

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**A UTILIZAÇÃO DE DIETAS ÚMIDAS PARA PEIXES
ORNAMENTAIS: UMA NOVA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL
PARA A INDÚSTRIA AQUÍCOLA**

JEAN CARLOS DE SOUZA MELO

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019

**A UTILIZAÇÃO DE DIETAS ÚMIDAS PARA PEIXES
ORNAMENTAIS: UMA NOVA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL
PARA A INDÚSTRIA AQUÍCOLA**

JEAN CARLOS DE SOUZA MELO

Orientadora: Profa. Dr^a Claucia Aparecida Honorato da Silva

Coorientador: Dr. Rudã Fernandes Brandão Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M528u Melo, Jean Carlos De Souza
A UTILIZAÇÃO DE DIETAS ÚMIDAS PARA PEIXES ORNAMENTAIS: UMA NOVA
ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA A INDÚSTRIA AQUÍCOLA [recurso eletrônico] / Jean
Carlos De Souza Melo. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: CLAUCIA APARECIDA HONORATO DA SILVA.

Coorientador: Rudã Fernandes Brandão Santos.

TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados,
2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Acara disco. 2. Desempenho produtivo. 3. Dieta fresca. 4. Nutrição. I. Silva, Claucia
Aparecida Honorato Da. II. Santos, Rudã Fernandes Brandão. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

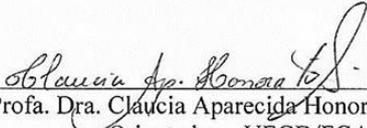
**A UTILIZAÇÃO DE DIETAS ÚMIDAS PARA PEIXES
ORNAMENTAIS: UMA NOVA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA A
INDÚSTRIA AQUÍCOLA**

Por

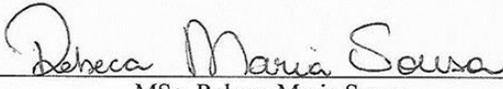
Jean Carlos de Souza Melo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

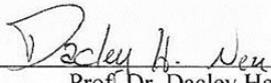
Aprovado em: 28 de novembro de 2019.



Profa. Dra. Cláucia Aparecida Honorato da Silva
Orientador – UFGD/FCA



MSc. Rebeca Maria Sousa
Membro da Banca



Prof. Dr. Dacley Hertez Neu
Membro da Banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente por ter me sustentado na fé nos momentos mais difíceis e pela saúde, força e sabedoria que me destes durante todo esse trajeto no qual me deu suporte para ser quem sou hoje.

À instituição Universidade Federal da Grande Dourados, que possibilitou a mim e meus colegas acadêmicos entender que ao obter o saber formal, seremos capazes de formar opiniões e contribuir para fazer do mundo um lugar melhor para todos. Á todos os docentes dessa conceituada instituição, pelo dom e a arte de ensinar e aos meus professores do curso pela excelência da qualidade técnica de cada um.

À minha amiga e Orientadora, a professora Cláucia Aparecida Honorato que me proporcionou oportunidades únicas e sempre se propôs a me ajudar, agradecer também pelos puxões de orelha e também pelos conselhos que levarei sempre com carinho.

Á minha amada avó Custódia de Souza que sempre sonhou meus sonhos e me moldou para ser quem sou hoje, pela compreensão nos momentos mais cruciais de minha vida, pelo amor, e por todo incentivo a mim investido nesses anos acadêmicos.

Á toda minha família que torceu por mim, sempre me incentivando e apoiando quando mais precisei.

Aos meus amigos que de certa forma me fortaleceu sempre que precisei.

Aos colegas de turma e curso André Simon, Bárbara Libanio, Jéssica Pereira, Larissa Dorce, Michael Blank, Natália Azola, Patrícia Gauer, Tuanny Trindade, Wesley Barbieri, Wesley Paulo e aos demais. Mesmo que os tempos mudem constantemente ainda lembraremos das risadas e dos momentos especiais vividos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Estudo de Mercado	3
2.2. A espécie: <i>Symphysodon aequifasciatus</i>	3
2.3. Nutrição de Peixes	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1. Dietas experimentais.....	6
3.2. Análise de crescimento.....	6
3.3. Enzimas metabólicas.....	7
3.4. Análise enzimática.....	7
3.5. Enzimas digestivas.....	7
3.6. Análise histopatológica fígado e intestino.....	8
3.7. Procedimento estatístico.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5. CONCLUSÕES	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

MELO, Jean Carlos de Souza. **A utilização de dietas úmidas para peixes ornamentais: Uma nova abordagem sustentável para a indústria aquícola.** 2019. 25p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar a viabilidade de utilização de substituição do patê caseiros por dieta comercial seca para o acará disco. Os juvenis de acará disco foram aclimatados por 15 dias em tanques de 1000L na Piscicultura Cascavel situada no estado do Paraná, Brasil. O experimento foi realizado em ambiente interno em tanques de 50L; abastecido com fluxo constante de água com renovação total 20 vezes ao dia; concentração de oxigênio 5,4mg / L e foto período de 12x12h. Os parâmetros de qualidade da água foram monitorados diariamente: temperatura; pH; oxigênio dissolvido. Foram testadas as dietas: DP - dieta pastosa (confeccionada com filé de tilápia); DPR – dieta pastosa acrescidas de ração (relação 1:1 de ração pastosa mais dieta seca) e DS – dieta seca. As dietas, adquiridas da empresa Poytara Ltda (Araraquara/SP), foram suplementadas com vitamínico-mineral, vitamina C protegida, betaina e caulim. Os maiores valores de crescimento foram observados para a mistura de dieta pastosa e dieta seca (DPR) seguido da dieta pastosa. A sobrevivência foi superior no lote de peixes alimentados coma DPR. Alguns pontos devem ser considerados na utilização da dieta seca que apresentou a melhor taxa de eficiência proteica, conversão alimentar e alta homogeneidade do lote. Não foi constatado diferença significativas na eficiência de retenção de nutrientes. A mistura de ração pastosa e dieta seca é eficiente para promover respostas adaptativas que convergem em melhorias na arquitetura digestiva que, refletem em respostas mais eficientes de crescimento.

Palavras-chave: Acara disco; Desempenho produtivo; Dieta fresca; Nutrição.

ABSTRACT

This work aimed to verify the feasibility of using home-made pâté substitution for a dry commercial diet for discus. The discus juveniles were acclimatized for 15 days in tanks of 1000L in the fish farm Cascavel located in the state of Paraná, Brazil. The experiment was conducted in an indoor environment in 50L tanks; supplied with constant water flow with total renewal 20 times a day; oxygen concentration 5.4mg/L and photo period of 12x12h. Water quality parameters were monitored daily: temperature; pH; dissolved oxygen. Diets were tested: DP - Pasty diet (made with tympanic fillet); DPR – Pasty diet plus feed (1:1 ratio of pasty feed plus commercial ration) and DS – dry diet. The diets, acquired from the company Poytara Ltda (Araraquara/SP), were supplemented with vitamin-mineral, vitamin C protected, betaine and kaolin. The highest growth values were observed for the pasty diet mixture and dry diet (DPR) followed by the pasty diet. Survival was higher in the batch of fish fed with DPR. Some points should be considered in the use of the dry diet that presented the best rate of protein efficiency, food conversion and high homogeneity of the lot. No significant difference in nutrient retention efficiency was found. The mixture of pasty feed and commercial feed is efficient to promote adaptive responses that converge on improvements in digestive architecture that reflect on more efficient growth responses.

Keywords: Discus; Diet fresh; Nutrition; Productive performance.

1. INTRODUÇÃO

O peixe Acará Disco (*Symphysodon aequifasciata*), um ciclídeo de água doce, é uma das espécies mais valiosas de aquários e possui um alto valor comercial quando comparado as demais espécies de ornamentais (ASSIS et al 2014). Os estudos nutricionais para peixes de aquário brasileiros são escassos em comparação com os de peixes cultivo (CHONG et al., 2000; RIBEIRO et al, 2007; TAKAHASHI et al. 2010).

Criadores de disco em larga escala dependem principalmente de alimentos vivos e dietas de fabricação caseiras conhecidas como patê (SATO et al., 2017; WEN et al., 2018). No entanto, no que tange a fabricação de dietas inertes a indústria de ração para peixes ornamentais frequentemente esbarra com a contestação de utilização de dietas úmidas no sistema de cultivo e também pelo setor de aquarismo.

Devido à escassez de informações sobre esta espécie de peixes ornamentais no que tange o sistema de cultivo e suas exigências nutricionais, percebe-se que os criadores desta espécie se baseiam em experiências próprias, obtidas através de tentativa e erro. (BEERLI et al., 2009). A exigência de proteína para o acará disco foi determinada somente por CHONG et al. (2000), que testaram níveis entre 35 e 55%, determinando que a exigência estava em torno de 44,9 à 50,1%PB.

Muitos estudos realizados para determinar a exigência de proteína para espécies de peixes podem estar superestimados por não considerar a digestibilidade dos ingredientes (GONÇALVES et al 2013; JOMORI et al 2003) e conseqüentemente inviabilizam o resultado de desempenho produtivo. O nível de proteína da dieta deve estar estreitamente relacionado aos ingredientes empregados, de acordo com sua inclusão e valor nutricional de seus aminoácidos, assim como do balanceamento da energia e dos demais nutrientes da ração (ALMEIDA FILHO et al., 2012) e o processamento aplicado a dieta (HONORATO et al., 2010).

A alimentação do acará disco representa um desafio, pois estes peixes apresentam dificuldades em se alimentarem de dietas secas, chegando ao extremo de morrerem de inanição. Uma alternativa difundida é o uso de patês, que apresentam uma diversidade grande de produtos a serem utilizados (WEN et al., 2018), no entanto sem padronização e garantia de atendimento das exigências nutricionais.

Destaca-se que o uso de patês é utilizada por uma fase restrita em espécies de peixes carnívoros (LUZ & PORTELA et al 2002; SALARO et al., 2003). A utilização de patês por longos períodos não há registro na literatura. Não se pode menosprezar que há também a utilização do fornecimento de pates adicionados a dietas secas, com o intuito de estimular o

consumo e diminuir os custos de alimentação pelo alto valor das dietas comerciais (BEERLI et al., 2009)

Neste contexto de viabilização de uma dieta para acará disco, objetivou-se neste estudo verificar a viabilidade de utilização de substituição do patê caseiros por dieta comercial seca para o acará disco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estudo de Mercado

O mercado mundial de peixes ornamentais que movimentou em torno de U\$\$ 500 milhões em demandas de exportação entre os anos de 2014 e 2015 (COMTRADE et al., 2016), vem apresentando uma nova alternância favorável para a aumentar a receita, visto que requer uma menor área de produção e aponta uma alta margem de lucro (FARIA et al., 2016).

No mercado pet a aquariofilia tem se destacado mundialmente sendo Singapura o maior exportador de peixes ornamentais (U\$\$ 50.2 milhões), seguido a Espanha com (U\$\$ 34.6 milhões) e o Japão (U\$\$ 30.4 milhões). O Brasil deu um salto da vigésima primeira para a oitava posição no mercado exportador em 2014 (FARIA et al., 2016).

Dentre as espécies de peixes ornamentais mais comercializadas e valiosas no mercado pet encontra-se o Acará Disco (*Symphysodon aequifasciatus*), tendo consigo seu alto valor comercial (ASSIS et al., 2014).

2.2. A espécie: *Symphysodon aequifasciatus*

O *Symphysodon aequifasciatus*, conhecido popularmente como ácara-disco é um dos peixes mais conhecidos pelos aquariofilistas (ASSIS et al., 2014). Nativo da Amazônia essa espécie pode ser encontrada ao longo do Rio Solimões, e também entre o Rio Putamayo, na Colômbia e no Peru, até o do Rio Tocantins no Brasil. Nos países Guiana e Suriname também pode encontrar a presença de populações desta espécie (READY et al., 2006).

A classificação do Acara disco segue a seguinte chave:

Classe: Osteichthyes

Ordem: Perciformes

Subordem: Percoidei

Família: Cichlidae

Subfamília: Cichlasomatinae

Tribo: Heroini

Gênero: *Symphysodon*

Espécie-tipo: *S. aequifasciatus*

(HERCOS et al., 2014)



O acará disco é considerado o rei do aquário pela bela forma de seu corpo sua docilidade e cores marcantes (WEN et al., 2018). Atualmente é comercializado mundialmente e embora esta espécie seja o alvo das grandes empresas aquícolas, lacunas no seu sistema de produção são evidentes (CHONG et al., 2000, CHONG et al., 2003). Neste sentido o fator de maior impacto nesse sistema de produção está nas necessidades nutricionais (ZUANON et al 2011; GONÇALVES. et al., 2013).

2.3. Nutrição de Peixes

Os estudos nutricionais para peixes de aquário brasileiros são escassos em comparação com os de peixes cultivo (CHONG et al., 2000; RIBEIRO et al, 2007.;TAKAHASHI et al. 2010). Até o momento, há poucas informações sobre os requisitos nutricionais do disco (ZUANON et al 2011; GONÇALVES. et al., 2013).

Criadores de disco em larga escala dependem principalmente de alimentos vivos, como *Tubifex*, verme do sangue e *Artemia nauplii*, estes apresentam alta qualidade nutricional (SATOH et al 2017). Contudo, a produção e o uso desta fonte de alimento natural onera os custos de produção desta atividade, o que torna imprescindível a busca por alternativas da sua substituição por alimento inerte (JOMORI et al., 2003; SATOH et al 2017). No entanto, no que

se refere a fabricação de dietas inertes a indústria de ração para peixes ornamentais frequentemente esbarra com a contestação de utilização de dietas úmidas no sistema de cultivo e também pelo setor de aquarismo.

Destaca-se principalmente que o processamento tecnológico das dietas pode ser uma ferramenta para implementar a utilização de dietas para peixes (HONORATO et al., 2010). Em estudos realizados por Yúfera et al. (1996 e 1999) as dietas com capacidade de substituir o alimento vivo deve possuir a mesma característica fisiológica e estruturais. Dietas micro particuladas, com tamanho e qualidade nutricional adequada tem sido demonstrada para espécies neotropicais (RØNNESTAD et al., 2013). De acordo com Kubitza (1995) além da atratividade a textura é um fator primordial para aceitação da dieta, e o percentual de umidade influencia no aproveitamento e desenvolvimento dos peixes. Isso se deve ao fato do alimento vivo possuir uma densidade de nutrientes muito baixa, devido ao alto teor de umidade, o que altera efetivamente a biodisponibilidade de nutrientes no intestino dos peixes (GUTHRIE et al., 2000). Segundo Kolkovski (2001) a dificuldade de algumas espécies de peixe em digerir as dietas está relacionada a quantidade de matéria seca que geralmente está por volta de 90% na dieta.

O uso de dietas com maiores umidades com diferentes fontes de proteína foram avaliadas e demonstraram êxito no crescimento e sobrevivência de espécies de peixes ornamentais (WEN et al., 2018).

Em relação a utilização de dietas úmidas na nutrição de peixes ornamentais, o uso de patê deu-se inicio na década de sessenta com o médico patologista e ictiólogo Myron Gordon, que por falta de disponibilidade de ração adequada pôs em práticas experimentos nutricionais e assim formulou um patê para suprir as exigências dos peixes ornamentais. Com a repercussão da receita de seu patê e seu devido sucesso na nova pegada nutricional, outros aquarofilistas deram continuidade em seu trabalho como Jack Wattley que foi um notório criador de discos nos Estados Unidos (AQUALIZE 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 240 juvenis de acará disco os quais foram aclimatados por 15 dias em tanques de 1000L na Piscicultura Cascavel situada na cidade Cascavel no estado do Paraná, Brasil. Após a aclimatação os indivíduos após uma biometria foram para o ambiente interno em aquários de 50L com 3 tratamentos e 4 repetições, totalizando em 12 unidades experimentais com 20 peixes cada um abastecido com fluxo constante de água com renovação total 20 vezes ao dia; concentração de oxigênio de 5,4mg / L e foto período de 12x12h. Os parâmetros de qualidade da água foram monitorados diariamente: temperatura; pH; oxigênio dissolvido.

3.1. Dietas experimentais

Foram testadas as dietas: DP - dieta pastosa (confeccionada com filé de tilápia); DPR – dieta pastosa acrescidas de ração (relação 1:1 de dieta pastosa mais dieta seca) e DS – dieta seca. As dietas, adquiridas da empresa Poytara Ltda (Araraquara/SP), foram suplementadas com vitamínico-mineral, vitamina C protegida, betaina e caulim.

Tabela 1 – Composição analisada das dietas experimentais.

Composição (%)	Rações experimentais		
	DP	DPR	DS
Matéria Seca	78,9	84,7	91,85
Proteína bruta	36,8	34,4	49,6
Lipídeos	3,6	3,1	5,2
Extrato não nitrogenado	57	37,9	42,2
Matéria mineral	1,5	2,5	1,7
Energia bruta (Kcal.kg ⁻¹)	4012,6	3864,5	3945,2

DP - Dieta pastosa (confeccionada com filé de tilápia, contendo 75% Matéria Seca – MS), DPR – dieta pastosa mais dieta seca (relação 1:1 de dieta pastosa mais dieta seca), DS – dieta seca.

3.2. Análise de crescimento

Para a análise de crescimento os peixes foram pesados e medidos para o cálculos dos índices de crescimento: 1) Ganho de Peso = (peso corporal final - peso corporal inicial); 2)

Comprimento Ganho = (comprimento corporal - final inicial comprimento do corpo); 3) Taxa de Crescimento Específico = $(100 [(ln \text{ peso corporal final} - ln \text{ peso corporal inicial}) / \text{número de dias experimentais}])$; 4) Consumo da dieta = ingestão de alimentos (g) dia⁻¹; 5) Taxa de conversão alimentar = ingestão de alimentos para animais (g) ganho de peso⁻¹ (g); 6) Taxa de eficiência proteica = aumento de peso (g) consumo de proteína (g)⁻¹

Os peixes foram transferidos para um banho de benzocaína (100mg L⁻¹) por 30 segundos (INOUE et al., 2003), medidos e ponderados.

3.3. Análise enzimática

Para a análise enzimática foram utilizados 10 peixes por tratamento. Os tecidos hepáticos (100 mg) foram utilizados para a análise das enzimas metabólicas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST). Os tecidos da porção anterior do intestino (100 mg) foram utilizados para as enzimas digestivas amilase, lipase, fosfatase alcalina e protease.

3.4. Enzimas metabólicas

Para a análise metabólica foram utilizados 10 peixes por tratamento. Os tecidos hepáticos foram homogeneizados separadamente em tampão fosfato de sódio (glicerol v/v em tampão fosfato de sódio 20 mM e Tris 10 mM - pH 7,0) com um homogeneizador tipo Potter-Elvehjem. Em seguida, foram centrifugados a 600g a 4°C durante três minutos e os sobrenadantes submetidos a uma nova centrifugação a 6000g a 4°C durante oito minutos. A partir deste produto, os sobrenadantes foram coletados para análise enzimática por espectrofotometria (espectrofotômetro semiautomático Bioplus S-200), em comprimentos de onda adequados para cada teste (REITMAN & FRANKEL, 1957).

3.5. Enzimas digestivas

Os tecidos da porção anterior do intestino (100 mg) foram utilizados para as enzimas digestivas amilase, lipase, fosfatase alcalina e protease. Os tecidos intestinais foram homogeneizados separadamente em tampão fosfato de sódio (glicerol v/v em tampão fosfato de sódio 20 mM e Tris 10 mM - pH 7,0) com um homogeneizador Potter-Elvehjem tipo. Em

seguida, foram centrifugados a 600g a 4°C durante três minutos e os sobrenadantes submetidos a uma nova centrifugação a 6000g a 4°C durante oito minutos.

A atividade proteolítica total foi dosada por hidrólise de caseína (WALTER, 1984). Anteriormente, os valores do teste de pH foram ajustados para cada secção do trato digestivo. A mistura de reação a um volume final de 1,0ml foram: 0,1M pH 2,0 ou 0,05M pH 9,0 e caseína 0,5% mais alíquota previamente ajustada fonte de enzima bruta. Após incubação a 25°C, a reação foi interrompida por adição de ácido tricloroacético (TCA) a 7% e 1,5 ml de volume final. A mistura foi mantida em banho de gelo durante 30 minutos, o precipitado removido por centrifugação a 14.400xg durante três minutos e o sobrenadante foi lido a 280m contra a solução de tirosina. A atividade específica foi expressa em micromol de substrato hidrolisado/min/mg de proteína (U/mg de proteína).

A lipase foi dosada após ajustes adequados (ALBRO et al., 1985). Resumidamente, a mistura de reação a um volume final de 1,0ml contendo alíquota previamente ajustada de enzima bruta e 0,4mm de miristato de nitrofenilo (dissolvido em tampão de bicarbonato de amônio 24mm pH 7,8 mais 0,5% Triton X-100) foi incubado durante 30 minutos a 25°C. A reação foi interrompida pela adição de 25mm de NaOH e transferida para um banho de gelo durante 15 minutos. A densidade óptica foi lida a 405 m. Uma unidade foi definida como micromol de substrato hidrolisado por minuto e expressa por miligrama de proteína (U/mg de proteína).

O amiloidrolítico foi dosado de acordo com Bernfeld (1955). A mistura de reação a um volume final de 1,5 ml foi: 1,5% de amido; 0,07M citrato/tampão fosfato pH 7,0; 0,028M Cl⁻ como cofator enzimático e uma alíquota previamente ajustada de homogeneizado tecidual. A mistura foi incubada a 25°C durante 30 minutos e a reação foi interrompida por adição de 1,0ml 5% ZnSO: 0,3N Ba(OH). Os precipitados foram removidos por centrifugação a 11.000xg durante três minutos e a concentração de glucose livre foi determinada a 690mm (PARK E JOHNSON, 1949). A atividade específica foi expressa em micromole de açúcares redutores/min/mg de proteína (U/mg de proteína)

As concentrações proteicas em extratos de enzimas brutas foram determinadas como (BREADFORD et al 1976) a 450m, e 1,0mg mL⁻¹ de albumina foi usado como padrão.

3.6. Análise histopatológica fígado e intestino

Para a análise histopatológica foram utilizados 10 peixes por tratamento. Os fragmentos de fígado e intestino foram imersos na solução de Bouin durante 24 horas e

subsequentemente lavados em álcool a 70%. Após a fixação, os fragmentos foram desidratados em soluções graduadas de etanol (70%, 80%, 90% e 96%), diafanizados e embutidos em parafina com polímero plástico Histosec. Foram realizadas microtomias para obtenção de 2 cortes com 5µm de espessura, corados em hematoxilina-eosina (EH) e por método histoquímico de ácido periódico Schiff hematoxilina (PAS-H) (MCMANUS et al., 1948). A análise microscópica e a documentação do material foram realizadas utilizando um microscópio de luz (Olympus, BX41). Primeiramente, foram realizadas análises histológicas qualitativas para observar os principais efeitos do tratamento. Com base nessas observações, foram definidas análises quantitativas. Para a morfometria do material foram selecionadas sete fatias por tratamento e fotografadas sete seções.

3.7. Procedimento estatístico

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software RStudio (versão 1.1.423 – 2009-2018 RStudio, Inc.). A normalidade dos dados e a homogeneidade da variância dos parâmetros gastroprotetores e hepáticos foram verificados pelo teste de Shapiro- Wilk, utilizando o software Bioestat (versão 5.0). O delineamento foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. Foi realizada uma Análise de variância (ANOVA); e quando as diferenças forem significantes ($P > 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os resultados foram expressos como média de desvio padrão (DP).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de crescimento foram observados para a mistura de dieta pastosa e dieta seca (DPR) seguido da dieta pastosa. A sobrevivência foi superior no lote de peixes alimentados coma DPR. Alguns pontos devem ser considerados na utilização da dieta seca que apresentou a melhor taxa de eficiência proteica, conversão alimentar e alta homogeneidade do lote. Não foi constatado diferença significativas na eficiência de retenção de nutrientes (tabela 2).

Os melhores índices de crescimento são reportados na literatura para a mistura de dietas e coração de boi (1:1) como promotores de crescimento para acará disco (WEN et al, 2018) neste estudo o ganho em peso foi semelhante (BEERLI et al., 2009). O condicionamento alimentar com rações umedecidas proporcionam melhor balanço nutricional, que refletem em maiores taxas de sobrevivência (LUZ et al., 2002).

O fator de condição dos peixes alimentados com patê foi superior aos demais tratamentos deste ensaio. A condição corporal dos peixes submetidos a maiores concentrações de coração refletiu em maiores valores de K para o acará disco (BEERLI et al., 2009).

Tabela 2 – Índice de desenvolvimento de acará disco alimentados com dietas de diferentes processos tecnológicos. Rações experimentais/dietas

Índices de crescimento	DP	DPR	DS
Ganho em peso (g)	1,97±0,76a	2,51±0,32a	1,98±0,72b
Ganho em comprimento (cm)	0,36±0,29b	0,56±0,19a	0,40±0,30b
Taxa de crescimento específico	1,23±0,17a	1,20±0,39a	1,05±0,31b
Taxa de eficiência proteica	0,33±0,001b	0,52±0,002b	1,21±0,006a
Conversão alimentar	6,63±1,22a	6,10±2,81a	2,97±1,21b
Sobrevivência (%)	85,23±5,9b	94,32±1,97a	84,09±9,37b
Homogeneidade do lote em peso	61,33	68,67	80,55
Fator de condição (K)	62	13	13
Eficiência de retenção de nutrientes			
Proteína no ganho em peso	2,35±0,33	2,54±0,51	2,71±0,54
Eficiência de retenção de proteína	1,95±0,31	1,95±0,72	2,30±0,80

DP - dieta pastosa (confeccionada com filé de tilápia, contendo 75% Matéria Seca – MS), DPR – dieta pastosa mais dieta seca (relação 1:1 de dieta pastosa mais dieta seca), DS – dieta seca.

No que tange a utilização de dieta seca observou-se maior homogeneidade do lote de peixes. Destaca-se, no entanto, que este foi o tratamento com menores ganho em peso o que reflete em menor tendências de estabelecimento de hierarquia. Nos demais tratamentos, que apresentaram maior ganho em peso pode ser reflexo destes processos. Chong et al. (2000) relatara que o acará disco apresenta características territorialista o que resulta em lotes heterogêneos.

No presente estudo não foi constatado diferença na atividade das enzimas do metabolismo proteico hepático (ALT e AST), que indicam danos no fígado. O aumento da atividade da AST e ALT são consideradas resposta do organismo a estressores e ao metabolismo nutricional e é considerado um indicativo de órgão lesionado ou danificado (MENGA et al., 2018).

Tabela 3– Atividade das enzimas metabólicas, enzimas digestivas e morfometria intestinal de acará disco submetidos a dietas submetidos a diferentes processos tecnológicos.

	DP	DPR	DS
Enzimas metabólicas (U.mg proteína ⁻¹)			
Alanina aminotransferase	92,91	83,05	75,5
Aspartato aminotransferase	754,57±167	697,35±209	541,27±79
AST/ALT	8,19	8,4	7,2
Creatinina	0,3±0,1	1,1±0,02	0,85±0,35
Atividade digestivas (U.mg proteína ⁻¹)			
Protease inespecífica	602,69±138,7b	2459±419,6a	1812,7±301,4 ^a
Lipase	15,82±0,5a	74,48±14,8a	131,25±33,9b
Amilase	783,04±0,14a	2378,75±625,4a	1717,88±306,6b
Fosfatase alcalina	441,55 ±9,68a	1226,5±71,41b	280,2±17,40a
Morfometria intestinal (µm)			
Altura da vilosidade intestinal	177,0±31,2b	380,5±96,7a	361,8±160 ^a

DP - dieta pastosa (confeccionada com filé de tilápia, contendo 75% Matéria Seca – MS), DPR – dieta pastosa mais dieta seca (relação 1:1 de dieta pastosa mais dieta seca), DS – dieta seca.

Por outro lado, entre as enzimas digestivas observa-se aumento na atividade da fosfatase alcalina (FA) e da protease inespecífica e amilase, as quais demonstram-se responsivas a utilização da mistura patê com dieta seca (Tabela 3). Já a atividade da lipase foi superior na dieta seca (Tabela 3). A maior concentração da fosfatase alcalina na dieta DPR demonstra que

esta proporcionou maior absorção de nutrientes. As responsabilidades da FA frente a variações das dietas foram reportadas para espécies de de cultivo (OTA et al., 2019), tais como a absorção de lípidos, glicose, cálcio e fosfato inorgânico (TENGGARONKUL et al., 2000).

O estímulo da produção de enzimas pela presença de algum alimento específico está associado a produção como a modulação no hepatopâncreas (FUENTES-QUESADA et al., 2018). A adequada utilização da proteína é muito importante para a nutrição de peixes e depende fortemente das proteases (GONZÁLEZ-FÉLIX et al., 2010).

Ressalta-se que nos dois tratamentos com dietas seca houve aumento da atividade da protease digestiva e fosfatase alcalina no trato digestório de acará disco concomitante com a melhora na arquitetura das vilosidades intestinais. A altura da vilosidade e da camada muscular apresentaram-se maior para os peixes alimentados com a dieta DPR superior em 53% a dos peixes alimentados com a DP que apresentaram menor valor. O acará disco aumenta a altura da vilosidade e da camada muscular como mecanismo de adaptação para aperfeiçoar o aproveitamento de dietas. A alteração na arquitetura do intestino e a degeneração na mucosa e necrose da camada submucosa foi reportada em tilápia do Nilo não suplementadas com levedura (HASSAAN et al., 2018). Figura 1.

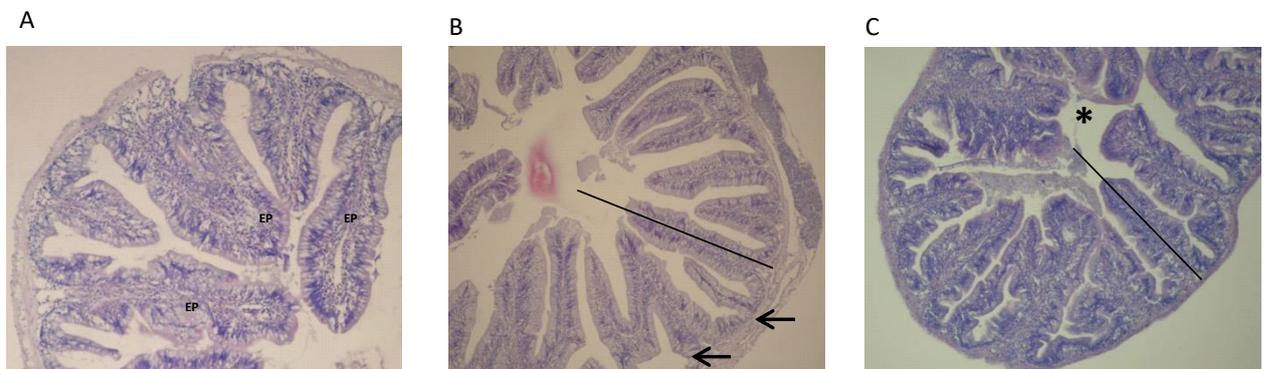


Figura 1 – a) fotomicrografia destacando a região do epitélio (EP) da mucosa do intestino (DP, H/E – 10x); b) fotomicrografia evidenciado a altura da vilosidade (traço contínuo) e serosa (setas) (DPR, PAS – 10x); c) fotomicrografia destacando a luz do intestino (*) e altura da vilosidade intestinal (traço contínuo) (DS, H/E 10x);

5. CONCLUSÃO

Foi verificado que a dieta DPR mistura de ração pastosa e dieta seca é eficiente para promover respostas adaptativas que convergem em melhorias na arquitetura digestiva que, refletem em respostas mais eficientes de crescimento. Levando em consideração que a dieta seca também refletiu com melhores desempenhos no tratamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRO, P. W., HALL, R. D., CORBETT, J. T., SCHROEDER, J. Activation of nonspecific lipase (EC 3.1. 1.-) by bile salts. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism**, v. 835, n. 3, p. 477-490, 1985.
- ALMEIDA FILHO, R. L.; HONORATO, C. A.; DE ALMEIDA, L. C.; USHIZIMA, T. T.; SANTAMARIA, F. M. Nutrição de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) – Desafio para aquicultura. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 9, n. 5, p. 1995-2010, 2012.
- AQUALIZE. **HISTORIA DO PATE DE GORDON**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[http:// http://www.aqualize.com.br/](http://http://www.aqualize.com.br/)>. Acesso em: 12 de outubro de 2019.
- ASSIS, D. A. S. de; CAVALCANTE, S. S.; BRITO, M. F. G.. Avaliação do comércio de peixes ornamentais de água doce em Aracaju, Sergipe. **Magistra**, v. 26, 2014.
- BEERLI, Eduardo Lopes. **Feeding strategy and stocking density for discus fish (*Symphysodon aequifasciata*)**. 2009. 78 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- BERNFELD, P. Amylase α and β In: Colowick, S. P., Kaplan, N. (Eds). **Methods in Enzymology**. New York: **Academic Press**. v. 1, p.149-158,1955.
- BREADFORD, M. M., MCRORIE, R. A., WILLIAM, W.L A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical biochemistry**, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.
- CHONG, A. S. C.; HASHIM, R.; ALI, A. B. Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon spp.*). **Aquaculture Nutrition**, v. 6, n. 4, p. 275-278, 2000.
- COMTRADE. 2016. **Aquaculture, Import/Export Data**. *International Trade Statistics Database*.
- FARIA, P. M. C.; et al. Aquicultura Ornamental: Um mercado promissor. **Revista Panorama da Aquicultura**. Março/Abril, nº 154, 2016.
- FUENTES-QUESADA JP, VIANA MT, ROMBENSO AN, GUERRERO-RENTERÍA Y, NOMURA-SOLÍS M, GOMEZ-CALLED, V, LAZOA JP, MATA-SOTRESE JA (2018) Enteritis induction by soybean meal in Totoaba macdonaldi diets: Effects on growth performance, digestive capacity, immune response and distal intestine integrity. **Aquaculture** 495 78–89. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.05.025>.
- GONÇALVES JÚNIOR, L. P.; PEREIRA, M.D. MATIELO, P.P. MENDONÇA. Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1176-1182, 2013.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L., CASTILLO-YAÑEZ, F.J., OCAÑO-HIGUERA, V.M., PEREZ-VELAZQUEZ, M., COTA-MORENO, V. LOZANO-TAYLOR, J., 2010. Effect of dietary

protein source and time on alkaline proteolytic activity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish Physiol. Biochem.**, 36, 779–785. DOI 10.1007/s10695-009-9352-4.

GUTHRIE, K. M.; RUST, M. B.; LANGDON, C. J.; BARROWS, F. T. Acceptability of various microparticulate diets to first-feeding walleye *Stizostedion vitreum* larvae. **Acceptability of various microparticulate diets to first-feeding walleye *Stizostedion vitreum* larvae.**, v. 6, n. 3, p. 153-158, 2000.

HASSAAN, M.S., MAHMOUD SA, JARMOLOWICZ S, EL-HAROON ER, MOHAMMADY EY, DAVIES SJ (2018) Effects of dietary baker's yeast extract on the growth, blood indices and histology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fingerlings. **Aquaculture nutrition**, 1–9. DOI: 10.1111/anu.12805ro.

HERCOS, ALEXANDRE PUCCI. **Ecologia do acará-disco** (*Symphysodon aequifasciatus*, Pelegrin, 1904) (Perciformes: Cichlidae) em igarapés no lago Amanã, Amazonas, Brasil. 2014. xiii, 126 f. Tese (Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

HONORATO, C.A. ALMEIDA, L.C., Da SILVA NUNES, C. CARNEIRO, D.J. MORAES, G.. Effects of processing on physical characteristics of diets with distinct levels of carbohydrates and lipids: the outcomes on the growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 16, n.1 p.91-99, 2010.

INOUE, L.A.K.A.; SANTOS NETO, C.; MORAES, G. CLOVE. Oil as anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 943-947, 2003.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B.; PORTELLA, M. C.. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture Amsterdam**, v. 221, n. 1-4, p. 277-287, 2003.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles—implications and applications to formulated diets. **Aquaculture Nutrition**, v. 200, n. 1-2, p. 181-201, 2001.

KUBITZA, Fe., Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. **Anais do Simpósio Internacional sobre nutrição de peixes e crustáceos**, Campos de Jordão, São Paulo, p. 91-109, 1995.

LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.829-834, 2002.

MCMANUS, J. F. A. (1948). STAIN TECHNOL., 23, 99. -and MOWRY, R. W. (1952). Lab. Invest., 1, 208.

OTA, E.C DO.; HONORATO,C.A.; HEREDIA-VIEIRA,S.C.,FLORES-QUINTANA, C.I., SILVA,T. SC,DA., INOUE, L. A. K. A., CARDOSO, C. A L., Hepatic and gastroprotective activity of Serjana marginata leaf aqueous extract in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish physiology and biochemistry**, p.1-5,2019.

PARK, J.T.& JOHNSON, M.J. A sub micro determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, 181, 149-151, 1949.

- READY, J. S., E. J. G. FERREIRA & S. O. KULLANDER. 2006. Discus fishes: mitochondrial DNA evidence for a phylogeographic barrier in the Amazon genus *Symphysodon* (Teleostei: Cichlidae). **Journal of Fish Biology**, 69 (Suplement B): 200-211.
- REITMAN, S. & FRANKEL, S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. **American journal of clinical pathology**, v. 28, n. 1, p. 56-63, 1957.
- RIBEIRO, F. A. S.; RODRIGUES, L. A.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 195-203, 2007.
- RØNNESTAD, I.; YÚFERA, M.; UEBERSCHÄR, B.; RIBEIRO, L.; SÆLE, Ø., BOGLIONE, C. Feeding behaviour and digestive physiology in larval fish: current knowledge, and gaps and bottlenecks in research. **Reviews in Aquaculture**, , v. 5, p. 59-98, 2013.
- SALARO, A.L.; LUZ, R.K.; NOGUEIRA, G.C.C et al. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1033-1036, 2003.
- SATOH, S.; TANOUE H.; RUITTON, S.; MOHRI M.; KOMATSU, T. Ontogênese morfológica e comportamental em peixes de disco larval e juvenil precoce *Symphysodon aequifasciatus*. **Ichthyol Res** v. 64, p.37–44, 2017.
- TAKAHASHI, L. S., DA SILVA, T. V., FERNANDES, J. B. K., BILLER, J. D., & DE SANDRE, L. C. G. Efeito do tipo de alimento no desempenho produtivo de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 1-8, 2010.
- TENGJAROENKUL, B., B. J. SMITH, T. CACECI, AND S. A. SMITH Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Nutrition**, v. 182, n. 3-4, p. 317-327, 2000.
- WALTER, H. E., . Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer, H.U. (Ed.), **Methods of Enzymatic Analysis**, Verlag Chemie, Weinheim, v.5, p. 270-277, 1984.
- WEN, B., CHEN, Z., Qu, H., & GAO, J. Growth and fatty acid composition of discus fish *Symphysodon haraldi* given varying feed ratios of beef heart, duck heart, and shrimp meat. **Aquaculture and fisheries**, v. 3, n. 2, p. 84-89, 2018.
- XIAO-LIN MENGA,¹ SHUAI LIA,¹ CHAO-BIN QINA, ZHEN-XIANG ZHUA, WEN-PAN HUA, LI-PING YANGA, RONG-HUA LUA, WEN-JUN LIB, GUO-XING NIEA, Intestinal microbiota and lipid metabolism responses in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) following copper exposure. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 160 (2018) 257–264. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.05.050>.
- YÚFERA, M.; SARASQUETE, M. C; FERNÁNDEZ-DÍAZ, C. Test protein-walled microcapsules for rearing larvae (*Sparus aurata* L.). **Marine and Freshwater Research**, v. 47, p.211-216, 1996.

YÚFERA, M.;PASCUAL, E .;FERNÁNDEZ-DIAZ, C. A highly efficient microencapsulated food for early rearing of marine fish larvae **Aquaculture**, v. 177, p.249-256, 1999.

ZUANON J. A. S., SALARO, A. L., & FURUY, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 165-174, 2011.