



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

ÂNGELA MARIA GOMES

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS PARA O
TAMBAQUI *COLOSSOMA MACROPOMUM* (CUVIER 1818)**

CRUZ DAS ALMAS

JULHO 2019

ÂNGELA MARIA GOMES

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS PARA O
TAMBAQUI *COLOSSOMA MACROPOMUM* (CUVIER 1818)**

Trabalho de Conclusão de Curso - discente Ângela Maria Gomes 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: Dr^o. Rodrigo Fortes da Silva

CRUZ DAS ALMAS

JULHO 2019



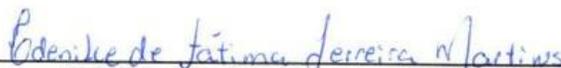
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

ÂNGELA MARIA GOMES

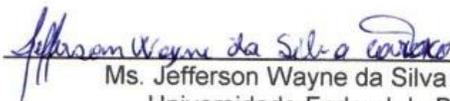
DIGESTIBILIDADE APARENTE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS PARA OTAMBAQUI
COLOSSOMA MACROPOMUM (CUVIER 1818)

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 26/07/2019



Dr^a. Edênice de Fátima Ferreira Martins
Orientador (a)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Ms. Jefferson Wayne da Silva Cartaxo
Universidade Federal da Bahia



Cassia Barbosa Constantinidis
Universidade Federal da Bahia

*Dedico este trabalho ao meu esposo William
Goncalves Guimarães, a minha família e a
todos os mestres da Instituição em especial ao
Prof. Dr. Rodrigo Fortes da Silva pelo apoio e
contribuição a minha formação acadêmica.
Aos colegas do Curso de Engenharia de
Pesca da UFRB.*

AGRADECIMENTOS

Este é o momento especial de agradecer a Deus por esta conquista em minha vida, pela força e coragem para suportar as dificuldades encontradas no decorrer do Curso.

Agradeço a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pela oportunidade de fazer o Curso de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Meu agradecimento ao orientador Prof. Dr. Rodrigo Fortes pelo conhecimento transmitido durante a trajetória do curso e a oportunidade de realizar estágio durante estes quatro anos.

Agradeço ao co-orientador Ricardo Uriel Pedrosa ao apoio a minha iniciativa para execução deste trabalho.

Agradeço a meu esposo William Goncalves Guimarães, pela paciência, confiança, apoio, quando muitas vezes pensei em desistir esteve e está sempre ao meu lado com palavras de incentivo que me permitiram chegar até o fim.

Venho agradecer de um modo especial a minha maior fonte de inspiração, puro amor e dedicação, a minha amada mãe Marlene Maria Gomes, exemplo de mulher, está sempre ao meu lado, assim como toda a minha família, a minha tia Antônia Maria de Jesus pelo apoio, amor e carinho, a minha filha de coração, Gabriela Matos Gomes (sobrinha), meus irmãos, Flávia Jesus Gomes, Glauber Jesus Gomes, Joselmo Jesus Gomes.

Agradeço a Deus por permitir conhecer pessoas especiais que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal, Cherlly, Charles, Sylvan Viana, André Luiz, Edenilce Martins, Ana Patrícia, Jefferson Cartaxo que tive a alegria de conhecer e conviver, pessoas que acrescentam muito em minha vida e tenho grande admiração.

A toda equipe do Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes (AQUA), em especial uma pessoa que aprendi a admirar e tenho um enorme carinho, Marília pela amizade aqui conquistada, aos experimentos realizados que contribuíram pelo meu aprendizado e crescimento profissional pois o conhecimento é o maior bem adquirido.

Ao Prof. Dr. Jerônimo que contribui em parte das análises, muito obrigada.

Agradeço a John Leno, uma pessoa admirável que tenho grande carinho e amizade, obrigada por ter contribuído no período experimental, com seu apoio.

Meu agradecimento pelas amizades que conquistei, Antonio Carlos, José Antonio, Leydiane, Maria Caroline, Nadira Rocha, Adailton Thiago, Jessica Cerqueira, Tainá e Ivo Biazus.

Agradeço ao corpo docente, pelo incentivo e a amizade a Prof. Mariana Cuttolo uma pessoa que tenho grande carinho e admiração, obrigada por estar sempre presente na minha vida acadêmica.

Ao prof. José Arlindo Pereira suas histórias ficarão registradas na memória e no coração. A prof^a. Norma Suelly Barreto obrigada por acreditar em minha competência. Ao prof. Marcelo, o que posso falar desta pessoa tão amável é o que posso descrever-te; Ao prof. Leopoldo Barreto um dos grandes incentivadores a minha continuidade no curso no segundo semestre mostrando a importância do curso e que valia a pena lutar pelos ideais, vencendo os obstáculos. Ao prof. Clovis, obrigada pelos seus ensinamentos, entusiasmo, carinho e amizade. Ao prof. Moacyr Serafim e todos os Mestres que tiveram um papel importante na minha formação acadêmica.

Quero agradecer aos meus amigos de longa data, Diana Coutinho, Fabiana Josefa, José Nilton, Joemisson, Estefânia e Rita Mazia, em fim, a todos que me apoiaram tenho minha gratidão!

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	10
2.REVISÃO LITERÁRIA	12
2.1 Digestibilidade	12
2.2 Macrófitas	14
2.3 <i>COLOSSOMA MACROPOMUM</i> (CUVIER 1818)	15
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo geral	17
3.2 Objetivo específico	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1 Condições experimentais e animais utilizados	18
4.2 Obtenção das plantas aquáticas	19
4.3 Dietas experimentais.....	20
4.4 Coletas	21
4.5 Análises Bromatológicas.....	22
4.6 Coeficiente de digestibilidade	22
4.7 Análises estatísticas	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÃO	26
7. REFERÊNCIAS	27
8.TABELAS	37
9. ANEXOS.	39

LISTA DE ABREVIATURAS

CDA: Coeficiente de digestibilidade aparente.

CDAPB: Coeficiente de digestibilidade aparente da Proteína Bruta.

CDAMS: Coeficiente de digestibilidade aparente da Matéria Seca.

CDAP: Coeficiente de digestibilidade aparente do Fósforo.

CDAEB: Coeficiente de digestibilidade aparente da Energia Bruta.

PB: Proteína bruta.

EB: Energia bruta.

FB: Fibra bruta

EE: Extrato etéreo

MS: Matéria seca

DP: Desvio Padrão

RPM: Rotação por minute

P.O. P: Procedimento Operacional Padrão

ABSTRACT

The biggest bottlenecks in aquaculture production is the provision of quality feed. Currently studies in the area of nutrition seek alternative foods. The objective of this study was to evaluate the digestibility of aquatic macrophytes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Salvinia auriculata*) to tambaqui (*Colossoma macropomum*). The randomized block design (DBC) with four treatments: T1 - diet reference; T2 - inclusion of 30% of *Pistia stratiotes*; T3 - inclusion of 30% of *Salvinia auriculata*; T4 - inclusion of 30% of *Eichhornia Crassipes* containing four replicates totaling 16 experimental units. The species used in the experiment was *Colossoma macropomum* (Tambaqui), with 112 animals (58 ± 7.07 g) being used, each experimental unit being composed of seven animals. The inert marker Chromium (Cr_2O_3) with 0.1% was used in the feeds. The Ghelph system was modified for a 30-day experiment. Statistical analyzes were performed using the Statistical Analysis Software (SAS) version 9.0 with a threshold of significance (P) of 0.05. Statistical differences were found for the Apparent Digestibility Coefficient (CDA) of crude protein (PB), ethereal extract (EE), crude fiber (FB) and energy (EN). The CDA values of these variables were significantly lower than those of the reference ration, indicating the lower efficiency of tambaqui to assimilate PB, EE, FB and EN contained in rations including *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* and *Eichhornia Crassipes*. Emergent aquatic macrophytes have a potential for use as an alternative food, apparent protein digestibility coefficients, ethereal extract, crude fiber and energy were better for *Eichhornia crassipes*. Indicating the use of up to 30% inclusion of *Eichhornia crassipes* for *Colossoma macropomum*.

Key words: aquatic macrophytes, digestibility, tambaqui

RESUMO

Um dos maiores gargalos da produção aquícola é a obtenção de rações com qualidade. Atualmente estudos na área de nutrição buscam alimentos alternativos. Objetivou-se com o estudo avaliar a digestibilidade das macrófitas aquáticas (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*) para tambaqui (*Colossoma macropomum*). O delineamento em bloco casualizado (DBC) com quatro tratamentos: T1 – ração referência; T2 – inclusão de 30% de *Pistia stratiotes*; T3 – inclusão de 30% de *Salvinia auriculata*; T4 – inclusão de 30% de *Eichhornia Crassipes* contendo quatro repetições totalizando 16 unidades experimentais. A espécie utilizada na experimentação foi o *Colossoma macropomum* (Tambaqui) foram utilizados 112 animais ($58 \pm 7,07$ g), sendo cada unidade experimental composta por sete animais. Nas rações foi usado o marcador inerte Cromo (Cr_2O_3) com 0,1%. A coleta foi realizada pelo sistema Ghelph modificado por um período de experimentação de 30 dias. Análises estatísticas foram realizadas usando o Statistical Analysis Software (SAS) versão 9.0 com um limiar de significância (P) de 0,05. Foram encontradas diferenças estatísticas para o Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) da Proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e energia (EN). Os valores de CDA destas variáveis foram significativamente inferiores aos da ração referência, indicando a menor eficiência do tambaqui em assimilar a PB, EE, FB e EN contida nas rações com inclusão de *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Eichhornia Crassipes*. As macrófitas aquáticas emersas tem um potencial para uso como alimento alternativo, os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína, extrato etéreo, fibra bruta e energia foram melhores para *Eichhornia crassipes*. Indicando a utilização de até 30% de inclusão de *Eichhornia crassipes* para o *Colossoma macropomum*.

Palavras chave: macrófitas aquáticas, digestibilidade, tambaqui

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores gargalos da produção aquícola é a obtenção de rações com qualidade. Atualmente estudos na área de nutrição buscam alimentos alternativos, com a finalidade de incrementar o uso de vegetais para substituir alimentos convencionais, atendendo as exigências nutricionais da espécie (Biudes et al., 2009).

O alimento alternativo são ingredientes que tem disponibilidade no ambiente com alto valor nutreico capaz de ser substituído por ingredientes convencionais, por esta razão estudos com macrófitas aquáticas torna-se motivador devido a disponibilidade plantas em ambientes aquíferos e biomassa (Finlayson, 1984). Estas plantas apresentam composição centesimal variável, devido a influência do ambiente de cultivo. Ambientes rico em matéria orgânica, contribui para melhor crescimento e produção acelerada.

As macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes* são plantas flutuantes encontradas na superfície da água (brejos e ambientes lacustres), atualmente são utilizadas na piscicultura, com o objetivo de melhorar os parâmetros de qualidade da água, apresentando alto potencial de filtragem e absorção de nutrientes (De Esteves, 1998).

Para utilização de alimentos alternativos é de extrema importância conhecer a disponibilidade dos nutrientes, que é obtido através de estudos de digestibilidade os quais são fundamentais para a obtenção de formulação de dietas nutricional, econômica e ambientalmente eficientes (Fracalossi et al., 2016), esta eficiência em um alimento com disponibilidade dietético é de suma importância na otimização dos nutrientes na capacidade que o animal tem de assimilar, absorver e utilizar esta proporção satisfazendo suas exigências nutricionais que pode ser expressa em porcentagem determinando o coeficiente de digestibilidade.

Cada espécie tem seu potencial de absorção nutricional que está correlacionado com o seu habito alimentar e a habilidade de captação de recursos disponíveis potencializando a inserção de alimentos vegetais para substituir alimentos convencionais.

Alguns fatores externos como qualidade da matéria prima, formulação da ração, uso de aditivos de forma errada, consumo diário e variáveis ambientais afetam de forma negativa na digestibilidade, influenciando na resposta de absorção dos nutrientes digerido e aproveitado pelo organismo do peixe (Fracalossi et al., 2013). Estes efeitos são essenciais para avaliar e contornar de forma significativa otimizando o alimento que contribuirá para o crescimento e desenvolvimento animal.

O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) é o segundo maior peixe de escamas da Amazônia (Oliveira et al., 2013), encontrado no Orinoco e seus afluentes (Amazônia), pertencente a classe *Actinopterygii* ordem *Characiformes*, família *Serrasalminae* (Buckup et al., 2007), é uma espécie nativa, de corpo redondo, comprido, rústico, hábito alimentar onívoro, sua dieta muda de acordo com a disponibilidade de alimento na natureza, apresenta adaptações morfológicas (Rodrigues et al., 2014) é uma espécie reofilicas sua reprodução em cativeiro é possível através de reprodução artificial (Morais et al., 2017). Foi introduzido na piscicultura na década de 70 (Tavares et al., 2018) apresenta potencial de crescimento em cativeiro e boa aceitação pelo consumidor.

A produção de tambaqui em cativeiro tem crescido de forma acelerada no País, porém não existe pacote tecnológico desenvolvido para a espécie utilizando deste modo uma adaptação na formulação da ração balanceada baseado ao da tilápia do Nilo atendendo as exigências nutricionais. Esta dificuldade na elaboração e produção de ração visa a importância do desenvolvimento de alternativas viáveis para a área aquícola em avaliar a capacidade do animal em utilizar em maior ou menor escala, seus nutrientes (Costa et al., 2005), o que permite desenvolver ensaios que avaliem a digestibilidade de macrófitas aquáticas e sua utilização nas dietas do *Colossoma macropomum*.

2. Revisão de literatura

2.1 Digestibilidade

É importante destacar o método da digestibilidade para a formulação de dietas, pois este tem a finalidade de mensurar a proporção do alimento ou nutriente ingerido e absorvido pelo trato gastrointestinal (Rodehutschord et al., 2000) desempenhando um importante papel na viabilização da fração no alimento consumido que não é recuperado nas fezes (Andriguetto et al., 2002), sendo assim definida pela habilidade que o animal tem como mecanismo de digerir e absorver os nutrientes (Cho, 1987) cuja disponibilidade é obtida através da digestibilidade que é fundamental para a formulação de dieta nutricional (Fracalossi et al., 2016).

Com o desenvolvimento e aplicabilidade da digestibilidade pode ser realizado o estudo da biodisponibilidade em que o peixe passa a digerir, absorver e metabolizar os nutrientes sintetizando e suprindo suas necessidades (Cozzolino et al., 2005). A disponibilidade aparente presente quanto a porção de absorção disponível deste método permite avaliar a eficiência e potencial de uso do ingrediente testado para a formulação de dietas que podem ser quantificados pelo coeficiente de digestibilidade como uma estimativa na avaliação da ração teste.

Quando está fração não é recuperada nas fezes se expressa como Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CD_A) (NRC, 2011) que é a porcentagem aproveitada do nutriente dentro da quantidade total ofertada (Andriguetto et al., 2006) a quantificação de uma dieta alimentar é medida pela capacidade desses animais digerir, assimilar e absorver os nutrientes presente no alimento (Zhang e Adeola, 2017; Gonçalves et al., 2004).

A determinação do coeficiente de digestibilidade pode ser realizada por dois métodos: direto e indireto.

No método direto a estimativa da digestibilidade é por meio da coleta total que pode ser mensurado tanto o alimento ingerido quanto as excretas (Beal e Ibrahim, 2005;

Glen cross et al., 2007), é uma técnica impreciso e exige maior controle na ingestão e excreção (Gonçalves, et al., 2018).

No método indireto a coleta é parcial, pode ser determinado por sucção anal, pipetagem, dissecação, pipetagem direta no fundo do aquário, massagem abdominal, filtragem contínua, decantação. É utilizado um marcador o óxido de cromo Cr_2O_3 um indicador inerte como substância referência (Furuya et al., 2001) para determinar a digestibilidade aparente com esta metodologia aplicada é estimado a diferença de concentração do material inerte com os nutrientes contido no alimento e nas excretas (Figura 1).

O processo utilizado para a coleta das excretas usual em peixe é pelo sistema guelph modificado utilizado para a coleta de material, normalmente em formato cônico permitindo a decantação das excretas em tubos adaptados na parte inferior (fundo) das incubadoras (Cho et al., 1985) onde corre o escoamento, (Mouriño et al., 2006) nele é acoplado um registro (Sakomura et al., 2007) para permitir a saída de água. O abastecimento é realizado duas vezes ao dia de forma parcial, após a alimentação dos peixes, evitando a ocorrência de contaminação das excretas com o resto de ração contida nas bordas das incubadoras.

Este é o método mais utilizado e que apresenta melhor confiabilidade na estimativa de seus resultados, embora a digestibilidade tenha mostrado resultados diferentes em decorrência da diversidade de espécies aquícolas para o aproveitamento dos nutrientes, isso não significa que o método aplicado seja errado mas é necessário pensar em outras possibilidades que afetará na variação da estimativa dos coeficientes de digestibilidade e o conhecimento da espécie trabalhada é importante quando se pretende testar algum ingrediente, pois os peixes são organismos aquáticos com características morfológicas e fisiológicas diferentes que varia de acordo a espécie e hábito alimentar (Baldisserotto et al., 2014) embora são capazes de realizar mudanças em suas habilidades alimentares, propiciando uma relação com exigência nutricional específica que varia de acordo com o estágio de desenvolvimento, desde larval até a maturação sexual (reprodutor), é necessário compreender o funcionamento da sua fisiologia e com a digestibilidade pode ser quantificado a capacidade que o animal tem

em digerir e assimilar os nutrientes dos alimentos (Zhang e Adeola, 2017) por meio de uma dieta balanceada.



Figura 1. Sistema Guelph modificado.

2.2 Macrófitas

As macrófitas são plantas aquáticas flutuantes encontradas em ambientes tropicais, subtropicais e equatoriais. Apresentam rápido crescimento, alta produtividade (Lewandeowski et al., 2016) aceitabilidade, valor nutricional e palatabilidade para os peixes (Bernini, 2014) tornando-se economicamente viável (Henry Silva et al., 2006). Podem ser ofertadas in natura ou desidratada incorporadas com outros ingredientes (Carvalho et al., 2004).

São importantes na dinâmica do ambiente lacustre eutrofizados de fácil adaptação, seu crescimento ocorre em função do ambiente (De Camargo et al., 2003) pode ser intensificado para produção na aquicultura um tratamento de efluentes em razão ao baixo custo e eficácia em seus resultados (Martins et al., 2005).

As macrófitas aquáticas, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata* apresentam funcionalidades específicas em absorção dos nutrientes pelas camadas finas das raízes. Ocorre a filtragem, estocagem e incorporação destes nutrientes na biomassa, estas características contribuem para uma rápida proliferação no ecossistema, reduzindo o impacto ambiental (Biudes et al., 2009).

As macrófitas como qualquer vegetal possui fatores antinutricionais e níveis elevados de fibra que acaba na maioria das vezes inviabilizando seu uso, embora existe mecanismos que permite o uso destas plantas para a formulação de ração onde a

elevação da temperatura inibe a ação dos fatores antinutricionais. Por esta razão é importante a avaliação das plantas com a determinação de composição centesimal e o método da digestibilidade que pode definir seu potencial e viabilidade na formulação de ração.

A ingestão de ingredientes ricos em fatores antinutricionais reduz seu valor nutritivo, devido ao tempo curto no trato gastrintestinal afetando a digestibilidade e comprometendo a absorção dos nutrientes presentes e ocorrendo lesões na mucosa intestinal (Gilani et al., 2012) afetando a produção de enzimas digestivas (Stech et al., 2009) que afeta o coeficiente de digestibilidade Bomfim et al., 2004.

2.3 *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818)

O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe nativo de clima tropical endêmico da bacia amazônica, pertencente à família Characidae e subfamília Serrasalminae (Pereira Junior e Geraldo et al., 2013; Fernandes et al., 2018; Brandão et al., 2012).

O tambaqui apresenta hábito alimentar onívoro com capacidade de digerir proteína de origem animal e vegetal, sua dieta em ambientes naturais é composta por zooplâncton que é fonte de proteína na fase larval, de acordo com seu desenvolvimento passam a se alimentar com sementes e frutos (Goulding, 1980) em escassez de vegetais passam a se alimentar de frutos (Silva, 2003) sendo considerado um onívoro oportunista (de acordo com a oferta sazonal de alimentos) que sofre a influência do clima (Rodrigues, 2014; Lobo et al., 2015).

O cultivo desta espécie é realizado na região Norte, Centro-oeste e Nordeste (Ribeiro et al., 2016), com maior produção na região Norte do Brasil (Val et al., 2000; Chagas et al., 2003) apresenta bom crescimento, rusticidade, fácil adaptação ao habitat e pode ser produzido em diferentes sistemas de produção (Melo et al., 2001).

É resistente a baixos níveis de oxigênio dissolvido (Chagas et al., 2003; Brandão et al., 2012; Morais et al., 2017) temperaturas médias de 25 °C a 34 °C (Dairiki, et al., 2011) e temperaturas abaixo de 20 °C inibe o crescimento e afeta o bem estar animal (Zaniboni Filho e Meurer, 1997).

Estratégias na alimentação em sistemas de cultivos precisam ser adotadas nas diferentes fases de desenvolvimento do tambaqui uma vez que os parâmetros físico-químico assim como o fornecimento de ração são responsáveis pela taxa de sobrevivência das espécies e pela capacidade de realizar a conversão alimentar sem afetar seu metabolismo (Goddard, 1996; Cho et al., 2003; Junk et al., 1983; Saint-Paul et al., 1987).

Um dos fatores responsáveis pela mudança metabólica dos peixes está relacionado a temperatura ocorrendo uma mudança fisiológica que modifica as taxas de atividades enzimáticas (Schmidt-Nielsen, 2010) e a faixa térmica pode ser determinado pela fase de desenvolvimento dos peixes (Odum, 2010).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a digestibilidade das macrófitas *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes* para *Colossoma macropomum*.

3.2 Objetivos específicos

- Observar a aceitação das dietas ofertadas aos peixes;
- Analisar a composição centesimal das plantas aquáticas, fezes, ingredientes, ração e carcaça;
- Determinar o coeficiente de digestibilidade aparente das rações e excretas experimentais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Condições experimentais e animais utilizados

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes (AQUA) (12°39'30.8"S, 39°05'05.2"W) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-Cruz das Almas - BA. Foi conduzido de acordo ao Comitê de Ética no Uso do Animal – (CEUA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- (UFRB).

O delineamento em bloco casualizado (DBC) com quatro tratamentos: T1 – dieta referência; T2 – inclusão de *Pistia stratiotes*; T3 – inclusão de *Salvinia auriculata*; T4 – inclusão de *Eichhornia Crassipes* contendo quatro repetições totalizando 16 unidades experimentais. A espécie utilizada na experimentação foi o *Colossoma macropomum* (Tambaqui) foram utilizados 112 animais ($58 \pm 7,07$ g), sendo cada unidade experimental composta por sete animais.

Foi utilizado um sistema Guelph modificado, com uso de incubadoras cônicas (120 L) acoplado tubos com registros para captação das fezes onde ocorreu o processo de decantação, neste mesmo sistema foi instalado aeração constante. O período de adaptação foi de três dias e a experimentação teve duração de 30 dias.

Foram realizadas sifonagens das incubadoras diariamente com renovação de 30% do volume de água, para redução na concentração dos níveis de compostos nitrogenados da água, especialmente a amônia.

Os parâmetros físico-químicos da água, foram analisados durante todo o período experimental, duas vezes ao dia (início da manhã e no final da tarde). A aferição dos parâmetros como a temperatura (C°), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade (μ S/cm) do sistema através da sonda multiparamétrica Hanna HI 9829, e uma vez por semana a amônia NH₃ (mg/L) foi aferida com auxílio de um fotolorímetro microprocessado digital (ALFAKIT-AT10P).

Para a coleta de fezes a metodologia adotada foi por decantação pelo sistema de Guelph modificado, conforme descrito por Sallum, (2000) e Abimorad e Carneiro (2004). No decorrer do experimento foram realizadas duas coletas de fezes ao dia (07:00 e 17:00 hs).

Os valores encontrados para os parâmetros de qualidade da água estão dentro dos padrões recomendados para a aquicultura (Boyd, 1990), temperatura de $29,5 \pm 3,2$ °C, pH $7,0 \pm 0,3$ e amônia $1 \pm 0,6$.

4.2 Obtenção das plantas aquáticas

As plantas aquáticas foram coletadas em pontos diferentes. A *Salvinia auriculata* foi coletada no açude da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a *Pistia stratiotes* e a *Eichhornia Crassipes* foram coletados no rio Paraguaçu na cidade de Cabaceiras, pertencente ao Recôncavo Baiano.

Após coleta as plantas foram submetidas ao processo de lavagem em água corrente, foram desfolhados e desidratados em estufa a 55 °C por um período de 48 horas. Após desidratação foram trituradas em moinho de 3 facas com peneira de 1,5 mm, embalados, previamente identificadas e congelados para a elaboração das rações experimentais.



Figura 1. A *Salvinia auriculata*; B *Eichhornia Crassipes*; C *Pistia stratiotes*

4.3 Dietas experimentais

As rações foram formuladas de acordo com o NRC (2011) e Oishi et al (2010), de acordo com as exigências nutricionais da espécie.

Para o processamento das rações, os ingredientes foram misturados manualmente até a obtenção de uma mistura de aspecto homogêneo, foi adicionado um marcador (Cr_2O_3) a 0,1% segundo o recomendado por Graner (1972). Em seguida, a mistura foi umedecida com água a uma temperatura de 60 °C, posteriormente passaram pelo processo de peletização. A ração foi levada a estufa de ventilação forçada a 50 °C por um período de 24 horas. Após esse período, os pellets foram quebrados de modo que suas dimensões sejam compatíveis com o diâmetro da boca do peixe. As rações foram devidamente embaladas em sacos plásticos e armazenadas a 5 °C até o momento de seu uso.

As formulações foram elaboradas no programa Super Crac ®2011Software.

Tabela 1. Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais

Ingredientes	Referência 100kg	<i>Pistia</i>	<i>Salvinia</i>	<i>Eichhornia</i>
		<i>stratiotes</i> 30kg (g)	<i>auriculata</i> 30kg (g)	<i>crassipes</i> 30kg (g)
Farelo de soja 46%	34,44	1033,2	1033,2	1033,2
Milho grão moído	28,89	866,7	866,7	866,7
Farelo de trigo	13,43	402,9	402,9	402,9
Farinha de vísceras de aves	10,92	327,6	327,6	327,6
Farelo de gluten de milho 60%	6,73	201,9	201,9	201,9
Óleo de soja	1,35	40,5	40,5	40,5
Fosfato bicálcico	10	300	300	300
<i>Pistia stratiotes</i>	0	465,0	0	0
<i>Salvinia auriculata</i>	0	0	465,0	0
<i>Eichhornia crassipes</i>	0	0	0	465,0
Antifúngico	0,8	24	24	24
VITCRE Peixes ¹	0,8	24	24	24
Sal comum	0,5	15	15	15
Min-peixe ¹	0,5	15	15	15
SupVit/Min peixe	0,5	15	15	15
Óxido de Cromo ²	0,1	0,3	0,3	0,3

BHT ³	0,02	0,06	0,06	0,06
		30%	30%	30%
<i>Dietas</i>	Referência	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>
Proteína Bruta (%)	35,26	30,59	29,09	32,82
Extrato Etéreo (%)	2,75	2,04	2,44	3,10
Matéria Seca (%)	90,41	89,67	88,63	88,43
Material Mineral (%)	7,20	26,16	23,09	7,74
Fibra Bruta (%)	34,39	36,85	36,03	31,99
Energia (kcal/kg)	4205,5	4011,5	3859	4077,5

1Suplemento mineral e vitamínico (por kg): vitamina A, 1200000 IU; vitamina D3, 200000 IU; vitamina E, 12000 mg; vitamina K3, 2400 mg; vitamina B1, 4800 mg; vitamina B2, 4800 mg; vitamina; B6, 4000 mg; vitamina B12, 4800 mg; ácido fólico = 1200 mg; pantotenato D-cálcio, 12000 mg; ácido ascórbico, 48000 mg; biotina, 48 mg; colina, 65000 mg; ácido nicotínico, 24000 mg; ferro, 10000 mg; sulfato de cobre, 600 mg; sulfato de manganês, 4000 mg; sulfato de zinco, 6000 mg; iodo de potássio, 20 mg; cobalto, 2 mg; selênio, 20 mg; 2Vitamina C: sal calcítico, princípio ativo-42% ácido ascórbico2- monofosfato; 3Butil-hidroxi-tolueno; 4Propionato de cálcio.

²Butil-hidroxi-tolueno.

³Óxido de Cromo III Puríssimo Vetec®

O fornecimento das rações experimentais ocorreu até a saciedade aparente feito diariamente as 07h00min e 16:30 durante.

No início do experimento os animais foram mantidos em jejum por 24 h e posteriormente anestesiados com eugenol em solução (Vidal et al., 2008) durante 5 minutos para a realização da biometria e posteriormente distribuição entre os tratamentos para processo de adaptação onde o experimento teve duração de 30 dias.

4.4 Coletas

Durante todo o período experimental foi realizado coleta de fezes duas vezes ao dia por meio de coletores adaptáveis as incubadoras imersas em um suporte com água refrigerada, no intervalo de 12/12horas para evitar a proliferação de microrganismos nas amostras segundo recomendações de Pelczar (1996).

As amostras de fezes foram coletadas no início da manhã e fim da tarde, o sobrenadante foi eliminado coletando a amostra úmida inserindo em tubo falcon de 15ml

para realizar a centrifugação destas amostras a 4500 RPM por 5 minutos (Pimenta et al., 2011; Oliveira, 2006) em seguida foram levadas a estufa a 55 °C por 48 horas. Foram trituradas em moinho tipo bola para posterior análises.

4.5 Análises Bromatológicas

Análises bromatológicas de carcaça, macrófitas, ingredientes e fezes foram realizadas de acordo com a metodologia da AOAC (2005) realizado no Laboratório de Bromatológica (LABRO) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB.

Os peixes eutanasiados foram mantidos a -20 °C até a realização das análises, foram acondicionadas a estufa de recirculação a 55 °C, após secagem foram moídos no moinho de bola com câmara fechada MA350. A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl ($N \times 6,25$), a matéria seca determinada pela secagem das amostras até o peso constante a 105 °C em estufa durante 24h, o extrato etéreo foi determinado pelo método de Goldfish, a matéria mineral foi determinada em forno de mufla a 600 °C por cerca de 4 horas. Análise de energia foi realizada por combustão direta em uma bomba calorimétrica (modelo PARR 1261).

4.6 Coeficiente de Digestibilidade

A determinação do coeficiente de digestibilidade das rações experimentais e fezes foram realizada pelo método indireto, foi possível com a utilização de 0,1% de óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador adicionado à ração controle e nas demais que continham os ingredientes testes. Os teores de óxido de cromo nas fezes foram determinados segundo método de digestão ácida adaptada.

Os analitos obtidos da digestão ácida das fezes foram analisados em espectrofotômetro de Absorção Atômica-AA-700/Shimadzu. A determinação foi realizada de modo a atender os limites de detecção para o óxido de cromo (Cr_2O_3) Honorato et al. (2012).

A determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta controle e das dietas-teste foram calculados pela fórmula segundo Nose (1966):

$$CDA (\%) = 100 - \left\{ 100 \left[\frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ de nutrientes nas fezes}}{\% \text{ de nutrientes na dieta}} \right] \right\}$$

Para a digestibilidade aparente dos nutrientes dos alimentos foram calculados segundo a fórmula descrita por Reight et al., (1990):

$$DAN (\%) = \left(\frac{100}{30} \right) \times \left[CDA \text{ teste} - \left(\frac{70}{100} \times CDA \text{ referência} \right) \right]$$

Em que:

CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente;

DAN = Digestibilidade aparente do Nutriente;

CDA teste = Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta teste;

CDA referência = Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta.

4.7 Análise estatística

Análises estatísticas foram realizadas usando o Statistical Analysis Software (SAS) versão 9.0 com um limiar de significância (P) de 0,05. Os dados foram sujeitos a testes estatísticos de normalidade (teste de Cramér-von Mises) e homocedasticidade (teste de Levene). Todos os dados foram analisados por ANOVA, seguido pelo teste post hoc de Tukey.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, foram realizados ensaios de digestibilidade de macrófitas para determinar o coeficiente de digestibilidade aparente para Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Durante todo o período experimental, não houve mortalidade ou alterações no consumo alimentar tanto para a ração referência quanto para as rações com a inclusão *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Eichhornia Crassipes*.

A análise bromatológica e composição centesimal dos ingredientes estão apresentados na Tabela 1.

Foram encontradas diferenças estatísticas para ao o Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) da Proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e energia (EN) (Tabela 2). Os valores de CDA destas variáveis foram significativamente inferiores aos da ração referência, indicando a menor eficiência do tambaqui em assimilar a PB, EE, FB e EN contida nas rações com inclusão de *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Eichhornia Crassipes*.

Os resultados de CDA da proteína bruta de *Eichhornia Crassipes* (85,71%) foram superiores a *Pistia stratiotes* (74,53%) e *Salvinia auriculata* (72,81%). A CDA da proteína de ingredientes de origem vegetal para a tilápia do Nilo (Pezzato et al.,2012) apresentaram valores de CDA similares aos encontrados no presente estudo. No entanto, os valores de CDA de proteína de *Pistia stratiotes* e de *Salvinia auriculata* foram superiores aos verificados por Pezzato et al. (2002) para farinha de sangue (50,7%) e farinha de penas (29, 12%). Foram menores que CDA da PB do trigo integral (96,3%) e do tritcale (94,7%) encontradas por Boscolo et al. (2002) para tilápia do Nilo.

Utilizando a *Eichhornia Crassipes* na alimentação de *Labeo rohita* foi encontrado CDA da proteína de 71 e 63% para níveis de inclusão de 20 e 40% e para a dieta controle de farinha de peixe o CDA da proteína de 79% (Wee, 1991).

A *Salvinia auriculata* apresentou menor CDA para fibra bruta (27,81 %) e menor CDA de PB e EE. O aumento do teor de fibras da dieta diminui significativamente o tempo de trânsito gastrointestinal (Meurer et al., 2003a; Lanna et al., 2004). O que reduz o tempo para realização dos processos de digestão e absorção e pode resultar na diminuição da digestibilidade dos nutrientes do alimento. Além disso, a fibra pode

interagir com a superfície da parede intestinal (Madar e Thorme, 1987) atuando como barreira física entre os nutrientes e as enzimas digestivas (Potty, 1996).

Níveis de fibra bruta superiores a 5% na ração diminuem a digestibilidade da MS e PB em tilápias do Nilo, enquanto níveis de fibra bruta superiores a 7,5% diminuem a digestibilidade do EE (Lanna et al., 2004), justificando os resultados encontrados para *Pistia stratiotes* que apresentou baixo CDA para FB e baixo CDA do EE.

A energia tem uma relação direta com a proteína, ou seja, quanto maior a relação entre energia e proteína maior é o resultado na digestibilidade (Regost et al., 2001).

A digestibilidade de ingredientes vegetais não convencionais é bastante variável, em decorrência da espécie a ser testada e das proporções em que estes ingredientes são incorporados às rações (Henry-Silva et al., 2006). Pode ocorrer alterações nos resultados de digestibilidade devido a coleta da planta, processamento e o tamanho do peixe, isto interfere na capacidade de aproveitamento dos nutrientes contido na ração, pois, para cada estágio de desenvolvimento existe uma exigência nutricional.

A análise da composição de carcaça do tambaqui (Tabela 3) mostrou que a ração referência não diferiu das demais dietas experimentais ($P \geq 0,05$) para a proteína bruta. Para os valores de Extrato Etéreo (EE), *Pistia stratiotes* e a ração referência apresentaram os maiores valores. Porém para *Salvinia auriculata* e *Eichhornia Crassipes* apresentaram menores deposição de extrato etéreo, que pode estar relacionado com o maior nível de fibra bruta na dieta que influencia negativamente na digestibilidade do EE e sua deposição.

A *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes* e *Eichhornia Crassipes* apresentaram maiores valores de matéria seca em relação a ração referência. E para cinzas os maiores valores foram encontrados para *Pistia stratiotes* de 21,01%. A análise de carcaça permite avaliar toda a composição da formação e deposição de proteína muscular, que pode sofrer a influência direta da alimentação fornecido ao peixe.

Na tabela 4 é observado a composição das excretas que apresentou diferença estatística, sendo que a *Pistia stratiotes* apresentou maior quantidade de proteína e extrato etéreo nas excretas, resultado que reflete a menor eficiência do tambaqui em assimilar a PB e EE desta macrófita.

6. CONCLUSÃO

As macrófitas aquáticas emersas apresentam potencial para serem usadas como alimento alternativo, os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína, extrato etéreo, fibra bruta e energia foram melhores para *Eichhornia crassipes*. Indicando a utilização de até 30% de inclusão de *Eichhornia crassipes* para o *Colossoma macropomum*.

7. REFERÊNCIAS

ABIMORAD, Eduardo Gianini; CARNEIRO, Dalton José. Fecal collection methods and determination of crude protein and of gross energy digestibility coefficients of feedstuffs for pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004.

ALVES, E. et al. Avaliações fisiológicas e bioquímicas de plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*) cultivadas com níveis excessivos de nutrientes. **Planta daninha**, p. 27-35, 2003.

ANDRIGUETTO, Jose Milton; PERLY, Luimar. **Nutrição animal: bases e fundamentos**. NBL Editora, 2002.

Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC; 2005.

BALDISSEROTTO, Bernardo. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002.

BALDISSEROTTO, Bernardo; CYRINO, Jose Eurico Possebon; URBINATI, Elisabeth Criscuolo. *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. 2014.

BELAL, Ibrahim EH. A review of some fish nutrition methodologies. **Bioresource technology**, v. 96, n. 4, p. 395-402, 2005.

BENÍCIO, LAS et al. A utilização do aguapé (*Eichhornia crassipes*) em rações prensadas para frangos de corte na fase inicial. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 22, n. 1, p. 167-175, 1993.

BERNINI, Rosane Oliveira. Inclusão de macrófitas aquáticas na ração de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). 2014.

BIUDES, José Francisco Vicente; PEZZATO, Luiz Edivaldo; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro. Digestibilidade aparente da farinha de aguapé em tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 2079-2085, 2009.

BOMFIM, Marcos Antonio Delmondes; LANNA, Eduardo Arruda Teixeira. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 20-30, 2004.

BOSCOLO, Wilson Rogério et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.

BOYD, Claude E. *Qualidade da água em lagoas para a aquicultura*. 1990.

BRANDÃO, Lian Valente et al. Utilização de resíduos de frutos e da fitase em dietas para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). 2012.

BRITSKI, HERALDO A. Sobre o gênero *Colossoma* (Pisces, Characidae). **Ciência e Cultura**, v. 29, p. 810, 1977.

BUCKUP, Paulo Andreas; MENEZES, Naércio Aquino; GHAZZI, Miriam Sant'Anna. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.

CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro; PEZZATO, Maura M.; HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, p. 59-83, 2003.

CAMILO, Rodrigo Yamakami et al. Efeitos da adição de aminoácidos essenciais livres à dieta e da ausência de nutrientes na atividade de enzimas digestivas e no metabolismo intermediário de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*). 2007.

CHAGAS, Edsandra Campos; VAL, Adalberto Luís. Effect of vitamin C on weight and hematology of tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 397-402, 2003.

CHAGAS, E.C. et al. Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: URBINATI, E.C.; CYRINO, J.E.P. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2003, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: AQUABIO, 2003. Cap.9, p.83-93.

CHAKRABARTI, I. et al. Enzimas digestivas em 11 espécies de peixes teleósteos de água doce em relação ao hábito alimentar e segregação de nicho. **Bioquímica Comparada e Fisiologia Parte A: Fisiologia**, v. 112, n. 1, p. 167-177, 1995.

CHAN, E. C. S.; KRIEG, Noel R.; PELCZAR JÚNIOR, Michael J. Microbiologia—conceitos e aplicações. 1996.

CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. Finfish nutrition on Asia: methodological approaches to research and development. Ottawa: International Development Research Center, 1985. 154p.

CHO, S.H. et al. Effects of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of Ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.34, p.85-91, 2003.

CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL. Normativa do CONCEA para produção, manutenção ou utilização de animais em atividades de ensino ou pesquisa científica. 2015.

CORRÊA, M. R.; VELINI, E. D.; ARRUDA, D. P. Chemical and bromatological composition of *Egeria densa*, *Egeria najas* and *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, v. 21, n. SPE, p. 7-13, 2003.

COSTA, Marcos Antonio Lana et al. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 280-287, 2005.

COZZOLINO, Silvia M. Franciscato. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Editora Manole, 2005.

DAIRIKI, J. K.; DA SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tabaqui-compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. **Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

DE ASSIS ESTEVES, Francisco. **Fundamentos de limnologia**. Interciência, 1998.

DE CARVALHO, Francisco Fernando R. et al. Efeito da adição de *Egeria densa* sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em caprinos. **Archivos de zootecnia**, v. 53, n. 202, p. 175-184, 2004.

DE SOUZA MOURA, Guilherme et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1609-1615, 2007.

FERNANDES, Talles Romeu Colaço; DA COSTA DORIA, Carolina Rodrigues; MENEZES, Jenner Tavares Bezerra. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tabaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 45-52, 2018.

FINLAYSON, C. Max. Taxas de crescimento de *Salvinia molesta* no Lago Moondarra, Monte Isa, Austrália. **Botânica Aquática**, v. 18, n. 3, p. 257-262, 1984.

FRACALOSSO, Débora Machado; CYRINO, Jose Eurico Possebon. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 2013.

FURUYA, Wilson Massamitu et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1143-1149, 2001.

FURUYA, Wilson Massamitu. Nutrição de tilápias no Brasil. **Varia Scientia Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 133-150, 2013.

GILANI, G. Sarwar; XIAO, Chao Wu; COCKELL, Kevin A. Impacto de fatores antinutricionais em proteínas alimentares sobre a digestibilidade da proteína e a

biodisponibilidade de aminoácidos e sobre a qualidade protéica. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. S2, p. S315-S332, 2012.

GLENCROSS, Brett D.; BOOTH, Michael; ALLAN, Geoff L. Um alimento é tão bom quanto seus ingredientes - uma revisão das estratégias de avaliação de ingredientes para alimentos para a aquicultura. **Nutrição aquícola**, v. 13, n. 1, p. 17-34, 2007.

GODDARD, S. Feed management in intensive aquaculture. New York: Chapman & Hall, 1996. 194p.

GOLOMBIESKI, J. I. et al. Transport of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings at different times, load densities, and temperatures. **Aquaculture**, v. 216, n. 1-4, p. 95-102, 2003.

GONÇALVES, Cesar Augusto Alves et al. Caracterização da digestibilidade aparente de rações contendo níveis crescentes de proteína bruta na alimentação de juvenis de Matrinxã *Brycon Amazonicus*. 2018.

GONÇALVES, Giovani Sampaio et al. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 313-321, 2004.

GOULDING, M. The fish and the forest - Explorations in Amazonian natural history. California: University of California, 1980. 280p.

GRAEFF, Álvaro et al. Avaliação do potencial nutritivo da Macrófita aquática *Lemna minor*, por meio da análise da composição química e por sua utilização em ração para carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de recria. **Evidência-Ciência e Biotecnologia**, v. 7, n. 1, p. 37-50, 2007.

GRANER, CAF. **Determinação do crômio pelo método colorimétrico da difenilcarbazida. 1972. 112f.** 1972. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GUILLAUME, J.; CHOUBERT, G. Digestive physiology and nutrient digestibility in fishes. **Nutrition and feeding of fish and crustaceans**, p. 27-56, 2001.

GUIMARÃES DE SOUZA, Silvia Maria et al. Desempenho e conversão alimentar de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentadas com *Azolla filiculoides* e ração com baixo teor lipídico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, 2008.

HARBORNE, Jeffrey B.; WILLIAMS, Christine A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000.

HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro; PEZZATO, Luiz Edivaldo. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nilo

(*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 641-647, 2006.

HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga; MONTEIRO CAMARGO, **Antonio Fernando**. **Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura**. *Acta Scientiarum: Biological and Health Sciences*, p. 519-526, 2002.

HOENSCH, Harald P.; OERTEL, Reinhard. O valor dos flavonóides para a nutrição humana: breve revisão e perspectivas. **Clinical Nutrition Experimental**, v. 3, p. 8 a 14 de 2015.

HONORATO, C. A. et al. Digestibility of pelleted and extruded pacu feed: chrome oxide quantification. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 269-275, 2012.

JIMÉNEZ, Christopher Isaac Escamilla; MARTÍNEZ, Elvis Yane Cuevas; FONSECA, Jorge Guevara. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. **Rev Fac Med UNAM**, v. 52, n. 2,, p. 73-5, 2009.

JUNK, W.J.; SOARES, G.M.; CARVALHO, F.M. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana*, v.7, p.397-431, 1983.

JR, Kleber da Cunha Peixoto et al. **Desempenho de caprinos inteiros alimentados com diferentes quanti-dades de aguapé**.

KUZMINA, V. V.; MACKINLAY, M.; SHEARER, K. Digestive anzymes are and indicator of feeding ecology of wild fish, D. In: **MacKinlay and K. Shearer (Eds.), Feeding Ecology and Nutrition in Fish Symposium Proceedings, American Fisheries Society, Vancouver**. 1996. p. 9-13.

LANNA, Eduardo Arruda Teixeira et al. Fibra bruta e óleo em dietas práticas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 2177-2185, 2004.

LEWANDOWSKI, Vanessa et al. Aguapé (*Eichhornia crassipes*) em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 3, p. 103-112.

LIMA, M. R. et al. Avaliação do crescimento e retenção de nutrientes provenientes da eutrofização, em três macrófitas aquáticas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**.

LOBO, F. P. et al. de novo genome assembly of the South American freshwater fish Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: **Embrapa Informática Agropecuária-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: PLANT & ANIMAL GENOME CONFERENCE, 23., 2015, San Diego, CA.[Abstracts...]. San Diego:[sn], 2015., 2015.

LUNDSTEDT, L. M.; MELO, Jose Fernando Bibiano; MORAES, Gilberto. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 137, n. 3, p. 331-339, 2004.

MANOZZO, Viviane et al. Estudo cinético da pirólise das macrófitas: *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes*. 2016.

MARTINS, A. T.; PITELLI, R. A. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. **Planta daninha**, p. 233-242, 2005

MARTINS, D. et al. Controle químico de *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia molesta* em caixas d'água. **Planta Daninha**, p. 83-88, 2002.

MARTINS, Daniel Freitas Freire; DE MOURA, Maria de Fátima Vitória; DI SOUZA, Luiz. COMPARAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNAS EM MACRÓFITAS AQUÁTICAS DO RIO MOSSORÓ DETERMINADOS POR MÉTODOS DIFERENTES.

MEURER, Fábio et al. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1801-1809, 2003.

MOHEDANO, Rodrigo de Almeida et al. Tratamento de efluente e produção de alimento, em cultivos de tilápias (*Oreochromis niloticus*), através da macrófita aquática *Lemna valdiviana* (Lemnaceae): uma contribuição para a sustentabilidade da aquíicultura. 2004.

MORAES, G.; ALMEIDA, L. C. Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes. **Baldisseroto, B.; Cyrino, JEP; Urbinati, EC Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de agua doce. FUNEP, UNESP. Jaboticabal**, p. 233-252, 2014.

MORAIS, I. da S.; O'SULLIVAN, FL de A. Biologia, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816). **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

MOREIRA, ILÍDIO et al. Estudos sobre biologia e combate do jacinto aquático *Eichhornia crassipes* (Mart. Solms-Laub.) em Portugal. **Garcia da Horta, Série Botânica**, v. 14, n. 2, p. 191-198, 1999.

MOURIÑO, José Luiz Pedreira; STÉFANI, Marta Verardino de. Avaliação de métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, p. 954-958, 2006.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SIMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISH FEED TECHNOLOGY, 1966, Belgrade. Proceedings... Belgrade: EIFAC/FAO, 1966. 15p.

NRC. 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. 3.ed. National Academy Press, Washington, D.C.

Odum, E. P. 2010. Ecologia. 23ª ed. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 434p.

OISHI, César Augusto; NWANNA, Lawrence C.; PEREIRA FILHO, Manoel. Optimum dietary protein requirement for Amazonian Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 4, p. 757-762, 2010.

OLIVEIRA, A. C. B.; MIRANDA, E. C.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação de tambaqui. **Nutriaqua. 1ª ed. Florianópolis: Aquabio**, p. 231-240, 2013.

PEDROZA FILHO, Manoel Xavier; RODRIGUES, Ana Paula Oeda; REZENDE, Fabricio Pereira. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim Ativos da Aquicultura, ano**, v. 2, p. 1-5, 2016.

PELCZAR JR, Michael J.; CHAN, Eddie Chin Sun; KRIEG, Noel R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. Pearson Makron Books, 2005.

PELCZAR JR, Joseph Michael. CHAN, ECS, KRIEG, Noel R. Microbiologia: Conceitos e Aplicação. Vol. 1, 2ª. Edição. 1996.

PEREIRA JUNIOR, Geraldo et al. *Leucaena leaf flour (Leucaena leucocephala Lam. of wit) as a protein source for juveniles of tambaqui (Colossoma macropomum Cuvier, 1818)*. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 227-234, 2013.

PEREIRA, Lilian Paulo Faria; MERCANTE, Cacilda Thais Janson. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

PEREIRA, Renata Junqueira; DAS GRAÇAS CARDOSO, Maria. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of biotechnology and biodiversity**, v. 3, n. 4, 2012.

PEZZATO, L. D.; CASTAGNOLLI, Newton; ROSSI, Fabrício. Nutrição e alimentação de peixes. **Viçosa, MG: Editora UFV**, 2001.

PEZZATO, Luiz Edivaldo et al. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, n. 1, p. 965-971, 2002.

PORTZ, Leandro; FURUYA, W. M. Energia, proteína e aminoácidos. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, p. 65-77, 2012.

POTTY, VH Aspectos físico-químicos [físico-químicos], funções fisiológicas, importância nutricional e significado tecnológico das fibras alimentares: uma avaliação crítica. **Jornal da Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, n. 1, p. 1-18, 1996.

RANZANI-PAIVA, Maria José Tavares et al. Análises hematológicas de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 25, n. único, p. 77-83, 2018.

RIGHT, R. C.; BRADEN, S. L.; CRAIG, R. J. Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. *Aquaculture*, v. 84, p. 321-334, 1990.

REZENDE, Fabrício Pereira et al. EFICIÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA DESOVA DE LAMBARI TAMBUI (*Astyanax bimaculatus* LINNAEUS, 1758). **Revista Ceres**, v. 52, n. 302, 2005.

RIBEIRO, Fagner Machado et al. Alimentação e nutrição de Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*): Revisão. **PUBVET**, v. 10, p. 873-945, 2016.

RICHE, Marty; BROWN, Paul B. Disponibilidade de fósforo de rações alimentadas à truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquicultura**, v. 142, n. 3-4, p. 269-282, 1996.

RODRIGUES DE ARAÚJO, Josivânia et al. Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordeste para tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, 2012.

RODEHUTSCORD, M.; GREGUS, Z.; PFEFFER, E. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. *Aquaculture*, v.188, p.383-398. 2000.

RODRIGUES, Ana Paula Oeda. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Embrapa Pesca e Aquicultura-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014.

SAINT-PAUL, U. Investigations on the respiration of the neotropical fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae): the influence of weight and temperature on the routine oxygen consumption. *Amazoniana*, v.7, p.433-443, 1983.

SAKOMURA, Nilva Kazue; ROSTAGNO, Horacio Santiago. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007.

SALLUM, W.B. Óxido crômico III como indicador externo em ensaios metabólicos para o matrinhã (*Brycon cephalus*, Gunther 1869) (Teleostei, Characidae). Lavras - MG, 2000. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2000.

Schmidt-Nielsen, K. 2010. Fisiologia animal. 5ª ed. Editora Santos, São Paulo, 611 p.

SILVA, Aline Dué Ramos et al. Cultivo de tambaqui em canais abastecimento sob diferentes densidades. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, 2013.

SILVA, Jorge Antonio Moreira da et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). 2007.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. *Acta amazônica*, 2003.

SOARES, Karoline Julhice Araujo et al. Valor nutricional de alimentos alternativos para tambaqui (*Colossoma macropomum*). 2016.

STECH, Marcia Regina; CARNEIRO, Dalton José; JÚNIOR, João Martins Pizauro. Fatores que afetam a produção de enzimas digestivas em peixes e o uso de enzimas exógenas como ferramentas em nutrição de peixes. **Ensaio e Ciência: ciências biológicas, agrárias e da saúde**, v. 13, n. 2, p. 79-93, 2009.

STOKES, Maura E.; DAVIS, Charles S.; KOCH, Gary G. **Análise de dados categóricos usando SAS**. Instituto SAS, 2012.

TAVARES-DIAS, Marcos et al. Índices de condição corporal em juvenis de *Brycon amazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829) e *Colossomoma macropomum* (CUVIER, 1818) na Amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2018.

THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta daninha**, v. 20, n. 1, p. 21-33, 2002.

VAL, A.L. et al. Situação atual da aqüicultura na região Norte. In: VALENTI, W.C. et al. *Aqüicultura no Brasil*. Brasília: CNPq, 2000. Cap.7, p.247-266.

VIDAL, Luiz Vítor Oliveira et al. Utilização do eugenol como anestésico para o manejo de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), 2006.

WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. Growth increases produced by bovine growth hormone in grass pickerel, *Esox americanus vermiculatus* (Le Sueur), and the underlying dynamics of muscle fiber growth. **Aquaculture**, v. 65, n. 1, p. 55-66, 1987.

Wee, K.L. 1991. Use of non-conventional feedstuff of plant origin as fish feeds – is it practical and economically feasible? In: S.S. De Silva (Ed.), *Fish Nutrition Research in Asia*. Proceedings of the Fourth Asian Fish Nutrition Workshop. Asian Fisheries Society, Special Publication 5, Manila, Philippines: 13-32.

WOLVERTON, BC; MCDONALD, Rebecca C. Composição nutricional de jacintos de água cultivados em esgoto doméstico. **Botânica Econômica**, v. 32, n. 4, p. 363-370, 1978.

ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S. Limitações e potencialidades do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) na região subtropical do Brasil. **Boletim Instituto Pesca**, v. 24, p. 169-172, 1997.

ZHANG, Fengrui; ADEOLA, Olayiwola. Techniques for evaluating digestibility of energy, amino acids, phosphorus, and calcium in feed ingredients for pigs. **Animal Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 344-352, 2017.

8.TABELAS

Tabela 2. Coeficiente de digestibilidade aparente das dieta experimentais

	Ração Referência	30% <i>Pistia stratiotes</i>	30% <i>Salvinia auriculata</i>	30% <i>Eichhornia crassip</i>
Proteína Bruta (CDAPB)	99,02±0,27 ^a	74,53±1,9 ^c	72,81±5,43 ^c	85,71±5,2 ^b
Extrato Etéreo (CDAEE)	98,47±0,64 ^a	52,75±9,1 ^b	87,37±3,15 ^a	89,36±9,51 ^a
Fibra Bruta(CDAFB)	97,74±0,42 ^a	58,58±3,68 ^c	27,81±3,59 ^d	86,59±7,182 ^b
Energia (CDAEN)	97,72±0,01 ^a	67,28±6,1 ^c	60,30±0,75 ^c	84,43±5,92 ^b

Os dados apresentados como médias (n = 4). Diferentes letras sobrescritas dentro da mesma linha representam diferença estatística pelo teste de Tukey, com nível de significância P <0,05.

Tabela 3. Composição centesimal da carcaça de *Colossoma macropomum*

	Ração referência	30% <i>Pistia stratiotes</i>	30% <i>Salvinia auriculata</i>	30% <i>Echhornia crassipes</i>
Proteína Bruta (%)	60,51±0,24	60,75±2,25	62,33±2,59	61,20±1,89
Extrato Etéreo (%)	24,67±2,3 ^a	22,79±0,52 ^a	19,81±0,44 ^b	19,81±1,34 ^b
Materia Seca (%)	91,17±2,33 ^b	92,40±1,45 ^{ba}	94,66±0,95 ^a	88,75±1,91 ^a
Cinzas (%)	17,27±0,36 ^b	21,0±0,80 ^a	17,46±1,04 ^b	19,41±0,88 ^b

Os dados apresentados como médias (n = 4). Diferentes letras sobrescritas dentro da mesma linha representam diferença estatística pelo teste de Tukey, com nível de significância P <0,05.

Tabela 4 Composição bromatológica das excretas de *Colossoma macropomum*

	Ração referência	30% <i>Pistia stratiotes</i>	30% <i>Salvinia auriculata</i>	30% <i>Eichhornia crassipes</i>
Proteína Bruta (%)	16,09 ± 1,00 ^b	22,56±2,33 ^a	15,49±0,88 ^b	18,45 ± 0,09 ^b
Matéria Seca (%)	86,67±2,43	85,05±0,97	88,69±0,57	83,98±3,23
Extrato Etéreo (%)	1,18±0,02 ^b	2,84±0,56 ^a	0,53±0,17 ^b	1,49±0,55 ^b
Fibra Bruta (%)	50,84±2,48 ^a	0,47±0,05 ^b	0,49±0,03 ^b	0,50±0,02 ^b

Os dados apresentados como médias ($n = 4$). Diferentes letras sobrescritas dentro da mesma linha representam diferença estatística pelo teste de Tukey, com nível de significância $P < 0,05$.

9. Anexo



Figura 1: Sistema Guelph modificado em incubadoras cônicas fibra de vidro bernauer.



FIGURA 2: Biometria Tambaqui usados para o experimento.



Figura 3: Garrafa e coletor utilizados nas incubadoras.



Figura 4: Plantas utilizadas para a Formulação da dieta - *Pistia stratiotes*; *Eichhornia Crassipes*; *Salvinia auriculata*.



Figura 5: Parte Aerea utilizada para desidratar, seguida de trituração e embalagem com identificação.



Figura 6: Peso dos ingredientes teste a 30% e ração controle.



Figura 7: Acréscimo do cromo. 2- homogeneização do cromo.



Figura 8: Coleta de fezes e centrífuga utilizado para a centrifugação da mesma.



Figura 9: Análise bromatológica: Proteína.



Figura 10: Matéria seca e Extrato Etéreo.



Figura 10: Fibra Bruta em cadinhos; moinho de bola para triturar carcaça e fezes.



Figura 11: Equipamentos para análise de energia e Cromo.