 mg/kg; Colina 100,00 g/kg; Ferro 20,00 g/kg; Iodo 160,00 mg/kg; Inositol 25,00 g/kg; Manganês 10.000,00 mg/kg; Selênio 100,00 mg/kg; Zinco 24,00 mg/kg. Vitamina A 2.400.000,00 UI/kg; Vitamina B1 4.000,00 mg/kg; Vitamina B2 4.000,00 mg/kg; Vitamina B12 8.000,00 mcg/kg; Vitamina C 60,00 g/kg; Vitamina B2 4.000,00 mg/kg; Vitamina B6 3.500,00 mg/kg; Vitamina D3 600.000,00 UI/kg;

4.2 Esferificação

Foram elaborados dois tipos de esferas, uma contendo o extrato de *Moringa Oleifera* e outra água destilada. A metodologia seguida foi uma adaptação da técnica descrita por Tsai *et al.* (2017), na qual as esferas foram preparadas pela técnica de extrusão, utilizando alginato (C₆H₇O₆Na).

Foram preparadas três soluções:

1º solução – Concentração de 1% de cloreto de cálcio (CaCl₂), dissolvidos e homogeneizado em água destilada, por meio de agitação manual em um Becker com auxílio de um bastão de vidro;

2º solução – Concentração de 1% alginato de sódio, dissolvidos em água destilada, no qual, foi homogeneizado, utilizando agitação manual em um Becker usando um bastão de vidro, até completa dissolução;

3º solução - Foi feita utilizando uma concentração de 1% alginato de sódio, dissolvidos em água destilada, no qual, foi homogeneizado, utilizando agitação manual em um Becker usando um bastão de vidro, até sua completa dissolução. Após sua solubilização foi adicionado 20 mL de extrato de *Moringa Oleífera* (por quilo de massa de esferas), e foi homogeneizada a solução.

Em seguida, foram retiradas alíquotas das soluções 2 e 3 separadamente, por meio de pipetas graduadas de plástico, por um processo de gotejamento na solução de cloreto de cálcio, permaneceram por 20 s. Após esse período, as esferas foram retiradas da solução com auxílio de uma peneira de plástico de 53 μ , e imersas em um recipiente contendo água destilada para retirada do resíduo de cloreto de cálcio (Figura 4).

Figura 4. Produção das esferas



Fonte: Acervo do autor

4.3 Desafio de exposição ao ar

Ao termino do experimento, foi retirada uma amostra de 48 peixes, sendo essa amostra composta por 12 peixes de cada tratamento, que foram submetidos ao desafio de exposição ao ar. Neste teste, os peixes foram retirados da água, e cada um foi exposto ao ar, em um local forrado com uma flanela úmida para evitar danos físicos (Figura 5). Os animais ficaram exposto a este teste por 5 minutos, logo após, foram realizadas coletas de amostras de sangue pela venopunção do vaso caudal do peixe (WEINERT *et al.*, 2015) com auxílio de seringa (3mL) contendo heparina, e agulha hipodérmica estéril 21G (Figura 6). Também foi feita a pesagem dos animais.

Figura 5. Desafio de exposição ao ar



Fonte: Acervo do autor

Figura 6. Coleta de sangue



Fonte: Acervo do autor

4.4 Parâmetros de Desempenho

Após um jejum de 24 horas, os animais passaram por uma biometria (Figura 7). Foram calculados os seguintes índices de desempenhos zootécnicos:

- Peso Inicial – PI(g):
- $PI = [\text{peso total da amostra (g)} \div \text{número de peixe da amostra}]$
- Peso Final – PF (g):
- $PF = [\text{peso total da amostra (g)} \div \text{número de peixes da amostra}]$
- Ganho de Peso – GP (g):
 - $GP = PF - PI$
- Ganho de Peso Diário – GPD (g/dia):
 - $GPD = (PF - PI) \div \text{período experimental}$

- Eficiência Alimentar – EA (g)
 - $EA = (GP/CT) * \text{número de peixes por repetição}$
- Taxa de Crescimento Específico – TCE (%):
 - $TCE = 100 \times [(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \div \text{período experimental}]$
- Consumo Total – CT (g):
 - $CT = \text{Total de ração consumida} \div \text{número de peixes por repetição}$
- Consumo Diário – CD (g):
 - $CD = \text{Consumo total} \div \text{período experimental} \times 100$
- Sobrevivência – S (%):
 - $S = (\text{número final de peixes}) \div (\text{número inicial de peixes}) \times 100$

Figura 7. Biometria das carpas



Fonte: acervo do autor

4.5 Parâmetros bioquímicos

Foi retirado sangue pela venopunção do vaso caudal dos peixes utilizando seringas heparinizadas, em seguida o sangue foi centrifugado para obtenção do plasma, que foi utilizado nas análises bioquímicas.

- Proteína total (g/dL^{-1});
- Albumina (mg/dL^{-1});
- Glicose (mg/dL^{-1});
- Triglicerídeos (mg/dL^{-1});
- Lipoproteínas séricas (HDL (mg/dL^{-1});
- LDL (mg/dL^{-1});
- Colesterol Total (mg/dL^{-1}).

As análises foram medidas por Kits comerciais (Bioclin®). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro óptico de acordo com a absorbância para cada análise específica.

4.6 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistical Analysis System versão 9.4 (SAS). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Cramér-von Mises) e a homocedasticidade de variâncias (Levene). Posteriormente foi realizada a ANOVA e em seguida foi utilizado pós teste de Tukey ($P < 0.05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental foram mantidos os parâmetros de qualidade da água dentro do exigido pela espécie, não houve mortalidade e as dietas experimentais eram consumidas no mesmo período. O experimento foi conduzido num sistema de recirculação de água. Dessa forma, a água que saía dos aquários era canalizada para um filtro biológico e posteriormente, a água retornava aos aquários por meio de uma bomba por sucção.

Os parâmetros de desempenho zootécnicos para juvenis de carpa (*C. carpio nishikigoi*) alimentados com dieta basal e esferas contendo extrato de *M. oleifera* e água destilada são descritos na Tabela 2. Para ganho de peso e taxa de crescimento específico houve diferenças estatística, ou seja, os animais submetidos a Ração basal + esferas com *M. oleifera* obtiveram o maior ganho e maior crescimento ($P < 0,05$).

O maior ganho de peso dos peixes pode ser explicado devido a utilização da esferificação, que evitou a perda de nutrientes na água (RODRIGUES, 2012), consequentemente proporcionando maior aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Para consumo total, consumo diário, consumo por tanque, peso final e eficiência alimentar ($P > 0,05$) não houve diferenças estatística entre os grupos avaliados. Os animais foram alimentados com ração purificada que atende a exigência

da espécie, porém é pouco palatável. E o consumo foi fixado em 1,5% ao dia o que justifica não ocorrer diferenças no consumo total, diário e por tanque (aquário).

Khalili e Korní (2017) relatam que a incorporação de extrato aquoso de *M. oleifera* na dieta de juvenis de *C. carpio* foi capaz de melhorar o desempenho produtivo, a imunidade e a mitigação do efeito do estresse. A incorporação de *M. oleifera* na alimentação de tilápia do Nilo, aumentou acentuadamente os índices de crescimento (ELABD *et al.*, 2019), como também observado neste estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Elabd *et al.* (2016) relataram que a suplementação dietética com *M. oleifera* para perca amarela (*Perca flavescens*) melhorou diferentes parâmetros de crescimento. Esses resultados corroboram com os encontrados por Makkar e Becker, (1996) e Soliva *et al.* (2005). Corroborando com os encontrados neste experimento.

Tabela 2. Valores médios do desempenho de *C. carpio nishikigoi* alimentados com (suplementos dietéticos) esferas contendo extrato de *M. oleifera*

Parâmetros Zootécnicos	Basal	Ração com extrato de <i>M. oleifera</i>	Ração + esferas com <i>M. oleifera</i>	Ração + esferas com água destilada	<i>Valor P</i>
Consumo Total (g)	121,30±2,51 ^a	118,39±5,00 ^a	122,36±4,31 ^a	116,66±4,83 ^a	>0.2647
Consumo Diário (g/dia)	2,02±0,04 ^a	1,97±0,08 ^a	2,04±0,07 ^a	1,94±0,08 ^a	>0.2646
Consumo por Tanque (g)	7,96±1,10 ^a	6,96±0,27 ^a	6,90±0,17 ^a	7,07±0,46 ^a	>0.1003
Peso Inicial (g)	135,09±20,92 ^a	149,36±12,15 ^a	144,83±24,49 ^a	146,97±17,56 ^a	>0.7420
Ganho de Peso (g)	6,65±6,20 ^b	13,42±4,48 ^{ab}	17,05±4,08 ^a	12,12±8,63 ^{ab}	>0.0471
Eficiência Alimentar (g)	0,07±0,49 ^a	0,68±0,22 ^a	0,84±0,22 ^a	0,63±0,46 ^a	>0.0581
Peso Final (g)	128,58±27,26 ^a	162,75±9,13 ^a	161,89±25,47 ^a	159,09±21,86 ^a	>0.1403
Taxa de Crescimento Específica (%)	0,18±0,17 ^{ab}	0,15±0,06 ^{ab}	0,19±0,05 ^a	0,13±0,08 ^{ab}	>0.0001

Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas na linha) não diferiram de acordo com o teste de Tukey ($P>0,05$).

Existem poucos estudos, no qual utilizam o extrato de folha de *M. oleifera* na alimentação de organismos aquáticos. Segundo Kaleo *et al.* (2019) a suplementação das folhas de *M. oleifera* (0,5 %) foi capaz de demonstrar efeito antiviral para camarão de água (*M. rosenbergii*). Já o extrato aquoso de *M. oleifera* foi eficiente antibacteriano em estudo com *Cyprinus carpio* (KORNI *et al.*, 2020), o extrato da *M. oleifera* é um composto rico em antioxidantes e uma alternativa como imunestimulante. As folhas são ricas em minerais e fornecem uma boa fonte de proteína, vitaminas, β -caroteno, aminoácidos e compostos fenólicos (RAMACHANDRAN *et al.*, 2014).

Não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) para: glicose, ALT, AST, proteína total, albumina, colesterol total, triglicerídeos, HDL e LDL (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros bioquímicos da *C. carpio nishikigoi* alimentados com esferas (suplementos dietéticos) contendo extrato de *M. oleifera*

Parâmetros Bioquímicos	Basal	Ração com extrato de <i>M. oleifera</i>	Ração + esferas com <i>M. oleifera</i>	Ração + esferas com água destilada	Valor P
Glicose (mg/dL ⁻¹)	93,21±13,71 ^a	96,56±28,16 ^a	93,36±18,97 ^a	83,03±12,79 ^a	>0.0474
ALT	15,73±5,97 ^a	17,94±2,74 ^a	21,76±9,98 ^a	9,63±4,70 ^a	>0.3468
AST	198,12±26,79 ^a	98,67±89,95 ^a	165,68±37,01 ^a	170,01±83,21 ^a	>0.4354
Proteína Total (g/dL ⁻¹)	1,73±1,65 ^a	3,10±0,14 ^a	2,32±2,88 ^a	2,59±0,34 ^a	>0.8633
Albumina (mg/dL ⁻¹)	0,14±1,61 ^a	1,34±0,10 ^a	0,88±1,63 ^a	1,05±0,16 ^a	>0.7256
Triglicerídeos	219,0±87,49 ^a	249,0±56,23 ^a	250,2±30,30 ^a	139,7±31,30 ^a	>0.1937
Colesterol Total (mg/dL ⁻¹)	123,23±17,78 ^a	121,72±8,50 ^a	113,76±85,28 ^a	110,91±38,71 ^a	>0.9923
HDL (mg/dL ⁻¹)	39,09±6,02 ^a	42,94±3,11 ^a	57,68±9,26 ^a	42,21±13,32 ^a	>0.1334
LDL (mg/dL ⁻¹)	13,47±4,04 ^a	8,92±3,37 ^a	15,94±0,64 ^a	9,15±5,51 ^a	>0.1369

Alanina aminotransferase (ALT) e Aspartato aminotransferase (AST). Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas na linha) não diferiram de acordo com o teste de Tukey ($P > 0,05$).

A falta de variação significativa para glicose em peixes alimentados com dietas contendo *M. oleifera* entra em concordância com o trabalho de Mansour *et al.* (2020), mostrando assim que o extrato de *M. oleifera* pode ser utilizado na suplementação e alimentação de *Cyprinus carpio nishikigoi* sem comprometer os níveis de glicose. Yuan *et al.* (2007), também analisaram os efeitos de ervas medicinais sobre o sistema imunológico da espécie *Cyprinus carpio* e reafirmam a ausência de significância ($P > 0,05$) nos níveis de triglicerídeos.

Não foram encontradas diferenças significativas entre as dietas, após os animais serem submetidos ao desafio de exposição ao ar (Tabela 4), para as variáveis glicose, AST, ALT e proteína total ($P > 0,05$). Contudo, os peixes alimentados com esferas com *M. oleifera* apresentaram a menor média entre os níveis de glicose comparados com as demais após o estresse agudo. Segundo Mansour *et al.* (2020), a elevação nos níveis de glicose é um possível indicador de estresse. Essa diminuição nos níveis de glicose em peixes alimentados com o extrato da *M. oleifera* pode ter ocorrido devido a ação antioxidante dessa planta (ELABD *et al.*, 2019).

Tabela 4. Parâmetros bioquímicos da *C. carpio nishikigoi* alimentados com esferas (suplementos dietéticos) contendo extrato de *M. oleifera* pós teste de exposição ao ar.

Parâmetros Bioquímicos	Basal	Ração com extrato de <i>M. oleifera</i>	Ração + esferas com <i>M. oleifera</i>	Ração + esferas com água destilada	Valor <i>P</i>
Glicose (mg/dL ⁻¹)	83,52±36,14 ^a	96,28±42,33 ^a	76,80±13,92 ^a	96,30±35,62 ^a	>0.6470
ALT	17,29±5,33 ^a	15,33±2,11 ^a	15,17±6,58 ^a	17,37±4,50 ^a	>0.6832
AST	185,7±37,18 ^a	193,2±29,72 ^a	182,5±83,85 ^a	171,0±32,45 ^a	>0.8190
Proteína Total (g/dL ⁻¹)	3,12±0,27 ^a	3,20±0,57 ^a	3,13±0,26 ^a	3,07±0,36 ^a	>0.9418

Alanina aminotransferase (ALT) e Aspartato aminotransferase (AST). Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas na coluna) não diferiram de acordo com o teste de Tukey ($P > 0,05$).

Os efeitos deletérios do estresse de confinamento são conhecidos por afetar muitos aspectos da fisiologia do peixe, incluindo competência imunológica e a taxa de

crescimento (BARTON; IWAMA, 1991). Assim, o efeito de mitigação deste estresse usando o extrato de *M. oleifera* é uma alternativa importante no campo da aquicultura para melhorar a imunidade dos peixes e aumentar a resistência às condições ambientais adversas e, posteriormente, prevenir o aparecimento de doenças.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo mostrou que a utilização da esferificação é uma técnica que auxilia em manter a integridade de compostos que podem melhorar a imunidade de organismo aquáticos. Sendo que a utilização da Ração basal + esferas com extrato de *M. oleifera* apresentaram melhores resultados para ganho de peso e taxa de crescimento específico. Ou seja, a utilização da esferificação e o extrato de *M. oleifera* pode ser uma alternativa interessante e eficaz na imunidade de carpas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU-ELEZZ, F. M. K. *et al.* Efectos nutricionales de la inclusión dietética de harina de hojas de *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera* en el comportamiento de gallinas Rhode Island Red. **Revista cubana de ciencia agrícola**, v. 45, n. 2, p. 163-170, 2011.

ABRANTES, G.M.M.S. **Cozinha Modernista: curso para Introdução do Ensino de Novas Técnicas Culinárias na Formação de Cozinheiros**. Dissertação (Mestrado em Ciências Gastronômicas) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, p. 199. 2014. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10362/21659>>. Acesso 25 de fevereiro de 2021.

ADAMS, S. M. *et al.* The use of bioindicators for assessing the effects of pollutant stress on fish. **Marine Environmental Research**, v. 28, n.1-4, 459–464. 1989.

AGUILAR, P. S. F. **Cultivo acuapónico Carpa Koi (*Cyprinus carpio* L., 1758) - Cuphea spp. con potencial nutracéutico**. Dissertação (Mestrado em engenharia de biosistema de linha de terminal) – Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, México, p. 76, 2017. Disponível em <<http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/711>>. Acesso 23 de fevereiro de 2021.

ALMEIDA, M.S.M. *Moringa Oleifera Lam., seus benefícios medicinais, nutricionais e avaliação de toxicidade*. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, Coimbra, p. 48. 2018.

AMIR, I. *et al.* Evaluation of commercial application of dietary encapsulated probiotic (*Geotrichum candidum* QAUGC01): Effect on growth and immunological indices of rohu (*Labeo rohita*, *Hamilton 1822*) in semi-intensive culture system. **Fish and shellfish immunology**, v. 95, p. 464-472, 2019.

AMORIM, L. M. M. C. *et al.* **Método de aplicação de esferificação em produtos alimentícios**. In: Conexão Unifametro 2019 - Fortaleza- CE, 2019. Disponível em: <<https://www.doity.com.br/anais/conexaounifametro2019/trabalho/123643>>. Acesso em 02 de março de 2021.

A Pesca e a Aquicultura na Europa. **Comissão Europeia**, n.º 56 junho 2012. Disponível em < <https://acope.pt/documents/Revista---A-Pesca-e-Aquicultura-na-EU--Junho-2012.pdf>>. Acesso 23 de fevereiro de 2021.

BALDISSERA, M. D. *et al.* Involvement of the phosphoryl transfer network in gill bioenergetic imbalance of pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) subjected to hypoxia: notable participation of creatine kinase. **Fish physiology and biochemistry**, v. 46, n. 1, p. 405-416, 2020.

BARBOSA, K. B. F. *et al.* Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732010000400013&lng=en&nrm=iso>. Acesso 16 de março de 2021.

BARTON, B. A.; IWAMA, G. K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of fish diseases**, v. 1, p. 3-26, 1991.

CALLISAYA, E. R. G. Evaluación del crecimiento de peces Carpa Koi platino y Ogon chica ornamentales (*Cyprinus carpio*) en agua fría bajo condiciones controladas. **Revista Estudiantil AGRO – VET**, v. 3, n. 1, p. 312-320, 2019.

CHAMMAS, M.; GARÁDI, P. A Carpa Comum: Um breve histórico. **Panorama da Aquicultura**, 1996. Disponível em <<https://panoramadaaquicultura.com.br/a-carpa-comum-um-breve-historico/>>. Acesso 23 de fevereiro de 2021.

CHIPPARI-GOMES, A. R. *et al.* Metabolic adjustments in two Amazonian cichlids exposed to hypoxia and anoxia. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 141, n. 3, p. 347-355, 2005.

CITARASU, T. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. **Aquaculture International**, v. 18, n. 3, p. 403-414, 2010.

DA ROS, M. M. C. S. **Produção integrada de alface (*Lactuca sativa*) e carpas coloridas (*Cyprinus carpio var. koi*) em sistema aquapônico**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 82, 2017. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/185625/PAQI0496-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>. Acesso 23 de fevereiro de 2021.

DE MELO, D. C. **Indicadores hematológicos e imunológicos após estresse crônico por hipóxia em tilápia (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada**. Tese (Doutorado em zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 38. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282011000400011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso 27 de fevereiro de 2021.

DE OLIVEIRA, P. V. C. *et al.* Utilização de moringa oleífera na alimentação animal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53881-53893, 2020.

ELABD, H. *et al.* Dietary supplementation of Moringa leaf meal for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: Effect on growth and stress indices. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 45, n. 3, p. 265-271, 2019.

ELABD, H. *et al.* Feeding *Glycyrrhiza glabra* (liquorice) and *Astragalus membranaceus* (AM) alters innate immune and physiological responses in yellow perch (*Perca flavescens*). **Fish & shellfish immunology**, v. 54, p. 374-384, 2016.

FAHEY, J. W. Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. **Trees for life jornal**, v. 1, n. 5, p.1-15, 2005.

FAO. 2020. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020**. La sostenibilidad en acción. Roma.

FERREIRA, A. L. *et al.* Essential oil of *Ocimum gratissimum* (Linnaeus, 1753): efficacy for anesthesia and transport of *Oreochromis niloticus*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 47, n. 1, p. 135-152, 2021.

FOLKARD, G.; SUTHERLAND, J. *Moringa oleifera* un árbol con enormes potencialidades. Traducido de **Agroforestry Today**, v. 8, n. 3, p. 5-8, 1996 por Ariadne Jiménez U.C.R., Turrialba, Costa Rica.

GIL, M. J.G. N. **Gastronomia Molecular: uma abordagem de investigação para alunos do Básico e Secundário**. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, p. 129. 2010.

GIRI, S. S.; SUKUMARAN, V.; PARK, S. C. Effects of bioactive substance from turmeric on growth, skin mucosal immunity and antioxidant factors in common carp, *Cyprinus carpio*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 92, p. 612-620, 2019.

GOOLISH, E. M.; ADELMAN, I. R. Effects of ration size and temperature on the growth of juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture**, v. 36, p. 27-35,

1984.

JOVEL, C. D. A. **Experiencia en la reproducción de la carpa Koi (*Cyprinus carpio*) y el pez Betta (*Betta splendens*)**. Trabalho de conclusão de curso - Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, p. 19, 2000. Disponível em< <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2406/1/T1237.pdf>>. Acesso 25 de fevereiro de 2021.

KALEO, I. V. *et al.* Effects of *Moringa oleifera* leaf extract on growth performance, physiological and immune response, and related immune gene expression of *Macrobrachium rosenbergii* with *Vibrio anguillarum* and ammonia stress. **Fish & shellfish immunology**, v. 89, p. 603-613, 2019.

KHALIL, F.; KORNI, F. M. M. Evaluation of *Moringa oleifera* leaves and their aqueous extract in improving growth, immunity and mitigating effect of stress on common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. **Aquatic Sciences and Engineering**, v. 32, n. 3, p. 170-177, 2017.

KHANI, M. *et al.* The effects of *Chlorella vulgaris* supplementation on growth performance, blood characteristics, and digestive enzymes in Koi (*Cyprinus carpio*). **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, p. 832-843, 2017.

KORNI, F. M. M. *et al.* Role of *Moringa oleifera* leaves and aqueous extract in prevention of Motile *Aeromonas Septicemia* in common carp, *Cyprinus carpio* fingerlings with a reference to histopathological alterations. **Aquaculture International**, v. 28, n. 1, p. 153-168, 2020.

KUBTIZA, F. Oxigênio dissolvido e sua importância para o desempenho e saúde dos peixes e camarões. **Panorama da aquicultura**, v. 27, n. 162, p. 25-33, 2017. Disponível em< http://www.acquaimagem.com.br/docs/Panorama_162_Kubitza_agua_parte1.pdf>. Acesso 16 de março de 2021.

LEWBART, G. A. Reproductive medicine in koi (*Cyprinus carpio*). **Veterinary Clinics Exotic Animal**, p. 637-648, 2002.

MAHMOOD, K. T.; MUGAL. T.; HAQ. I. U. *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v.2, p. 775 – 781, 2010.

MAJMUNDAR, A. J.; WONG, W. J.; SIMON, M. C. Hypoxia-Inducible Factors and the Response to Hypoxic Stress. **Molecular Cell**, v. 40, n. 2, p. 294-309, 2010.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal feed science and technology**, v. 63, n. 1-4, p. 211-228, 1996.

MANSOUR, A. T. *et al.* Dietary supplementation of drumstick tree, *Moringa oleifera*, improves mucosal immune response in skin and gills of seabream, *Sparus aurata*, and attenuates the effect of hydrogen peroxide exposure. **Fish physiology and biochemistry**, p. 1-16, 2020.

MATHUR, B. **Moringa book**. 2005. Disponível em < <http://www.treesforlife.org/>>. Acesso em 29 de fevereiro de 2021.

MBOKANE, E. M.; MOYO, N. A. G. Effects of dietary levels of essential oil extracts from *Moringa oleifera* and *Artemisia afra* on kidney histology, haemato-immunological parameters and disease resistance in *Clarias gariepinus*. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 1, p. 410-425, 2020.

MONVISES, A. *et al.* The Siamese fighting fish: Well-known generally but little-known scientifically. **Science Asia**, v. 35, n. 1, p. 8-16, 2009.

MOREIRA, L. C. **Estudo da solubilidade e composição da fase sólida do cloreto de cálcio em misturas contendo água e monoetilenoglicol**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, p. 76. 2017.

MOURA, J. I. M. G. **Desenvolvimento de metodologias para a aplicação de hidrocolóides a técnicas culinárias de vanguarda**. Dissertação (Mestrado em Ciências Gastronômicas) - Faculdade de Ciências, Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, p. 85. 2011. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10362/7505>>. Acesso 25 de fevereiro de 2021.

MULLER, J. M.; SANTOS, R. L.; BRIGIDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. **Polímeros**, São Carlos, v. 21, n. 4, p. 305-310, 2011.

MUUSZE, B. *et al.* Hypoxia tolerance of Amazon fish. **Respirometry and energy metabolism of the cichlid *Astronotus Ocellatus***. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v. 120, p. 151-156, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL *et al.* **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National academies press, 2011.

NIKINMAA, M. Oxygen and carbon dioxide transport in vertebrate erythrocytes: an evolutionary change in the role of membrane transport. **The Journal of Experimental Biology**, v. 200, n. 2, p. 369-380, 1997.

Carpas comuns e carpas coloridas (Nishikigois). **Cpt**. Disponível em <<https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/carpas-comuns-e-carpas-coloridas-nishikigois-principais-caracteristicas>>. Acesso 18 de fevereiro de 2021.

OLIVEIRA LIMA, A.; Bernardino, G.; Proença, C. E. M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da aquicultura**, 2001. Disponível em < <https://panoramadaaquicultura.com.br/agronegocio-de-peixes-ornamentais-no-brasil-e-no-mundo/>>. Acesso 23 de março de 2021.

OLIVEIRA, J. *et al.* Compositional and nutritional attributes of seeds from the multiple purpose tree *Moringa oleifera* Lamarck. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, n. 6, p. 815-820, 1999.

PASIN, B. L.; AZÓN, C. G.; GARRIGA, A. M. Microencapsulation in alginate for food. Technologies and applications. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 3, n. 1, p. 130-151, 2012.

PEREIRA, L. A. *et al.* Uso de extratos de plantas e suas propriedades profiláticas ou terapêuticas na produção de peixes. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 373-380, 2016.

PONT, G. D. Adaptações respiratórias em peixes: os efeitos das vantagens evolutivas sobre o sucesso de espécies em ambientes extremos. **Gia**, 2015. Disponível em < <https://gia.org.br/portal/adaptacoes-respiratorias-em-peixes-os-efeitos-das-vantagens-evolutivas-sobre-o-sucesso-de-especies-em-ambientes-extremos/>>. Acesso 14 de março de 2021.

Alginatos – overview. **Food Ingredientes Brasil**. Disponível em < <https://revista-fi.com.br/artigos/ingredientes-funcionais/alginate-overview>>. Acesso 02 de março de 2021.

RAMACHANDRAN, C. *et al.* *Moringa oleifera*: a plant with multiple medicinal uses and food preservative. **International Journal of Food and Nutritional Sciences**, v. 3, n. 1, p. 69-72, 2014.

RODRIGUES, J. B. **Desenvolvimento de micropartículas contendo *Lactobacillus acidophilus* para alimentação de larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, Campinas, p. 112, 2012.

SCHRECK, C. B.; TORT, L. The concept of stress in fish. **Biology of Stress in Fish: fish physiology**, v. 35, p.1-34, 2016.

SHAHIDI, F.; HAN XQ. Encapsulation of food ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.

SOLIVA, C. R. *et al.* Feeding value of whole and extracted *Moringa oleifera* leaves for ruminants and their effects on ruminal fermentation in vitro. **Animal feed science and technology**, v. 118, n. 1-2, p. 47-62, 2005.

TSAI, F. H. *et al.* Producing liquid-core hydrogel beads by reverse spherification: Effect of secondary gelation on physical properties and release characteristics. **Food Hydrocolloids**, v. 62, p. 140-148, 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, 2018.

USANDI, B. *et al.* Effect of larval rearing density on growth and survival of koi carp, *Cyprinus carpio*. **Survival**, v. 10, p. 100, 2019.

WENDELAAR BONGA, S. E. The Stress Response in Fish. **Physiological reviews**, v. 77, n. 3, p. 591-625, 1997.

WEINERT, N. C. *et al.* Hematology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) subjected to anesthesia and anticoagulation protocols. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 6Supl2, p. 4237-4250, 2015.

YADAV, G. *et al.* Effective valorization of microalgal biomass for the production of nutritional fish-feed supplements. **Journal of Cleaner Production**, v. 243, p. 118697, 2020.

YANG, S. *et al.* Acute hypoxic stress: effect on blood parameters, antioxidant enzymes, and expression of HIF-1alpha and GLUT-1 genes in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Fish and Shellfish Immunology**, v. 67, p. 449-458, 2017.

YUAN, C. *et al.* Administration of a herbal immunoregulation mixture enhances some immune parameters in carp (*Cyprinus carpio*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 33, n. 2, p. 93-101, 2007.

ZHANG, W. *et al.* Effects of dietary α -lipoic acid on the growth and antioxidative responses of juvenile abalone *Haliotis discus hannai* Ino. **Aquaculture Research**, 41, n.11, p. 781-787, 2010.